



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

BIOTECNOLOGIA

**ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO TRANSGÊNICA *Bt* EM VARIEDADES CRIOULAS
DE MILHO (*Zea mays* L.) DE UM MICROCENTRO DE DIVERSIDADE DA
ESPÉCIE**

CAMILA VAZ DE OLIVEIRA

Foz do Iguaçu
2025



INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS
DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)

BIOTECNOLOGIA

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO TRANSGÊNICA *Bt* EM VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) DE UM MICROCENTRO DE DIVERSIDADE DA ESPÉCIE

CAMILA VAZ DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Samuel Henrique Kamphorst

Foz do Iguaçu
2025

CAMILA VAZ DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA CONTAMINAÇÃO TRANSGÊNICA *Bt* EM VARIEDADES CRIOULAS DE MILHO (*Zea mays* L.) DE UM MICROCENTRO DE DIVERSIDADE DA ESPÉCIE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Samuel Henrique Kamphorst
UNILA

Profa. Dra. Rafaella Costa Bonugli Santos
UNILA

Profa. Dra. Nathalia Correa Chagas De Souza
UNILA

Prof. Dr. Valter Jário de Lima
UVA

Foz do Iguaçu, 05 de fevereiro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta importante etapa da minha jornada acadêmica, não posso deixar de lembrar e agradecer a todos que fizeram parte e me apoiaram ao longo de todo esse processo. Sou grata à Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) pelos conhecimentos que me proporcionaram ao cursar Biotecnologia. Agradeço também à Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) por todo o apoio financeiro, que foi fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço, principalmente, ao meu orientador, Samuel Henrique Kamphorst pelo direcionamento, apoio e incentivo ao longo de toda a jornada. Sua orientação foi essencial para a qualidade e sucesso deste trabalho. Minha gratificação à Flaviane Malaquias Costa que forneceu os dados e informações necessárias para a realização dessa pesquisa.

A minha família, especialmente à minha mãe, que me apoiou e me deu grande suporte em cada passo deste caminho. E aos meus amigos, que me ajudaram a manter a motivação e o humor.

Agradeço imensamente aos agricultores mantenedores das variedades crioulas de milho do município de Anchieta – SC que me receberam e me permitiram conhecer e aprender tanto sobre o trabalho importante que realizam para a conservação da agrobiodiversidade. Agradeço também à Cooperativa de Anchieta – COOPER ANCHIETA, na pessoa da Rosilei Willey por sua colaboração e apoio que me permitiram avanços para a conclusão dessa pesquisa.

Por fim, agradeço a mim mesma, por ter persistido e superado os desafios ao longo (dessa jornada). Estou grata por ter tido a oportunidade de realizar este trabalho e por ter aprendido tanto ao longo do caminho.

A própria natureza tem enfrentado muitos dos problemas que agora nos importunam, e ela tem resolvido, geralmente, a seu próprio modo, e com sucesso. Quando o ser humano se mostrou inteligente o bastante para observar e imitar a natureza, ele, também, foi muitas vezes recompensado com o sucesso.

Raquel Carson

RESUMO

Existem normas de biossegurança para subsistência, a Instrução Normativa nº 4 delimita a distância necessária o isolamento dos cultivos geneticamente modificados GM com o intuito de evitar a contaminação genética. Este fator ameaça a agrobiodiversidade especialmente em microcentros de diversidade, onde a preservação é essencial. A contaminação genética por milho *Bt* é uma preocupação devido à sua dispersão do pólen. O presente estudo foi realizado no município de Anchieta - Santa Catarina, um microcentro de diversidade da espécie de milho *Zea mays L.*, tendo como objetivo principal investigar eventos presença de contaminação de evento transgênico *Bt* e propor estratégias para cenários de contaminação, bem como a conservação das variedades crioulas. A metodologia adotada contempla entrevistas com dez agricultores rurais para caracterização socioeconômica, para a seleção das variedades crioulas cultivadas e teste de detecção da proteína Cry1Ab por meio do kit diagnóstico QuickStix (Enviroligix). Como parte do estudo, também foi realizado um workshop apresentando estratégias de enfrentamento em caso de contaminação. Os resultados mostraram que a maioria dos agricultores é de homens idosos, com mais de 70 anos de experiência na região, embora a distribuição etária se mostrasse variada, possuindo pequenas propriedades (entre 5 e 10 hectares). O solo pedregoso e o estilo de manejo de propriedade familiar reforçam a necessidade de variedades adaptadas às condições locais. Foram dez variedades crioulas testadas, sendo que as mesmas foram obtidas em maior parte por trocas entre vizinhos e ações de entidades públicas. As variedades foram caracterizadas por ciclos de cultivo tardios e prolificidade variável, utilizadas para produção de farinha, alimentação animal e consumo doméstico. Em termos de contaminação genética, apenas a variedade Paulistinha indicou a presença da proteína Cry1Ab, evidenciando a vulnerabilidade dos métodos de isolamento, espacial e temporal. Estratégias adotadas pelos agricultores para mitigar o problema, como isolamento temporal (intervalos de 20 a 40 dias entre plantios) e isolamento espacial (distâncias acima de 400 metros), podem não ser medidas totalmente eficazes para a proteção. A partir das informações obtidas, dispõe-se a compreensão da dinâmica envolvendo as práticas, ressaltando dessa maneira a necessidade de políticas públicas que garantam a preservação das variedades crioulas e de formulações de estratégias de enfrentamento e conscientização.

Palavras-chave: milho crioulo, transgênicos, fluxo gênico, agricultores familiares, conservação da agrobiodiversidade.

RESÚMEN

Existen normas de bioseguridad para la subsistencia, la Instrucción Normativa nº 4 define la distancia necesaria para el aislamiento de cultivos transgénicos genéticamente modificados a fin de evitar la contaminación genética. Este factor amenaza la agrobiodiversidad especialmente en los microcentros de diversidad, donde la conservación es esencial. La contaminación genética por maíz *Bt* es una preocupación debido a su dispersión de polen. El presente estudio se realizó en el municipio de Anchieta – Santa Catarina, microcentro de diversidad de la especie de maíz *Zea mays* L., con el objetivo principal de investigar eventos de contaminación por un evento transgénico *Bt* y proponer estrategias para escenarios de contaminación, así como la conservación de variedades criollas. La metodología adoptada incluye entrevistas a diez agricultores rurales para la caracterización socioeconómica, para la selección de variedades criollas cultivadas y prueba de detección de la proteína Cry1Ab utilizando el kit de diagnóstico QuickStix (Envirologix). Como parte del estudio también se realizó un taller donde se presentaron estrategias de afrontamiento en caso de contaminación. Los resultados mostraron que la mayoría de los agricultores son hombres de edad avanzada, con más de 70 años de experiencia en la región, aunque la distribución por edad fue variada, siendo propietarios de propiedades pequeñas (entre 5 y 10 hectáreas). El suelo pedregoso y el estilo de gestión agrícola familiar refuerzan la necesidad de variedades adaptadas a las condiciones locales. Se probaron diez variedades criollas, obtenidas en su mayoría mediante intercambios entre vecinos y acciones de entidades públicas. Las variedades se caracterizaron por ciclos de cultivo tardíos y prolificidad variable, utilizándose para producción de harina, alimentación animal y consumo doméstico. En términos de contaminación genética, sólo la variedad Paulistinha indicó la presencia de la proteína Cry1Ab, destacando la vulnerabilidad de los métodos de aislamiento, tanto espacial como temporal. Las estrategias adoptadas por los agricultores para mitigar el problema, como el aislamiento temporal (intervalos de 20 a 40 días entre plantaciones) y el aislamiento espacial (distancias superiores a 400 metros), pueden no ser medidas totalmente efectivas de protección. A partir de la información obtenida, se dispone de una comprensión de la dinámica que involucra las prácticas, evidenciándose la necesidad de políticas públicas que garanticen la preservación de las variedades criollas y la formulación de estrategias para enfrentarlas y sensibilizarlas.

Palabras clave: Microcentro de diversidad; maíz criollo; Anchieta; Organismo Genéticamente Modificado; Bioseguridad.

ABSTRACT

There are biosafety standards for subsistence, Normative Instruction nº 4 defines the distance required for the isolation of genetically modified GM crops in order to avoid genetic contamination. This factor threatens agrobiodiversity, especially in microcenters of diversity, where preservation is essential. Genetic contamination by *Bt* corn is a concern due to its pollen dispersion. This study was carried out in the municipality of Anchieta - Santa Catarina, a microcenter of diversity of the corn species *Zea mays* L., with the main objective of investigating the presence of contamination by a transgenic *Bt* event and proposing strategies for contamination scenarios, as well as the conservation of landraces. The methodology adopted includes interviews with ten rural farmers for socioeconomic characterization, for the selection of cultivated landraces and detection test for the Cry1Ab protein using the QuickStix diagnostic kit (Enviroligix). As part of the study, a workshop was also held presenting strategies for coping in case of contamination. The results showed that most farmers are elderly men with over 70 years of experience in the region, although the age distribution was varied, with small properties (between 5 and 10 hectares). The rocky soil and the family-owned management style reinforce the need for varieties adapted to local conditions. Ten landraces were tested, and most of them were obtained through exchanges between neighbors and actions by public entities. The varieties were characterized by late growing cycles and variable prolificacy, used for flour production, animal feed and domestic consumption. In terms of genetic contamination, only the Paulistinha variety indicated the presence of the Cry1Ab protein, evidencing the vulnerability of spatial and temporal isolation methods. Strategies adopted by farmers to mitigate the problem, such as temporal isolation (intervals of 20 to 40 days between plantings) and spatial isolation (distances greater than 400 meters), may not be fully effective measures for protection. Based on the information obtained, an understanding of the dynamics involving the practices is available, thus highlighting the need for public policies that guarantee the preservation of Creole varieties and the formulation of strategies to confront and raise awareness.

Keywords: Microcenter of diversity; landrace; Anchieta; Genetically modified organism; Biosafety.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO GERAL	13
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 DIVERSIDADE GENÉTICA DO MILHO: O CASO DE ANCHIETA SANTA CATARINA. 12	
3.2 BIOSSEGURANÇA NO ÂMBITO INTERNACIONAL	14
3.3. COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA E A LEGISLAÇÃO BIOSSEGURANÇA	16
3.4 MÉTODOS DE DETECÇÃO DE OGMs	17
4 METODOLOGIA	20
4.1 LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	20
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
4.4 INVESTIGAÇÃO DAS TÉCNICAS DE MANEJO DAS VARIEDADES DE MILHO TESTADOS	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DOS AGRICULTORES E ASPECTOS DA PROPRIEDADE	24
5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIEDADES CRIOULAS E VALORES DE USO	26
5.3 MANEJO DAS VARIEDADES CRIOULAS E INFORMAÇÕES SOBRE O ISOLAMENTO DE CULTIVOS PRÓXIMO DE VARIEDADES GM	30
5.3.1 DETECÇÃO DE Cry1Ab NA VARIEDADE PAULISTINHA: HISTÓRICO E AÇÕES DO AGRICULTOR	33
5.4 ESTRATÉGIAS DE ENFRENTAMENTO CONDUZIDO COM OS AGRICULTORES	33
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

Anchieta, município de Santa Catarina, caracterizada como microcentro de diversidade de *Zea mays*, que abriga ampla diversidade fenotípica do milho, abrangendo populações de variedades crioulas/tradicionais cultivadas, ligados aos aspectos socioculturais locais, encontram-se em risco devido a coexistência com milhos geneticamente modificados. Segundo Costa *et al* (2017), em sua pesquisa “Diversidade de milho no sul do Brasil: indício de um microcentro de *Zea mays* L.”, na cidade de Anchieta e Guaraciaba, identificou-se 1513 variedades, sendo 1078 variedade de milho-pipoca, 337 milhos comuns, 61 doces e 37 farináceos, também coletou informações sobre a existência 1.226 cultivos de milho GM. Desconhece-se o atual cenário de cumprimento das normas impostas pela Instrução nº 4 no município de Anchieta, bem como se o fluxo gênico. Como medida de proteção, não se sabe se as recomendações sobre o fluxo gênico entre as variedades GM e as tradicionais estão sendo monitoradas nas propriedades, o que pode ocasionar a contaminação das variedades e, portanto, a perda da viabilidade genética.

Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) são organismos que, por meio de engenharia genética, sofreram modificações em seu material genético (DNA/RNA) e adquiriram uma característica específica e de interesse (BERNARDO *et al.*, 2024). No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), instância norteadora das normativas referente aos processos envolvendo os OGMs, discorre sobre toda a elaboração, envolvendo o cultivo até o processo de comercialização dos organismos e produtos que apresentam uso dessa tecnologia. Sua finalidade é proteger a saúde humana, os animais, as plantas bem como o meio ambiente contra riscos potenciais associados diretamente ou indiretamente ao uso dos OGM's (BRASIL, 1991).

Para a deliberação de um evento transgênico no País, a CTNBio age com base em dois princípios: análise de risco avaliando os impactos no meio ambiente, isto é, biossegurança ambiental e a análise de risco que investiga ameaças para a saúde humana, ou seja, biossegurança alimentar (BERNARDO *et al.*, 2024). No que tange a Biossegurança Ambiental, para impedir a disseminação de fatores de risco ambientais, medidas para a biossegurança foram formuladas

para avaliação e gerenciamento de risco de fluxo gênico, que pode ser definido como a transferência de material genético, via cruzamento, de diferentes organismos, normalmente estimulada pelo vento e principalmente pela proximidade físicas. No caso do milho (*Zea mays L.*), a dispersão do pólen acontece, sobretudo, pela proximidade, o que acede um alerta espécie em relação ao fluxo gênico entre as variedades convencionais e as variedades geneticamente modificadas.

A coexistência entre esses sistemas de produção de milho geneticamente modificado (GM) e não GM foi estipulada pela Normativa nº 4, de 2007 (BRASIL, 2007), que delimita a distância necessária para evitar contaminação entre os sistemas de produção. A título de informação para a espécie em questão, a Instrução Normativa citada estabelece que o isolamento do cultivo GM deve respeitar a margem igual ou superior a 100 metros e bordadura de 10 fileiras de plantas.

De fato, para uma espécie alógama, o fluxo gênico é uma grande preocupação quando se trata do uso de OGMs na proximidade de propriedades que cultivam variedades tradicionais. Nesse ponto, deve-se considerar aquilo preconizado pelo Princípio da Precaução (BRASIL, 2006), instrumento da Convenção da Diversidade Biológica (CBD), que diz: “Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental” e seu complemento prorrogado pelo Protocolo de Cartagena (BRASIL, 2006), que medidas preventivas a situações de alusão a eventuais transtornos dos OGMs devem ser adotadas (BERNARDO et al., 2024) e, assim, implementadas. Nesse sentido, não se sabe por completo dos efeitos nas variedades tradicionais de milho quando contaminadas por variedades GM. De forma incipiente, sabe-se que elas perdem sua diversidade genética bem como são descaracterizadas enquanto variedades crioulas (YADAV, 2018).

As variedades crioulas de milho são caracterizadas pela adaptabilidade das condições locais e aspectos socioculturais específicos, ao que oferecem a possibilidade de genes para programas de melhoramento genético (JÚNIOR, 2021). Sabe-se que em diversos locais no Brasil que a coexistência das variedades tradicionais com as não convencionais, isto é, transgênicas, não respeitam as normas estabelecidas, sequer há fiscalização, as quais encontram-se expostas a distâncias inferiores àquelas que propõe a Instrução Normativa. Essa

proximidade de cultivo favorece a contaminação dessas variedades (ABREU et al., 2022).

A Universidade, enquanto Instituição pública de ensino, pesquisa e extensão, encontra nessas ocasiões e contexto a oportunidade de atuação de forma indissociável as suas dimensões, quando realiza ações que congregam aplicação de conhecimentos técnica, dado pesquisa, capacitação de agricultores e trocas de saberes no que diz respeito a coexistência entre variedades GM e não GM. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo promover uma oficina acerca de fluxo gênico e expansão de transgênicos de milho no Brasil, bem como a analisar a contaminação por milho *Bt*, principal evento transgênico cultivado na região, nas variedades crioulas presente no microcentro de diversidade do município de Anchieta, bem como propor estratégias de enfrentamento de possíveis resultados de contaminações.

2 OBJETIVO GERAL

Promover a conscientização e o debate sobre a contaminação de variedades crioulas por milho transgênico Bt em Anchieta, SC, por meio de uma oficina, análise da contaminação e proposição de estratégias de mitigação.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICOS

Promover uma Oficina acerca de fluxo gênico e expansão de transgênicos de milho no Brasil com agricultores familiares no município de Anchieta, Santa Catarina;

Analisar a contaminação por milho transgênico *Bt* em variedades crioulas presente no microcentro de diversidade do município de Anchieta; e

Propor estratégias de enfrentamento em casos de contaminações.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DIVERSIDADE GENÉTICA DO MILHO: O CASO DE ANCHIETA SANTA CATARINA.

Anchieta, município localizado no extremo oeste de Santa Catarina, é um exemplo de microcentro de diversidade da espécie, contendo centenas de variedades crioulas. Variedades crioulas são aquelas que por meio de ações dos agricultores foram adaptadas e selecionadas preservando propriedades, nas quais exibem vasta heterogeneidade, com múltiplas características fenotípicas de interesse para o melhoramento genético (COSTA, 2020). O conceito de microcentro de diversidade se refere a um reduzido espaço com concentração abundante e riqueza de variabilidade genética. São encontrados nele, variedades crioulas, parentes silvestres e outros tipos de germoplasmas, que fazem parte da vivência histórico-cultural da comunidade inserida. O milho em Anchieta, em vista disso, possui importância econômica e cultural, e é resultado de práticas agroecológicas construídas no decorrer de gerações, saberes envolvendo conhecimentos e práticas que proporcionam subsistência local. São os agricultores locais, que mantêm e difundem conhecimentos herdados de gerações anteriores, desempenhando um papel crucial na preservação dessas variedades.

Costa *et al.* (2017) relatam que, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, o último município vizinho ao primeiro, foram identificadas e mapeadas 1.513 variedades locais de milho, sendo 1.078 de milho-pipoca, 337 de milho comum, 61 de milho doce e 37 de milho farináceo, bem como a presença de *Zea luxurians*, parente silvestre da espécie. Na Figura 1 encontra-se plotada a distribuição da diversidade de variedades de milho em relação a coloração de grãos (branco, amarelo, roxo, rosado, entremeado, preto e multicolorido). Toda essa diversidade encontra-se propensa ao fluxo gênico por meio da contaminação de OGM, sobretudo o milho *Bt*, principal variedade transgênica cultivada no local.

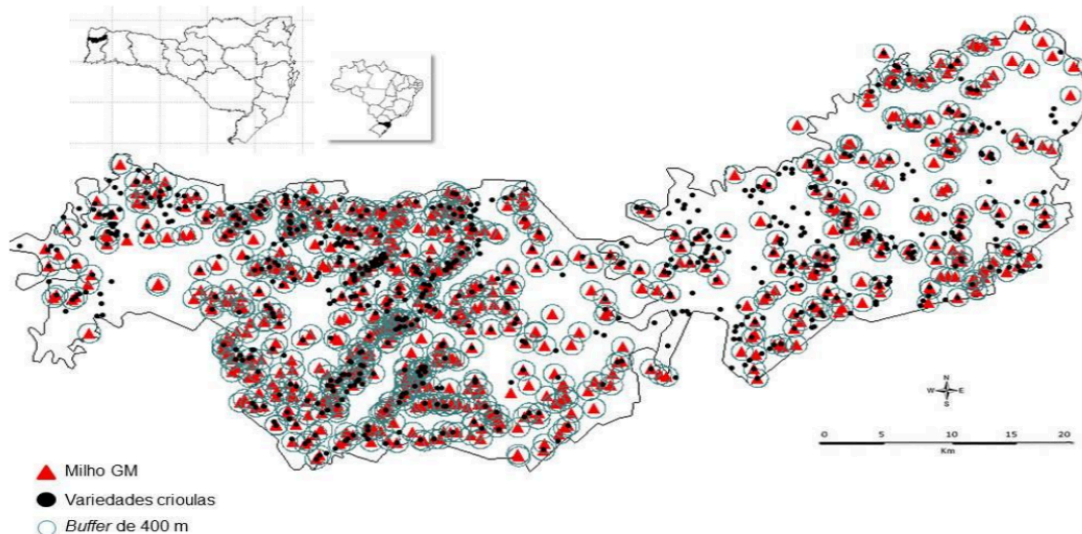
Figura 1 - Distribuição das variedades crioulas de milho de Anchieta e de Guaraciaba em relação a coloração de grãos.



Fonte: COSTA, Flaviane Malaquias, et.ad ; 2017.

No intuito de avaliar a realidade no que diz respeito ao fluxo gênico em milhos GM e convencionais da região, Costa et al. (2017) mensurou as distâncias entre 374 lavouras de milho GM do município de Anchieta e Guaraciaba. Os autores encontraram que, para a classe de distância de 0-100 m, havia 174 (46,52%) de cultivos de milhos tradicionais ao lado de transgênicos, em 101-200 m foram contabilizados 27 cultivos (7,22%), enquanto na distância de 201-300m 33 (8,82%), na faixa de 301-400 m aconteceram 40 eventos (10,70%). Acima das recomendações da Normativa foi detectada a porcentagem de 6,68% na faixa de 401-500 m equivalente a 25 cultivos e 18,45% para a distância maior de 500 m correspondente a 69 cultivos. Além dos 6 cultivos (1,60%) que ficaram sem identificação. A Figura 2 ilustra o risco que variedades crioulas correm em relação ao fluxo gênico, reforçando a preocupação sobre a contaminação. Pode-se perceber a sobreposição entre o cultivo de variedades crioulas e variedade GM em distâncias menores de 400 m, tal qual preconiza a Normativa n°4 da CTNBio (BRASIL, 2007).

Figura 2 - Detecção de transgênicos no município de Anchieta e de Guaraciaba.



Fonte: COSTA, Flaviane Malaquias, et.ad ; 2017.

A ausência de fiscalização e o descumprimento das medidas regulatórias, são facilitadores para a dispersão do fluxo gênico entre cultivos transgênicos e tradicionais, promovendo carência no cumprimento dos direitos dos agricultores, isto é, a autonomia de decidir o que deseja cultivar. Tal condição permite a propagação descontrolada do pólen de milho GM, cuja dispersão ocorre predominantemente pelo vento (anemofilia), colocando em risco a inexistência de OGM em ambientes agroecológicos e de 1% permitida em sistema convencional de cultivo.

Em relação a viabilidade do pólen de milho, sabe-se que ele pode ter viabilidade de 24 horas a vários dias (DEVOS, 2005). Há relatos que indicam 2% de contaminação acontece a 60 metros de distância, taxa de 1,1% de contaminação a 200 metros de distância e entre 0,75 e 0,5% de contaminação a 500 m de distância (GALEANO et al., 2010). Ou seja, mesmo nas instruções normativas da CTNBio aplicadas, ainda há risco de contaminação das variedades tradicionais.

3.2 BIOSSEGURANÇA NO ÂMBITO INTERNACIONAL

Biossegurança, na visão da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), significa o uso sadio e sustentável de produtos

biotecnológicos e aplicações para a saúde humana, biodiversidade e sustentabilidade ambiental, como suporte ao aumento da segurança alimentar global. Ela envolve normas adequadas de segurança, análise de riscos de produtos biotecnológicos, além de mecanismos e instrumentos de monitoramento e rastreabilidade dos alimentos geneticamente modificados.

Um marco internacional importante no que se refere ao tema Biossegurança, refere-se ao Protocolo de Biossegurança de Cartagena. Assinado por 132 países, esse protocolo entrou em vigor em 2003, sendo um marco normativo internacional estabelecido, abordando questões políticas, socioeconômicas e comerciais que interferem na demanda sistêmica sobre os Organismos Geneticamente Modificados - OGMs (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.d). Visando a proteção da diversidade biológica bem como dos riscos potenciais dos OGMs resultantes da biotecnologia, o protocolo trata do controle transfronteiriço dos OGMs, adotando procedimentos de segurança para seu transporte, transferência, estocagem e uso. Em perspectiva global, o protocolo é um acordo internacional como complemento da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) colaborador da segurança alimentar e proteção da biodiversidade. Contudo, apesar de ser uma referência legislativa internacional para a proteção da diversidade biológica e da saúde humana não garante, por si só, a coexistência harmoniosa entre os sistemas de produção de OGMs e os sistemas convencionais (FERMENT, 2009).

O Princípio da Precaução (PP) é o Princípio 15 da Declaração da Conferência Rio/92 sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, refere-se a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados (NAÇÕES UNIDAS, 1992). O PP possui quatro componentes básicos: I) a incerteza passa a ser considerada na avaliação de risco; ou seja, um problema pode acontecer, isso deve ser considerado II) o ônus da prova cabe ao proponente da atividade; quer dizer que a empresa deve fornecer as informações comprovando que não causa risco III) na avaliação de risco, um número razoável de alternativas ao produto ou processo, devem ser estudadas e comparadas; isto é, uma amostra mínima deve ser avaliada para se ter segurança IV) para ser precaucionária, a decisão deve ser democrática, transparente e ter a participação dos interessados no produto ou processo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.d.).

Para atender ao Princípio 15 da CDB, bem como ao Protocolo de

Cartagena, no Brasil criou-se a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

3.3. COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA E A LEGISLAÇÃO BIOSSEGURANÇA

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), instituída através da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, tem como finalidade regulamentar políticas nacionais de biossegurança relativa a Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e estabelecer normas técnicas de segurança que compreendem atividades de pesquisa e de uso comercial (BRASIL, 1991). Compete à CTNBio propor a Política Nacional de Biossegurança; acompanhar o desenvolvimento e progresso técnico e científico na Biossegurança e áreas afins, objetivando a segurança dos consumidores e da população geral, com permanente cuidado à proteção do ambiente. Ela é composta de membros titulares e suplentes, designados pelo Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, ainda é constituída por 27 cidadãos brasileiros de reconhecida competência técnica, de notória atuação e saber científico, com grau acadêmico de doutor.

O fluxo gênico é uma grande preocupação quando se trata do uso de OGMs e seu impacto no meio ambiente. Independentemente dele causar ou não uma vantagem seletiva para as espécies silvestres, pesquisas têm sido realizadas no sentido de desenvolver mecanismos para impedir ou minimizar esse risco de contaminação por GMs. Restrição geográfica dos cultivos transgênicos e o manejo quer seja temporal e/ou espacial para coexistência entre cultivos transgênicos e não transgênicos são ações necessárias. Para além da contaminação das variedades tradicionais, a distância tem como proposta resguardar alimentos orgânicos de produtos transgênicos, delimitando o risco de contaminação (Pinheiro, 2021).

A Lei nº 11.460, de 21 de março de 2007 (BRASIL, 2007), estabelece que a distância mínima de plantio de OGMs será estabelecida caso a caso e está proibido o plantio de qualquer OGM em áreas indígenas e unidades de conservação. A título de exemplo, para soja, uma espécie autógama, estabelece-se que o cultivo de soja transgênica deverá estar isolado, no mínimo, 10 metros de outros plantios de soja, devendo utilizar dentro destes 10 metros, no mínimo, 5 metros de bordadura cultivada com variedade de soja autorizada para plantio comercial, garantindo assim, a pureza das sementes.

Em relação a distância mínima de plantio de cultivares de milho GMs para as convencionais, segundo a Normativa nº 4 (BRASIL, 2007), campos vizinhos com cultura modificada devem ter uma margem igual ou superior a 100 metros, ou pelo menos 20 metros, desde que seja implementada uma bordadura de 10 fileiras de plantas de milho convencional. A medida de 400 metros, proposta na Revisão da Resolução, teve o intuito de chegar a uma probabilidade quase nula de contaminação genética. Ficando a cargo dos agricultores optar pelo isolamento espacial, com 400 metros e 10 plantas na bordadura, ou pelo isolamento temporal, esperando o período mínimo de 40 dias entre as datas de florescimento de outros plantios de milho, com bordadura de 20 (vinte) linhas de milho (FERMENT, 2009).

No Brasil, em 2019, o milho modificado geneticamente representa quase 88% da área plantada (SOARES, 2023). Nesse sentido, o milho *Bt*, evento transgênico aprovado pela CNTBio, refere-se a um organismo que teve seu material genético modificado pela introdução de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que é o mais utilizado no País. Tal sequência de DNA quando transcrita produz a proteína Cry, em forma de cristais, que é tóxica para insetos, como lepidópteros, dípteros e coleópteros. Entre as proteínas Cry são tóxicas para seus insetos alvos, a proteína Cry1Ab é uma das proteínas produzidas pelo milho *Bt* destina-se a Lepidoptera, como a lagarta do lagarta-do-cartucho uma das principais pragas do milho. No entanto, a falta de fiscalização, desconhecimento de técnicas para minimizar a possibilidade de contaminação e de leis ambientais focadas especialmente na conservação de recursos genéticos vegetais, como apontada por Costa (2017), acabam por influenciar na erosão genética e cultural das variedades tradicionais.

3.4 MÉTODOS DE DETECÇÃO DE OGMs

A identificação de organismos geneticamente modificados (OGM) é fundamental para assegurar o direito do consumidor, de conhecer a procedência de produtos alimentares, conforme respaldado no Artigo 40 da Lei de Biossegurança. Produtos derivados de OGMs, que possuem características que não podem ser diferenciadas visualmente, necessitando de investigação com testes para detectar presença de segmentos de DNA exógenos, isto é, aqueles que são integrados ao organismo. Técnicas de detecção molecular, geralmente, são a única maneira de

diferenciar um produto geneticamente modificado (GM) de um não GM (SILVA, 2021).

Os principais métodos para a detecção incluem testes laboratoriais, Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), Ensaio de Imunoabsorção Enzimática Ligado à Enzima (ELISA) e teste rápido de tira imunocromatográfica. A PCR consiste em uma técnica *in vitro* que amplia DNA ou RNA, fazendo cópias de regiões específicas em que se pretende estudar, baseia-se em três etapas (1) desnaturação, separando as fitas de DNA, (2) hibridização dos *primers*, isto é, a ligação dos *primers* às fitas de DNA e (3) síntese do DNA com DNA-polimerase e nucleotídeos. Por deter sensibilidade e especificidade, este método identifica a presença de OGMs em pequenas quantidades nas amostras, o que a torna ideal para analisar alimentos e sementes (OLIVEIRA, 2013). No entanto, dentre as limitações ao seu uso se destaca a não quantificação da expressão da proteína. Assim, resultados positivos não identificam a sua quantidade exata, modificações em sequências similares podem ser identificadas, resultando em falso-positivos que não correspondem ao evento transgênico em questão.

O teste de ELISA, por sua vez, é um método de interação antígeno-anticorpo que é feito quantificando a porcentagem transgênica, refletindo a presença e a concentração de proteínas específicas de OGMs. Entre as vantagens de sua utilização se encontram alta sensibilidade e especificidade, análises quantitativa e qualitativa, entretanto, como principal problema se tem a reatividade cruzada e a sensibilidade dos anticorpos com a luz e temperatura (PAULINO, 2021). Outro aspecto que influencia na detecção, é a expressão da proteína-alvo a qual pode ser influenciada por variações ambientais, variedade e estágio do desenvolvimento da planta (SILVA, 2021).

O Teste de Tiras Imunocromatográficas é utilizado, devido à sua rapidez de 5 a 10 minutos, ao baixo custo e à facilidade de uso, permitindo a utilização em campo. A detecção ocorre por meio da identificação da expressão ou não da proteína produzida pelo gene introduzido (SILVA, 2021). Por ser de carácter qualitativo, o teste indica a presença e ausência das proteínas, porém, falsos positivos podem ocorrer devido a presenças de proteínas com estrutura similar à proteína alvo. Além disso, a expressão da proteína pode ser diferente, em diferentes estágios da planta e tecidos e fatores, como o tipo de variedade e condições ambientais, também podem interferir nos resultados (BERNARDO et al., 2024).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Cidade de Anchieta, localizada ao extremo oeste do estado de Santa Catarina, microrregião de São Miguel do Oeste. Local de Zona de Mata Atlântica, ocupa uma área geográfica de 232,348 km² (IBGE, 2022). A pesquisa foi desenvolvida no período compreendido entre 09 e 10 de novembro de 2024, envolvendo agricultores locais do município e a Cooperativa de Anchieta (COOPER ANCHIETA).

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio da Cooperativa de Anchieta COOPER ANCHIETA, agricultores guardiões das sementes crioulas residentes no município foram convidados a participar da palestra “Milho (*Zea Mays* L.): Fluxo gênico e a Expansão dos Transgênicos no Brasil”, ministrada pelos Professores Samuel Henrique Kamphorst e Rafaella Costa Bonugli Santos, bem como, pelos estudantes de Biotecnologia, Camila Vaz de Oliveira, Julia Benini dos Santos Cardoso e Matheus Henrique Martins de Moraes, todos da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). A palestra abordou conceitos sobre a Legislação dos transgênicos no Brasil, os impactos na biodiversidade, em ecossistemas e na economia, a relação entre a regulamentação, o uso de transgênicos e os esforços para o controle da contaminação no Brasil, tal como as técnicas de detecção PCR, Elisa e Testes de tira. Na ocasião, participaram um total de 10 agricultores, mantenedores de sementes crioulas, na qual puderam realizar o teste de detecção de OGM, por meio de tiras, Kit de diagnóstico imunológicos da marca “Envirologix – QuickStix-Conj. Após o teste pôde-se discutir os resultados da detecção com os agricultores participantes.

4.3 TESTE DE DETECÇÃO DE OGM POR MEIO DE KIT DIAGNÓSTICO

O Kit de diagnóstico imunológicos da marca Envirologix, QuickStix-Conj, foi utilizado para detecção de OGM do tipo *Bt*. O Kit detecta a proteína Cry 1 Ab em folhas e

sementes de milho. De maneira geral, cerca de 10 g de grãos das variedades crioulas trazidos pelos agricultores foram triturados utilizando um *Mixer*. A cada repetição do teste o equipamento foi lavado, evitando a contaminação cruzada entre as amostras. As amostras maceradas de milho foram identificadas e transferidas para um tubo *ependorf*, no qual com auxílio de pipeta, um 1 mL de tampão QuickStix-Conj foi adicionado. O tubo contendo grão e o tampão foi agitado durante, aproximadamente, de 20 a 30 segundos. Após, adicionou-se a fita ao tubo para obter os resultados da análise. A amostra líquida derivada da mistura foi absorvida pela tira, a qual apresentou uma linha de Controle, mostrando o funcionamento correto do teste, e outra linha, quando resultou na presença da contaminação. Os resultados foram interpretados depois de 5 minutos de teste.

4.4 INVESTIGAÇÃO DAS TÉCNICAS DE MANEJO DAS VARIEDADES DE MILHO TESTADOS

Um questionário foi aplicado, investigando informações sobre o cultivo das variedades crioulas de milho, suas características, as práticas de manejo, e a relação dos agricultores com o uso e conservação dessas variedades.

Ele foi dividido em três seções: na seção 1, os dados foram referentes à identificação dos entrevistados e da propriedade. Coletou-se o nome completo do entrevistado, idade (20-30 anos, 30-40 anos, 40-50 anos, 50-60 anos, 60-70 anos, mais de 70 anos ou outro), sexo (feminino, masculino), o nível de formação efetuado (ensino fundamental incompleto, ensino fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, ensino superior incompleto, ensino superior completo). Ademais, questionou-se o tempo em que vive na região (0-10 anos, 10-20 anos, 20-30 anos, mais de 30 anos), a comunidade em que reside, a área da propriedade (0-5 hectares, entre 5 e 10 hectares, entre 10 e 15 hectares, entre 15 e 20 hectares, mais de 20 hectares), tipo de solo (argiloso, textura média, arenoso, pedregoso ou outro) e relevo (plano, levemente acidentado, fortemente acidentado). Complementando esta seção, foi questionado sobre a fonte de renda (leite, grãos, suinocultura, bovinocultura de corte, avicultura, aposentadoria, fruteiras ou outro) e a participação de alguma organização ou grupo, com opções de justificar a resposta em caso positivo.

A Seção 2, referiu-se a identificação e características das variedades crioulas

de milho. Questionou-se o tipo da variedade (comum, doce, pipoca, teosinto), o nome da variedade crioula, a origem da variedade (herdada, parente, vizinho, feira de sementes, doação de algum órgão público, agropecuária, sindicato, kit diversidade ou não lembra). Também questionou sobre o tempo em que a variedade crioula está na propriedade e na família (0-5 anos, entre 5 e 10 anos, entre 10 e 15 anos, mais de 15 anos). A cor que o grão possui (branco, amarelo claro, amarelo alaranjado, roxo, preto ou azul, rajado, misturado, vermelho ou outro), o tipo do grão (dentado, duro, enrugado, pontudo ou outro), altura da planta (alta, média, baixa), ciclo (precoce, intermediário, tardio), prolificidade (uma espiga, duas espigas, mais de duas espigas) e se há acamamento (todos os anos, a maioria dos anos, às vezes, nunca) também foram questões abordadas. Perguntou-se sobre as características mais apreciadas na variedade crioula ou razões de uso, com opções como produtividade de grãos, bom rendimento de silagem, resistência a doenças, resistência a pragas, resistência à seca, sabor, boa farinha, menor custo de produção, conservação, vínculo familiar, menor uso de agrotóxicos, menor uso de fertilizantes, milho verde, precocidade, menos casca no grão (pipoca), maior rendimento na pipoca, alimentação animal ou outro. Outros dados como o uso para venda, opções de grão, cabelinho, milho verde, canjica, farinha, produtos como bolachas e bolos, artesanato, sementes ou outro, foram analisados. Perguntou-se sobre a área plantada (0-1 hectare, 1-5 hectares, mais de 5 hectares), a quantidade produzida (20 sacos, 40 sacos, 60 sacos, 80 sacos, mais de 80 sacos ou outro) e quem cuida da semente (pai, mãe, avô, avó, filho, filha, agregado, família toda ou outro).

Na Seção 3, os agricultores foram questionados sobre o manejo e isolamento em relação às variedades OGMs. Questionaram-se os agricultores sobre o tipo de cultivo (solteiro, consorciado ou outro), preparo do solo (tração animal, mecânica ou manual), semeadura (matraca, plantadeira de tração animal, mecânica ou manual), espaçamento entre plantas e entre fileiras, adubação (orgânica, química, ambas ou nenhuma). Também, foi explorado o controle de pragas, de doenças e inços (manual, químico, mecânico, ambas ou nenhum), a forma da colheita (manual ou mecânica) como as formas de armazenamento das sementes (espigas penduradas no paiol, espigas agrupadas no chão do paiol, em grãos ou garrafas PET). Perguntou-se também sobre práticas de isolamento para produção de sementes crioulas, com opções de isolamento temporal, espacial ou ambos. Por último, nessa seção, averiguou-se o isolamento em relação às variedades

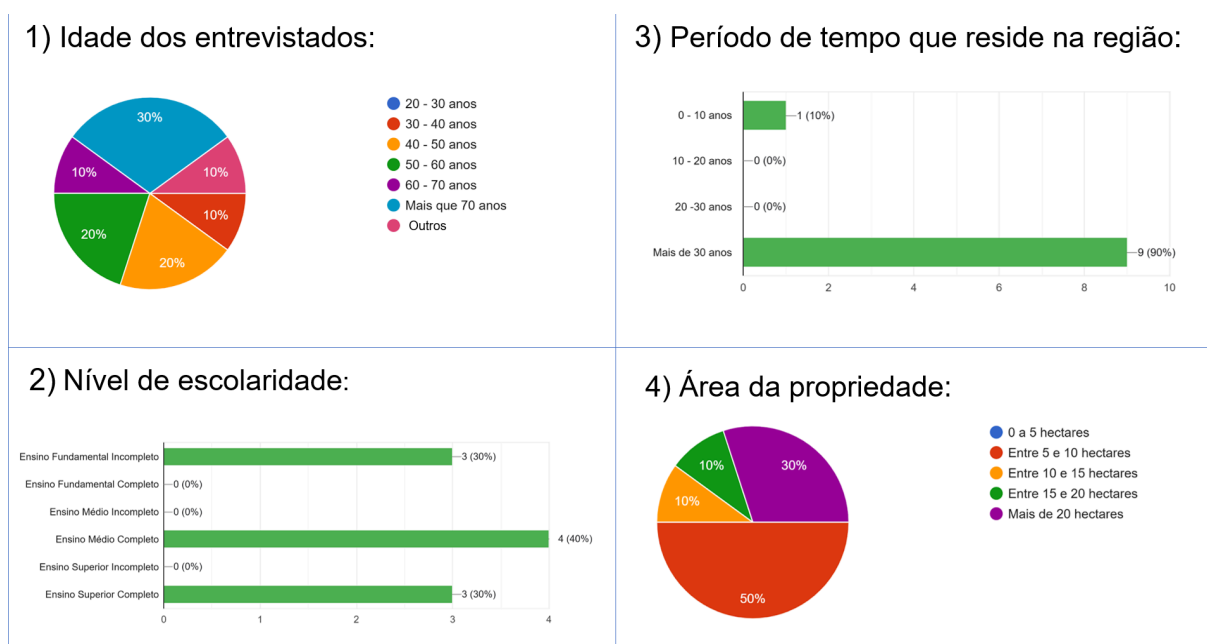
OGMs, o tipo de isolamento realizado (temporal, espacial ou ambos), o intervalo entre o plantio de variedades crioulas e outros milhos (0-10 dias, 10-20 dias, 20-30 dias, 30-40 dias, mais de 40 dias ou outro), a distância de isolamento espacial (0-100 metros, 100-200 metros, 200-300 metros ou mais de 400 metros), se planta organismos geneticamente modificados (OGMs) na propriedade e se reconhece o tipo de milho plantado pelos vizinhos, além de questionar se os vizinhos informam o tipo de milho que pretendem cultivar. Ao final, registrou-se o resultado do teste de detecção, com opções de resposta positivo ou negativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DOS AGRICULTORES E ASPECTOS DA PROPRIEDADE

Houve apenas entrevistados do sexo masculino (10/10). A maioria dos entrevistados possui idade maior que 70 anos, representando 30% (3/10) (Figura 3 – 1). Em relação à formação educacional, 40% dos participantes possuem Ensino Médio Completo, 40% (4/10), seguido por Ensino Fundamental Incompleto, 30% (3/10), e Ensino Superior Completo, 30% (3/10) (Figura 3 – 2). Observa-se que, com base nas informações, majoritariamente os mantenedores possuem idade avançada, contudo a distribuição etária é variada, aspecto esse importante no que diz respeito ao acúmulo de conhecimento tradicionais de cultivo. Todavia, preocupante na perspectiva da conservação das variedades tradicionais. A formação educacional de menor grau pode ser um desafio em relação a mudanças em práticas agrícolas inovadoras. Neste cenário, conhecimentos tradicionais bem como conhecimentos científicos apresentam perspectivas distintas, de acordo com Parente (2018) o equilíbrio entre as vertentes é um dos principais desafios para a produção de alimentos e para a conservação ambiental.

Figura 3 - Perfil dos entrevistados: (1) Idade, (2) Nível de Escolaridade, (3) Tempo de residência na região e (4) Área da propriedade.

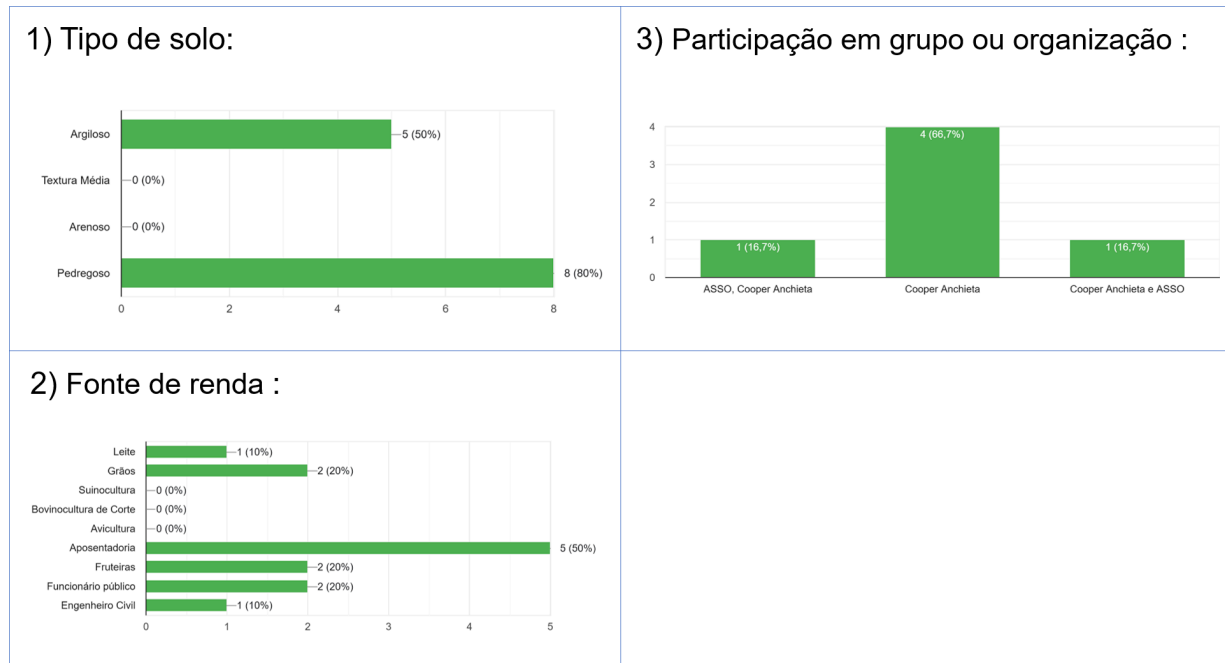


O período em que os agricultores residiam na região foi maior de 30 anos 90% (9/10), enquanto 10% (1/10) residiu no período de 0 a 10 anos (Figura 3 – 3). Em perspectiva, a longa permanência nas localidades beneficia a preservação características endêmicas da região e a adaptação das variedades crioulas nas formas de cultivo aplicadas pelos agricultores familiares. Na Figura 3 – 4 observa-se que 50% (5/10) das áreas das propriedades detêm espaço entre 5 e 10 hectares, indicando cenário agrícola familiar. Nesta abordagem, Bittencourt (2018) ressalta que a agricultura familiar desempenha importante papel na proteção da biodiversidade e na conservação do patrimônio genético.

O tipo de solo predominante na região foi o pedregoso (80%, 8/10) (Figura 4 – 1). Indicando que, apesar das dificuldades de cultivo provocadas por este fator, é possível evidenciar a capacidade de adaptação das variedades em Anchieta. Demonstrando assim, a importância da biodiversidade local ocasionadas pela adequação das variedades nessas condições particulares. Como meio de fonte de renda, observado na Figura 4 – 2, 50% (5/10) dos entrevistados tinham aposentadoria como principal fonte de renda, como atividade de produção de grãos 20% (2/10), o cultivo de fruteiras 20% (2/10) e trabalhando como funcionário público 20% (2/10). Isto indicou que as atividades de fonte de renda são variadas, todavia, não comprometendo na manutenção das variedades crioulas, visto que esta compõe aspecto cultural.

No que tange a participação dos agricultores em organizações (Figura 4 – 3) 60 % (6/10) dos entrevistados afirmaram fazer parte de algum grupo, sendo esses a Cooper Anchieta Cooper 66,7% (4/6) e a ASSO 16,7% (1/6). Além disso, outros 16,7% (1/6) participam em ambas, Cooper Anchieta e ASSO. Essa observação comprova que os agricultores são articulados em movimentos sociais e que trabalham de forma comunitária.

Figura 4 - Características Socioeconômicas e de Uso da Terra: (1) Tipo de Solo, (2) Fonte de Renda e (3) Participação em Grupo ou Organização.



5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS VARIEDADES CRIOLAS E VALORES DE USO

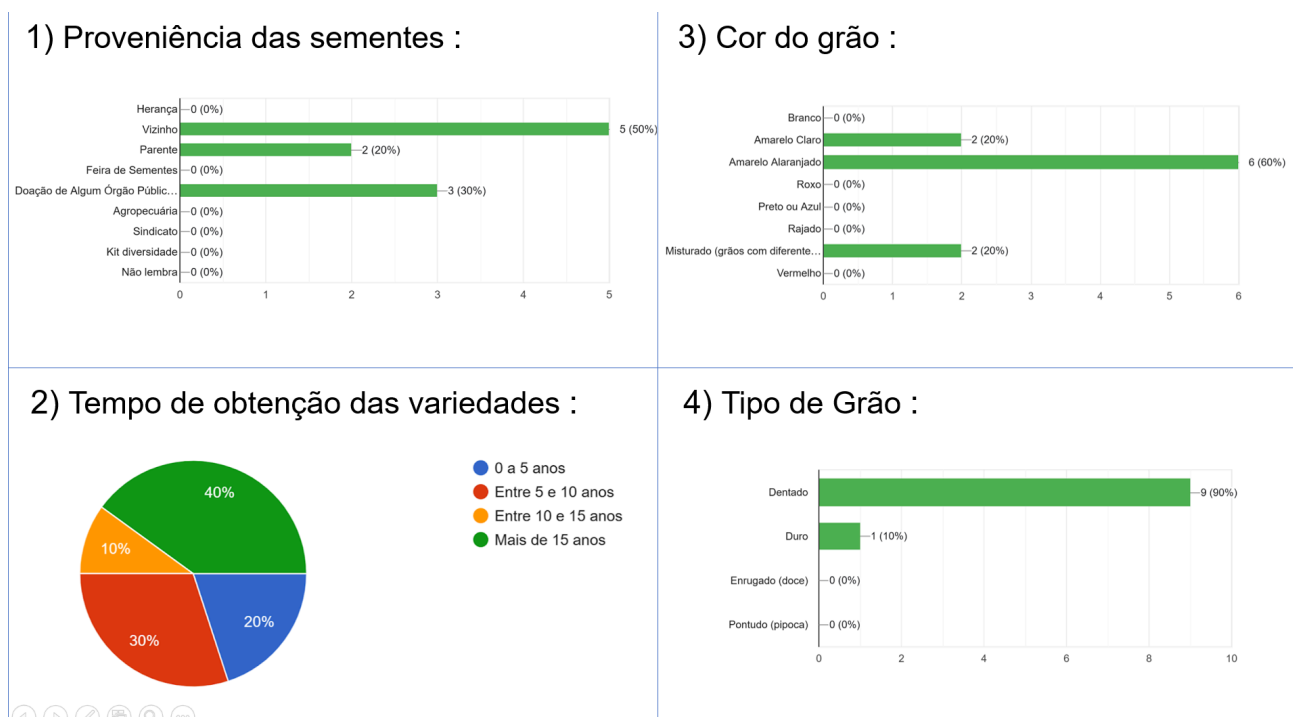
Apenas milho comum, num total de 10 variedades crioulas foram testadas, conforme expressa na Figura 5 . As variedades analisadas são Amarelão (duas com o mesmo nome), Apolo 19, Cateto, Fronteira, MPA1, Paulistinha, Piolin, Pixurum 5 e V5. A título de informação, foram trazidas 19 variedades, contudo, por questões dos agricultores não estavam presentes no dia da oficina. Optou-se por deixar, neste trabalho, somente as variedades onde pode-se agregar dados da entrevista com o dado da contaminação.

Figura 5 - Cestos contemplando as 10 variedades trazidas pelos agricultores de Anchieta para o teste de OGM *Bt*.



De maneira geral, observa-se que, em relação à origem, essas variedades foram provenientes de vizinho 50% (5/10), de doação de um órgão público 30% (3/10) e por meio de parente de 20% (2/10) (Figura 6 – 1). O tempo de cultivo das variedades crioulas foi de 40% (4/10) para mais de 15 anos, 30% (3/10) para cerca 5 e 10 anos, 20% (2/10) para 0 e 5 anos e 10% (1/10) para 10 e 15 anos (Figura 6 – 2). As variedades apresentaram a cor Amarelo Alaranjado, predominantemente, no valor de 60% (6/10), seguido pela cor Amarelo Claro, 20% (2/10) e a Mistura (grão de diferentes cores), representando também 20% (2/10) (Figura 6 – 3). Assim, pode-se constatar que a manutenção do milho crioulo é instigada por importantes fatores, dentre eles se destacam a rede de trocas, em outras palavras pelo compartilhamento de sementes que acontecem por meio de compartilhamento dentro das comunidades e de doações de órgãos públicos (AZEVEDO, 2023). O tipo de grão ficou dividido em Dentado, 90% (9/10), e Duro, 10% (1/10) (Figura 6 – 4). A preferência por estas características está relacionada diretamente ao uso das variedades para a produção de farinha, na qual a qualidade do grão representa um papel fundamental.

Figura 6- Características das Variedades de Milho Crioulo Analisadas: (1) Proveniência das sementes, (2) Tempo de obtenção das variedades, (3) Cor do grão e (4) Tipos de Grão.



A análise das características do vegetal apresenta um papel importante no entendimento da adaptação das variedades no ambiente local e na agricultura familiar. Um desses aspectos é a altura das plantas. Nas variedades estudadas, 60% (6/10) das plantas apresentaram alturas médias (de 2,51 a 3,0m) e 40% (4/10) eram plantas baixas (menor de 2,50m) (Figura 7 – 1). Em relação ao ciclo de cultivo das variedades crioulas testadas, a resposta dos agricultores foi de 50% (5/10) para tardio (mais de 160 dias), 30% (3/10) para intermediário (131-159 dias) e 20% (2/10) para precoce (menos de 130 dias) (Figura 7 – 2). Outra condição é a prolificidade dessas variedades, na maioria dos casos, houve a presença de uma espiga 60% (6/10), enquanto 40% (4/10) apresentaram duas espigas (Figura 7 – 3). Um problema comum em várias culturas é o acamamento, que tem ocorrência 40% (4/10) na maioria dos anos e 40% (4/10) às vezes, conforme mostra a (Figura 7 – 4). De acordo com Azevedo (2018), os eventos de cultivo, a altura das plantas e a prolificidade são pontos que evidenciam a diversidade genética importante para a adaptação, relacionados a fatores de produção e de clima.

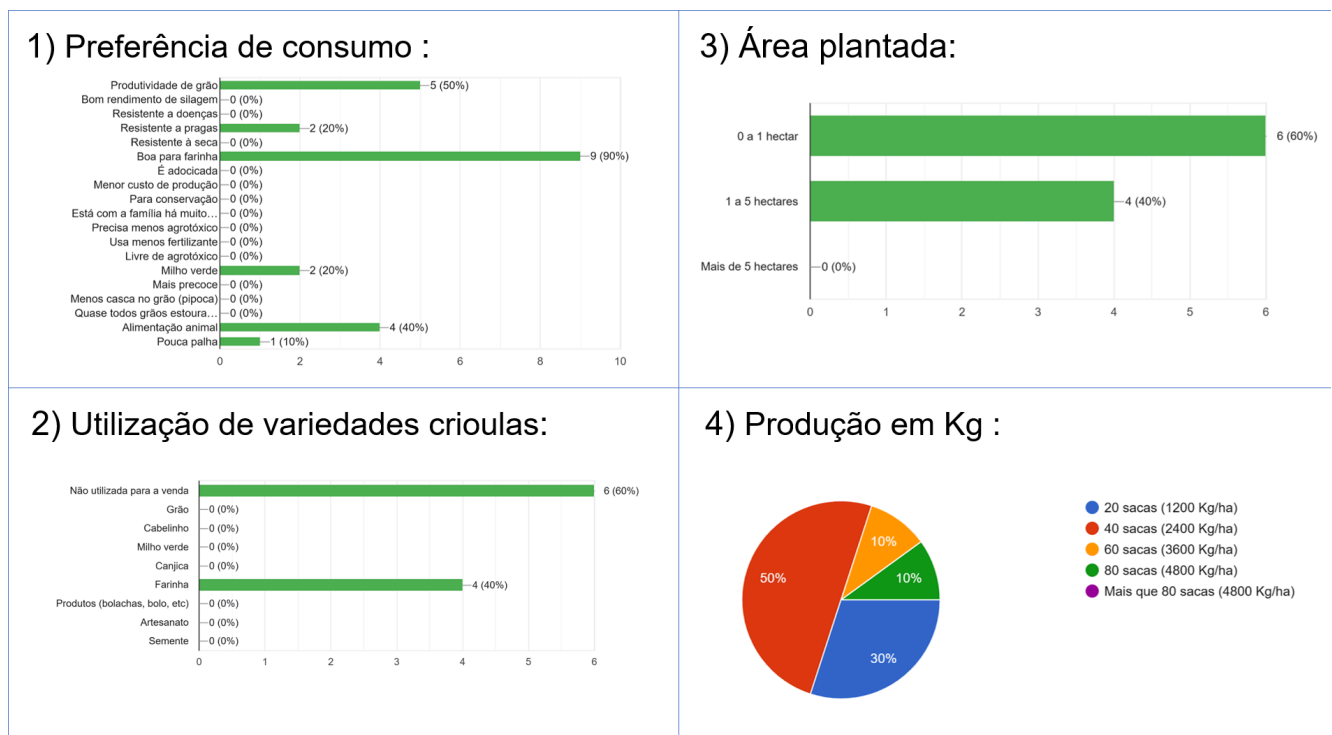
Figura 7 - Características Morfológicas e de Produção do Milho: (1) Altura da Planta, (2) Ciclo de Cultivo, (3) Prolifidade e (4) Acamamento.



Para a utilização de variedades crioulas, a preferência principal de seu uso foi a preparação de farinha de milho com 90% (9/10), seguido pela produção do grão com 50% (5/10) para alimentação animal, 40% (4/10) para o consumo de milho verde de 20% (2/10), além disso, outras características foram mencionadas como a resistência 20% (2/10) a pragas, e pouco palha 10% (1/10) (Figura 8 – 1). Como os entrevistados puderam selecionar mais de uma opção para este tópico, a frequência da resposta não totalizou 100%. Quanto à forma de utilização das variedades testadas, foi diagnosticado que 60% (6/10) da produção não é utilizada para venda, ou seja, são para consumo próprio, e 40% (4/10) é utilizada para fabricar farinha (Figura 8 – 2). No que tange, a área utilizada para plantio foi de 1 hectare para 60% (6/10) das propriedades, e de 1 a 5 hectares em 40% (4/10) (Figura 8 – 3). Majoritariamente, a quantidade produzida foi de 40 sacas (2400 Kg/ha) em 50% (5/10) dos entrevistados, 20 sacas (1200 Kg/ha) para 30% (3/10), 60 sacas (3600 Kg/ha) para 10% (1/10) e 80 sacas (4800 Kg/ha) para 10% (1/10), como demonstrado na Figura 8 – 4. O milho é um alimento com enorme potencial nutricional, tendo aplicações tanto na nutrição animal quanto humana (CNA, 2023), de forma que o uso para consumo próprio demonstra a importância cultural para a região de Anchieta. Por sua

vez, a produção de farinha corresponde a estas conjunturas, destacando a relação entre as práticas de subsistência e identidade cultural.

Figura 8 - Aspectos da Produção e Consumo de Variedades Crioulas: (1) Preferência de Consumo, (2) Utilização das Variedades Crioulas, (3) Área Plantada e (4) Produção em Kg.

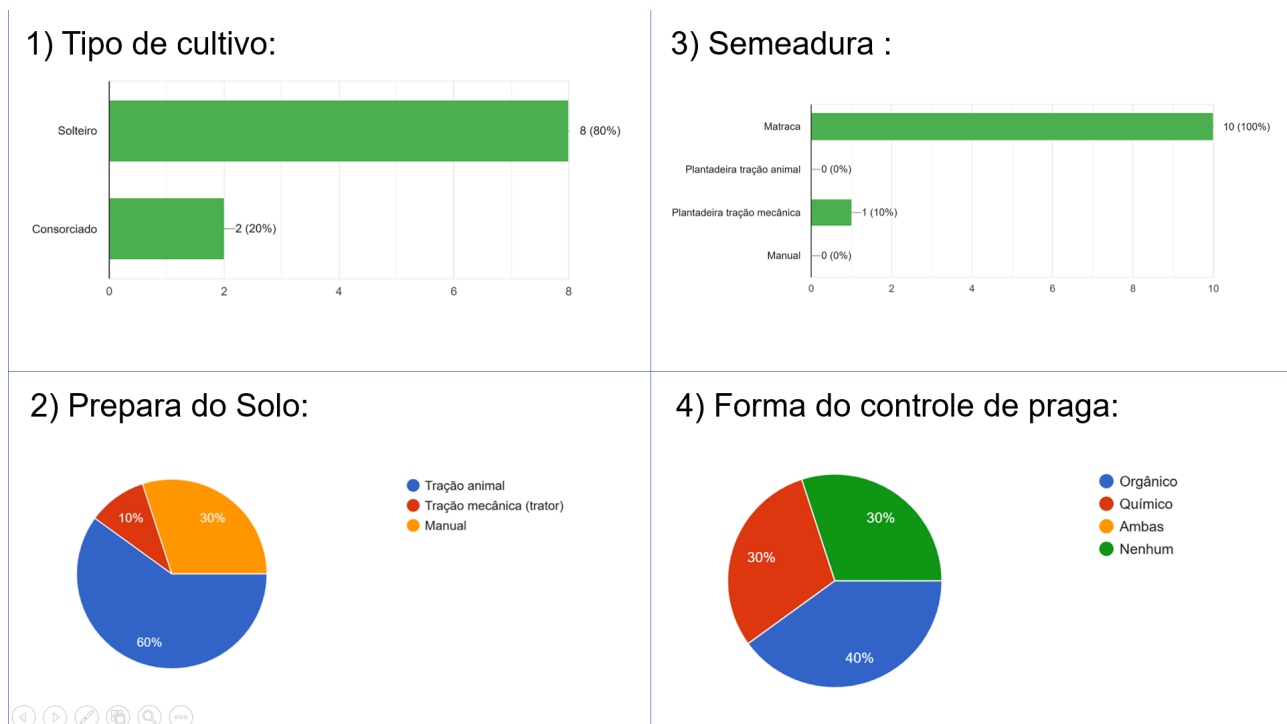


5.3 MANEJO DAS VARIEDADES CRIOLAS E INFORMAÇÕES SOBRE O ISOLAMENTO DE CULTIVOS PRÓXIMO DE VARIEDADES GM

Como prática de cultivo, o Solteiro foi o mais utilizado, representando 80% (8/10) das entrevistas (Figura 9 – 1), pois como única cultura é plantada na área espera-se a redução de contaminações por mistura mecânica de sementes, sendo o mais seguro em ações diminuindo a dependência de insumos externos. Para o preparo do solo (Figura 9 – 2), o sistema utilizado foi a tração animal em 60% (6/10) das respostas da entrevistada, em que a forma manual representou 30% (3/10) e a tração mecânica foi de 10% (1/10). Já a semeadura (Figura 9 – 3) é realizada, em sua totalidade, por meio de matraca 100%. As práticas de cultivo mencionadas, sistema de cultivo e preparo do solo com tração animal,

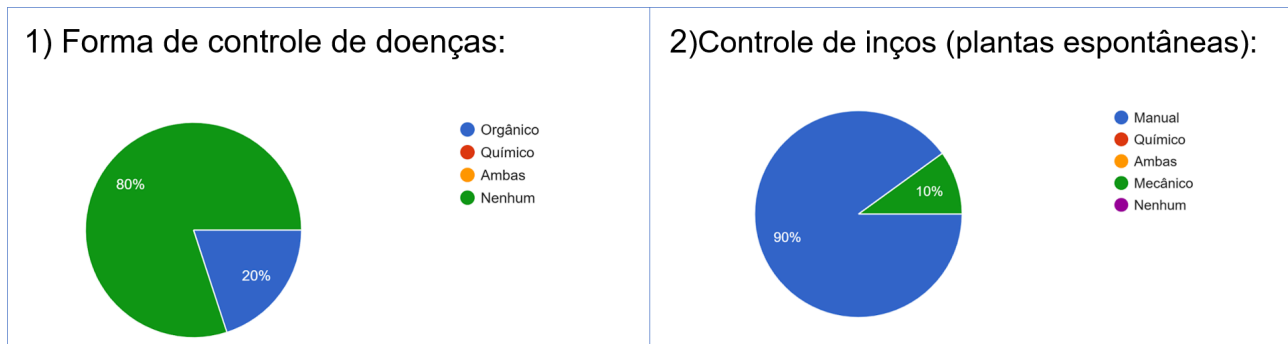
apresentam em sua totalidade vantagens na diminuição do custo tanto no processo de produção como na utilização de insumos (DE SÁ, 2022). Por sua vez, para o controle de pragas aplicado no cultivo das variedades crioulas (Figura 9 – 4), para 40% (4/10) dos entrevistados é realizado de forma orgânica, por meio de animais, para 30% (3/10) é químico, dado uso de defensivos, e para outros 30% (3/10) ocorre por meio de ambas as formas. Essa diversidade de métodos reflete o envolvimento dos agricultores em adaptar suas práticas às necessidades de cada cultura e à realidade local.

Figura 9 - Práticas Agrícolas: (1) Tipo de Cultivo, (2) Preparação do Solo, (3) Semeadura e (4) Forma de Controle de pragas.



Para o controle de doenças (Figura 10 – 1), 80% (8/10) dos agricultores não realizam nenhum manejo e para 20% (2/10), realizam de forma orgânica. O controle de plantas espontâneas (Figura 10 – 2) para 90% (9/10) dos agricultores realiza-se de forma manual e 10% (1/10) de forma mecânica. Obteve-se também, que o armazenamento das sementes para a próxima safra em garrafas pet, com intuito de proteger os grãos da umidade que poderia vir a deteriorá-las (Cruz, 2023). Essas informações ressaltam a importância dos conhecimentos tradicionais.

Figura 10 - Estratégias de Manejo: (1) Controle de Doenças e (2) Controle de inços Plantas Espontâneas.



Como medidas de proteção, todos produtores realizam algum tipo de isolamento para a produção de sementes crioulas, assim o isolamento de cultivos próximo de variedades GM aconteceu de forma Temporal 40% (4/10), Espacial 40% (4/10) e de ambas as formas (Figura 11 – 1). Para o isolamento temporal (Figura 11 – 2), 40% (4/10) dos mantenedores utilizam o intervalo de 20 a 30 dias e 20% de 30 a 40 dias. No isolamento espacial, 30% utilizavam a distância de mais de 400 metros, atento às recomendações da normativa n° 4, 20% (2/10) utilizam a distância de 100 a 200 metros, e 10 % (1/10) utilizam de 200 a 300 metros (Figura 11 – 3). Esses dados apontam que tem todo um cuidado na preservação das variedades que reforçam a necessidade de estratégias que estende-se para além de conhecer que tipo de milho o vizinho está cultivando.

Figura 11 - Práticas de Isolamento na Produção de Sementes Crioulas: (1) Tipo de Isolamento, (2) Isolamento Temporal e (3) Isolamento Espacial.



5.3.1 DETECÇÃO DE Cry1Ab NA VARIEDADE PAULISTINHA: HISTÓRICO E AÇÕES DO AGRICULTOR

A presença da proteína Cry1Ab foi detectada somente em uma variedade, isto é, a Paulistinha. A variedade Paulistinha era cultivada pela família do agricultor mantenedor. Em algum momento, a família parou de cultivá-la, a qual foi doada para amigos. Em certa ocasião, decidiu-se por recuperar a variedade, obtendo-se sementes do antigo amigo para iniciar o cultivo. Portanto, a variedade Paulistinha não passou pelo manejo anterior do agricultor entrevistado na pesquisa. Como resultado positivo da contaminação, o agricultor descartou a variedade crioula Paulistinha, evitando possíveis contaminações em outras variedades que possui da propriedade.

5.4 ESTRATÉGIAS DE ENFRENTAMENTO CONDUZIDO COM OS AGRICULTORES

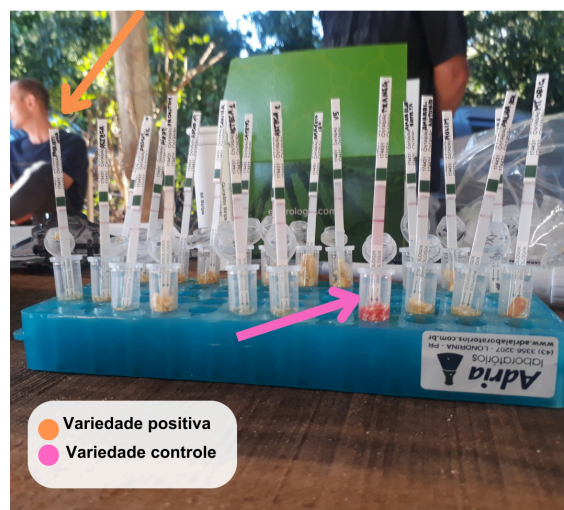
Durante a condução da Oficina Fluxo Gênico e a expansão dos

transgênicos no Brasil: o caso do milho, os agricultores foram confrontados a dois cenários possíveis: a) minha variedade não está contaminada com o milho *Bt* e b) minha variedade está contaminada com o milho *Bt*. Em ambos os casos, discutimos as ações a serem rompidas e/ou continuadas.

No contexto do resultado dar negativo, os cuidados com os cultivares precisam ser continuados, como a distância da bordadura de 10 fileiras de plantas, isolamento espacial de distâncias superiores a 400 metros e intervalos temporais de 20 a 40 dias entre plantios, são ações que minimizam o potencial de contaminação. Além disso, diálogos entre os vizinhos a respeito do que se cultiva, são outras formas de conservar as sementes não contaminadas, pois a troca de informações é essencial para traçar estratégias de segurança. A distância mínima recomendada entre as culturas não oferece proteção total, até a distância de 400 metros da fonte de pólen transgênico, taxas de contaminações provenientes do pólen transgênicos podem ser identificadas (FERMENT, 2009).

Recomenda-se, dessa forma, o isolamento temporal entre os cultivos GM e convencionais, pois ao planejar a dessincronia da interferência evita por completo a probabilidade de fluxo gênico. Dado o resultado positivo de contaminação por Bt na variedade Paulistinha, como mostrado na Figura 12, ações de resgate podem ser realizadas banco de sementes, em vizinhos que cultivam a mesma variedade, ou com preferências de uso similares ou iguais a variedade contaminada, podem ser iniciativas a sendo tomadas como investimento em resgatar esses lotes.

Figura 12 - Resultado do teste de tiras imunológicas.



Assim, as variedades casuais quando contaminadas são impactadas na diversidade genética, conforme apontado o estudo de Silva (2015) “Introgressão de híbridos transgênicos e convencional em milho crioulo: efeitos sobre fungos e bactérias endofíticas” este estudo aponta que fatores biótico (resistência a pragas e doenças) e abióticos (estresse hídrico) podem ser alterados pela presença de transgene que afeta a comunidade de endofíticos impactando a diversidade genética das variedades crioulas. Existem mais 9 tipos de transgênicos no Brasil, dos quais testamos para o *Bt*, o que não descarta a contaminação por outro GM, não eliminando portanto, possíveis efeitos adversos nos milhos crioulos.

Sabe-se que contaminações de OGMs podem afetar fatores importantes nas variedades crioulas, LOHN (2014) expõem em seu trabalho "Metaboloma parcial de milho crioulo submetido a diferentes graus de fluxo gênico por cultivares geneticamente modificadas" que o fluxo transgênico causa danos secundários, uma vez que a modificação do metaboloma impacta nas propriedades nutricionais e funcionais. Estas alterações não intencionais afetam a integridade genética das variedades crioulas. Neste sentido, os níveis da toxina *Bt* nas variedades crioulas apresentam variações em sua quantidade, pois o cruzamento entre cultivos é incerto e os resultados imprevisíveis (Lohn, 2023). Portanto, a contaminação ocasionado por transgênicos podem modificar a composição química intrínseca de muitas variedades crioulas de milho.

6 CONCLUSÃO

Foi possível determinar, através das entrevistas conduzidas com os agricultores aspectos que influenciam na preservação das variedades. Características como a idade dos agricultores demonstram relevância, enquanto os conhecimentos tradicionais representam importância na valorização de práticas. Embora a maioria das pessoas tenha idade avançada, a distribuição etária é variada, representando divergências de saberes, bem como desafios para sucessão e continuidade do manejo no futuro. A manutenção das variedades acontece essencialmente pelas trocas de sementes, provenientes de vizinhos e doações, aspecto que reforça o caráter comunitário essencial na conservação da agrobiodiversidade e na autonomia dos mantenedores.

Com base nas práticas de manejo estabelecidas consta-se estratégias de mitigação, o isolamento temporal (intervalos de 20 a 40 dias entre plantios) e o isolamento espacial (distâncias acima de 400 metros) que, apesar de estarem na Normativa, não são completamente factíveis, a detecção da proteína Cry1Ab na variedade Paulistinha, introduzida na propriedade por meio de troca de sementes, demonstra esta vulnerabilidade.

Dessa forma, além das medidas de proteção, se fazem necessárias medidas como o rastreamento e controle das sementes, uma vez que este estudo somente testou para o BT, mas existem mais 9 tipos de transgênicos no Brasil, não descartando que as variedades analisadas podem estar contaminadas por outro tipo de transgênico.

Por fim, a oficina realizada com os agricultores proporcionou um espaço fundamental para troca de conhecimentos e construção de estratégias coletivas de enfrentamento. A pesquisa ressalta, portanto, a importância da conservação da agrobiodiversidade para a segurança alimentar e a valorização das práticas agrícolas tradicionais. Como perspectiva futura, o teste para outros transgênicos além do *Bt* como a ampliação das variedades amostradas é fundamental para evitar possíveis contaminações e continuar interagindo com a comunidade na conservação da espécie de milho *Zea mays L.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, Máriam. Organismos geneticamente modificados (OGMs): Um caminho para a segurança alimentar ou para aprofundar a dependência externa?. *Destaque Rural* N° 280. Maputo, Moçambique. 2024.

ABREU, Aluana Goncalves et al. Uso sustentável de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

AZEVEDO, Lídia da Silva. Conservação de base comunitária da agrobiodiversidade: um estudo sobre as casas de sementes crioula. 2023.

BARRROSO, Paulo Augusto Vianna et al. CTNBio 25 anos-Comissão Técnica Nacional de Biossegurança sob o olhar de seus Presidentes. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.

BERNARDO, Marina Augusta Tauil et al. “O transgênico nosso de cada dia”: da liberação do trigo geneticamente modificado a manutenção do sistema agroalimentar dependente brasileiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Cadernos de Agroecologia, 2024.

BITTENCOUT, Daniela. Artigo - Agricultura familiar, desafios e oportunidades rumo à inovação. *Embrapa*, 23 jan. 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31505030/artigo---agricultura-familiar-desafios-e-oportunidades-rumo-a-inovacao?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 31 fev 2025.

BRASIL, 1991. Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1991.

BRASIL. Lei nº 11.460, de 21 de março de 2007. Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados e seus derivados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 mar. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11460.htm.

BRASIL. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Resolução Normativa nº 4, de 16 de agosto de 2007. Dispõe sobre a liberação comercial de organismos geneticamente modificados e seus derivados. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 20 ago. 2007. Disponível em: https://ctnbio.mctic.gov.br/resolucoes-normativas/-/asset_publisher/OgW431Rs9dQ6/content/resolucao-normativa-n%C2%BA-4-de-16-de-agosto-de-2007.

BRASIL. Decreto nº 5.705, de 16 de fevereiro de 2006. Promulga o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5705.htm

CNA. *Milho é um dos cereais mais nutritivos e versáteis do mundo*. CNA, 2023. Disponível em: [https://cnabrasil.org.br/noticias/milho-e-um-dos-cereais-mais-nutritivos-e-versateis-do-mundo#:~:text=Bras%C3%ADlia%20\(24%2F04%2F2023,ou%20no%20setor%20de%20biocomb](https://cnabrasil.org.br/noticias/milho-e-um-dos-cereais-mais-nutritivos-e-versateis-do-mundo#:~:text=Bras%C3%ADlia%20(24%2F04%2F2023,ou%20no%20setor%20de%20biocomb)

ust%C3%ADvel. Acesso em: 17 dez. 2024.

CRUZ, João Claudio Ferraz. Armazenagem e conservação de sementes de milho de polinização aberta com o uso de métodos alternativos e adaptados ao contexto da pequena propriedade. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Brasil, Jaguari, 2023.

COSTA, Flaviane Malaquias. Padrões de dispersão e conservação da diversidade genética do milho (*Zea mays* ssp. *mays*) nas terras baixas da América do Sul. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COSTA, Flaviane Malaquias; SILVA, Natália Carolina de Almeida; OGLIARI, Juliana Bernardi. Diversidade de milho no sul do Brasil: indício de microcentro de *Zea mays* L. *Genetic resources and crop evolution*, v. 64, p. 681-700, 2017.

DE SÁ, Cristiane Otto et al. Implantação e manejo de processo agropecuário integrado com roça de milho para criação de animais na Agricultura Familiar. 2022.

DEVOS, Yann; REHEUL, Dirk; DE SCHRIJVER, Adinda. A coexistência entre milho transgênico e não transgênico na União Europeia: um foco no fluxo de pólen e na fertilização cruzada. *Environmental biosafety research*, v. 4, n. 2, p. 71-87, 2005.

ELTETO, Yolanda Maulaz. As sementes crioulas e as estratégias de conservação da agrobiodiversidade. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Viçosa, Minas Gerais, 2019.

FERMENT, Gilles; ZANONI, Magda et al. Coexistência: o caso do milho: proposta de revisão da Resolução Normativa nº 4 da CTNBio. *Nead debate*, Brasília, 2009.

FERMENT, Gilles et al. Seminário sobre proteção da agrobiodiversidade e direito dos agricultores: Propostas para enfrentar a contaminação transgênica do milho / Org. Gilles Ferment; Gabriel Fernandes; Juliana Avanci. – Brasília: MDA, 2010.

GALEANO, P, et al. Fertilização cruzada entre culturas de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado no Uruguai. *Environmental Biosafety Research*, 2010.

Disponível em:

https://gmresearch.org/pt/gmo_article/cross-fertilization-between-genetically-modified-and-non-genetically-modified-maize-crops-in-uruguay/

GARCIA, Sara et al. One Health for Food Safety, Food Security, and Sustainable Food Production. United States Department of Agriculture, United States, 2020.

Lohn, AF, Trtikova, M., Chapela, I. *et al.* Efeito do estresse de herbívoros no comportamento transgênico em cruzamentos de milho com diferentes origens genéticas: transcrição do transgene *cry1Ab*, expressão de proteína inseticida e bioatividade contra pragas de insetos. *Environ Sci Eur* 35, 106 (2023).

<https://doi.org/10.1186/s12302-023-00815-3>

LOHN, André Felipe Lohn et al. Metaboloma parcial de milho crioulo submetido a diferentes graus de fluxo gênico por cultivares geneticamente modificadas. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Princípio da precaução*. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/7512-principio-da-precaucao.html>. Acesso em: 23 nov. 2024.

NAÇÕES UNIDAS. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: https://www.defensoria.ms.def.br/images/repositorio-dpgems/conteudo-nucleos/nudedh/legislacao-internacional/sistema-onu/22_-_Declara%C3%A7%C3%A3o_do_RJ_sobre_meio_ambiente_e_desenvolvimento_-_1992_-_OK.pdf

NAVES, Veloso et al. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta protéica. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 34. Goiânia, Brasil, 2004.

OLIVEIRA, Ingrid Garcia; SOUZA FRÓES, Ellen; PORTO, Milena Vieira. Representações sociais do comer entre agricultores familiares. Vita et Sanitas, v. 18, n. 2, 2024. Disponível em: <https://unigoyazes.edu.br/revistas/index.php/VitaetSanitas/article/view/405>.

OLIVEIRA, EMM et al. Detecção de eventos geneticamente modificados não autorizados no Brasil por PCR em tempo real. 2013.

PARENTE, Filipe et al. A moderna e ancestral agroecologia: a construção do conhecimento agroecológico por meio do diálogo de saberes. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, 2018.

PAULINO, Willian Elias et al. Desenvolvimento de protocolos de ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) para detecção de proteínas transgênicas CRY2A e VIP3A em milho (*Zea mays* L.). 2021.

SANTOS, Janaína Ferreira. Desafios da conservação da biodiversidade no Brasil. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/2070>.

SILVA, Ana Paula Cordeiro. Análise da contaminação transgênica em variedades de milho (*Zea mays* L.) em bancos comunitários de sementes do Alto Sertão. Repositório Institucional da Universidade Federal de Sergipe - RI/UFS. Nossa Senhora da Glória, 2021.

SILVA, Kelly Justin. INTROGRESSÃO DE HÍBRIDOS TRANSGÊNICOS E CONVENCIONAL EM MILHO CRIOULO: EFEITOS SOBRE FUNGOS E BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SILVA, Natália Carolina de Almeida et al. Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) Bird in Southern Brazil: Implications for the Conservation of Wild Relatives of Maize. PLOS ONE, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0139034>

SILVEIRA, Felipe Carvalho. Avaliação ex ante dos impactos da pesquisa em modificações genéticas no setor agrícola: uma perspectiva para os próximos 30 anos. Universidade de

Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. Brasília, 2024.

SOARES, Sônia. 20 anos dos OGM no Brasil: reflexões para Lula 3.0. **Estudos Rurais** , v. 13, não. 27, 2023.

Acesso em: 14 out 2024. Disponível em:

<https://estudiosrurales.unq.edu.ar/index.php/ER/article/view/480>

TYBUSCH, Jerônimo Siqueira; BUENO, Igor Mendes; PILLON, Leonardo Ferreira. Transgenia, sociedade de risco e direito do consumidor à informação: uma análise do PL nº 4.148/2008. Revista de Informação Legislativa: RIL, Brasília, 2019.

VELLOSO, Bernardo Paranhos. Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança.

antigo.mma.gov.br. Disponível em:

<https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/protocolo-de-cartagena-sobre-biosseguranca.html#startOfPageId7553>.

VOGT, Gilcimar Adriano et al. A diversidade de variedades locais de milho em Anchieta, Santa Catarina. Agropecuária Catarinense, 2020. Disponível em:

<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/715>

YADAV, Ram C.; JANGRA, Sumit; YADAV, Neelam R. Pros and cons of GM crops. **Crop improvement for sustainability**, p. 330-342, 2018.