

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

LÉA LUDOVICO BOZZINI

**Análise da cadeia produtiva do feijão transgênico resistente
ao mosaico dourado – Embrapa 5.1**

São Paulo
2023

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Trabalho de Graduação Individual: **Análise da cadeia produtiva
do feijão transgênico resistente ao mosaico dourado –
Embrapa 5.1**

Orientadora: Profª. Dra. Marta Inez Medeiros Marques
Aluna: Léa Ludovico Bozzini
Nº USP 6758879

São Paulo
2023

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. APLICAÇÕES DA TRANSGENIA	7
3. A PRODUÇÃO DE <i>COMMODITIES</i> AGRÍCOLAS E OS TRANSGÊNICOS.....	11
3.1. Os transgênicos como parte de um pacote tecnológico.....	18
3.2. Notas sobre a difusão dos transgênicos na agricultura brasileira.....	22
4. OS TRANSGÊNICOS NA CADEIA PRODUTIVA AGRÍCOLA.....	20
5. O FEIJÃO E O MOSAICO DOURADO.....	25
6. NOÇÕES BÁSICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR.....	29
7. O FEIJÃO RESISTENTE AO MOSAICO DOURADO - BRS FC401 RM.....	34
8. ENTREVISTAS.....	38
9. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	55
10. REFERÊNCIAS.....	60
11. GLOSSÁRIO.....	63

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa versa sobre a difusão da produção de plantas transgênicas na agricultura no mundo e no Brasil, com a análise do caso da produção do feijão transgênico produzido pela Embrapa. O referido feijão foi escolhido por se tratar do único transgênico no Brasil que não está inserido na cadeia global de alimentos, mas é produzido para atender exclusivamente ao mercado interno. As demais cultivares transgênicas liberadas comercialmente no Brasil, como a soja e o milho, são, na maioria dos casos, vendidas junto com um pacote tecnológico e atendem principalmente ao mercado externo.

A transformação de alimentos em *commodities* causa graves impactos na soberania e na segurança alimentar das populações no mundo. Grandes corporações multinacionais ligadas à produção, processamento, comercialização e financiamento de produtos agrícolas controlam o mercado global de alimentos, tornando o seu acesso vulnerável aos interesses do mercado. Apenas quatro empresas – Syngenta (empresa chinesa, com sede na Suíça), Bayer (Alemanha), Basf (Alemanha) e Corteva (EUA) - controlam mais da metade da produção de sementes comerciais no mundo e mais de 60% dos agrotóxicos¹ evidenciando a extrema concentração do setor. Ademais, sob o discurso de produzir mais alimentos de forma sustentável, erradicar a fome e preservar o meio ambiente, o Regime Alimentar Corporativo, de forma contraditória, aprofunda as desigualdades, expulsa agricultores de suas terras, reproduz a fome, a miséria e promove a destruição do meio ambiente, enquanto algumas poucas empresas acumulam lucros extraordinários. O conceito de regime alimentar foi cunhado por Harriet Friedman e analisa as relações agrícolas de produção e consumo de alimentos a nível internacional em conjunto com o papel do Estado e sua relação com o mercado. O conceito foi resgatado por Philip McMichael (2019) que analisa as relações de valor e o desenvolvimento da agricultura durante o sistema capitalista. O autor distinguiu três regimes: o regime alimentar imperial, na Grã-Bretanha (1870-1930), o regime alimentar intensivo, nos Estados Unidos (1950-1970) e o regime alimentar corporativo, a partir da década de 1980, o qual será foco deste trabalho.

¹ Para mais informações, consultar 'Barones de la alimentación 2022: Lucro con las crisis, digitalización y nuevo poder corporativo' Disponível em https://www.etcgroup.org/files/files/barones_completo-low_rev13dic.pdf Acessado em <30/04/2023>

No Brasil, as plantas geneticamente modificadas utilizadas na agricultura, como a soja, o milho, o algodão, o eucalipto e a cana-de-açúcar contribuem para esse regime, com exceção de uma: o feijão transgênico resistente ao mosaico dourado, ou evento Embrapa 5.1.

O feijão comum, ou *Phaseolus vulgaris*, é produzido em quase todo o território brasileiro em grande parte por pequenos e médios produtores. O *P. vulgaris*, ou "feijão carioca" é consumido apenas no Brasil e, portanto, não é exportado. Entre as dificuldades encontradas pelos agricultores em sua produção, podemos destacar o mosaico dourado. A doença é causada por um vírus cujo transmissor é a mosca branca, um inseto polífono, ou seja, que se alimenta de diversas espécies. Quando o cultivo é afetado pelo mosaico dourado, a produção pode sofrer perdas de até 100%, causando grandes prejuízos ao agricultor. Em vista disso e do fracasso em se obter uma planta naturalmente resistente ao vírus, a Embrapa iniciou pesquisas para a produção de uma planta do feijoeiro geneticamente modificada resistente à doença. O evento Embrapa 5.1, feijoeiro resistente ao mosaico dourado, foi aprovado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) em 2011, e após uma sequência de testes e estudos, teve sua comercialização liberada em 2019.

A introdução de um alimento transgênico na mesa pode gerar uma série de dúvidas e inseguranças na população. Porém, as particularidades técnicas relacionadas ao tema dificultam a participação da sociedade nos debates acerca do emprego dos transgênicos. Um posicionamento bem fundamentado é dificultado pela densidade de uma problemática que envolve diversas áreas do conhecimento. Por isso, é importante que a população disponha de informações acessíveis e confiáveis sobre esse assunto tão complexo, cujos impactos são tão extensos.

Também é importante notar que a tecnologia transgênica constitui um avanço notável da biologia molecular. O progresso nessa área do conhecimento nos permite controlar mecanismos biológicos que podem ser utilizados para melhorar drasticamente a vida das pessoas. A tecnologia da edição genética possui papel fundamental na saúde, como por exemplo na produção de vacinas, hormônios e vitaminas. Porém, devemos debater criticamente o propósito de algumas variantes e seus impactos políticos, sociais, econômicos e ambientais, uma vez que são, em grande parte, produzidos por grandes corporações que visam aumentar seus lucros à despeito da fome, destruição ambiental, erosão genética, entre outros processos destrutivos.

Nosso conhecimento em biologia molecular tem avançado rapidamente, tornando as técnicas de edição cada vez mais precisas e seguras. Porém, é preciso que a pesquisa e produção de novas variantes sejam orquestradas por instituições públicas que estejam à serviço da população. Em 2021, o Quênia protagonizou um importante uso de organismos transgênicos para sua população. O país aprovou a liberação de uma mandioca resistente à estria marrom, doença causada por um vírus que pode destruir até 98% da safra. A mandioca transgênica foi desenvolvida por uma entidade pública local, a Organização de Pesquisa Agrícola e Pecuária do Quênia, visando proteger a segurança alimentar da população, visto que a mandioca é um alimento básico muito importante no país. A aprovação da mandioca transgênica contou com a opinião do povo do Quênia, como manda sua constituição².

Tendo isso em vista, um dos objetivos específicos desta pesquisa é introduzir aspectos gerais sobre os organismos transgênicos, como a tecnologia envolvida em sua produção e exemplos de aplicações para além da agricultura. Este trabalho também irá analisar os transgênicos na cadeia global de *commodities*; apresentar o processo de difusão de transgênicos na produção agrícola do Brasil, conhecer o caso específico do feijão resistente ao mosaico dourado e situá-lo em relação à cadeia produtiva desta cultura. Desse modo, esta pesquisa procura investigar o tema a partir de uma *abordagem contextualizada* (LACEY, 2007), ou seja, tratar dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) não apenas como objetos biológicos, mas considerando toda a sua complexidade política, social e econômica.

Para tanto, além de uma revisão bibliográfica, foram realizadas entrevistas com diferentes integrantes da cadeia produtiva do feijão, como pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, agricultores, comerciantes de sementes e uma representante da indústria de beneficiamento do feijão. As pessoas entrevistadas foram encontradas através de pesquisas na internet, mas, principalmente, por indicações por parte dos próprios entrevistados, ou conversas breves por telefone que não constam nesta pesquisa. Uma das maiores dificuldades na realização das entrevistas foi a resistência dos potenciais entrevistados em aceitar responder às perguntas. Foram muitas as ligações com promessas de retorno ou mensagens pelo aplicativo WhatsApp que infelizmente foram ignoradas. Além disso, o feijão transgênico começou a ser comercializado em 2019 e por esse

² Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Amido de Mandioca (ABAM). Disponível em <<https://abam.com.br/aprovada-primeira-mandioca-transgenica-do-mundo/>> Acessado em 17/04/2022

motivo, o curto tempo de circulação da cultivar dificultou encontrar pessoas que tivessem conhecimento de sua existência ou disponibilidade no mercado.

Por se tratar de uma temática que envolve muitas áreas do conhecimento, o estudo sobre os organismos transgênicos desenvolvido nesta pesquisa levou em conta a minha formação em Biologia e a segunda formação que desejo obter ao concluir o curso de Geografia. Procurou-se explorar o tema sob o olhar da biotecnologia dos OGMs, tema profundamente ligado à biologia, e seu complexo papel na cadeia produtiva dos alimentos, tema caro à geografia.

Além disso, esta pesquisa se propõe a ser uma continuidade à iniciação científica que foi desenvolvida durante minha graduação em Geografia intitulada "Transgênicos agrícolas: um debate transdisciplinar". Contou, também, com um arcabouço teórico sobre biologia molecular adquirido na iniciação científica realizada durante minha graduação em Biologia, intitulada "Associação entre níveis de expressão gênica da via de sinalização do cálcio e polimorfismos genéticos", desenvolvida no Laboratório de Genética e Cardiologia Molecular do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HC FMUSP). Por contar com vocabulário de biologia molecular pouco usual na área da geografia, há um glossário na parte final do trabalho.

2. APLICAÇÕES DA TRANSGENIA

Os organismos transgênicos estão presentes em muitas esferas da nossa vida, com destaque para a medicina e a agricultura. As técnicas para produzi-los são múltiplas. A tecnologia mais tradicional usa como vetor bactérias do gênero *Agrobacterium sp.* encontradas naturalmente no solo. Bactérias desse gênero possuem a capacidade natural de inserir parte de seu material genético em plantas, o que pode gerar tumores na planta hospedeira. A transformação genética é realizada na bactéria, que recebe o gene de interesse e um gene marcador, o qual possibilita identificar os indivíduos transformados. (RIBEIRO, 2012). Células vegetais são expostas a bactérias com DNA recombinante em meio de cultura, e em seguida receberão reguladores vegetais para induzir a formação de brotos.

Outro exemplo de tecnologia de transformação genética é a que utiliza lipossomos. São “bolsinhas” artificiais constituídas de fosfolípidios – a mesma constituição da membrana celular – e que carregam o DNA transformado em seu interior. Quando um lipossomo encontra uma célula, ele se funde à membrana celular liberando o DNA dentro dela. Essa tecnologia é semelhante às vacinas produzidas pela Pfizer e a Moderna contra a Covid-19. Cada dose de vacina possui diversos lipossomos carregando um pequeno fragmento de RNA viral. Ao entrar em contato com nossas células, o lipossomo se funde a elas liberando o material genético do vírus no seu interior. A célula, então, traduz a informação genética produzindo proteínas virais que serão reconhecidas pelo nosso sistema imunológico. Essas vacinas possuem altíssima eficácia contra infecções, casos graves e óbitos.

Existem ainda outras tecnologias de manipulação genética para a produção de OGM's. Merece destaque a CRISPR-Cas9, uma das técnicas mais atuais de edição genética, por sua alta especificidade, fácil manipulação *in vitro* e *in vivo*, e a possibilidade de editar diversos alvos no genoma simultaneamente (AREND, 2017). O sistema CRISPR-Cas9 foi desenvolvido a partir de mecanismos moleculares do sistema imunológico bacteriano, que permite à bactéria remover fragmentos de DNA viral incorporados ao seu genoma após uma infecção. Um importante avanço do uso desse sistema é sua precisão. Com as técnicas de edição anteriores, o transgene era incorporado ao DNA hospedeiro de forma aleatória, podendo se estabelecer em qualquer trecho do DNA. Isso poderia, por exemplo, fragmentar um gene e trazer consequências negativas

ou tornar inviável o organismo transformado. Com a edição utilizando a CRISPR-Cas9 o trecho de DNA pode ser introduzido em local específico do genoma. Além disso, essa tecnologia permite nocautear genes, ou seja, desligá-los de forma a impedir a produção das proteínas codificadas por eles.

Uma utilização recente e notável do sistema CRISPR-Cas9 ocorreu em janeiro de 2022: o primeiro xenotransplante³ de um coração de porco para um ser humano. A cirurgia só foi possível graças a 10 edições genéticas que produziram porcos transgênicos com órgãos compatíveis com o ser humano. Um dos grandes desafios de qualquer transplante, especialmente de um xenotransplante, é a reação aguda do sistema imunológico contra o órgão transplantado. Três das modificações genéticas nocautearam genes que codificam proteínas potenciais na reação aguda de rejeição ao órgão. Também foi nocauteado um gene que codifica um receptor para um hormônio de crescimento, fazendo com que o porco e, portanto, seus órgãos ficassem com um tamanho adequado ao ser humano. Além disso, foram introduzidos outros seis genes humanos no porco transgênico que permitiram a manutenção a longo prazo no órgão transplantado. Essa cirurgia pioneira acende grande esperança para as milhares de pessoas nas filas de transplante, grande parte das quais não irá sobreviver tempo o bastante para receber o órgão de que necessita.

Os transgênicos são, na verdade, utilizados na medicina há algumas décadas. Na década de 1980 foi produzida a primeira droga transgênica do mundo: a insulina humana produzida por bactérias *Escherichia coli* recombinantes. O gene responsável por codificar a insulina foi introduzido na bactéria, que passa a produzi-la. O tratamento com insulina é fundamental para alguns casos de diabetes, doença que atinge milhões de pessoas no mundo todo. Antes da produção da insulina recombinante, os diabéticos insulínodos dependentes utilizavam insulina extraída do pâncreas de porcos e bovinos, a qual não é idêntica à insulina humana e por esse motivo causava alergias e rejeições. Com a transformação genética de bactérias, os pacientes passaram a receber uma insulina idêntica à produzida por seres humanos, além de ter diminuído drasticamente o custo e o abate de animais. Hormônios de crescimento, vacinas, interferons (moléculas que impedem a replicação viral), entre outros, também são produzidos a partir de tecnologias de recombinação gênica, melhorando a qualidade de vida e salvando milhões de pessoas.

³ Transplante de células, tecidos ou órgãos entre espécies diferentes.

A primeira planta transgênica produzida no mundo foi uma planta do tabaco, em 1993, que recebeu um gene de resistência a antibióticos, apenas para fins de pesquisa. A partir daí, muitas plantas foram geneticamente modificadas. Em 1994 foi comercializada nos Estados Unidos a primeira planta transgênica no mundo: um tomate “longa vida”, que prometia durar mais tempo nas prateleiras. Em 2002, no Reino Unido, uma batata recebeu um gene que codifica um inibidor de proteases, que promovia uma resistência à raiz da planta contra nematoides. Nos Estados Unidos, em 2004, uma planta de arroz recebeu um gene, proveniente da planta do tabaco, que levava à ativação de uma cascata de sinalização química que promovia resistência hídrica à planta. A China também produziu, em 2007, uma planta resistente ao estresse hídrico e salino, inserindo um gene do pimentão em plantas de tomate. Em Taiwan modificaram geneticamente plantas de papaia com objetivo de torná-la resistente a um vírus que provoca a distorção de suas folhas. (RIBEIRO, 2012). Na Alemanha foi produzida uma planta de arroz capaz de produzir grandes quantidades de carotenoides precursores da vitamina A, e foi apelidado de “arroz dourado”. As plantas transgênicas mais produzidas no mundo são o da variedade Bt, como milho Bt, soja Bt, algodão Bt, as quais receberam transgenes da bactéria *Bacillus thuringiensis* e possuem propriedades inseticidas.

No Brasil, a EMBRAPA desenvolve estudos de transformação genética desde a década de 1980. O feijão resistente ao vírus do mosaico dourado, por exemplo, foi resultado de mais de 10 anos de pesquisa e foi a primeira planta transgênica desenvolvida exclusivamente por uma instituição pública de pesquisa brasileira. Atualmente a EMBRAPA possui diversas pesquisas em desenvolvimento, como o café resistente à broca do café; o algodão resistente ao inseto bicudo do algodoeiro, cujo combate corresponde à 25% dos custos de produção; a cana de açúcar resistente à broca gigante, que causa perdas anuais de 34 milhões de reais no nordeste brasileiro; a alface biofortificada, capaz de produzir maiores quantidades da vitamina B9 (ácido fólico), entre outras.⁴

Uma nova aplicação da edição genética publicada na Revista Nature em novembro de 2022 pode trazer grandes expectativas para a cura de diferentes tipos de câncer. A terapia envolve edição genética de células do sistema imunológico do próprio paciente de forma que estas possam identificar especificamente o câncer que o ataca. As células T são responsáveis por identificar e destruir células contaminadas por vírus ou que

⁴ Disponível em <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/sobre-o-tema>> Acessado em: 16/04/2022

apresentem graves mutações, o que inclui células cancerígenas. Um conjunto de células T é retirado do paciente e estas passam por edição genética utilizando a tecnologia de alta precisão CRISPR-Cas9 para que sejam capazes de identificar e destruir o câncer que acomete o paciente. (FOY, 2022)

Mais uma aplicação da transgenia que pode salvar muitas vidas é a modificação genética de galinhas, realizada por pesquisadores em Tel Aviv, Israel⁵. As galinhas geneticamente modificadas não são capazes de gerar filhotes machos, os quais são abatidos aos bilhões todos os anos na indústria de ovos. Uma vez que apenas as fêmeas poedeiras são relevantes na produção de ovos, os pintinhos machos são abatidos, geralmente por maceração mecânica, ou seja, triturados.

A partir dos exemplos apresentados é possível compreender a importância da transgenia para a população. Entretanto, trata-se de uma tecnologia que se insere em sistemas complexos nas mais diversas áreas e merece ser analisada com atenção. Os transgênicos agrícolas possuem profundos impactos em longas cadeias produtivas e estão diretamente relacionados à alimentação a nível global. Por esse motivo o foco desta pesquisa será analisar a transgenia sob a perspectiva da agricultura.

⁵ Diversas reportagens foram produzidas a esse respeito. Uma delas, da BBC, está disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-63970399>> Acessado em 13/02/2023.

3. A PRODUÇÃO DE *COMMODITIES* AGRÍCOLAS E OS TRANSGÊNICOS

A biotecnologia tem avançado a passos largos nas mais diversas áreas do conhecimento, muitas vezes, a uma velocidade incompatível com os debates e com a legislação dos países (ZATZ, 2012). Na agricultura, os insumos estão cada vez mais tecnológicos, o que vem provocando profundas mudanças nas relações de produção no campo e na autonomia dos agricultores.

O intenso uso de tecnologias e outros insumos no campo teve início no contexto pós 2ª Guerra Mundial, quando havia grande insegurança alimentar em diversos países, enormes quantidades de substâncias utilizadas na guerra que serviriam de fertilizantes e uma evolução científico-tecnológica em função da guerra. Nesse cenário, ocorreu um “conjunto de transformações nas relações de poder por meio da tecnologia” (GONÇALVES, C.W.P., 2004, p.8) denominada de Revolução Verde, fenômeno que prometia resolver a fome no mundo através de pacotes tecnológicos que aumentariam a produção de alimentos. Argumentava-se que “apenas o desenvolvimento técnico e científico seria capaz de resolver o problema da fome” (GONÇALVES, C.W.P., 2004, p.8). A partir desse argumento, construía-se a ideia de que o problema da fome era técnico-científico, deslocando o foco de questões políticas e sociais. Tal movimento refletia uma preocupação relacionada à Revolução Chinesa, ocorrida em 1949, que instaurou o poder comunista e apresentava a luta contra a fome como uma de suas bandeiras. O termo “verde”, em Revolução Verde, portanto, procurava se contrapor à “Revolução Vermelha”, liderada por comunistas na China, indicando o caráter ideológico das transformações (GONÇALVES, C.W.P., 2004).

A partir das décadas de 1960 e 70, como parte da Revolução Verde, os insumos básicos utilizados no cultivo eram vendidos na forma de pacotes tecnológicos, como sementes híbridas, fertilizantes, agrotóxicos e maquinários que resultaram em aumento na produção de alimentos. Porém, segundo Samir Amin (*in* GONÇALVES, C.W.P., 2004, p. 9), “a produtividade entre o mais avançado segmento capitalista da agricultura mundial e o mais pobre, que estava na razão em torno de 1 para 10 antes de 1940, está agora a aproximar-se de 2000 para 1!”.

Ainda assim, o argumento central das empresas globais de insumos segue sendo que a erradicação da fome caminha junto ao desenvolvimento de novas tecnologias

agrícolas. Para exemplificar, seguem trechos retirados de sites ou vídeos de divulgação de empresas que produzem ou que utilizam tecnologias voltadas à agricultura:

A adoção de tecnologias é fundamental na erradicação da fome mundial. Por meio do aumento da produção de alimentos, associado com a melhoria da eficiência, a tecnologia apoiará diretamente o uso mais eficiente da terra, do trabalho e de outros insumos, assim como a inovação social e novos modelos de negócios, impactando positivamente no combate à fome mundial. (...) E, neste compromisso de acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição até 2030, todas as frentes que busquem a alimentação e assistência alimentar como modo de quebrar o ciclo da fome e da pobreza são parte do plano da instituição.⁶ (*CropLife Brasil*)

Hoje a agricultura enfrenta um novo desafio. Em 2050 seremos 9 bilhões de habitantes. E a questão é: como os agricultores podem produzir mais alimentos fibras e energia de maneira sustentável para atender a essa demanda? O papel das novas tecnologias é muito importante na busca por essas e muitas outras soluções. E é aí que nós da Monsanto entramos.⁷ (*Monsanto*)

Temos consciência da importância do nosso papel em prol do planeta e da necessidade de garantir alimentos acessíveis e seguros em um mundo cada vez mais populoso e urbanizado. (...) Nos diferenciamos priorizando a ética, a segurança alimentar e o desenvolvimento de soluções inovadoras e integradas. A Cargill coloca sua experiência e conhecimento globais a serviço da transformação social. Por meio da fundação Cargill promovemos a alimentação saudável, segura, sustentável e acessível. Ajudamos a construir um mundo melhor e mais responsável todos os dias.⁸ (*Cargill*)

Ao elevarmos a produtividade das lavouras e melhorarmos métodos agrícolas, permitimos que produtores alimentem a população global de forma segura e sustentável. Esse trabalho se fundamenta na ciência, aproveitando nossa combinação única de experiência global em agronomia, biologia e química das plantas.⁹ (*Syngenta*)

O atual modelo agrário/agrícola está baseado na monocultura, que tem por principal finalidade exportar seus produtos. Além disso, a produção é dependente de um pacote tecnológico muito custoso, que inclui sementes, maquinário, fertilizantes, entre outros produtos. Por esse motivo, a expansão do cultivo se torna altamente dependente do capital e inacessível à maior parte dos agricultores. Como consequência, muitos adquirem dívidas volumosas que com frequência os levam à falência, obrigando-os a vender suas terras. Isso provoca o aumento da concentração fundiária (GONÇALVES, 2006) e a expulsão de milhões de pessoas do campo.

Os alimentos produzidos e vendidos de forma mercadológica se estabelecem nas mãos de grandes produtoras e do capital financeiro, os quais podem assumir grandes

⁶ Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/a-adocao-de-tecnologias-e-fundamental-na-erradicacao-da-fome-mundial/>> Acessado em 13/03/2022

⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Kq5_50QWrwo> Acessado em 13/03/2022

⁸ Disponível em: <https://www.cargill.com.br/pt_BR/sobre> Acessado em 13/03/2022

⁹ Disponível em <<https://www.syngenta.com.br/nossa-historia>> Acessado em 13/03/2022

riscos, inserindo grande parte dessa produção no jogo especulativo do mercado mundial. Surge então, um novo regime alimentar, o regime alimentar corporativo, resultado de profundas transformações políticas e econômicas que mudaram as relações de poder no campo e fora dele.

Um aprofundamento dessas transformações ocorreu após a crise financeira global de 2008, quando um grande volume de capital foi retirado de setores afetados pela crise em busca novos investimentos (MARQUES, 2011). O aumento no preço dos alimentos à época fez com que uma parcela considerável desse capital passasse a investir no agronegócio. Nesse contexto, O Brasil aparece como um país promissor na atração de investimentos em função de seu grande potencial de expansão agrícola (MARQUES, 2011). O terreno para isso já havia sido preparado anos antes.

Em meados dos anos 1990, o então presidente Fernando Henrique Cardoso (FHC) instaurou uma série de medidas que consolidavam o Brasil como uma plataforma de valorização financeira (MICHELOTTI, 2018). Entre elas podemos citar a estabilização monetária, abertura comercial ao capital externo sem protecionismo, elevação da taxa de juros, privatizações financiadas com dinheiro público e reforma do sistema previdenciário. O governo Lula continuou e aprofundou medidas que seguiam nesse caminho. No final da década de 1990, o crescimento do setor primário passou a ser visto como uma possibilidade de equilibrar a balança comercial. Com esse objetivo, uma série de estratégias voltadas ao agronegócio foram executadas pelo governo FHC, entre elas: investimento em infraestrutura que permitisse expandir as terras para cultivo, como estradas e portos para escoar a produção; financiamento de pesquisas que estivessem em sintonia com as multinacionais do agronegócio, como parcerias entre a EMBRAPA e a Monsanto, alterações na política cambial, de modo a tornar a produção brasileira competitiva no mercado mundial (MICHELOTTI, 2018). Além disso, o Estado eliminou empresas estatais de estoques regulatórios de preços e disponibilidade de alimentos no mercado, submetendo-os a uma lógica especulativa. Usando os estoques para aumentar o lucro, grandes corporações passam a controlar os preços dos alimentos, o que, por sua vez, aumentou a insegurança alimentar da população.

Antes, os estoques regulatórios estatais eram utilizados para estabilizar o preço e a disponibilidade dos alimentos em épocas de crise. Se houvesse diminuição na produção, o Estado inseria o produto no mercado, impedindo o aumento dos preços e sua escassez. Havia, também, políticas de subsídios para a produção de alimentos e garantia de remuneração satisfatória aos produtores agrícolas. Além de garantir a alimentação da

população, impedia o aumento do custo da força de trabalho e de sua reprodução (MARQUES, 2011). O alimento é um fator fundamental no modo de produção capitalista, pois a força de trabalho, responsável por produzir valor, depende dos alimentos para sua produção e reprodução. Não é possível dissociar o alimento, portanto, da produção de valor (GOLDFARB, 2012). Após a implementação das medidas neoliberais, o Estado brasileiro diminuiu drasticamente seu papel na regulação dos alimentos. Grandes corporações passaram a controlar grande parte dos estoques regulatórios, com capacidade de armazenar milhões de toneladas. O órgão federal responsável pela regulação dos estoques públicos é a Conab - Companhia Nacional de Abastecimento e possui 1% do total da capacidade de estocagem do país¹⁰, ou seja, não possui estoques suficientes para aliviar os preços dos alimentos em situações de desabastecimento. Em momentos de crise de oferta de alimentos no mercado, os estoques privados agem de forma oposta ao Estado, segurando os estoques e mantendo a alta dos preços, de forma a obterem maiores lucros. A Organização Mundial do Comércio (OMC) passa a regular o comércio mundial de alimentos, contando com um sistema financeiro supervisionado pelo FMI (Fundo Monetário Internacional). As grandes corporações também controlam os preços que são pagos aos produtores, que muitas vezes passam a receber valores insuficientes para que possam viver com dignidade e renovar seus meios de produção. Nesse quadro, os produtores não encontram condições de continuar produzindo (MARQUES, 2011). Os alimentos passam a ser vendidos a preços de monopólio e seguem a lógica especulativa das *commodities*. Medidas que seguiam essas estratégias foram aprofundadas nos governos petistas. O Estado diminuiu cada vez mais seu papel regulatório e aumentou a adoção de políticas neoliberais, consolidando a financeirização da agricultura no Brasil (GOLDFARB, 2012).

O Estado, desse modo, deixou de intervir diretamente na economia e passou a construir um ambiente atrativo aos negócios com a finalidade de atrair investimentos externos, resultando em uma corrida na aquisição de terras para expansão da produção agrícola direcionada aos produtos valorizados no mercado de *commodities*. A aquisição de terras por governos e empresas estrangeiras avançou principalmente nas áreas ocupadas por famílias mais pobres, que não contavam com documento formal da posse da terra, mas a ocupavam há muitos anos ou gerações (MARQUES, 2011). Muitos trabalhadores são, portanto, expulsos da terra, resultando em liberação de mão de obra

¹⁰ Dado retirado do site da Conab, disponível em <<https://www.conab.gov.br/armazenagem/rede-armazenadora-da-conab>>. Acessado em 30/04/2023

para o trabalho nas grandes propriedades e no inchaço das favelas urbanas. Ocorrem mudanças importantes no deslocamento de poder sobre a terra, que se estrangeiriza e se monopoliza através da espoliação de famílias camponesas, resultando na acumulação de capital de origem estrangeira. As comunidades locais se veem diante de um inimigo poderoso, distante e sujeitas a uma luta extremamente desigual. Segundo Marques, grandes corporações transnacionais se territorializam através de alianças com capitais nacionais e o Estado. E de acordo com Goldfarb (2012), não há uma separação clara entre setores privados e o Estado, pois este está à serviço daquele.

Os camponeses expropriados se veem, principalmente, diante de duas opções: seguir para a cidade, inflando as favelas, ou se submeter ao trabalho rural em troca de salário. Salário esse que muitas vezes nunca chega. Segundo o Observatório de Erradicação do Trabalho Escravo e do Tráfico de Pessoas,¹¹ foram encontradas 55.712 pessoas em condições análogas à escravidão entre 1995 e 2020, a imensa maioria na área rural. A territorialização do capital no campo traz uma outra qualidade de expropriação do trabalhador: a expropriação espacial ou desespacialização do trabalhador (VAINER, 1984), a qual visa separá-lo de sua rede de relações, práticas, ideias, tradições e conceitos que se faziam presentes em seu local de origem. Tal desespacialização não exige, necessariamente, o deslocamento do trabalhador, mas apenas as territorialidades impostas pelo capital no espaço moldado por ele, se traduz por um “esforço permanente de eliminação da possibilidade de criação de espaços próprios de manobra e movimento” (VAINER, 1984). Em vista disso, o desenraizamento do trabalhador é um processo perverso e arquitetado pelo sistema capitalista de produção para subordinar o trabalhador ao seu ritmo e regras.

Muitos trabalhadores se tornam migrantes temporários: trabalhadores rurais que se deslocam para outras zonas rurais para o corte da cana, por exemplo, ou que buscam trabalhos temporários na cidade, como em construções, entre outros exemplos. Segundo Martins (1986), o tempo de ausência do trabalhador muitas vezes é longo e, quando retorna, não encontra aquilo que deixou, nem ele mesmo se reencontra, pois não é mais o mesmo. As relações sociais do seu grupo mudaram, assim como a organização da família em função de sua ausência. O migrante sempre se considera ausente e fora do lugar, alheio às suas relações, fora de casa, ainda que tenha migrado de forma definitiva. Sofre a dessocialização do lugar de origem e procura ressocialização no lugar novo, porém, vive

¹¹ Disponível em <<https://smartlabbr.org/trabalhoescravo>> Acessado em 19/03/22

frequentemente na marginalidade, é sempre o *outro* e não o *sujeito*. (MARTINS, 1986). A empresa capitalista que utiliza a força de trabalho do camponês expropriado geralmente não paga a ele o suficiente para sua própria reprodução, recriando, contraditoriamente, o camponês. Por ser insuficiente, o salário apenas complementa a reprodução de sua família, que mantém o trabalho na terra e produz quase que apenas para sua subsistência. Na ausência do trabalhador que migra, o trabalho agrícola na terra da família sobrecarrega as mulheres e insere precocemente seus filhos no campo. A família acredita que o produto de seu trabalho é aquilo que cultivam – mandioca, milho, feijão, ovos. Mas, a partir do momento que o migrante recebe um salário insuficiente para a sua própria reprodução e de sua família, e esta continua o trabalho no campo para se manter, o produto real de seu trabalho é a força de trabalho barata que será utilizada na produção e reprodução do capital nas grandes fazendas, indústrias e na construção civil. As famílias, porém, relacionam sua pobreza ao trabalho no campo e não à exploração que sofrem, motivo pelo qual alguns trabalhadores não se erguem contra as péssimas condições a que são submetidas (MARTINS, 1986).

O êxodo de pessoas para as cidades esvazia o campo, que passa a abrigar uma “agricultura sem agricultores” (GONÇALVES, 2004, p.22). Há, contudo, uma aliança entre as grandes corporações financeiras internacionais, grandes indústrias-laboratórios de insumos tecnológicos, grandes cadeias de comercialização e grandes latifundiários exportadores de grãos (GONÇALVES, 2006), os quais dominam toda a cadeia de produção e agem segundo seus interesses de acumulação. Os alimentos, que no regime alimentar corporativo passam a ser *commodities* ou ativos, são incluídos nos mercados de futuro, envolvendo grandes volumes de capital especulativo. A produção dos grandes latifundiários irá priorizar as *commodities* com maior possibilidade de lucros no mercado e não a produção de alimentos. Dessa forma, há aumento da monocultura de produtos agrícolas em alta no mercado mundial, que podem ser destinados ao mercado global de alimentos, combustíveis, ração animal, entre outros, gerando competição com áreas destinadas ao cultivo de alimentos para comércio local (MICHELOTTI, 2018).

Dentre as *commodities* que apresentaram expansão, vale destacar as monoculturas das chamadas *flex crops*, cultivos capazes de se adequar a diferentes necessidades do mercado, como ração animal, insumos industriais, alimentação humana e agrocombustíveis. Entre 2000 e 2016, cultivos das principais *flex crops* produzidas no Brasil apresentaram significativo crescimento: aumento de 25,8% do milho, 112,8% da cana-de-açúcar e 142,8% da soja (MICHELOTTI, 2018). Em contrapartida, a produção

dos principais cultivos destinados exclusivamente para alimentação no Brasil apresentou queda: diminuição de 17,7% da mandioca, 40,4% do feijão e 47% do arroz (MICHELOTTI, 2018). Essa concorrência das *commodities* com as culturas alimentares gera insegurança alimentar, pois grande parte das terras destinadas à produção de alimentos para a população passa a produzir mercadorias que serão objeto de especulação no mercado mundial com a intenção de gerar lucros extraordinários.

A produção de sementes transgênicas responde a essa lógica. O milho, a cana-de-açúcar e a soja, que estão entre os principais transgênicos agrícolas cultivados no Brasil, são, em sua grande maioria, destinadas à indústria sucroalcooleira e à produção de ração para criação animal, e não para consumo humano. No Brasil, existem 105 plantas transgênicas aprovadas para uso comercial. Dessas, 18 plantas de soja, 54 plantas de milho, 23 plantas de algodão, 6 de cana-de-açúcar, 2 de eucalipto, e apenas 1 de feijão e 1 de trigo, segundo dados atualizados da CTNBio.¹² Com relação às modificações na planta transgênica, 79% delas receberam resistência a herbicida, e apenas 0,8% possui resistência a vírus, que na realidade corresponde ao único OGM aprovado no Brasil com essa característica, o feijão resistente ao vírus do mosaico, produzido pela EMBRAPA, conforme a CTNBio¹³. Observando o padrão de cultivos que possuem variantes transgênicas e aqueles destinadas ao mercado global, salta aos olhos que a tecnologia de edição genética está a serviço do capital e não da população.

Nas áreas destinadas ao cultivo de soja e cana, principalmente, houve crescimento de investimentos estrangeiros em diferentes segmentos do processo produtivo, inclusive na aquisição de terras, processo aprofundado após a crise global de 2008. A intenção de governos e empresas estrangeiras em adquirir terras em outros países é garantir sua própria segurança alimentar, além de obter lucros. Houve, então, uma corrida por terras, provocando elevação de seu preço e, portanto, mais expulsão camponesa do campo. Como resultado, há maior concentração fundiária, aumento dos conflitos no campo, menor compra de terras pelo governo para reforma agrária, concentração das desigualdades e aumento do interesse econômico pelas terras, promovendo um deslocamento de poder das oligarquias rurais para o polo capitalista e estrangeirização da terra (MICHELOTTI, 2018).

¹²Disponível em http://ctnbio.mctic.gov.br/liberacao-comercial/-/document_library_display/SqhWdohU4BvU/view/1684467;jsessionid=2EDD3DC75D56C190497322F4C6DD3210.columba#/liberacao-comercial/consultar-processo Acessado em 17/04/2022.

¹³ Disponível em <https://croplifebrasil.org/noticias/plantas-transgenicas-no-brasil/> Acessado em 17/04/2022

O lucro gerado pela venda de *commodities* no mercado mundial ocorre tanto com o aumento quanto com a queda dos preços. Se o preço do produto aumenta no mercado mundial, rapidamente o preço também cresce para o consumidor; o agricultor, porém, não se beneficia disso, pois frequentemente vende a sua colheita precocemente a preços baixos. Essa situação gera grandes lucros para as grandes corporações estrangeiras que atuam com a comercialização de *commodities*. Mas, se o preço internacional cai, o consumidor final em geral segue pagando altos preços, mantendo os lucros para quem comercializa (MENDONÇA, 2010). Além disso, o preço das *commodities* agrícolas está diretamente relacionada ao preço do petróleo, entre outros motivos, por ser matéria-prima para diversos insumos. Portanto, se o petróleo sobe, os insumos também sobem, assim como o custo de produção e o valor final dos alimentos.

Nesse cenário, a soja e a cana-de-açúcar passaram a ocupar as melhores terras agricultáveis do Brasil, substituindo a produção de culturas alimentares e causando destruição ambiental em áreas de preservação, com destaque para a Amazônia e o Cerrado (MENDONÇA, 2010). Vale destacar a presença da transgenia no setor sucroalcooleiro não apenas nas plantações de cana, mas também na levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) responsável por fermentar a cana e produzir etanol. Apenas o caldo da cana era fermentado, pois as leveduras naturais não são capazes de metabolizar a celulose presente na palha e no bagaço. Porém foram produzidas leveduras geneticamente modificadas capazes de metabolizar a celulose. Portanto, a palha que era mantida no solo até o próximo plantio para evitar erosão e perda de fertilidade também é utilizada na produção de etanol (MENDONÇA, 2010). A produção aumenta, à revelia das consequências dessa prática para o solo.

3.1. Os transgênicos como parte de um pacote tecnológico

Inseridas na cadeia de produção de cultivos transgênicos estão empresas globais que produzem e comercializam pacotes tecnológicos agrícolas, os quais incluem sementes híbridas e transgênicas, tratamento de sementes e agrotóxicos. Esses insumos tornam os produtores dependentes da tecnologia agrícola para produzir, o que os impede de selecionar por meios próprios as melhores sementes para o plantio seguinte, realizar um manejo adequado do solo, do uso da água, e do combate às pragas. Para cada problema há uma promessa de solução vendida por essas empresas, que ceifam a autonomia do agricultor. Este se torna subordinado ao capital industrial que oferece os insumos, e ao

capital financeiro, que fornece o crédito para adquiri-los. Essa relação pode levar pequenos produtores à falência e coloca o poder de monopólio nas mãos de poucos agentes sociais que detêm o poder econômico e político, o lucro e a capacidade de decisão do que iremos comer. Nas palavras de Carlos. W. P. Gonçalves (2016, p.116): “Separar o homem da natureza é, portanto, uma forma de subordiná-lo ao capital.”

A emergência do sistema capitalista de produção influenciou nossas concepções e visões de natureza. Diferentes significados de natureza foram acumulados ao longo da história, bem como o debate sobre se a espécie humana domina ou é dominada pela natureza. Esse tema é polêmico: o domínio pode ser visto como progresso, ou como prenúncio de um desastre iminente (SMITH, 1988). Na atual conjuntura, essa polêmica se encaixa na discussão sobre nossa relação com os alimentos e sua produção. Pacotes tecnológicos agrícolas prometem um domínio sobre a natureza, de forma que quase não há limites para a produção, e, portanto, para o consumo. As empresas produtoras desses pacotes se alinham a uma visão que compreende natureza e sociedade como entidades distintas, perspectiva que, segundo Marta Inez Marques (2019), prevalece. Ainda segundo a autora:

A natureza é pensada como dada, externa, estoque de recursos disponível para o usufruto humano. (...) O conceito de natureza da ciência moderna contribui para reafirmar a ordem social estabelecida, uma ordem em que a produção e circulação de mercadorias (coisas) assumem um papel central e a natureza é transformada em meio de produção em escala mundial. (MARQUES, 2019, p.176)

Nesse sentido, a produção agrícola sob o domínio de pacotes tecnológicos entra em confronto direto com os saberes e práticas ancestrais como as das tradições camponesas e indígenas, e passa a depender de conhecimentos e ferramentas produzidos e patenteados por empresas privadas (GONÇALVES, 2004). Segundo Marques (2019), tal problemática apresenta grande complexidade, pois há muitos interesses envolvidos e diversas maneiras de se beneficiar desse modelo de produção e de seus respectivos impactos, os quais atingem diretamente trabalhadores e o meio ambiente. Segundo Gonçalves (2004, p.26):

Entre uma tecnologia, mesmo transgênica, que aponte no sentido da autonomia do camponês e aquela que o mantenha dependente das

compras na empresa que controla a semente, não há dúvida que estamos diante de, pelo menos, dois caminhos possíveis: um de interesse público, inclusive, dos camponeses mais diretamente e, outro, de interesse privado comercial, empresarial.

A promessa era de que a tecnologia no campo permitiria um aumento na produção de alimentos, principalmente nos países considerados subdesenvolvidos. O processo, entretanto, ocorreu de forma profundamente desigual dentro e entre os países, consolidando o poder político e econômico de alguns em detrimento de outros (REINHEIMER, M.M., 2018). A produção em nível mundial, de fato, aumentou: segundo dados da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), a produção de grãos cresceu 2,9 vezes entre 1950 e 2000 no mundo todo (in GONÇALVES, C.W.P., 2004, p. 9)

Entretanto, apesar do grande aumento na produção de alimentos, o problema da fome persiste. Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) ‘O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo’ de 2021¹⁴, 811 milhões de pessoas no mundo passavam fome em 2020, e aproximadamente 3 bilhões não tinham acesso à alimentos saudáveis. Desde o final do século XX, o mundo ultrapassou a produção de alimentos necessária para alimentar toda a população mundial. Em contrapartida, de acordo com o Índice de Desperdício Alimentar de 2021 da ONU, foram desperdiçadas 931 milhões de toneladas de alimentos no mundo todo¹⁵, considerando apenas os alimentos vendidos para residências, varejo e restaurantes. Mesmo assim, mais de um décimo da população não tem acesso suficiente à quantidade necessária de calorias diárias atualmente.

Portanto, o desenvolvimento de tecnologias no campo, a despeito do aumento na produção de alimentos, não resolveu o problema da fome. Ainda que seja produzida comida suficiente para todos, sua distribuição é extremamente desigual. Segundo Gonçalves (2004, p.1) “A fome convive hoje com as condições materiais para resolvê-la”. Tendo isso em vista é preciso retornar a discussão da fome para o campo político e social. Entretanto, as grandes corporações responsáveis pela produção de insumos tecnológicos seguem utilizando o argumento de que seria preciso aumentar a produção

¹⁴ Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/relatorio-da-onu-ano-pandemico-marcado-por-aumento-da-fome-no-mundo>> acessado em 12/03/2022.

¹⁵ Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/indice-de-desperdicio-de-alimentos-2021>> Acessado em 13/03/2022.

de alimentos para diminuir o número de famintos. Esse argumento procura legitimar a necessidade global de suas tecnologias, incluindo as sementes transgênicas.

Os organismos transgênicos fazem parte de um modelo de produção agrícola regido pelo regime alimentar corporativo. A maior parte do que é produzido e comercializado nesse regime entra no jogo especulativo das bolsas de valores que operam no mercado mundial de *commodities* onde são movimentadas dezenas de bilhões de dólares. Esse jogo especulativo define o preço dos alimentos e não visa atender à necessidade alimentar da população (ARBEX JÚNIOR, 2006). Ainda que haja domínio do sistema financeiro e grandes corporações no campo, a produção camponesa continua a participar de forma significativa na produção de alimentos e na geração de empregos no campo em nível mundial.

A expansão do agronegócio, aliada a insumos tecnológicos, passa uma ideia de modernidade no campo, mas reproduz velhas lógicas conservadoras (MARCOS, 2007). O monocultivo de *commodities* expande sua produção às custas de um acentuado aumento no uso de fertilizantes, agrotóxicos e mecanização, deixando um rastro de destruição no solo, aumento de pragas, perda de biodiversidade, uso desmedido de recursos naturais, poluição de corpos d'água e a expropriação de muitos trabalhadores de suas terras, resultando em um campo sem trabalhadores. Na medida que esse modelo cresce, problemas ecológicos e sociais se multiplicam (FRIEDMANN, 2000).

Os organismos transgênicos são lançados à população sob o argumento de que a fome é causada por falta de alimento. Porém, a fome é um problema social, político e econômico, aprofundada justamente por quem promete derrotá-la. Um exemplo icônico é o arroz dourado produzido na Índia. Esta variedade de arroz foi geneticamente modificada para produzir maiores quantidades de vitamina A, facilmente encontrada em outros alimentos e que pode trazer sérios problemas à saúde quando não ingerida na quantidade adequada. Considerando que uma parcela relevante de sua população possui uma dieta pouco variada, composta sobretudo por arroz, a constante hipovitaminose de vitamina A traz graves consequências à grande parte da população indiana resultando em insegurança alimentar. Nesse contexto, um arroz que supra as necessidades de vitamina A, não sendo necessário, portanto, ingerir outras variedades de alimentos para obter esse nutriente, soa promissor. Entretanto, considerar o arroz dourado como grande aliado no combate à subnutrição da população indiana é justamente deslocar o debate do contexto político para o tecnológico. O que deveria ser o foco das discussões sobre esse tema não é a tecnologia capaz de repor as necessidades nutricionais de uma população que abriga

um décimo de todos os famintos no mundo (NARAYAN, 2011), mas sim quais processos permitem a produção e manutenção dessa realidade. A Índia produz alimento suficiente para alimentar toda a sua população, mas vive uma crise agrária que impede a distribuição justa desses alimentos (NARAYAN, 2011), o que levou aproximadamente 300 mil agricultores indianos ao suicídio e milhões a abandonarem o campo, segundo o 21º Dossiê Instituto Tricontinental de Pesquisa Social¹⁶ (2019). O documento chama a atenção ainda para o modelo capitalista predatório que provoca intenso êxodo rural no país, aprofundando as desigualdades e a fome. De forma contraditória, os mesmos agentes que produzem a fome e a subnutrição apresentam uma tecnologia que promete “abrandar” as consequências do que eles mesmos produzem.

3.2. Notas sobre a difusão dos transgênicos na agricultura brasileira

O Rio Grande do Sul (RS) foi a porta de entrada para os OGM no Brasil, com a introdução da soja *Roundup Ready* (RR), da empresa Monsanto, que hoje pertence à Bayer. A difusão das sementes deu-se por contrabando, sem nenhum controle do Governo à época, e permeada por conflitos entre agricultores, organizações não governamentais, movimentos sociais e o Estado (DE CASTRO, 2008). Em 1998, a Comissão Técnica de Nacional de Biossegurança (CTNBio) concedeu parecer favorável para o cultivo e comercialização da soja transgênica RR no Rio Grande do Sul. Porém, a aprovação foi contestada pelo Instituto Brasileiro de Defesa ao Consumidor (IDEC), pelo Greenpeace e por outras organizações sob a alegação de falta de estudos que comprovassem a inocuidade dos transgênicos ao meio ambiente. Nesse mesmo ano, o Supremo Tribunal Federal de Justiça, baseado no Princípio da Precaução, acatou o pedido das ONG's tornando o cultivo desses organismos temporariamente proibido (PELAEZ, 2000). Ainda assim, muitos agricultores – grandes, médios e pequenos – cultivaram as sementes transgênicas com a promessa de obterem maiores lucros. (DE CASTRO, 2008). No ano de 1999, o então governador Olívio Dutra, do PT, lançou uma campanha com o objetivo de transformar o RS em uma “zona livre de transgênicos”. (LENZI, 2010). Nesse período, entretanto, o cultivo de soja vivia um “boom” no estado, intensificando os conflitos em relação aos OGMs. Em 2001, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST),

¹⁶ Disponível em <https://thetricontinental.org/wp-content/uploads/2019/10/191025_Dossier-21_PT_Web.pdf>. Acessado em 27/03/2022

e a Via Campesina protagonizaram um episódio marcante, mobilizando uma série de protestos contra as sementes modificadas: queimaram 2,2 hectares de soja em uma área experimental da Monsanto, no município de Não-Me-Toque (RS). O MST também anunciou que ocuparia propriedades que cultivassem as sementes da Monsanto (DE CASTRO, 2008).

Apesar da proibição temporária e dos embates, o cultivo de soja seguiu crescendo, principalmente no Sul, que possui fronteira com a Argentina e o Uruguai, países onde os transgênicos eram liberados. Estima-se que 10% da safra 2002/03 fossem transgênicos, o que acarretaria um prejuízo de mais de 1 bilhão de reais em exportações caso a comercialização dessa produção fosse impedida (PELAEZ, 2000). A longa indefinição por parte da justiça federal, alinhada à posição pró-transgênicos do então presidente Fernando Henrique Cardoso, o qual se mostrou omissa, em diversos momentos, nas fiscalizações, regulamentações e punições de lavouras ilegais (PELAEZ, 2000), podem ter servido de incentivo para os agricultores ignorarem as proibições.

Em 2003, Luís Inácio Lula da Silva assumiu a Presidência da República e, apesar de se posicionar cauteloso em relação à liberação dos OGM durante campanha, assinou naquele mesmo ano uma Medida Provisória que autorizava a comercialização da soja cultivada ilegalmente no RS; e, em 2004, o presidente interino José de Alencar assinou outra MP (que se tornou Lei no final do mesmo ano), a qual autorizava o plantio de soja transgênica na próxima safra. No início de 2005, o Presidente Lula editou a Lei de Biossegurança (11.105/05), conferindo grandes poderes de decisão sobre o tema à CTNBio.

A composição da CTNBio também foi motivo de discordância, pois contava com membros declaradamente favoráveis à aprovação dos OGM (DE CASTRO, 2008) e representantes de empresas diretamente interessadas na implementação da tecnologia (PELAEZ, 2000).

Atualmente, o Brasil é o segundo país com a maior área de cultivo de transgênicos no mundo, com 51,3 milhões de hectares, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia – ISAAA, 2018). Desse montante, 1,4 milhão são destinados ao plantio do algodão transgênico, 15,8 milhões para o plantio do milho transgênico e 36 milhões ao plantio da soja transgênica, segundo o Atlas del agronegócio transgénico en el Cono Sur (2020).

As variedades transgênicas aprovadas no Brasil para comercialização estão inseridas na lógica produtiva das *commodities*, ainda que sob um discurso de combate à

fome, posto que de todas as plantas geneticamente modificadas comercializadas no Brasil apenas uma não possui importância no mercado global de *commodities*: o feijoeiro resistente ao mosaico dourado produzido pela empresa pública Embrapa, a cultivar BRS FC401 RMD.

O feijão transgênico começou a ser comercializado em 2019 e pode resultar em uma nova cadeia produtiva envolvendo OGMs agrícolas. O feijão é produzido no Brasil apenas para consumo interno e não compõe um pacote incluindo outros insumos agrícolas

5. O FEIJÃO E O MOSAICO DOURADO

O feijão-comum, ou *Phaseolus vulgaris* é uma das leguminosas de maior relevância na alimentação brasileira e corresponde a 83% de todo o feijão produzido no país (OLIVEIRA, 2022). Curiosamente, o tradicional “feijão com arroz” é consumido apenas no Brasil e toda a nossa produção do feijão-comum é voltada para o mercado interno. O consumo brasileiro médio de feijão é de aproximadamente 3 milhões de toneladas por ano, quantidade que nem sempre é atingida somente com a produção interna. Por esse motivo, o Brasil importa aproximadamente 150 a 200 mil toneladas por ano para suprir a demanda. Entretanto, a importação é de outras variedades e não do feijão-comum, ou “feijão carioca”, visto que este não é consumido em outros países (OLIVEIRA, 2022).

Tradicionalmente o feijão é cultivado em três safras: safra das águas, safra da seca e safra de inverno (ou irrigada) e a produção de feijão ocorre em todo o país, já que é um cultivo de subsistência para muitas famílias. A região com maior produção se concentra nos estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Paraná (Figura 1).

A produção de feijão no Brasil apresenta oscilações consideráveis por diversos fatores. Entre eles a grande variação nos preços da semente, o que leva produtores a optarem por cultivos vendidos por preços mais vantajosos para o produtor. Os insumos utilizados na produção de feijão não são específicos desse cultivo. Em vista disso, o agricultor pode facilmente substituir o feijoeiro por outras culturas momentaneamente mais vantajosas (OLIVEIRA, 2022)

Outro fator de extrema relevância que causa oscilações e queda na produção é o mosaico dourado, o qual é uma doença causada por uma espécie de geminivírus - vírus que infectam plantas - e é um dos principais responsáveis por perdas na produção de feijão no Brasil (MIYAMOTO, 2017). A doença é caracterizada pelo amarelamento intenso das folhas (o que dá nome à virose) (Figura 3), nanismo na planta, deformação da vagem e do grão (Figura 4), entre outros sintomas. A transmissão é feita pela mosca-branca (Figura 2) (*Bemisia tabaci*), inseto que é vetor de diversas viroses e que provoca danos à planta ao se alimentar. A mosca adquire o vírus ao sugar a seiva de uma planta contaminada e o transmite a outras plantas durante a sucção. A mosca-branca é um inseto polífago, ou seja, alimenta-se de diversas espécies. Entre as plantas parasitadas pela *B. tabaci* estão o

algodão, o tomate, o crisântemo e a soja. Esta última atua como importante abrigo do transmissor, pois não desenvolve a doença, fazendo com que a praga se multiplique e ataque outros cultivos. Em vista disso, plantações de feijão próximas à soja sofrem com grande ocorrência da mosca-branca, segundo o Instituto de Economia Agrícola¹⁷. O controle da praga é feito com aplicações de inseticidas, porém, a mosca branca vem apresentando resistência a diversas substâncias utilizadas em seu controle.

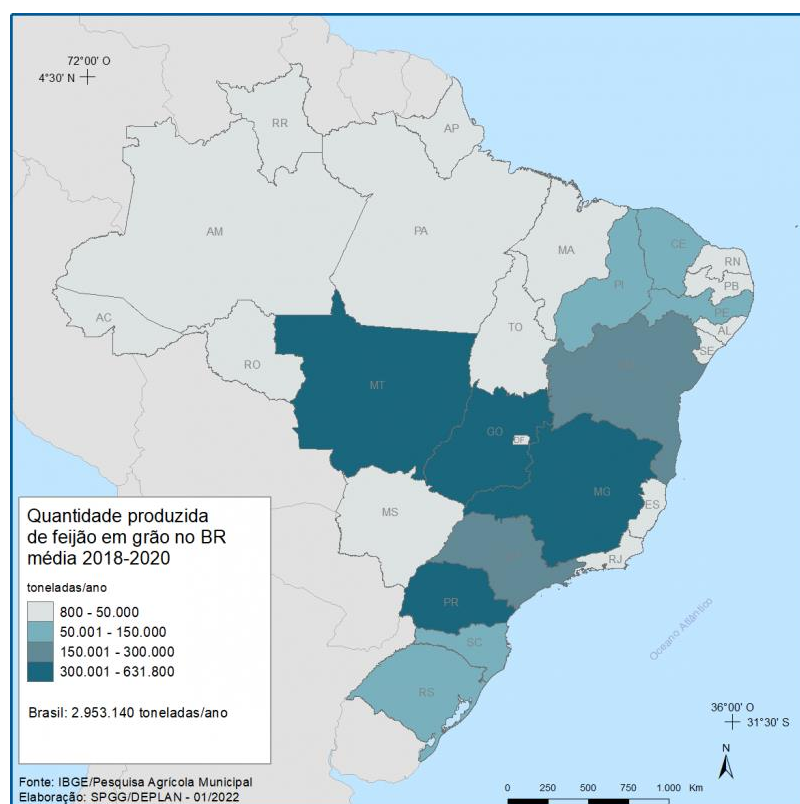


Figura 1. Quantidade de feijão produzida nos estados brasileiros entre os anos de 2018-2020.

Segundo documento da Embrapa, as perdas na produção de grãos podem variar entre 40 e 100%. A gravidade da doença resultou na Instrução normativa nº15¹⁸, 16 de junho de 2014, a qual institui um vazio sanitário de 30 dias para o feijoeiro. Durante o

¹⁷ Para mais informações, acessar < <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=6956>>

¹⁸ Para mais informações, acessar < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-prevencao/IN15_2014VazioSanitarioFeijoMoscaBranca.pdf>

período do vazio sanitário, é proibida a existência de qualquer plantação de feijão em Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal.

O mosaico dourado foi relatado no Brasil em meados da década de 1960 e na década de 1970 já era considerada uma das viroses mais importantes da agricultura. A partir daí, agricultores e pesquisadores buscaram linhagens que apresentassem resistência natural ao vírus. Porém, nenhuma planta apresentou imunidade significativa contra a infecção. Foram muitas as tentativas de melhoramento genético a partir do cruzamento de linhagens que aparentavam possuir alguma resistência, mas o objetivo não foi alcançado. Por esse motivo, a Embrapa iniciou pesquisas para o desenvolvimento de uma planta resistente utilizando tecnologias de modificação genética.



Figura 2. Mosca branca (*Bemisia tabaci*). Disponível em <https://www.revistarural.com.br/2019/03/11/nova-ameaca/>



Figura 2. Folhas amareladas em feijoeiro contaminado pelo mosaico dourado. Disponível em <
<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/doencas/doencas-viroticas>>



Figura 4. Vagem do feijoeiro deformada pelo mosaico dourado. Disponível em
<https://www.embrapa.br/rmd>

6. NOÇÕES BÁSICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR

Para que um debate bem fundamentado acerca dos organismos transgênicos seja possível, é importante conhecer algumas noções básicas sobre essa tecnologia e alguns mecanismos de biologia molecular que explicam em que se ampara a possibilidade da transgenia.

Considerando o conceito de vida proposto pelo biólogo alemão Ernst Mayr (1904-2005), todos os organismos vivos são formados por células, sendo estas a unidade morfológica e fisiológica dos organismos. Dentro delas há uma série de estruturas com diferentes funções, como produção, armazenamento e transporte de substâncias, manutenção do metabolismo energético, metabolização de substâncias tóxicas, replicação celular, entre outras. Quase todas as funções da célula e consequentemente do organismo são mediadas por *proteínas*, as quais são macromoléculas de alto peso molecular e formadas por unidades menores chamadas *aminoácidos* (Figura 5). Cada proteína é uma cadeia formada por dezenas, centenas ou milhares de aminoácidos ligados uns aos outros. Uma proteína, portanto, é como um colar de contas, sendo cada conta um aminoácido. São conhecidos 20 aminoácidos diferentes (Alanina, Arginina, Aspartato, Asparagina, Cisteína, Fenilalanina, Glicina, Glutamato, Glutamina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Prolina, Serina, Tirosina, Treonina, Triptofano e Valina) que podem se organizar em sequências incontáveis na formação das proteínas de todas as espécies.

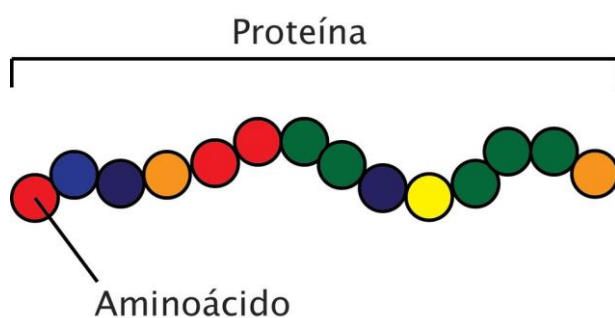


Figura 5. Representação esquemática simplificada da constituição das proteínas. Uma proteína é formada por no mínimo 50 aminoácidos, mas algumas podem conter milhares deles. Disponível em <<https://andreiatorres.com/blog/2018/11/30/tudo-sobre-proteinas>>.

A sequência e o número de aminoácidos presentes em uma proteína são determinados pelo *DNA* presente nas células. Cada molécula de *DNA* é uma longa cadeia formada por unidades chamadas de *nucleotídeos*. Cada nucleotídeo, por sua vez, é composto por um fosfato, uma pentose e uma *base nitrogenada*, cuja função é codificar a sequência e número de aminoácidos de todas as proteínas. São quatro bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G) (Figura 6). Toda a sequência de bases nitrogenadas de um indivíduo constitui o seu *genoma*. Para exemplificar, o genoma humano é constituído por uma sequência de aproximadamente 3 bilhões de bases nitrogenadas. Determinados trechos dessa sequência não são codificantes e são chamados de *junk-DNA* (ou DNA lixo). Apesar do nome, hoje sabemos que alguns trechos dessas sequências possuem importância na estrutura e na regulação gênica. Já os trechos codificantes, ou seja, que contêm a “receita” para a produção de uma proteína, indicando a sequência e quantidade de aminoácidos que irão constituir-la, são chamados de *genes*.

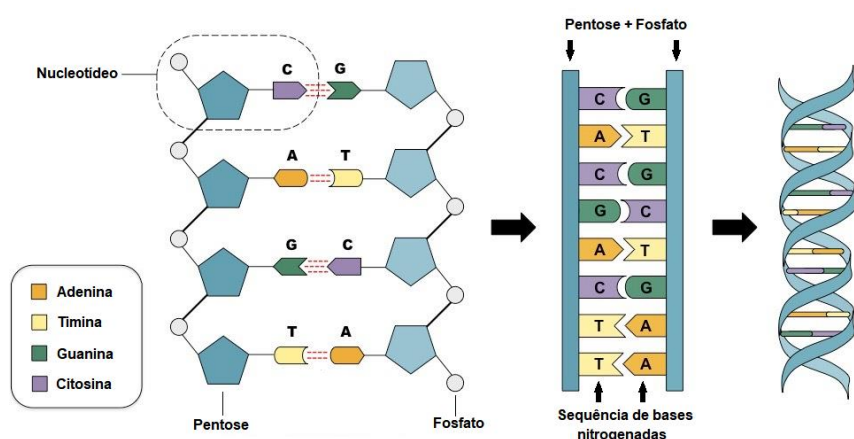


Figura 6. Estrutura do DNA. Adaptado de <https://ib.bioninja.com.au/_Media/double-stranded-dna_med.jpeg>

Para que a célula produza suas proteínas a partir das informações contidas nos genes é necessário traduzi-lo. Para isso a célula utiliza o *código genético*. Segundo o dicionário Houaiss um código é “sistema de *sinais* que contém uma *mensagem*”. O código genético utiliza “sinais” químicos para codificar uma “mensagem” também química – as proteínas. Ao traduzir a “mensagem” codificada por um gene, a célula sintetiza uma

proteína. Após a descoberta da estrutura do DNA havia a lacuna de descobrir como apenas quatro bases nitrogenadas, ou “letras” – A, T, C e G – poderiam codificar proteínas formadas por 20 aminoácidos. Se cada base codificasse um aminoácido diferente, o código genético seria capaz de codificar apenas 4 aminoácidos. Se cada dupla de bases – por exemplo AG, CG, CC, GA – codificasse um aminoácido, o código genético codificaria apenas 16 aminoácidos diferentes. Na realidade, cada aminoácido é codificado por uma trinca de bases nitrogenadas – cada trinca é chamada de *códon*, sendo este o “sinal” do código genético (Figura 7). Entretanto, a produção de proteínas a partir da informação contida no DNA (*tradução*) não é realizada de forma direta, mas passa antes por um processo de *transcrição*. Uma molécula de DNA é longa e contém muitos genes. Porém, quando a célula vai sintetizar uma proteína, ela necessita apenas do gene que contém o código para produzi-la. Por isso, a célula produz uma “cópia” do gene que será traduzido. Essa “cópia” é chamada de *RNA mensageiro* (RNAm). A molécula de RNAm é então transportada para o local da célula onde será traduzida em proteína. Uma sutil, mas importante diferença entre o DNA e o RNAm está na composição de suas bases. O DNA contém as bases A, T, C e G. Já o RNA contém as bases A, U (uracila), C e G. Ou seja, a uracila (U) no RNAm é equivalente à timina (T) no DNA. Hoje o código genético está totalmente desvendado e segue a tabela da Figura 8, que considera a sequência presente no RNAm.

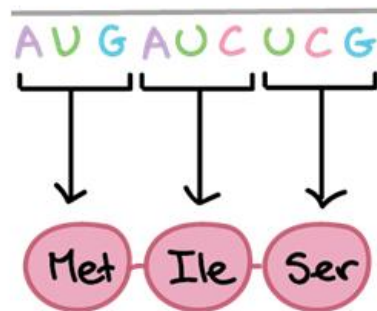


Figura 7. Códon.

		SEGUNDA BASE				
		U	C	A	G	
PRIMEIRA BASE	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA Stop UAG Stop	UGU } Cys UGC } UGA Stop UGG Trp	U C A G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G
		TERCEIRA BASE				

Figura 8. Tabela do código genético indicando qual aminoácido é codificado por cada códon. Disponível em <http://www.bioqmed.ufrj.br/darwin_e_o_codigo_genetico> Acessado em 26/03/2022.

Como exemplo, se um RNAm começar com a sequência AUG AUC UCG, os primeiros aminoácidos a compor a proteína codificada por esse gene serão Metionina (Met) – Isoleucina (Ile) – Serina (Ser) (Figura 9). Vale notar que um mesmo aminoácido pode ser codificado por códons diferentes. Os mecanismos que regulam quando e quanto um gene será traduzido envolve processos complexos e em muitos casos incompreendidos. Sabemos, porém, que envolvem interação dos genes com regiões promotoras dos genes (sequência de bases logo antes de começar o trecho codificante), regiões intergênicas (entre genes) e exposição ao meio.

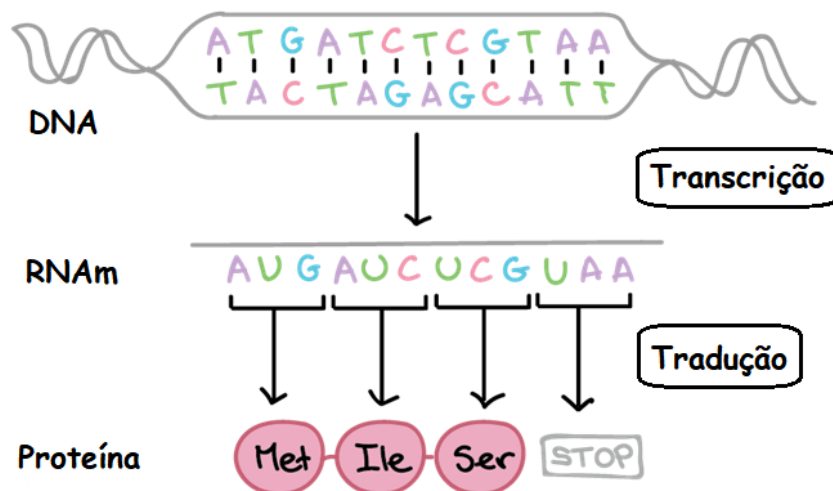


Figura 9. Processo de transcrição e tradução. Adaptado de <https://pt.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/central-dogma-transcription/a/the-genetic-code-discovery-and-properties>

A descoberta do código genético permitiu que a partir de uma sequência de bases nitrogenadas seja possível saber a sequência de aminoácidos que irá compor a proteína. A mudança de apenas uma base, que pode alterar apenas um aminoácido de uma única proteína, pode ter impactos muito relevantes no organismo. A anemia falciforme, por exemplo, uma grave doença genética que resulta na produção de hemácias com o formato de “foice” é resultado da troca de uma base A por uma base T em único códon. À princípio se poderia supor que cada espécie tivesse um código genético distinto, em que as trincas codificariam diferentes aminoácidos a depender da espécie. Todavia, hoje sabemos que o código genético é *universal*, ou seja, cada trinca de bases codifica os mesmos aminoácidos em todas as espécies, desde as bactérias mais primitivas até as plantas e animais mais complexos. A tabela acima pode ser utilizada, portanto, para todas as espécies conhecidas, com raríssimas exceções. Justamente por isso a transgenia é possível.

Comentado [MM1]: informação importante, sublinhe

Por meio de ferramentas de tecnologia molecular cientistas foram capazes de transferir um trecho de molécula de DNA codificante (gene) de uma espécie para *outra espécie*. Dessa forma, o organismo que recebeu o trecho de DNA proveniente de outra espécie – *transgene* – passa a traduzi-lo, ou seja, a produzir a proteína codificada por esse DNA. Esse processo é chamado de transformação.

7. O FEIJÃO RESISTENTE AO MOSAICO DOURADO - BRS FC401 RMD

A Embrapa Arroz e Feijão foi fundada em 1974 e fica localizada no Estado de Goiás. Até a década de 1980 os pesquisadores da empresa estavam orientados a encontrar uma variante do feijoeiro que apresentasse naturalmente alguma resistência ao mosaico dourado e produzissem uma planta resistente a partir de cruzamentos. Alguns estudos relataram a identificação de plantas resistentes¹⁹, contudo, a resistência não foi confirmada em nenhum dos casos. Em função do fracasso em selecionar uma linhagem resistente ao vírus, a Embrapa iniciou, em 1991, pesquisas para a obtenção de uma planta transgênica que fosse imune ao vírus do mosaico dourado. O projeto foi financiado pelo Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT/CNPq). Após 20 anos, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) aprovou o Feijão Embrapa 5.1, ou BRS FC401 RMD para cultivo comercial.

A estratégia utilizada na produção do BRS FC401 RMD foi a de silenciamento gênico por **RNA interferente - RNAi** (ou siRNA, da sigla em inglês *small interfering RNA*). O RNAi é naturalmente produzido por animais, fungos e plantas como mecanismos de defesa contra infecções por agentes patogênicos e que após mecanismos celulares específicos, é associada à proteína RISC, da sigla em inglês *RNA-induced silencing complex*, ou complexo de silenciamento induzido por RNA. A molécula de RNAi associada à proteína RISC degradam fitas de RNAm complementares à RNAi, impedindo o processo de tradução e, portanto, da produção de proteínas do patógeno (Figura 10). Para produzir um transgene que confira imunidade à planta contra o BGMV é necessário, primeiro, escolher o gene do vírus que deve ser silenciado (FARIA, 2013).

¹⁹ A dissertação de mestrado de Adeildo Rosa de Lima Junior (1994) cita alguns exemplos de híbridos do feijoeiro que, após análises bioquímicas, aparentavam ser resistentes ao BGMV.

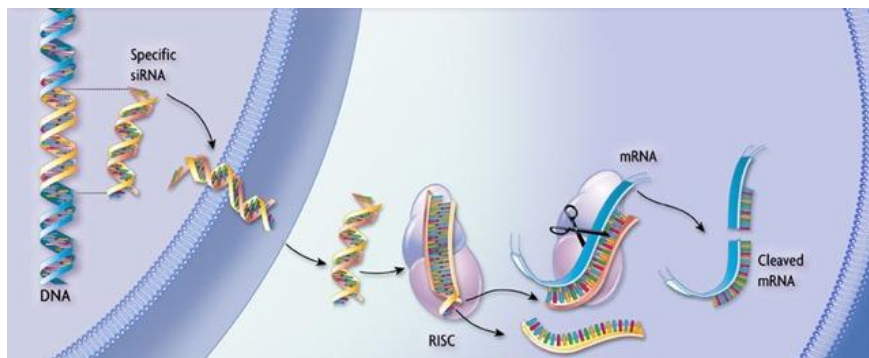


Figura 10. Esquema mostrando o funcionamento do RNAi (ou siRNA, em inglês). Ao se ligar na proteína RISC, o complexo RNAi – RISC se liga ao RNAm viral e o destrói.

O genoma do vírus do mosaico dourado possui genoma bipartido, ou seja, é composto por dois componentes circulares (A e B) os quais possuem aproximadamente 200 nucleotídeos em comum (“*Constant region*”, na Figura 11). Na região não comum do componente A são encontrados principalmente genes associados a replicação do vírus e no componente B, genes importantes para a transmissão entre células. O gene escolhido para a produção do transgênico foi o gene *rep* (ilustrado em cinza na Figura 11), que codifica uma proteína responsável pela replicação do genoma viral (por isso o nome *rep*). A proteína é produzida em grande quantidade no início da infecção. Sem ela, o vírus não é capaz de replicar. Com isso, o desenvolvimento da doença e a continuidade da transmissão não ocorrem. O trecho do gene *rep* a ser utilizado levou em conta estudos sobre similaridade genômica entre diversos geminivirus, principalmente os que afetam o feijoeiro. Foi selecionada, portanto, uma sequência parcial do gene *rep* bem conservada entre os geminivirus. O passo seguinte foi a produção de tecidos vegetais transformados com o trecho escolhido (FARIA, 2013).

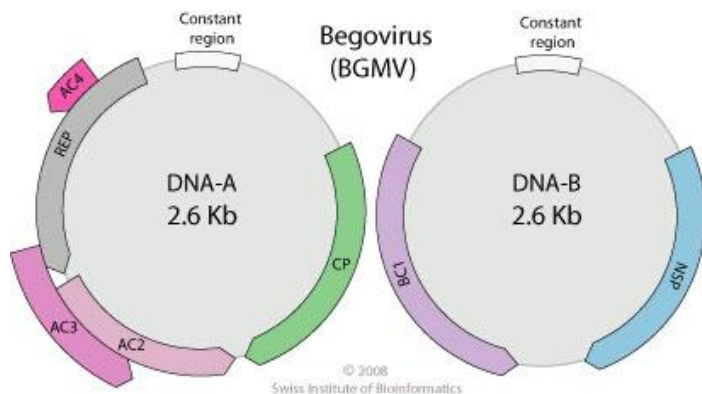


Figura 11. Genoma do vírus causador do mosaico dourado, formado por duas moléculas de DNA circular. Disponível em < <https://viralzone.expasy.org/111> >

A tecnologia de transformação utilizada foi a de biobalística, que consiste no bombardeamento de tecido meristemático embrionário do feijoeiro com minúsculas partículas de metal, como ouro, contendo o transgene. A partir das células do tecido que foram modificadas obtém-se a planta transgênica. Para isso, é necessário induzir a morfogênese dos tecidos meristemáticos utilizando o hormônio de crescimento citocina benzilaminopurina (BAP). Ou seja, a partir de um pequeno conjunto de células tratadas com BAP em meio de cultura, é desenvolvida uma planta completa e, nesse caso, geneticamente modificada. A planta transgênica é capaz de produzir moléculas de RNAi complementares a um trecho do RNAm transcrito pelo vírus a partir do gene *rep*. O RNAi, após se ligar à proteína RISC, degrada o RNAm que permitiria a produção da proteína responsável pela replicação viral, o que não acontece e a planta se torna imune ao vírus (FARIA, 2013).

Após esse processo, foram geradas 22 plantas transformadas, e destas, 2 apresentaram resistência ao mosaico dourado. Entre elas, foi escolhido o evento Embrapa 5.1, pois este foi identificado primeiro. Após diversos cruzamentos foi estabelecido que o transgene apresenta padrão de herança monogênico dominante e proporção mendeliana (3:1). Porém, a imunidade das plantas heterozigotas é inferior à das homozigotas. A partir de cruzamentos controlados, foram obtidas plantas homozigotas e totalmente resistentes ao mosaico dourado inclusive após teste em campo (FARIA, 2013).

De acordo com a Resolução Normativa Nº2, de 27 de novembro de 2006, o Feijão BRS FC401 RMD foi considerado de classe de risco 1, ou seja, de baixo risco individual

e coletivo. Diversos testes realizados pela Embrapa mostraram que Feijoeiro comum não modificado, e o Embrapa 5.1 são equivalentes em todos os parâmetros relevantes. Durante os testes, todas as operações e tratamentos foram conduzidos igualmente em plantas transgênicas e não transgênicas (FARIA, 2013).

Análise de folhas e sementes em diversos estágios de desenvolvimento indicaram a presença dos RNAi nas folhas do feijoeiro e em quantidade traço nas sementes cruas, mas não foram localizados nas sementes cozidas, forma como são consumidas. Análises computacionais não indicaram nenhum silenciamento gênico não intencional no feijoeiro ou mudanças significativas em rotas metabólicas. Foram conduzidos experimentos alimentando animais com os grãos transgênicos e com o RNAi isolado das plantas modificadas, mas não foram observadas alterações bioquímicas ou morfológicas nos diversos órgãos avaliados quando comparados ao grupo controle (FARIA, 2013).

Experimentos para caracterização agrônômica não evidenciaram diferenças entre a planta transgênica e o seu parental (Olathe Pinto, a partir do qual foram produzidas as plantas modificadas) em dois anos de cultivo realizados em três locais diferentes do Brasil com significativas variações edafoclimáticas: Santo Antônio de Goiás (GO), Londrina (PR) e Sete Lagoas (MG) (FARIA, 2013). Após a aprovação pela CTNBio, novos testes de segurança foram conduzidos até a sua liberação comercial.

8. ENTREVISTAS

As entrevistas foram do tipo semiestruturada e ocorreram por meio de ligações telefônicas, por vídeo chamada, por mensagens através do aplicativo WhatsApp, por e-mail e presencialmente. Foram entrevistados pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, agricultores, comerciantes e multiplicadores de sementes, o gerente e engenheiro agrônomo da Defesa Agropecuária do Distrito Federal, um produtor rural e engenheiro agrônomo da Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal e a diretora executiva da Associação Brasileira da Indústria do Feijão (ABIFeijão). Os entrevistados são dos estados de São Paulo, Goiás, Bahia, Piauí e Distrito Federal. A escolha dos estados levou em conta a distribuição do mosaico dourado no Brasil.

Entrevista 1

As respostas da Embrapa, que seguem abaixo, foram enviadas via e-mail, por Romeu Pereira Santos, Chefe Adjunto de Administração da Embrapa Arroz e Feijão, após consulta com pesquisadores da empresa.

1. Como funciona o replantio das sementes? Os agricultores podem utilizar as sementes produzidas para o novo plantio, ou é preciso pagar nova taxa à EMBRAPA?

Funciona exatamente como qualquer outra cultivar de feijão já disponível no mercado, lançada pela Embrapa ou qualquer outra empresa.

A Lei de Proteção de Cultivares, Lei nº 9.456 de 25/04/1997, regulamentada pelo Decreto nº 2.366 de 05/11/1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), assegura, entre outras questões, que não fere o direito de propriedade intelectual ou comercial aquele que:

- Reserva e planta sementes para uso próprio, em seu estabelecimento, ou em estabelecimento de terceiros cuja posse detenha.*
- Sendo pequeno produtor rural, multiplica sementes, para doação ou exclusivamente para outros pequenos produtores rurais, no âmbito de programas de financiamento e de apoio a pequenos produtores rurais, conduzidos por órgãos públicos ou organizações não governamentais autorizadas pelo poder público.*

2. Por que o Feijão resistente ao mosaico-dourado (RMD) demorou para ser liberado?

A cultivar de feijão BRS FC401 RMD, resistente ao mosaico-dourado, foi lançada comercialmente após a realização de todos os testes necessários, seja de biossegurança, de avaliação agronômica, ou mesmo de posicionamento de mercado junto a produtores de sementes, de grãos e com a indústria. Considerando que se trata do primeiro feijão geneticamente modificado já desenvolvido em todo o mundo, é natural, e responsável, que tenha havido todo o cuidado devido antes de se disponibilizar esse produto ao mercado.

Apenas enfatizando, como o uso de cultivares transgênicas na cultura do feijão era algo inédito para a cadeia produtiva e consumidores, a segurança alimentar e ambiental do feijão RMD exigiu testes, análises e avaliações para sua aprovação pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança), além das avaliações agronômicas regulares para todas as cultivares de feijão, para aferir o mérito, o real valor da tecnologia.

3. Qual é o perfil dos produtores que adquirem e plantam as sementes do Feijão RMD? Em geral são pequenos, médios ou grandes produtores?

Sementes da cultivar de feijão BRS FC401 RMD, resistente ao mosaico-dourado, assim como as de todas as outras cultivares já desenvolvidas e lançadas pela Embrapa, são disponibilizadas ao mercado por empresas nacionais de sementes que são parceiras comerciais da Embrapa (licenciadas). Isso torna as sementes acessíveis a todos os agricultores em geral, independentemente do tamanho da área cultivada ou nível tecnológico que adotam. Contudo, a cultivar BRS FC401 RMD é recomendada para todos os agricultores que cultivam feijão nas épocas das “águas” e de “inverno” no Brasil Central. Isso porque apresenta resistência efetiva ao mosaico-dourado e ao mosaico-comum, mas mostrou-se suscetível ao carlavírus, uma vez que seus genitores também são suscetíveis a essa virose. Assim, a Embrapa não recomenda o plantio desta cultivar na época da seca ou safrinha.

4. Existem novas linhagens sendo pesquisadas, para o caso de o vírus desenvolver resistência ao Feijão RMD?

Os trabalhos de pesquisa em melhoramento genético visando desenvolver novas cultivares de feijão RMD da classe comercial carioca continuam. Já há uma segunda

cultivar em fase pré-comercial, superior para arquitetura e acamamento de plantas, visando menores perdas na colheita e maior aptidão à colheita mecânica direta, melhor qualidade comercial de grãos e com resistência múltipla a viroses (mosaico-comum, mosaico-dourado e carlavirus). Também há pesquisas em curso visando monitorar a dinâmica populacional e possível emergência de viroses no feijão, seja em função ou não do uso da tecnologia RMD.

5. Qual a procedência dos recursos utilizados pela EMBRAPA para produzir o Feijão RMD? Existiram parcerias?

Recursos oriundos do tesouro nacional, aportados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ligada ao MAPA, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações.

6. Como se dará o acompanhamento em campo do Feijão RMD?

Está se dando por técnicos da Embrapa, da área de pesquisa e desenvolvimento e de negócios, e sobretudo por técnicos das empresas brasileiras de sementes que são parceiras comerciais da Embrapa, as quais são responsáveis pela comercialização das sementes certificadas aos produtores de grãos.

7. A EMBRAPA produziu algum material de conscientização sobre a segurança do feijão transgênico? Qual é a expectativa em torno da aceitação pela população?

Sim, várias campanhas já foram realizadas e vários materiais de divulgação já foram produzidos. Como exemplo, sugerimos acessar o portal “Tecnologia RMD - Feijão Resistente ao Mosaico-Dourado”: www.embrapa.br/rmd. Até o momento não há nenhum relato de rejeição específica do feijão RMD pelo consumidor final.

8. Há expectativa de suprir a demanda interna e não ser mais necessária a importação?

Historicamente o Brasil importa muito pouco feijão, além do fato de o feijão importado ser de grãos "pretos". Cultivares RMD são da classe comercial carioca, com foco para o mercado nacional. Contudo, essa tecnologia, assim como todas as outras já desenvolvidas e lançadas pela Embrapa, visa proporcionar maior potencial produtivo e

estabilidade de produção, o que consequentemente garante a oferta de grãos para suprir a demanda interna. Para o feijão carioca praticamente não existe mercado externo. Portanto, precisamos de uma produção interna muito ajustada ao consumo brasileiro, pois não conseguimos exportar excedentes, nem importar quando falta o produto no mercado interno.

Entrevista 2

No dia 6 de novembro realizei uma entrevista, por vídeo chamada, com Leda Teixeira, de 39 anos, escolaridade 2º grau incompleto, residente do município Pedro II no Piauí. Leda possui uma propriedade de 4 hectares que pertence a ela e ao marido. A área destinada ao plantio de feijão é de aproximadamente 200 m² e uma parcela é produzida em área com gotejamento junto ao milho (Figuras 12 e 13). O feijão forma uma rama que se “enrosca” no milho. O casal também cultiva milho, fava, possui uma horta com cultivos variados e cria galinhas, porcos e cabritos. Apenas o casal trabalha na propriedade. Não possuem assistência técnica para o plantio. Segundo Leda, “nunca fizeram questão”, pois o marido procura as informações que necessita no YouTube e em sites da internet. Não possuem crédito para nenhum dos cultivos, apenas para a criação de porcos. Leda afirma que se tivesse crédito, poderia fazer melhorias significativas na propriedade, mas que apenas produtores maiores obtêm créditos. Ela é sindicalizada pelo SINTRAF – Sindicato dos Trabalhadores de Agricultura Familiar e considera que o sindicato é muito bom para os trabalhadores. No dia da entrevista, Leda estava produzindo pães que aprendeu a fazer em um curso oferecido pelo sindicato e em breve faria um curso de doces e salgados. Ela afirma que os cursos irão fornecer ferramentas para uma nova possibilidade de renda para a família.



Figura 12. A foto mostra a mangueira preta de gotejamento, os pés de milho e os pés de feijão logo abaixo. Foto enviada por Leda.



Figura 13. A foto mostra uma fileira de pés de milho e os pés de feijão logo abaixo. Foto enviada por Leda.

A produção de feijão é apenas para consumo do casal, por isso, não é comercializada. O cultivo é realizado uma vez por ano, na safra das águas. O feijão colhido é armazenado em garrafas pet ou garrafões e vai sendo consumido ao longo do ano (Figura 14). As sementes utilizadas não são transgênicas ou certificadas. O sogro de Leda comercializa feijão e fornece sementes de boa qualidade para o casal utilizar no plantio. Nunca

plantaram sementes transgênicas e a entrevistada não possui informações sobre a tecnologia, mas acredita que plantar sem transgênicos e agrotóxicos é mais saudável. Não há ocorrência de mosaico dourado na região e ela não sabia da existência de um feijão transgênico.



Figura 14. Feijão produzido pelo casal e armazenado em garrafas pet. Fotos enviadas por Leda.

Entrevista 3

O terceiro entrevistado foi Carlos Alberto Piazzaroli, 56 anos, agricultor de Itupeva, SP. A entrevista ocorreu presencialmente na plantação e na casa do entrevistado, no dia 13 de novembro de 2022. O entrevistado possui Ensino Superior completo em Gestão Pública, diploma adquirido recentemente e não participa de cooperativa. Segundo ele, a cooperativa da região “não vingou”. A propriedade na qual trabalha pertence ao sogro e possui dois hectares. Nela moram ele e a esposa. Apenas o casal e o filho, que é enólogo, trabalham na propriedade, onde plantam principalmente feijão e uva, mas também maracujá, abóbora, abobrinha e criam galinhas para corte e produção de ovos.

A área destinada ao feijão é de aproximadamente um hectare, que é cultivado junto com a uva (Figura 15). Ambos os cultivos são produzidos para comercialização. A uva é comercializada *in natura* ou é utilizada para a produção de vinho na propriedade (Figura

16). A família recebe a visita do técnico da Casa da Agricultura local, que os auxilia e realiza testes com o solo. O próprio filho, que é enólogo, também fornece assistência técnica na propriedade. A família possui crédito para a produção de frutas, como a uva, mas não para o feijão.



Figura 15. Carlos caminhando ao lado do cultivo do feijão entre duas fileiras de videiras.



Figura 16. Produção de vinho na propriedade.

A produção de feijão é de aproximadamente 400kg por ano, que é em parte vendida antes mesmo da colheita, principalmente para escolas da cidade, onde é conhecido como “Carlinhos da educação”. Por esse motivo, não é necessário armazenamento, pois a produção sai rapidamente da propriedade. O casal, porém, armazena uma quantidade para consumo próprio no freezer da casa. Uma parte dessa quantia é utilizada no plantio da próxima safra, mas a maior parte das sementes utilizadas no plantio são adquiridas no mercado ou na cesta básica. Carlos e sua esposa escolhem com cuidado sacos de feijão que aparentem estar bons e frescos (“mais branquinhos”) no supermercado ou na cesta básica e utilizam essas sementes no próximo plantio. Os dois me ensinaram a escolher o feijão e a identificar quais estão frescos. Para o plantio do milho, utilizam sementes certificadas. Quando perguntei se utilizavam sementes transgênicas para o cultivo de milho, não soube responder. Pegou um saco de sementes e disse “Vamos ver agora”. Vimos juntos as informações na embalagem; a semente não era transgênica. Perguntei se já havia plantado transgênico, mas tampouco soube responder. Quando questionado se plantaria transgênico disse que sim, mas que tinha medo, pois não saberia ao certo se eles fazem mal a saúde e se haveria rejeição por parte dos compradores. A respeito do feijão transgênico, não tinha conhecimento da existência. Carlos também não pôde dizer se havia problemas com o mosaico dourado, pois não sabia o que era.

A família cultiva o feijão na safra das águas, em janeiro, e da seca, em setembro. Possuem como único maquinário uma plantadeira recém adquirida (Figura 17), que segundo Carlos custou aproximadamente 2 mil reais, mas que ajudava muito no trabalho. Durante a preparação do solo para o plantio, momento em que é realizado o roçado da terra, o entrevistado afirma ter medo de sofrer invasão por membros do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), pois integrantes do movimento poderiam pensar que aquela área da terra estaria improdutiva. Afirmou que com o novo Governo Lula (2023), sua propriedade estaria sujeita a invasões dessa natureza, mas que as manifestações em frente aos quartéis ainda poderiam reverter a situação política do país.



Figura 17. Plantadeira junto a caixas para o comércio de uvas.

Perguntei quais dificuldades enfrentam para o plantio do feijão e ele respondeu que nenhuma. Depois pensou melhor e disse que faltava mão de obra, que ninguém queria trabalhar na terra. Se ele pudesse contratar outros trabalhadores, produziria mais milho e feijão. Porém, só com ele, a esposa e o filho, não era possível aumentar a produção.

Entrevista 4

Entrevistei também, via WhatsApp, Paulo Sérgio, da Sementes Aliança Nova Era, do município de Cristalina, Goiás, no dia 12 de dezembro de 2022. O contato do entrevistado

foi encontrado no site da Embrapa ²⁰ que elenca os produtores autorizados a multiplicar e comercializar o feijão transgênico. Paulo Sérgio respondeu de forma direta e concisa através do aplicativo WhatsApp. Seguem as perguntas, em negrito, e as respostas logo em seguida, mantendo o restante da formatação que ele utilizou para me responder.

1. Qual é o impacto do Mosaico Dourado na região?

Alto

2. Como é feita a multiplicação das sementes?

Campos isolados.

3. A Embrapa ou algum órgão acompanha o processo?

Sim.

4. Faz refúgio com sementes não transgênicas?

Sim

5. Existe rastreio das sementes transgênicas?

Sim. Total.

6. Existem taxas que são pagas à Embrapa no processo? Como elas funcionam?

Somente Royalties

7. O agricultor pode guardar as sementes produzidas por ele para o próximo plantio? Caso sim, precisa pagar alguma taxa?

Não pode guardar

8. Qual é o perfil dos agricultores que adquirem as sementes?

Altamente tecnificados

9. Qual é o perfil dos consumidores finais do feijão transgênico? Existe rejeição pelo fato da semente ser transgênica?

Total rejeição, pois a cultivar não é produtiva.

10. Qual é o impacto do carlavirus no feijão transgênico?

Problema secundário que se tornou principal.

Além das respostas diretas, afirmou que a Embrapa acompanha todo o processo, desde o plantio até o beneficiamento. Disse também que há “total rejeição de compradores e empacotadores”. Perguntei se ele considera a rejeição justificável, ao que ele respondeu “sim...tanto é que inviabilizou a cultura”. Afirmou, ainda, que a cultivar havia sido retirada do mercado pela Embrapa “há um tempo já”. Até esse momento eu não tinha

²⁰ < <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5695/feijao---brs-fc402> >
Acessado em 1 de dezembro de 2022.

ciência dessa informação e perguntei se ele sabia o motivo da retirada. A resposta foi “rejeição à transgenia, baixa produtividade e susceptibilidade ao carlavirus”. No decorrer da pesquisa descobrimos que não foram esses os motivos da retirada do cultivar pela Embrapa.

Após essa informação, enviei e-mail à Embrapa questionando os motivos da retirada do Feijão transgênico do mercado. A resposta, enviada via e-mail²¹ por Alcido Wander, agrônomo e pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, foi a que segue:

A Embrapa decidiu, temporariamente, interromper a produção de sementes da cultivar BRS FC401 RMD por questões administrativas internas à Embrapa, não por razões inerentes à tecnologia. A tecnologia RMD funciona muito bem e representa um “divisor de águas” na produção de feijão no Brasil. Então, em breve, a produção de sementes desta cultivar será retomada e novas cultivares portadoras dessa importante tecnologia serão disponibilizadas.

Perguntei, também, se havia um plano na Embrapa com o objetivo de contornar a pouca informação a respeito do feijão transgênico, o que poderia resultar em rejeição dessa cultivar por agricultores, consumidores e empacotadores. Ao que responderam:

A Embrapa disponibilizou mais esta opção tecnológica aos produtores de feijão ciente que ela não será adotada por todos os produtores de feijão, e sim por aqueles que cultivam o feijão em condições em que a pressão do inseto vetor (mosca branca) do mosaico dourado aumenta os riscos de “quebra” da safra. O conjunto de cultivares de feijão convencionais (não transgênicos) segue sendo ofertado pela Embrapa e outros obtentores aos produtores que optarem por cultivar feijão não transgênico, conforme o mercado para o qual produzem. Então, haverá produtores que não irão adotar o feijão RMD e outros que irão adotar. O mercado de feijão terá feijão não transgênico e transgênico, convivendo perfeitamente, da mesma forma como acontece para outras culturas como soja, milho, algodão, cana-de-açúcar etc.

Seguindo o que prevê a lei da rotulagem, as indústrias empacotadoras podem optar por comprar o produto que contenha grãos produzidos a partir de cultivares com a tecnologia RMD ou cultivares convencionais (não transgênicos).

Entrevista 5

Entrevistei, via WhatsApp e ligação telefônica, no dia 20 de janeiro, Carlos Antônio Menezes Leite, do município de Barreiras, BA, produtor autorizado a multiplicar e comercializar as sementes do feijão resistente ao mosaico dourado. O contato também foi obtido pelo site da Embrapa supracitado. Enviei as perguntas pelo aplicativo e ele as respondeu na própria conversa.

²¹ WANDER, Alcido. Pesquisa sobre o Feijão Resistente ao Mosaico Dourado. Mensagem recebida por <leabozzini@usp.br> em 20 de dezembro de 2022.

1. Qual é o impacto do Mosaico Dourado na sua região?

Impacto do MD [Mosaico Dourado] muito grande.

2. Como é feita a multiplicação das sementes?

Plantando os campos de sementes. No momento está proibida a multiplicação.

3. O cultivo do feijão transgênico continua mesmo com a retirada temporária do cultivar pela EMBRAPA?

Não tenho conhecimento

4. Faz refúgio com sementes não transgênicas?

Não, quando se plantava

5. Existe rastreio das sementes transgênicas?

Quando era produzida por produtores autorizados, tinha rastreabilidade

6. Qual o impacto no empacotamento e transporte?

Não tenho informações sobre o impacto. Não tinha

7. Existem taxas que são pagas à Embrapa no processo? Como elas funcionam?

Sim, como todo material protegido. Era estipulado um valor sobre a comercialização da semente

8. O agricultor pode guardar as sementes produzidas por ele para o próximo plantio?

Não deve

9. Qual é o perfil dos agricultores que adquirem as sementes?

Agricultores que conhecem a mosca branca. E os que desejam altas produtividades com uso de tecnologias. Esta variedade além da resistência, tem alto potencial produtivo

10. Existe rejeição pelo fato de a semente ser transgênica?

Não há rejeição por ser OGM, ou melhor, a quantidade de produtos químicos neste material é muito inferior aos materiais convencionais.

11. Qual é o impacto do carlavírus no feijão transgênico?

Não tenho informações

12. A produtividade da semente transgênica é satisfatória?

Supera as expectativas

Por telefone, reafirmou que a produtividade do feijão transgênico é superior à semente convencional. Afirmou que a cultivar produz 80 sacos por hectare contra 30 sacos apenas da convencional, sugerindo um impacto relevante da resistência ao mosaico dourado. Ele afirmou ainda que a proximidade com as monoculturas de soja inviabiliza o

controle da mosca branca, visto que o inseto, que é polífago, também se alimenta da leguminosa. Segundo ele, a interrupção da comercialização do feijão transgênico está acarretando perdas na produção.

Entrevista 6

No dia 25 de janeiro, conversei com Aramis Beltrami, engenheiro agrônomo e advogado, e que atualmente é gerente de regularização de imóveis rurais na Terracap, empresa pública do Distrito Federal. A entrevista ocorreu por ligação telefônica e WhatsApp.

1. Qual é o impacto do Mosaico Dourado na região?

O mosaico dourado causa impacto na cadeia produtiva do feijoeiro tanto no aumento do custo de produção (em função da intensificação no uso de inseticidas), na redução da produtividade pelos danos causados aos cultivos como também na exposição humana e ambiental a contaminantes químicos.

Considerando que, em meados de 2013, as reduções de produtividade das lavouras chegaram até próximo de 90%, no Distrito Federal foi estabelecido vazio do feijoeiro para justamente evitar fontes de alimento disponíveis para a Mosca Branca (Bemisia tabaci) que é o vetor do vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF) o qual pode reduzir drasticamente a produtividade na cultura do feijão.

2. O cultivo do feijão transgênico continua mesmo com a retirada temporária do cultivar pela EMBRAPA?

Não posso afirmar, pois sequer tínhamos conhecimento acerca da existência da cultivar.

3. Faz refúgio com sementes não transgênicas?

N.A. Sugiro entrar em contato com o setor produtivo.

4. Existe rastreio das sementes transgênicas? Qual o impacto no empacotamento e transporte?

Desconhecemos rastreio das sementes transgênicas bem como seu eventual impacto no empacotamento e transporte.

5. O agricultor pode guardar as sementes produzidas por ele para o próximo plantio?

Em tese, sim, desde que cumpridos os requisitos legais.

6. Qual é o perfil dos agricultores que cultivam feijão na sua região?

No DF a produção comercial em larga escala, se dá a partir de produtores que investem em tecnologia, inclusive em lavouras irrigadas, não obstante a ocorrência de pequenos cultivos de agricultores familiares.

7. Qual é o perfil dos consumidores finais do feijão transgênico?

Creio ser o mesmo do feijão não transgênico.

8. Existe rejeição pelos agricultores e empacotadores pelo fato de a semente ser transgênica?

Para tais informações, sugiro entrar em contato com empacotadores.

9. Qual é o impacto do carlavírus no feijão?

Em relação ao carlavírus, não tivemos relato por parte dos produtores de nossa região quanto a sua ocorrência.

Recomendo confirmar com o setor de pesquisa da Embrapa e outros.

10. A produtividade da semente transgênica é satisfatória?

Desconheço.

11. A variedade permite menor uso de inseticida?

Não dispomos de tal informação.

Por telefone, em seguida ao envio das respostas, reafirmou que ele e a equipe de agrônomos com quem conversou não sabiam da existência da cultivar e se mostrou interessado em saber mais sobre ela. Disse ainda que decidiram organizar um evento com a Embrapa para que esta apresentasse a semente transgênica. Afirmou também que o controle da mosca branca é muito difícil em função da proximidade com a soja. Ainda que pulverizem inseticida, o transmissor do mosaico dourado permanece, pois a soja serve de abrigo para o inseto uma vez que não é infectada pelo mosaico dourado. Por esse motivo, Aramis afirma que produtores de feijão deixam uma borda de 50 metros de distância entre a soja e o feijão.

Entrevista 7

Em 25 janeiro conversei por telefone com Cláudio Malinski, engenheiro agrônomo e produtor rural da Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal (COOPA-DF). Iniciei a conversa apresentando a pesquisa sobre o feijão transgênico e ele disse que conhecia a cultivar mas que ela ainda não havia sido liberada para comercialização. Afirmou que havia sido, sim, liberada, mas que no momento da entrevista estava temporariamente suspensa. Perguntei ao Cláudio sobre o impacto do

mosaico dourado na região e ele disse que é muito grande, podendo causar perdas de até 100% da produção caso o transmissor não seja controlado. O vazio sanitário, que proíbe qualquer feijão vegetativo a partir de 20 de setembro na região, diminuiu o problema, mas ainda assim a doença se faz presente, acarretando perdas. Perguntei se os produtores respeitam o vazio sanitário e ele afirmou que todos os agricultores da cooperativa respeitam, mas que há quem não respeite fora dela. A fiscalização é de responsabilidade da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural (Seagri). Agricultores podem notificar a Seagri caso identifiquem descumprimento do vazio sanitário. Disse também que foram poucas as fiscalizações do vazio sanitário nas fazendas de membros da cooperativa.

O perfil dos membros da COOPA – DF é de médios e grandes agricultores, com fazendas que apresentam em média 300 ha. Porém, alguns fazendeiros possuem duas ou mais fazendas. A área destinada ao feijão costuma ser pequena. Segundo Cláudio, dos 23 mil hectares irrigados da região, apenas 7 mil são destinados ao cultivo do feijão. Entre as dificuldades para a produção de feijão ele citou o mosaico dourado, nematoides, a necessidade realizar rotação de cultura e a oscilação dos preços. O preço do feijão é dinâmico, oscila muito de acordo com a safra. Se a safra é grande em uma ou mais regiões, o preço cai muito; se é pequena, sobe. Diferente da soja, por exemplo, que apresenta preços mais estáveis que o feijão.

Acerca do feijão transgênico, perguntei se poderia haver rejeição em algum ponto da cadeia produtiva. Ele disse que poderia, sim, ter rejeição tanto por parte de produtores, como do consumidor final. Afirmou que os comerciantes (beneficiadores e transportadores) poderiam impor um preço mais baixo em função da transgenia. Outro ponto de possível rejeição é o consumidor final. Segundo ele “é a dona de casa quem manda”, se ela gostar do feijão, o caldo for bom e grosso e a cor agradar a produção segue. Caso contrário, a produção é interrompida. “O mercado que manda”. Para exemplificar, contou-me que os agricultores tiveram acesso a um feijão de excelente qualidade para plantio e consumo, mas que as listras da semente eram pretas ao invés de marrons e, por esse motivo, as pessoas não o compravam. Tiveram que interromper a produção dessa cultivar, apesar de sua qualidade.

Entrevista 8

Por fim, conversei por telefone com Thaisa Rocha Tolentino Loyola, diretora executiva da ABIFeijão. De acordo com o site²² da associação, “a ABIFeijão tem o objetivo de congregar, assessorar e representar nacionalmente os interesses das Indústrias Beneficiadoras de Feijão, localizadas em qualquer unidade federativa brasileira.” A diretora afirmou que receberam orientação do Ministério da Agricultura e Agropecuária (MAPA) para que o feijão fosse rotulado sobre a existência de transgênicos. Segundo ela, a ABIFeijão foi informada de que “o feijão estava solto”, que a semente havia sido liberada para comercialização e que, portanto, alguns produtores a estavam cultivando. Porém, não receberam nenhuma informação concreta a respeito de quem estaria cultivando a variante transgênica e nem como identificar qual semente era ou não modificada. Thaisa disse que existem testes rápidos, por exemplo, que acusam a presença de determinados agrotóxicos, mas que não existe teste semelhante para identificar o feijão transgênico. De acordo com ela, as indústrias não sabem se estão recebendo sementes transgênicas e que por esse motivo a orientação do MAPA, transmitida aos associados pela ABIFeijão, era de que a embalagem deveria trazer a identificação de transgênicos (Figura 18). A associação procurou o MAPA e o Ministério da Justiça na tentativa de obter informações mais concretas, mas a orientação foi apenas essa: considerando a possibilidade de que exista transgênico, é necessário colocar a identificação. Porém, segundo ela, as marcas determinam internamente se vão ou não colocar a indicação solicitada. ABIFeijão questionou o MAPA sobre a existência de regra similar à soja, em que deve constar “pode conter soja transgênica”²³ ainda que não se saiba se de fato contém. Perguntei a ela se existia rejeição por parte da indústria em relação ao feijão transgênico e a resposta foi negativa. Disse que a associação investigou junto às marcas que colocaram a identificação de transgênicos na embalagem, mas que não houve diminuição nas vendas ou reclamações por parte dos consumidores. Acrescentou que a indústria tem ciência de que o feijão transgênico veio para beneficiar a produção, uma vez que irá diminuir o uso de pesticidas resultando em benefícios na alimentação e para o meio ambiente. Questionei se poderia haver rejeição por parte da indústria, caso a rotulagem e o rastreamento se tornassem obrigatórios, o que levaria a um aumento no trabalho de beneficiamento. Mas ela também negou, dizendo que a indústria é preparada para cumprir demandas como essa. Encerrei a entrevista questionando os motivos da volatilidade dos preços do feijão comparados a outros grãos e ela respondeu não sabia ao

²² Disponível em < <https://abifeijao.com.br/>>. Acessado em 31 de janeiro de 2023.

²³ Para mais informações ver o Decreto nº 4.680, de 24 de abril de 2003.

certo, mas que acreditava ser por “produção e demanda”, dado que produtores de feijão substituem com frequência a leguminosa por outros cultivos mais atrativos, causando mudanças relevantes na produção.



Figura 18. Foto da embalagem do Feijão taiti com o ‘T’ amarelo indicando a presença de OGM. retirada do perfil do Twitter²⁴ da pesquisadora Natália Pasternak, doutora em Microbiologia e Presidente do Instituto Questão de Ciência.

²⁴ Disponível em: <<https://twitter.com/taschnernatalia/status/1417258383418265602>> Acessado em 31 de janeiro de 2023

9. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A discussão sobre o uso dos organismos transgênicos na produção agrícola passa por um tema extremamente sensível: a fome. Gigantes empresas multinacionais com alto investimento em pesquisa e desenvolvimento lançam no mercado insumos tecnológicos com a promessa de aumentar a produção de alimentos e, portanto, erradicar a fome. Porém, a cadeia produtiva de alimentos, da qual essas empresas fazem parte, tem como prioridade o comércio global de *commodities*, resultando em sérias questões agrárias que culminam, contraditoriamente, na fome. A maioria dos produtos tratados como *commodities*, como soja, milho e algodão, são majoritariamente transgênicos, levando a uma associação direta entre a tecnologia de modificação genética e a cadeia produtiva global de alimentos.

Considerando as mais de 100 plantas transgênicas voltadas para a agricultura, apenas uma não segue a lógica de produção de *commodities*: o feijão transgênico resistente ao mosaico dourado produzido pela Embrapa, liberado em 2019 para comercialização. Até então, todas as plantas transgênicas no Brasil possuíam uma finalidade em comum: produzir lucro para as empresas que as criaram. Contudo, esse não é o caso do feijão geneticamente modificado. O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) é produzido no Brasil apenas para consumo interno, ou seja, não é produto de exportação. Além disso, é majoritariamente produzido por médios e pequenos produtores, muitas vezes apenas para subsistência. A Embrapa, responsável pela criação do feijão transgênico, é uma empresa pública que atua na geração de conhecimentos e tecnologias voltadas para o campo brasileiro e está, portanto, menos sujeita aos imperativos do capital, que exige volumosos retornos financeiros. A procedência dos recursos utilizados no desenvolvimento do feijão RMD foram “oriundos do tesouro nacional, aportados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ligada ao MAPA, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações”, como afirmou o representante da empresa.

Investimentos em pesquisa e desenvolvimento em linhagens de feijão não são atrativas para o setor privado, pois o feijão não possui relevância no mercado global. O setor privado investe em *commodities*, como soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, cultivares que permitem um maior e mais confiável retorno dos investimentos. Tal fato

evidencia ainda mais a necessidade de investimento público em pesquisas associadas ao feijão (MIYAMOTO, 2017). Utilizando a base de pesquisa Scopus²⁵ encontramos poucos artigos sobre o mosaico dourado do feijoeiro. Além disso, a escassa produção acadêmica se concentra numa pequena quantidade de países. Os Estados Unidos e o Brasil são responsáveis pela maioria das publicações e entre todas as instituições, a Embrapa possui o maior número de artigos sobre o tema (MIYAMOTO, 2017), evidenciando a importância da empresa na pesquisa e desenvolvimento de cultivares que não possuem interesse global. Miyamoto conclui em seu artigo que o investimento público é fundamental no desenvolvimento de soluções técnicas para o cultivo do feijão. O autor também argumenta que diferenças entre vírus causadores do mosaico dourado encontrados no Brasil e em outros países reforça ainda mais a necessidade de pesquisas específicas para a variante viral brasileira.

Gilmara Oliveira (2022), em sua dissertação de mestrado, também coloca a importância do investimento público na pesquisa do feijão-comum, pois há pouco interesse das empresas privadas e multinacionais. Em sua pesquisa, ela entrevistou 15 participantes sobre a adoção potencial do feijão transgênico entre outubro de 2021 e janeiro de 2022. Dentre os entrevistados, três são do estado de Goiás, quatro de Minas Gerais, um do Mato Grosso do Sul e um de São Paulo e as propriedades variam entre 1 e 5000 hectares. Oliveira encontrou que, desses, 80% plantam ou já plantaram transgênicos, enquanto apenas 20% afirmaram nunca terem utilizado a tecnologia. Desse total, apenas 2 plantam o feijão transgênico e são multiplicadores da semente autorizados a comercializá-las aos produtores. Quando questionados se são favoráveis à adoção do feijão modificado, 67% afirmaram ser favoráveis e 33% contrários. Entre os favoráveis, os motivos para a adoção seriam a redução no uso de agrotóxicos, aumento na produtividade - visto que não irão contrair o mosaico dourado -, redução do risco de perda e a possibilidade de plantar em diversas épocas. 40% afirmaram ainda que estariam dispostos a pagar mais pela semente transgênica. Aqueles que não estão dispostos a plantar o feijão transgênico apontam como principais motivos a possível rejeição pelos consumidores e o fato de não conhecerem o produto. A autora sugere maior divulgação do feijão resistente ao mosaico dourado, do seu potencial produtivo e de suas características agronômicas.

²⁵Site da base de pesquisa Scopus < <https://www.scopus.com/>>

Uma importante vantagem do feijão RMD para os agricultores é que este não é comercializado junto a um pacote de insumos, o que implicaria um aumento ainda maior no custo de produção. Ao contrário, ele resulta em menor uso de pesticidas no combate à mosca branca. Menos aplicações de pesticidas resulta em menor gasto para o produtor, um feijão mais saudável com menos resíduo de agrotóxico, menor impacto no meio ambiente e menor exposição aos pesticidas por parte dos agricultores. Se considerarmos os outros transgênicos, vemos que 79% possuem resistência a herbicida, ou seja, o uso da semente tem sentido apenas quando utilizado em conjunto com o herbicida.

Além disso, o feijão transgênico é o único, dentre os aprovados para comercialização, que não produz uma ou mais proteínas a partir do transgene. Os transgênicos *Bt*, por exemplo, produzem uma ou mais proteínas que os torna resistentes a determinados insetos, visto que são tóxicos para estes quando ingeridos. Vale notar que essa toxicidade é extremamente específica e, portanto, segura para humanos. Um organismo transgênico produzir proteínas não os torna um problema. Testes em larga escala e com período de tempo razoável podem demonstrar que a variedade modificada é segura para consumo humano, para outras espécies e para o ambiente. O Feijão RMD, entretanto, não produz nenhuma proteína a partir do transgene. Este resulta apenas em uma molécula de RNA que possui encaixe específico com o genoma do vírus. O RNAi é naturalmente produzido pelos organismos como defesa contra patógenos. A diferença fundamental para o feijão modificado é que este produz um RNAi específico para o vírus causador do mosaico dourado, fazendo com a planta se torne seguramente imune ao parasita. Isto posto, o feijão RDM é seguro para consumo e não está inserido na lógica da cadeia produtiva de *commodities*, ao contrário, foi criado com o intuito de melhorar a produção principalmente de pequenos e médios produtores.

Porém, para que a tecnologia de fato auxilie os agricultores, é preciso que ela chegue até eles. Considerando a cadeia produtiva do feijão a partir dos entrevistados nessa pesquisa, a maior parte dela não tinha conhecimento da existência da semente, ou não sabia que ela estava disponível. Há que se considerar o pouco tempo que essa cultivar está e permaneceu no mercado. Sua liberação comercial deu-se em 2019 e tempos depois foi temporariamente suspensa. A aprovação da planta, contudo, ocorreu em 2011, ou seja, há mais de 10 anos, período em que diversos outros testes de segurança foram conduzidos, segundo pesquisador da Embrapa entrevistado nesta pesquisa, e, apesar disso, a comunicação sobre a tecnologia não chegou nos seus maiores interessados.

A ausência de conhecimento sobre o feijão transgênico também foi sugerida no recente artigo de Santos *et al* (2023). A pesquisa entrevistou 37 produtores e 100 consumidores no estado de Goiás. Todos os produtores entrevistados utilizam inseticidas na plantação, com média de duas pulverizações por safra e nenhum deles declarou estar satisfeito com remuneração do plantio de feijão por não compensar os custos necessários para produzi-lo. Os produtores se mostraram dispostos ao plantio do feijão transgênico: 31 dos entrevistados (84%) plantariam o OGM e os outros 16%, não. Dentre os favoráveis ao feijão modificado, 20 deles acreditam que a semente pode reduzir o uso de agrotóxicos e, portanto, os custos com esse insumo, o que resultaria em uma agricultura mais sustentável. O artigo também cita a resistência dos produtores por medo de um aumento na produção provocar queda nos preços e um receio de que a semente transgênica leve alguns produtores a não cumprirem o vazio sanitário, o que levaria a um descontrole da mosca branca. Dentre os 100 consumidores entrevistados por Santos *et al*, 57% não conhecem o tema transgênicos; 90% deles não conhecem o T amarelo impresso nas embalagens para indicar OGM na composição do produto e 92% têm pouca ou nenhuma informação sobre o feijão transgênico.

Grandes empresas, como a Bayer, detêm grandes volumes de recursos que são em parte empregados na divulgação dos seus produtos. A Embrapa também realiza esse esforço, porém, com quantidade de recursos muito menor do que as multinacionais, o que pode resultar em menor alcance de seus produtos. De acordo com os trabalhos de Gilmara Oliveira (2022), de Santos *et al* (2023) e esta pesquisa, a maior parte dos agricultores estão dispostos e têm interesse no cultivo do feijão transgênico, mas não possuem conhecimento acerca da semente e tampouco sobre a tecnologia transgênica. Carlos Alberto Piazzaroli, agricultor entrevistado nesta pesquisa, ilustra bem o cenário. Disse que estaria disposto a plantar a semente, mas tem medo, pois “ouviu dizer que transgênicos podem fazer mal”. A narrativa que se coloca sobre os transgênicos é uma batalha entre as empresas que vendem a tecnologia e pessoas que lutam em condená-la. É imprescindível que informações confiáveis, baseadas em dados científicos e pesquisas abrangentes e críticas sobre o tema cheguem à população. Julgamentos enfáticos acerca de produtos transgênicos que fazem parte de uma cruel cadeia produtiva, que expulsa agricultores de suas terras, inflam as periferias urbanas e reproduzem a fome que prometem erradicar são justos e muito importantes para o debate. Entretanto, é preciso separar as críticas que envolvem essa cadeia daquelas que abrangem a tecnologia em si.

Desconfianças em relação à transgenia podem levar a confusões perigosas, como questionamentos sobre a segurança das vacinas. Com exceção da CoronaVac, produzida pela farmacêutica chinesa Sinovac, todas as vacinas contra a COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, foram produzidas com tecnologia de edição genética e aplicadas em bilhões de pessoas ao redor do mundo. Apenas no primeiro ano de campanha vacinal, estima-se que a vacinação salvou cerca de 20 milhões de pessoas, segundo estudo da The Lancet²⁶. Porém, mais vidas poderiam ter sido salvas caso o negacionismo e a desinformação não estivessem tão disseminados.

Em vista disso, é fundamental resgatar a confiança da população na produção científica. Para tanto, informações esclarecedoras e confiáveis devem chegar à população através de canais públicos que não tenham conflito de interesse, de modo a que esta possa ter conhecimento suficiente para tomar decisões críticas e fundamentadas acerca do que lhe é oferecido.

²⁶ Disponível em <[https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(22\)00320-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(22)00320-6/fulltext)> Acessado em: 1 de fevereiro de 2023

9. REFERÊNCIAS

- AREND, Marcela Corso *et al.* O Sistema CRISPR/Cas9 e a Possibilidade de Edição Genômica para a Cardiologia. **Arq. Bras. Cardiol.**, [s. l.], n. 108, jan 2017.
- DE CASTRO, Bianca Scarpeline. A introdução no Brasil do algodão, milho e soja geneticamente modificados: coincidências reveladoras. **Congresso BRASA IX - Tulane University**, Lousiana, 27 mar. 2008.
- FARIA, Josias Corrêa de; ARAGÃO, Francisco José Lima. Embrapa 5.1 - O Feijoeiro Geneticamente Modificado Resistente ao Mosaico Dourado. **Embrapa Arroz e Feijão**, [s. l.], 2013.
- FOY, S.P., JACOBY, K., BOTA, D.A. et al. Non-viral precision T cell receptor replacement for personalized cell therapy. **Nature**, 2022.
- FRIEDMANN, Harriet. Uma economia mundial de alimentos sustentável. In: Belik, W e Maluf, R (orgs.). **Abastecimento e segurança alimentar**. Campinas, IE: UNICAMP, p. 1-21, 2000.
- GOLDFARB, Yamila. A agricultura a partir do neoliberalismo: financeirização, poder corporativo e as ameaças à soberania alimentar. **USP Agrária**, São Paulo, n. 17, p. 42-58, 2012.
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. Geografia da riqueza, fome e meio ambiente: pequena contribuição crítica ao atual modelo agrário/agrícola de uso dos recursos naturais. **INTERthesis**, v. 1, n. 1, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/604>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- _____. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 8. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.
- ARBEX JÚNIOR, José. Você tem fome de quê?. **Revista NERA**, [s. l.], n. 8, p. 173-185, janeiro/junho 2006.
- LACEY, Hugh. Há alternativas ao uso dos transgênicos? **Novos Estudos**, [s. l.], n. 78, 2007.
- LENZI, Cristiano Luis. A rotulagem como precaução: a liberação da soja RR e a regulação dos transgênicos no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 220-255, 2010.
- LIMA JÚNIOR, Adeildo Rosa de. **Perspectivas da utilização de isoenzimas na identificação de híbridos de feijão (*Phaseolus sp.*) resistentes ao mosaico dourado do feijoeiro**. 1994. Dissertação de mestrado, Piracicaba, 1994.

MARCOS, Valéria de. Agroecologia e campesinato: uma nova lógica para a agricultura do futuro. **AGRÁRIA**, [s. l.], ed. 7, p. 182-210, 2007.

MARTINS, José de Souza. Não há terra para plantar neste verão: O cerco das terras indígenas e das terras de trabalho no renascimento político no campo. [S. l.]: Vozes, 1986

MARQUES, Marta Inez. Natureza e Sociedade. In: CRUZ, Rita de Cássia. **A necessidade da geografia**. São Paulo: Contexto, 2019.

_____. *O novo significado da questão agrária*. Goiânia. IX ENANPEGE, 2011

MCMICHAEL, Philip. Regimes Alimentares e Questões Agrárias. São Paulo: Editora Unesp e Editora da UFRGS, 2016. 256 p. Resenha de: FRANÇA, Andrey Raquel Medeiros de. Regimes alimentares e questões agrárias. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 27, n. 2, p. 440-444, jun. 2019.

MENDONÇA, M. L. e ROSSET, P. Agrocombustíveis e crise de alimentos. IN: *Tensões mundiais*, p. 215-231, 2010.

MICHELOTTI, F. e SIQUEIRA, H. Financeirização das commodities e padrões espaciais de acumulação e dominação: implicações para apropriação e conflitos pela terra no Brasil. *Anais XXIII ENEP*, 2018.

MIYAMOTO, Bruno C. B. *et al.* Análise da produção científica sobre o mosaico dourado do feijoeiro. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], ed. 3, p. 79-95, Jul/Ago./Set. 2017.

NARAYAN, Swati Narayan. Por que a Índia está perdendo a guerra contra a fome. **Oxfam**, [s. l.], junho 2011.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. Geografia agrária: Perspectivas do século XXI. **O campo no século XXI**, [s. l.], 27 mar. 2022.

OLIVEIRA, Gilmar Martins de. **As relações entre os agentes da cadeia produtiva do feijão-comum (*Phaseolus vulgares* L.) e a inserção comercial da tecnologia da resistência ao mosaico dourado**. 2022. Dissertação de mestrado (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS), 2022.

PELAEZ, Victor; SCHMIDT, Wilson. A difusão dos OGM no Brasil: imposição e resistências. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Montpellier, p. 5-31, 14 abr. 2000.

REINHEIMER, Mariana Maragno. CULTIVOS TRANSGÊNICOS E O DISCURSO DA SUSTENTABILIDADE: UM PANORAMA SOBRE ANGOLA, BRASIL, CABO VERDE, MOÇAMBIQUE E PORTUGAL. **REDE**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 7-17, 2018. DOI 1022411/rede2018.1201.01. Disponível em: www.revistarede.ufc.br. Acesso em: 1 mar. 2022.

RIBEIRO, Juliana Martins (coord.). **Produção e análise de plantas transgênicas:** conceitos e informações básicas. Guaíba: Agrolivros, 2012

SANTOS, Camila Regina da Silva *et al.* Perception of producers and consumers on the adoption of genetically modified food: the case of the transgenic bean BRSFC401 RMD. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], 2023.

SMITH, N. **A ideologia da natureza.** In: *Desenvolvimento desigual*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1988.

VAINER, Carlos Bernardo, “Trabalho, espaço e estado: questionando a questão migratória. Cadernos PUR, v.1, n. 1, 1984.

ZATZ, Mayana. **Genética:** escolhas que nossos avós não faziam. 1. ed. São Paulo: Globo, 2012.

GLOSSÁRIO

Dominante: característica que se manifesta igualmente tanto no indivíduo homozigoto quanto no heterozigoto.

Heterozigoto: indivíduo que possui duas diferentes versões de um determinado gene. Cada indivíduo possui duas “cópias” de cada gene, cada um herdado de um dos genitores. No indivíduo heterozigoto as duas “cópias” de determinado gene não são iguais.

Homozigotas: indivíduo que possui duas cópias iguais de determinado gene.

Monogênico: apenas um gene é responsável por determinar uma característica. Diferente de poligênico, quando dois ou mais genes atuam em conjunto para determinar uma característica.

Morfogênese: desenvolvimento de células embrionárias que resulta na formação de tecidos adultos.

Padrão de herança: forma como uma característica é transmitida ou herdada ao longo das gerações.

Proporção mendeliana: proporção descrita primeiramente por Gregor Mendel (1822-1884), ao cruzar dois indivíduos heterozigotos para determinada característica que possui padrão de herança dominante em relação a outra. Ao cruzarmos dois indivíduos heterozigotos a proporção da descendência será de 3 indivíduos com a característica dominante para cada 1 com a característica recessiva.

Recessiva: característica que se manifesta apenas no homozigoto, mas não no heterozigoto.

Sequências complementares: sequências que se encaixam.

Sequência parcial: apenas um trecho do gene.

Similaridade genômica: sequência similar no genoma de duas ou mais espécies.

Silenciamento gênico: o gene é inativado.

Tecido meristemático embrionário: células do embrião com potencial para se transformarem em qualquer tipo de célula no indivíduo.