



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
FACULTAD DE CIENCIAS
RESTAURACIÓN AMBIENTAL

**“Diseño de un esquema de bioseguridad comunitaria ante la presencia
de maíz transgénico: estudio de caso en San Agustín Montelobos,
Oaxaca”**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
Heriberto Vázquez Cardona

Dra. Alma Amparo Piñeyro Nelson (TUTORA PRINCIPAL)
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
Dra. Carolina Ureta Sánchez (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
Centro De Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Dra. Elena Lazos Chavero (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
Instituto De Investigaciones Sociales, UNAM
Dr. Daniel Ignacio Piñero Dalmau (ASESOR EXTERNO)
Instituto de Ecología, UNAM
Dr. Quetzalcóatl Orozco Ramírez (REVISOR)
Instituto de Geografía, UNAM
Dra. María Francisca José Acevedo Gasman (REVISORA)
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Dr. Emmanuel Carlos González Ortega (REVISOR)
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP/PCS/110/2023
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 89 del 14 de marzo del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, del alumno **Vázquez Cardona Heriberto** con número de cuenta **521002680**, con la tesis titulada "Diseño de un esquema de bioseguridad comunitaria ante la presencia de maíz transgénico: estudio de caso en San Agustín Montelobos, Oaxaca", bajo la dirección de la Dra. Alma Amparo Piñeyro Nelson.

PRESIDENTA: DRA. MARÍA FRANCISCA JOSÉ ACEVEDO GASMAN
VOCAL: DR. EMMANUEL CARLOS GONZÁLEZ ORTEGA
SECRETARIA: DRA. CAROLINA URETA SÁNCHEZ
VOCAL: DR. QUETZALCÓATL OROZCO RAMÍREZ
VOCAL: DRA. ELENA LAZOS CHAVERO

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 02 de mayo de 2023.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser una entidad llena de oportunidades de distinta índole, no sólo académicas.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, su coordinación y profesorado por brindarme su orientación, atenciones y conocimientos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por proporcionarme la beca No. 1079001. Y gracias por su financiamiento a través del Proyecto A1-S-43879, cuya responsable técnica es la Dra. A. Piñeyro Nelson.

A la Dra. Alma Piñeyro, tutora principal, por brindarme su apoyo académico, moral y económico. Gracias por compartirme sus conocimientos, por su confianza, su paciencia y por darme la libertad académica de trabajar a mi ritmo. También le agradezco por haber despertado mi interés en la fitogenética y en la bioseguridad de OGMs en la UAM-X.

A mi comité tutor: a la Dra. Carolina Ureta por su orientación, asesoramiento y renovación de ideas, pero principalmente le agradezco por confiar en mí como estudiante y por mantener el entusiasmo en este proyecto. A la Dra. Elena Lazos por compartir sus conocimientos en materia social y por transmitir su pasión por la investigación con las y los agricultores mexicanos.

Al Dr. Daniel Piñero, asesor externo, gran ser humano e investigador, gracias por su apoyo académico y económico. Le agradezco por permitirme formar parte de su laboratorio desde mi servicio social, al cual considero la cuna de mi interés por la ciencia.

Al Dr. Quetzalcóatl Orozco Ramírez por su interés en el presente trabajo de investigación y por apoyar en el análisis de los resultados de carácter social; agradezco su apoyo como revisor de tesis y todas sus atenciones. A la Dra. Francisca Acevedo Gasman por su interés en el proyecto, por su tiempo, y por haber participado como revisora de tesis. Al Dr. Emmanuel Carlos González Ortega por su apoyo con la revisión de tesis y su interés en el proyecto a lo largo de su desarrollo. Gracias por sus comentarios enriquecedores.

A la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, mi casa abierta al tiempo, por reabrirme sus puertas. Gracias al Laboratorio de Aguas y Suelos, al Laboratorio de Fisiología de los cultivos y al Laboratorio de Bioquímica de la Reproducción por permitirme utilizar sus instalaciones, equipos y reactivos necesarios para desarrollar mi proyecto.

Al equipo de investigación del Laboratorio de Aguas y Suelos de la UAM-X por apoyarme y compartir sus conocimientos. A la Dra. Mariela Fuentes por autorizar mi ingreso a dicho laboratorio, al Lic. Enzo Ferrari por su acompañamiento y ayuda en campo (participación en todos los talleres y transectos participativos), a la M. Mariana Ayala por su asesoramiento

en las técnicas de Biología Molecular y apoyar en el Taller 3, a la Ing. Montserrat Chávez Morales por su apoyo con las mediciones morfológicas de mazorcas y su participación en el Taller 3, al Ing. Isaí Amado González y la Lic. Rosa Isela García por su asesoramiento y apoyo en laboratorio.

Al Instituto de Ecología de la UNAM por permitirme trabajar en sus instalaciones. Gracias al Laboratorio de Genética y Ecología por brindarme un espacio de trabajo y autorizarme utilizar su equipo y materiales. Al Laboratorio de Genética Molecular, Epigenética, Desarrollo y Evolución de Plantas por otorgarme material de trabajo, al Laboratorio de la Unidad Genética Molecular por prestarme sus equipos y al Dr. Marco Tulio Solano, responsable de este último laboratorio mencionado.

A la comunidad de San Agustín Montelobos por permitir que un extraño y su grupo académico entraran a su vida para trabajar con las familias campesinas y su maíz criollo. Gracias a la agencia municipal por autorizar la participación de nuestro grupo de investigación en la localidad, por su interés en el proyecto y por apoyar en la logística de las actividades participativas. Agradezco a las y los agricultores que participaron en las distintas actividades del proyecto, gracias por su tiempo, energía y confianza; espero que esta experiencia los motive a seguir participando con el sector académico en futuras ocasiones. Un agradecimiento especial para la familia Andrés Monares por confiar en mí, por apoyarme con la estancia en la localidad y abrirme las puertas de su casa: a la Sra. Idolina por su comida, sus pláticas de vida y orientación en los terrenos de la comunidad; al Sr. Juan por compartirme su amor y esperanza en el campo mexicano; al Ing. Jesús por haber sido vínculo con los agricultores y por guiarme en la localidad de SAM.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Principalmente gracias a mi mamá, mi papá y mi hermana. Agradezco su amor, apoyo, paciencia, ánimo y demás. Sin ustedes no sería quien soy hoy ni quien seré en un futuro.

A mi abue Carmen, gracias por el cariño y sus sonrisas que dan vida.

A mi familia materna por tanta alegría, por su apoyo y por estar en cada etapa de mi vida; compartir con ustedes es recargar energía.

A mi mejor amiga y prima, Blan. Gracias por ser un pilar tan importante durante el proceso de maestría, gracias por las pláticas, experiencias y todos los momentos que hemos compartido.

Gracias a mis distintos grupos de amigas y amigos, hacen mejor la vida.

A las y los compañeros del Laboratorio de Genética y Ecología por formar parte de la recta final de mi tesis de maestría, por intercambiar conocimientos, por brindar ideas, por ayudarme a mantener el entusiasmo, y por las tardes de comida en las que se “solucionaba la vida” platicando. Principalmente agradezco a la Dra. Nancy Gálvez por su orientación y por facilitarme los permisos de trabajo en los laboratorios del Instituto de Ecología, y al Dr. Gustavo Giles, gran amigo, gracias por todo el apoyo personal y por participar en campo (realización de transectos participativos, colecta de muestras de maíz, y Taller 3).

Agradezco al sector académico que confía en las investigaciones de carácter participativo y trabaja por mejorar las condiciones de las minorías en México, especialmente las de las comunidades campesinas vulnerables.

Gracias a las y los campesinos mexicanos dedicados a la agricultura familiar, gracias por mantenerse firmes ante todas las adversidades del campo, gracias por conservar la diversidad genética de nuestros cultivos y por preservar nuestra cultura. Gracias porque sus manos representan lucha y esperanza.

A mí.

DEDICATORIAS

Para mi familia.

Para la comunidad de San Agustín Montelobos.

Para las personas que se dedican a transformar positivamente las realidades mexicanas a distintos niveles y escalas.

CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	11
LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS	12
ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS	15
1. INTRODUCCIÓN	17
2. REVISIÓN DE LITERATURA	20
2.1. Sostenibilidad y recursos fitogenéticos de maíz	20
2.2. Diversidad y cultivo de maíz en México	22
2.2.a. Domesticación del maíz	22
2.2.b. Diversidad de maíz clasificada en grupos	23
2.2.b. I. Criollos/Nativos	25
2.2.b. II. Híbridos/Mejorados	26
2.2.b. III. Genéticamente modificados	27
2.2.c. Uso, conservación y producción de maíz en México	28
2.3. Presencia de maíz genéticamente modificado en México	31
2.3.a. Fuentes de introducción de maíz genéticamente modificado en México	31
2.3.b. Problemas y riesgos del maíz genéticamente modificado en México	32
2.3.c. Marco jurídico-normativo-político en materia de bioseguridad de maíz genéticamente modificado	37
2.3.d. Legislación de Organismos Genéticamente Modificados en México	39
2.3.e. Antecedentes de estudios de bioseguridad de maíz genéticamente modificado en México	42
2.4. Bioseguridad comunitaria	44

2.4.a. Bioseguridad de maíz genéticamente modificado y participación campesina en estudios de bioseguridad	44
2.4.b. Bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado en México ..	45
2.4.c. Proyecto de investigación como alternativa ante la presencia de maíz genéticamente modificado a nivel local	46
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	48
4. OBJETIVOS	48
4.1 Objetivo general	48
4.2. Objetivos específicos	48
5. MÉTODOS	49
5.1. Área de estudio	50
5.2. Realización de talleres	52
5.3. Mapeo de actores clave	55
5.4. Aplicación de encuestas “Manejo del cultivo de maíz”	56
5.5. Realización de transectos participativos	57
5.6. Realización de grupos focales	59
5.7. Colecta de muestras de semilla de maíz	60
5.7.a. Conservación de colectas	60
5.8. Mediciones morfológicas de muestras de maíz y determinación racial	61
5.9. Identificación de secuencias transgénicas	61
5.9.a. Procesamiento de muestras de semillas de maíz a harina	62
5.9.b. Extracción de ADN nuclear y cuantificación	62
5.9.c. Detección de secuencias transgénicas por RT-PCR	62
5.10. Entrega individual de resultados de presencia de secuencias transgénicas	63
6. RESULTADOS	64
6.1. Mapeo de actores	64
6.2. Encuestas	69
6.3. Transectos participativos	75
6.4. Grupos focales	78
6.5. Determinación racial	81
6.6. Resultados de presencia de secuencias transgénicas	83
6.7. Mapeo de parcelas positivas y negativas a secuencias transgénicas en SAM..	85

6.8. Planteamiento de estrategias comunitarias de bioseguridad de maíz genéticamente modificado	89
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	96
7.1. Reflexión sobre la colaboración intersectorial en la presente investigación	96
7.2. Mapeo de actores	97
7.3. Encuestas	99
7.4. Transectos participativos	109
7.5. Grupos focales	110
7.6. Detección de presencia de secuencias transgénicas	115
7.7. Planteamiento de estrategias comunitarias de bioseguridad de maíz genéticamente modificado	118
7.8. Reflexiones en torno a un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado	119
8. CONCLUSIONES	125
9. RECOMENDACIONES	127
10. REFERENCIAS	128
11. ANEXOS	147
11.1. Anexo 1. Herramientas del marco jurídico-normativo-político en materia de bioseguridad de OGMs	147
11.2. Anexo 2. Ejemplo de Oficio con resultados positivos de presencia de secuencias transgénicas	158
11.3. Anexo 3. Encuesta: Manejo del cultivo de maíz	160
11.4. Anexo 4. Cuestionario de grupos focales	163
11.5. Anexo 5. Protocolo de extracción de ADN por método CTAB. Modificación de Doyle & Doyle 1987	166
11.6. Anexo 6. Protocolo modificado de RT-PCR. Modificación de Álvarez-Buylla (2018)..	167
11.7. Anexo 7. Tabla 8. Resultados de cada grupo focal	169
11.8. Anexo 8. Matriz comparativa de grupos focales	174

RESUMEN

En México, la presencia de transgenes en los maíces criollos y en los derivados alimenticios del maíz es un hecho evidenciado a través de estudios de bioseguridad encabezados por distintos sectores de la sociedad mexicana, tales como la academia, el gobierno, la sociedad civil y agrupaciones de agricultores a pequeña escala. Se han realizado investigaciones importantes en materia de bioseguridad de maíz genéticamente modificado (GM) enfocados en efectuar esfuerzos de monitoreo para detectar la presencia de transgenes y a su vez plantear estrategias de bioseguridad. Sin embargo, la mayoría de los estudios de bioseguridad de maíz GM han sido desarrollados a escala estatal y/o regional, se han limitado a la detección e identificación de transgenes, no se han enfocado en identificar con precisión sus fuentes de entrada y/o dispersión, y tampoco han avanzado hacia una inclusión campesina real. Además, el criterio de muestreo ha sido diferente.

A partir de la identificación dichas carencias en muchos de los estudios mexicanos de bioseguridad de maíz GM, esta investigación se presenta como una herramienta potencial para coadyuvar a la bioseguridad comunitaria de maíz GM. El presente estudio es uno de los primeros de su tipo en México y tuvo como objetivo diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM en la localidad de San Agustín Montelobos (SAM), Oaxaca. Para desarrollar la presente investigación se utilizaron herramientas metodológicas de las ciencias sociales (mapeo de actores, talleres, encuestas, transectos participativos y grupos focales) y de las ciencias biológicas (colecta de muestras de maíz, determinación racial, análisis de presencia de secuencias transgénicas mediante RT-PCR).

El análisis de los resultados sociales sugiere que las familias campesinas de SAM están interesadas en la presencia de maíz GM porque lo perciben como un peligro sobre su salud y sus maíces criollos. Si bien les importa el maíz GM, el nivel de interés sobre éste es bajo ya que no lo consideran como un problema ni un riesgo prioritario para el cultivo de maíz porque no afecta directamente a la cosecha; hay problemas y riesgos más importantes, por ejemplo, las sequías, las heladas y el cambio climático. Respecto a los análisis biológicos, se confirmó la presencia de la secuencia transgénica Terminador de nopalina sintetasa de *Agrobacterium tumefaciens* (t-NOS) en 8 muestras de 71, y se determinó la ausencia de la secuencia transgénica Promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor (p35S) en las 71 muestras analizadas. Las 8 muestras positivas para t-NOS fueron analizadas y resultaron negativas para los eventos de maíz NK603 y GA21. Tanto los resultados sociales como los biológicos permitieron identificar las variables agrícolas y socioambientales que pueden influir en la presencia/ausencia de los transgenes por flujo de semilla y polen, así como algunas de sus potenciales fuentes de entrada y/o dispersión.

De acuerdo con los resultados se diseñó un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM basado en las características agrícolas y socioambientales de las y los agricultores de SAM. Este esquema se considera un instrumento potencial para conservar la diversidad de maíces criollos y preservar los modos de vida de las y los campesinos de pequeña escala.

Palabras clave: maíz genéticamente modificado, bioseguridad comunitaria, transgenes, secuencias transgénicas, maíz criollo, agricultoras y agricultores.

ABSTRACT

In Mexico, the presence of transgenics sequences in native maize and in food derivatives of maize is a fact evidenced through biosafety studies led by different sectors of Mexican society, such as academy, government, civil society, and social groups of small farmers. Important research has been carried out on genetically modified (GM) maize biosafety focused on carrying out monitoring efforts to detect the presence of transgenics sequences and, in turn, proposing biosafety strategies. However, most GM biosafety studies have been developed at state and/or regional scale, have been limited to the detection of transgenics sequences, have not focused on accurately identifying their sources of entry and/or dispersal, and they have not advanced towards real peasant inclusion. In addition, the sampling criteria has been different.

Based on the identification of these deficiencies in many of the Mexican GM maize biosecurity studies, this research is presented as a potential tool to contribute to community GM maize biosecurity. This study is one of the first of its kind in Mexico and aimed to design a community biosecurity scheme for GM maize in the town of San Agustín Montelobos (SAM), Oaxaca. To develop this research, methodological tools from the social sciences (stakeholder mapping, workshops, surveys, participatory transects, and focus groups) and biological sciences (collection of maize samples, racial determination, analysis of the presence of transgenics sequences through RT-PCR).

The analysis of the social results suggests that the farmer families of SAM are interested in the presence of GM maize because they perceive it as a danger to their health and their landraces. Although they care about GM maize, the level of interest in it is low since they do not consider it a problem or a priority risk for the maize crop because it does not directly affect the harvest; there are more important problems and risks, for example, droughts, frosts and climate change. Regarding the biological analyses, the presence of the *Agrobacterium tumefaciens* Nopaline synthetase terminator (t-NOS) transgenic sequence was confirmed in 8 of 71 samples, and the absence of the Cauliflower Mosaic Virus 35S promoter (p35S) transgenic sequence was determined in the 71 samples analyzed. The 8 t-NOS positive samples were analyzed and were found to be negative for maize events NK603 and GA21. The social and biological results made it possible to identify the agricultural and socioenvironmental variables that may influence the presence/absence of transgenics sequences by seed and pollen flow, as well as some of their potential sources of entry and/or dispersal.

Based on the results, a GM maize community biosecurity scheme was designed based on the agricultural and socio-environmental characteristics of SAM farmers. This scheme is considered a potential instrument to conserve the diversity of native maize and preserve the ways of life of small-scale farmers.

Keywords: *genetically modified maize, community biosafety, transgenes, transgenics sequences, creole maize, farmers.*

LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS

Ácido Desoxirribonucleico – ADN.

Andrés Manuel López Obrador – AMLO.

Área Natural Protegida – ANP.

Bacillus thuringiensis - Bt.

Baja California – B.C.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados – CINVESTAV.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT.

Ciencias de la Sostenibilidad – CS.

Ciudad de México – CDMX.

Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats – CRISPR.

Cobertura vegetal – CV.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios – COFEPRIS.

Comisión Nacional de Suministros Populares – CONASUPO.

Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados – CIBIOGEM.

Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad – CONABIO.

Conocimiento Ecológico Tradicional – CET.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos – CPEUM.

Convenio de Diversidad Biológica – CDB.

Estados Unidos – E.U.

Genéticamente Modificado – GM.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – INIFAP.

Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados – LBOGM.

Ley Federal de Restauración Ambiental – LFRA.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente – LGEEPA.

Ley General de Vida Silvestre – LGVS.

Ley Federal para el Fomento y Protección de Maíz Nativo – LFFPMN.

Maíz genéticamente modificado – maíz GM.

Marco jurídico-normativo-político mexicano en materia de bioseguridad – MJNPMMB.

Oaxaca – Oax.

Organismo Genéticamente Modificado – OGM.

Organismos Genéticamente Modificados – OGMs.

Organismos Vivos Modificados – OVMs.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO.

Polymerase Reaction in Chain Real Time - RT-PCR.

Prácticas Agrícolas Tradicionales – PAT.

Promotor 35S del virus del Mosaico de la Coliflor - p35S.

Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura – RFAA.

Revolución Verde – RV.

San Agustín Montelobos – SAM.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural – SADER.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – SEMARNAT.

Secretaría de Salud – SS.

Sembrando Vida – SV.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera – SIAP.

Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria – SENASICA.

Suprema Corte de Justicia de la Nación – SCJN.

Terminador Nopalina sinteteasa de *Agrobacterium tumefaciens* – t-NOS.

Terreno – T.

Tratado de Libre Comercio de América del Norte – TLCAN.

Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá - T-MEC.

Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico – CPTPP.

Tratado TransPacífico – TTP.

UPOV - Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS

FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de los métodos pertenecientes a las ciencias sociales y aplicados a la investigación.

Figura 2. Diagrama de flujo de los métodos pertenecientes a las ciencias naturales y aplicados a la investigación.

Figura 3. Mapa impreso.

Figura 4. Características físicas de parcelas.

Figura 5. Foto Transectos.

Figura 6. Aproximación al “Mapeo participativo”.

Figura 7. Obtención de distancias entre parcelas de maíz.

Figura 8. a) Ubicación de San Agustín Montelobos, Oaxaca. MAPA: Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana de Oaxaca, 2016. b) Mapa de SAM en QGIS: Terrenos utilizados para cultivar maíz.

Figura 9. Fotografías: Mazorcas de temporal blanco y mazorcas de temporal azul.

Figura 10. Mapa de presencia y ausencia de la secuencia transgénica t-NOS en las parcelas de SAM.

Figura 11. Mapa de ausencias de la secuencia transgénica p35S en las parcelas de SAM.

Figura 12. Fotografía: Elaboración del Taller 3.

TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa de grupos de maíz en México.

Tabla 2. Herramientas mexicanas del MJNPMMB de OGMs.

Tabla 3. Acuerdos multilaterales del MJNPMMB de OGMs.

Tabla 4. Matriz de actores.

Tabla 5. Eventos correspondientes a cada marcador de transgénesis.

Tabla 6. Matriz de actores clave con influencia y/o participación en la bioseguridad comunitaria de maíz GM.

Tabla 7. Concepto de maíz GM por parte de los agricultores (Taller 1).

Tabla 8. Resultados de cada grupo focal.

Tabla 9. Matriz comparativa de resultados entre grupos focales.

GRÁFICAS

Gráfico 1. Intercambio de semillas entre agricultoras y agricultores de SAM.

Gráfico 2. Tipo de intercambio de semilla de maíz.

Gráfico 3. Resultados de análisis de la secuencia transgénica t-NOS.

Gráfico 4. Resultados de análisis de la secuencia transgénica p35S.

Gráfico 5. Resultados de análisis del evento de maíz GA21.

Gráfico 6. Resultados de análisis del evento de maíz NK603.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo principal de México debido a sus altos niveles de producción-consumo y a su amplia gama de aplicaciones y simbolismos. Aunado a ello, México es centro de origen y de domesticación de esta planta. En nuestro país hay una gran diversidad de maíces cultivados, siendo los criollos/nativos los de mayor relevancia para las familias dedicadas a la agricultura de subsistencia. La importancia de los maíces criollos utilizados en la agricultura a pequeña escala radica en que se destinan al autoconsumo, tienen muy poca o nula comercialización, generalmente no se les aplica agroquímicos, y tienen usos exclusivos para la cocina tradicional mexicana y ceremonias. Por lo tanto, la conservación y el uso sostenible de los maíces criollos es indispensable para la seguridad alimentaria de las familias mexicanas. Desafortunadamente, los maíces criollos se enfrentan a problemas y riesgos, que impactan o podrían afectar negativamente a su diversidad. Algunos de estos problemas y riesgos son la falta de apoyo económico al campo, el cambio climático, sequías, y la presencia de maíz genéticamente modificado (GM).

En México, la presencia de transgenes en el maíz criollo y en sus derivados alimenticios es un hecho evidenciado a través de estudios de bioseguridad encabezados por distintos sectores de la sociedad mexicana, entre los cuales se encuentra la academia, el gobierno, la sociedad civil y agrupaciones de agricultores a pequeña escala. La mayoría de estos estudios han sido realizados a escala estatal y/o regional, se han limitado a la detección de transgenes, no se han enfocado en identificar con precisión sus fuentes de entrada y/o dispersión, y tampoco se han concentrado en establecer estrategias de manejo de dichos genes. Así mismo, la mayoría de estos estudios son heterogéneos debido a que utilizan distintos criterios de muestreo por lo que las investigaciones no son comparables. Además de las ya mencionadas características de muchos de los estudios de bioseguridad, éstos no han avanzado hacia una inclusión campesina real puesto que la participación de las y los agricultores se ha restringido a la donación de semillas de maíz criollo y a la resolución de encuestas.

A pesar de las carencias de la mayoría de los estudios de bioseguridad de maíz GM en México, sí ha habido estudios enfocados en realizar esfuerzos de monitoreo con el fin de detectar la presencia de transgenes en maíces criollos y a su vez plantear estrategias de bioseguridad de maíz GM (Álvarez-Buylla, 2018; Ureta *et al.*, 2023). Si bien existen investigaciones importantes en materia de bioseguridad de maíz GM, el presente estudio es uno de los primeros de su tipo en México, ya que está enfocado en fortalecer la bioseguridad comunitaria. En esta investigación la bioseguridad comunitaria de maíz GM es definida como una gama de actividades enfocadas en evitar, detectar, disminuir y/o eliminar la presencia de maíz genéticamente modificado y/o sus transgenes; con la finalidad de conservar la diversidad de maíces criollos, el medio ambiente, la salud humana, y preservar las formas de vida de quienes enfrentan los problemas y riesgos resultantes de la presencia de los transgenes en sus acervos locales de semilla. Este enfoque de bioseguridad considera necesaria la participación intersectorial, incluyendo indispensablemente a las y los agricultores de maíz nativo.

La presente investigación tuvo como objetivo principal diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM para la localidad de San Agustín Montelobos (SAM), la cual se encuentra en la Mixteca Alta del estado de Oaxaca. Los objetivos específicos de este estudio fueron: **1.** Evaluar la presencia de secuencias transgénicas en maíces criollos de SAM e identificar sus posibles fuentes de entrada y/o dispersión, y **2.** Plantear estrategias de prevención, disminución y/o eliminación de maíz GM junto con participación campesina local de SAM.

La formulación de los objetivos mencionados surgió a partir de la necesidad de generar estudios de bioseguridad comunitaria que detecten la presencia de maíz GM a nivel local, que incluyan la participación de las familias campesinas, y en caso de detectar secuencias transgénicas, que identifiquen sus fuentes de entrada y/o dispersión y se establezcan estrategias de manejo en conjunto con los pobladores locales. La importancia de este tipo de estudios radica en su potencial como herramienta para evitar y/o controlar los problemas y riesgos que trae consigo la presencia del maíz GM sobre la diversidad de maíces criollos, el medio ambiente y la salud humana. Para justificar la relevancia de desarrollar este estudio de bioseguridad comunitaria de maíz GM, la sección “2. Revisión de literatura” aborda los temas: Sostenibilidad y recursos fitogenéticos de maíz, Importancia del maíz en México, Presencia de maíz genéticamente modificado en México, y Bioseguridad comunitaria.

Para diseñar el esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM y cumplir con los objetivos de esta investigación, se utilizaron métodos tanto de las ciencias sociales como de las ciencias biológicas. Por parte de las ciencias sociales se utilizaron las siguientes herramientas: mapeo de actores, talleres, encuestas, transectos participativos y grupos focales. Las herramientas de las ciencias biológicas que se aplicaron se relacionan con la estrategia de colecta de semillas de maíz, mediciones morfológicas de mazorcas para su identificación, extracción de ADN por el método CTAB, y detección de las secuencias transgénicas p35S (Promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor) y t-NOS (Terminador de nopalina sintetasa de *Agrobacterium tumefaciens*), así como evaluación de los eventos específicos de maíz GA21 y NK603 por la técnica de RT-PCR. Cada uno de los métodos aplicados en esta investigación se encuentra detallado en la sección “5. Métodos”.

Los resultados obtenidos se presentan en el apartado “6. Resultados”. Esta sección, al igual que la de “Métodos”, está organizada por métodos sociales y biológicos. Los resultados basados en el uso de herramientas de las ciencias sociales permitieron: 1) Identificar a los sectores involucrados directa o indirectamente en la investigación, 2) Intercambiar información referente a la bioseguridad de maíz GM entre el grupo de investigación y las y los agricultores de SAM, 3) Identificar el nivel de interés de las y los agricultores sobre la bioseguridad de maíz GM, 4) Identificar los principales problemas y riesgos a los que se enfrenta el cultivo de maíz en la localidad, y 5) Identificar las variables que favorecen la presencia o ausencia de transgenes por flujo de semilla. Los resultados derivados del uso de herramientas de las ciencias biológicas permitieron: 1) Determinar el complejo racial al

que pertenecen los maíces cultivados en SAM, y 2) Evaluar la presencia de las secuencias transgénicas t-NOS, p35S, GA21 y NK603 a partir del ADN de los maíces cultivados en SAM.

La utilización de los métodos mencionados permitió: 1) Identificar las características agrícolas y socioambientales de las familias campesinas de SAM, 2) Identificar las variables que influyen en la presencia o ausencia de transgenes por flujo de polen, 3) Identificar las posibles fuente de entrada y/o dispersión de las secuencias transgénicas detectadas, y 4) Desarrollar estrategias de bioseguridad para evitar, disminuir y /o eliminar la presencia de transgenes en los acervos de maíz utilizados en SAM.

En la sección “7. Discusión de resultados” se reflexiona sobre los resultados obtenidos, se les interpreta y compara con resultados obtenidos en otros estudios de bioseguridad de maíz GM y de cultivo de maíz. Paralelamente, en esta sección se plantean las características fundamentales y complementarias de un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM situado al contexto agrícola y socioecológico de las y los agricultores de SAM.

En la sección “8. Conclusiones” se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en esta investigación, los cuales muestran el cumplimiento de los objetivos del proyecto. En esta sección también se reconoce la relevancia de este tipo de estudios intersectoriales para México en términos de bioseguridad de maíz GM: Este esquema está enfocado en una escala local, sin embargo, su adecuación a las realidades de comunidades similares a SAM, permitiría ser aplicable a escala nacional. Aunado a esta aplicabilidad, esta investigación puede ser utilizada como base científica para sustentar algunos instrumentos normativos/políticos en materia de bioseguridad nacional de maíz GM.

Finalmente, en la sección “9. Recomendaciones”, se sugiere: 1) Comprobar la efectividad del esquema planteado a través del monitoreo periódico de la ausencia y/o presencia de secuencias transgénicas en los maíces criollos de SAM, y 2) Cumplir con los compromisos aceptados por la comunidad de SAM y el grupo de investigación sobre la bioseguridad comunitaria de maíz GM.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1 Sostenibilidad y recursos fitogenéticos de maíz

En las últimas décadas hemos vivido las consecuencias de distintas actividades humanas que afectan desde la diversidad biológica hasta la composición atmosférica (Vilches y Gil, 2015). Estas actividades, consideradas interacciones negativas con la naturaleza, producen problemas que afectan el presente y amenazan el futuro de la humanidad y de otras especies, ya que se acercan a los límites planetarios que sostienen la vida (Meadows, 1972; Meadows, Meadows & Randers 1992; Meadows, Randers & Meadows, 2006; Folke, 2013; citados en Vilches y Gil, 2015). Los problemas que surgen de las interacciones negativas entre las sociedades humanas y los sistemas naturales son considerados *wicked problems* (traducidos como problemas complejos o perversos) socioambientales. Estos problemas son caracterizados por su naturaleza compleja, la interconexión entre ellos, la diversidad de aristas socioecológicas que abarcan, y la variedad de sus posibles resoluciones.

Para enfrentar los problemas socioambientales, las Ciencias de la Sostenibilidad (CS) plantean la importancia de abordarlos y de transitar hacia la sostenibilidad mundial (Kates *et al.*, 2001) para preservar y mejorar las interacciones naturaleza-sociedad tanto a escala global como local. Para fines de esta investigación se considera a la sostenibilidad como una característica del desarrollo orientada hacia la satisfacción de las necesidades humanas actuales y futuras, sin degradar los soportes de vida (Muiner, 2005; Miller, 2013). Las CS son un campo de investigación enfocado en el estudio de las interacciones naturaleza-sociedad (Kates *et al.*, 2001) a través de la vinculación entre el conocimiento y la acción (Miller, 2013).

Las CS son un campo de conocimiento enriquecido por la unión entre diversas áreas, tales como las ciencias naturales, las ciencias sociales y las humanidades (Vilches y Gil, 2015). Dentro de estas áreas se incluye la participación de una extensa gama de disciplinas interconectadas para abordar problemas socioambientales, algunas de estas disciplinas son: Biología, Economía, Física, Geografía, Ingenierías, Química (Vilches y Gil, 2016), Arquitectura, Derecho, Artes, Veterinaria, Sociología, Antropología y Agronomía. La interconexión entre disciplinas se enfoca en articularlas y dirigirlas hacia la resolución de problemas que una disciplina por sí misma daría respuestas parciales (Casas *et al.*, 2017) ante los problemas socioambientales.

La integración de distintas disciplinas permite que campos de estudio aparentemente lejanos, como la economía y el estudio de la biodiversidad, se entrelacen para enfrentar (Vilches y Gil, 2015) problemas socioambientales. Existe una gran variedad de *wicked problems* socioambientales abordados por las CS, entre ellos se encuentran los referentes al uso, manejo, conservación y transferencia de recursos genéticos. El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) considera como recurso genético a todo aquel material de origen

vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que tenga un valor o uso real o potencial. Dentro de la diversidad de recursos genéticos se encuentran aquellos referentes a los provenientes de las plantas, los recursos fitogenéticos; los cuales, tienen un interés particular para las CS, ya que se relacionan con la alimentación y la agricultura.

De acuerdo con la FAO (2009), los recursos fitogenéticos son “cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura”, es decir, son reservorios de genes que pueden ser aprovechados como alimento, medicina, vestido, vivienda, combustible, etc. del ser humano; por lo tanto, su uso sostenible es indispensable para las naciones. Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) son de vital importancia para la seguridad alimentaria mundial (SNICS, 2020), ya que su diversidad representada por semillas, frutos, tallos, raíces y demás órganos vegetales, ha alimentado a la humanidad a lo largo de los años a través de distintos sistemas agrícolas. A pesar de la relevancia que tienen estos recursos, el mal aprovechamiento humano ha conducido a su erosión genética. La erosión genética de los recursos fitogenéticos es producto de factores socioecológicos como la sobreexplotación, urbanización, factores climáticos, abandono del campo, pobreza, plagas y enfermedades, contaminación ambiental, sustitución de variedades locales, pérdida de conocimiento ecológico tradicional (CET), entre otros fenómenos (Barrios y Jiménez, 2000).

La pérdida de los RFAA expone la necesidad de desarrollar investigaciones basadas en las CS que se perfilen hacia la satisfacción de las necesidades de producción-distribución-consumo y conservación de dichos recursos (Lobo y Medina, 2009). La conservación de los RFAA en sus centros de origen debe ser prioritaria, tal es el caso de la preservación del maíz en México, el cual es uno de los recursos fitogenéticos más importantes a nivel mundial. El maíz es uno de los *commodities* agrícolas más producidos en el mundo (DIEES 2016) y el cultivo principal de México (Fernández *et al.* 2013) debido a sus altos niveles de producción-consumo y a su extenso espectro de aplicaciones y simbolismos. La relevancia de los recursos fitogenéticos de maíz para México no garantiza su conservación, ya que su gran diversidad se enfrenta a peligros y amenazas como son el cambio climático, el abandono del campo y la introducción de maíz genéticamente modificado (maíz GM). La presencia de maíz genéticamente modificado en México trae consigo consecuencias negativas para las variedades nativas y para la transición de los sistemas agrícolas hacia la sostenibilidad.

La presencia de maíz GM en México es un *wicked problem* debido a su naturaleza compleja, por lo tanto, la intervención de las CS es crucial para enfrentar esta realidad. Las investigaciones basadas en CS deben desarrollarse partiendo de la investigación transdisciplinaria, de la colaboración intersectorial o de la investigación acción-participativa para albergar distintos enfoques, conocimientos no científicos, y calidad científica (Spangerberg, 2011).

2.2 Diversidad y cultivo de maíz en México

2.2.a. Domesticación del maíz

México es el centro de origen, domesticación y diversificación del maíz (Kato *et al.*, 2009; González-Ortega *et al.*, 2017), lo cual ha sido comprobado a través de evidencia arqueológica, botánica, histórica y genómica. El origen de esta planta se remonta a ~10,000 años, cuando se domesticó a partir del teocintle *Zea mays. subsp. parviglumis* (teosinte/teocinte) enriqueciendo su base genética mediante eventos de flujo génico posterior con otros teocintles (*Zea mexicana*) (Matsuoka, 2002).

La domesticación es un proceso evolutivo conducido por la selección artificial/cultural a través de las preferencias humanas, las cuales generan cambios a nivel del fenotipo y genotipo en las especies (Avendaño-Gómez *et al.*, 2015). La domesticación del maíz es un proceso continuo, el cual inició a través de nuestras y nuestros antepasados, de quienes heredamos las semillas, conocimientos, creencias y percepciones sobre esta planta; es por ello que el maíz se considera más que un recurso fitogenético, es un cultivo que forma parte de la identidad cultural mexicana. La domesticación de plantas es un proceso guiado a través de distintas formas de manejo, tales como recolección, tolerancia, fomento y cultivo (Casas *et al.*, 2007; citado en Avendaño-Gómez *et al.*, 2015). En el caso de la domesticación del maíz, ésta es encaminada por su cultivo, actividades agrícolas y preferencias humanas, lo cual quedó plasmado como CET. El CET es un conjunto de conocimientos, prácticas y creencias referentes a la relación entre las personas y el medio ambiente; es generado, transmitido y adoptado a través de varias generaciones para preservar los recursos fitogenéticos y sus formas de vida (Berkers *et al.*, 2000). Algunas prácticas agrícolas basadas en el CET del maíz son la siembra colectiva y el intercambio de semillas, las cuales, junto con el cultivo y las preferencias de los agricultores a pequeña escala han generado y conservado la extensa diversidad fenotípica y genotípica de maíz criollo. La diversidad del maíz comprende tanto el nivel genético como el fenotípico; la diversidad genética refiere a la riqueza de características genéticas tales como genotipos y alelos (CONABIO, 2020), mientras que la diversidad fenotípica considera a la variedad de rasgos físicos.

El origen, la domesticación y la diversidad del maíz en México forman un contexto diferente al de otras plantas en términos de bioseguridad de OGM. Es decir, la presencia de OGM homólogos para cultivos de los cuales México no es centro de origen y/o de diversidad, no implica el mismo impacto, efectos, ni requerimientos de uso. Ante esta situación, la Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) propuso tres niveles de bioseguridad, los cuales fueron publicados en el trabajo de Acevedo *et al.* (2016). Dichos niveles pretenden indicar el nivel de riesgo de la liberación de los OGMs ante la presencia de sus cultivos convencionales, es decir, de las plantas libres de transgenes. Aunado a ello, cada nivel señala las medidas que deben ser implementadas para evitar los efectos negativos en el ambiente y en la diversidad genética que pueden ocasionar los OGMs. El primer nivel se plantea para OGMs generados de especies que no son originarias

de México y de las que el país no es centro de diversidad, como por ejemplo la soya. El segundo se propone para los OGMs que provienen de organismos de los que México no es centro de origen, pero sí de diversidad genética, por ejemplo el trigo. Y el tercer nivel se plantea para los OGMs que se desarrollan a partir de especies de las que México es centro de origen y diversidad genética, por lo tanto, el maíz entra en este nivel de bioseguridad (CONABIO, 2021).

2.2.b. Diversidad de maíz clasificada en grupos

En México se cultiva un gran número de variedades de maíz, y a pesar de lo diferente que puedan parecer, todas pertenecen a la misma especie: *Zea mays subsp. mays*. Esta diversidad puede clasificarse en cuatro distintos grupos o tipos, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tabla comparativa de grupos de maíz en México.

	Criollos	Híbridos	Acriollados	Genéticamente modificados
Sinónimo	<p>El término más preciso para este grupo de maíces es “nativos”, ya que el término “criollos” podría hacer alusión a maíces con ascendencia no mexicana. A pesar de ello, nativos y criollos hacen referencia al mismo acervo de semillas, por lo que pueden ser considerados sinónimos.</p> <p>Para fines de esta investigación se utiliza el término “criollo” porque es mayormente utilizado por las y los agricultores mexicanos a pequeña escala. Mantener el nombre que ellas y ellos le dan a su maíz es respetar su labor de conservación y generación de diversidad. Específicamente, las y los agricultores de San Agustín Montelobos (SAM) refieren al maíz nativo como criollo,</p>	<p>El término más exacto para este tipo de maíces es “mejorados”, ya que el término “híbridos” puede hacer referencia a la cruce de dos especies. Sin embargo, ambos términos son sinónimos y para fines de este proyecto se utiliza el término “híbridos”.</p>	<p>Este grupo también es conocido como maíces “aclimatados”.</p>	<p>Los maíces genéticamente modificados también son llamados maíces transgénicos. Para fines del presente documento se utilizará el término “maíz genéticamente modificado”. Sin embargo, el término “maíz transgénico” fue utilizado durante las actividades participativas realizadas en este estudio, ya que es mayormente utilizado por los medios de comunicación mexicanos y por lo tanto podría ser un término más familiar para las y los agricultores que se integraron en el presente proyecto. El término “maíz transgénico” fue adoptado por las y los agricultores de San Agustín Montelobos. Esta aclaración explica por qué se utilizó el término “transgénico” en el título de este estudio y por qué ocasionalmente se</p>

	por lo tanto, al ser éste un estudio de carácter participativo se mantuvo el término “maíz/ces criollo/s” en este documento.			encuentra dicho término en vez de “maíz genéticamente modificado”.
Descripción	Estos maíces son variedades originarias de México, las cuales están adaptadas a la extensa heterogeneidad de climas, condiciones edáficas, y manejos agrícolas de nuestro país.	Son variedades de maíz generadas por la cruce intencionada de plantas seleccionadas (ej. líneas puras) a través de métodos convencionales de fitomejoramiento.	Los maíces acriollados son híbridos que fueron aclimatados a las condiciones climáticas-edáficas de un sitio y a los manejos agrícolas de las y los campesinos. Comúnmente, los maíces acriollados se cruzan con los maíces criollos pertenecientes al lugar donde fueron aclimatados.	Los maíces genéticamente modificados son organismos modificados genéticamente a través de técnicas de ingeniería genética con el fin de introducir genes exógenos a su ADN para expresar características como la resistencia al glifosato, el glufosinato de amonio, y/o a larvas de ciertos lepidópteros. Estos genes provienen de organismos como bacterias y virus, entre los cuales se encuentran <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , y el Virus del mosaico de la coliflor.
Origen	Son generados a través de su cultivo realizado por agricultores a pequeña escala durante un largo periodo de tiempo (SADER 2021).	Son generados por fitomejoramiento convencional, principalmente por instituciones gubernamentales e internacionales, así como por empresas privadas; en México las instituciones con mayor impacto en el desarrollo de híbridos son el INIFAP y el CIMMYT, y algunas de las semilleras privadas más populares son Asgrow, Pioneer, DEKALB, Syngenta, y Bayer-Monsanto.	Su base genética son los maíces híbridos, pero su origen proviene de la aclimatación territorial, así como la agrícola. El cultivo de estos maíces es realizado durante varios años en una localidad determinada (Casanova-Pérez <i>et al.</i> , 2019) hasta el punto de ser adoptado por los agricultores como un maíz “criollo”.	Este tipo de maíces proviene de laboratorios en los que se aplican técnicas de ingeniería genética. Estos laboratorios pertenecen principalmente a semilleras privadas, tales como Bayer-Monsanto, Asgrow, Pioneer, DEKALB, y Syngenta. Dichas empresas trasnacionales son las mismas que generan y venden los maíces híbridos.
Método de mejoramiento	En el caso de México, es un mejoramiento autóctono guiado por las y los campesinos mexicanos.	Mejoramiento realizado por cruces convencionales controladas de líneas puras (en el caso de los híbridos simples).	Los maíces acriollados son manejados como los criollos, por lo que el tipo de mejoramiento es autóctono, el cual es realizado por agricultores y agricultoras.	Estos maíces son generados por técnicas de ingeniería genética. Las técnicas son variadas e incluyen la electroporación, biobalística, transformación mediante <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , y bigotes de carburo de silicio (Scott y Polak, 2005; Yadava <i>et al.</i> , 2017).

				Además de estas técnicas de ingeniería genética se pueden generar maíces genéticamente modificados a través de la edición genómica. La edición genómica es una herramienta que utiliza complejos enzimáticos y RNAs guía. Uno de los métodos de la edición genómica es la técnica CRISPR.
Enfoque de uso	Los maíces criollos han sido generados y conservados con la finalidad de obtener variedades con adaptación local y cualidades tanto organolépticas como simbólicas. Son utilizados para una amplia gama de aplicaciones, entre las cuales destacan: el consumo humano en forma de platillos o bebidas tradicionales, y el uso como elemento ceremonial durante el ciclo de cultivo.	Estos maíces son generados para obtener características beneficiosas para los humanos, tales como el aumento de rendimiento.	Este tipo de maíz es utilizado con el objetivo de reciclar semilla y no comprar semilla híbrida nueva en cada ciclo agrícola. Paralelamente es utilizado para obtener usos similares a los de los maíces criollos.	Los maíces genéticamente modificados son generados para expresar características específicas y cumplir con ciertas aplicaciones al resolver problemas previamente identificados. Entre las aplicaciones comprobadas se encuentran la resistencia a herbicidas (ej. glifosato) y la resistencia a plagas (larvas de insectos lepidópteros). Y entre las aplicaciones prometidas se encuentran el aumento de rendimiento, la resistencia a sequía y la resistencia a heladas (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

En la Tabla 1 se muestran las características que comparten los distintos grupos de maíz, así como las diferencias presentes entre ellos. A continuación, se profundiza sobre los grupos criollos e híbridos:

2.2.b. I. Criollos/Nativos:

La diversidad de los maíces criollos ha sido reportada en razas nativas por la CONABIO a partir de la elaboración del Proyecto Global de Maíces Nativos. De todas las razas nativas reportadas, 59 han sido descritas y reconocidas por determinadores raciales como nativas; así mismo, se encuentran catalogadas dentro de siete grupos o complejos raciales, estos son: Cónico, Sierra de Chihuahua, Ocho hileras, Zapalote, Tropicales precoces, Dentados tropicales, y Maduración tardía. “Raza” es un concepto artificial utilizado para agrupar individuos que comparten las suficientes características como para ser diferenciadas de

otros grupos (Anderson y Cutler 1942; Harlan y de Wet 1971; citados en CONABIO, 2020); algunas de las razas de maíz criollo son: Ancho, Elotes occidentales, Chalqueño, Tuxpeño, Vandeño, Jala, Conejo y Bofo.

Dentro de cada una de las 59 razas hay una extensa diversidad de variedades tradicionales, por lo que hay variedades que pertenecen a una misma raza pero que son diferentes entre sí; por ejemplo, la raza nativa “Ancho” alberga a las variedades tradicionales Ancho pozolero y Ancho tabloncillo. Las variedades tradicionales son tantas como agricultores en el país, debido a ello, es muy complicado hacer un inventario sobre todas las variedades tradicionales que existen en México; hasta ahora sólo existen registros de las razas nativas.

Los maíces criollos son sustento de un gran número de familias mexicanas del sector rural, en especial de aquellas enfocadas en la agricultura a pequeña escala. Comúnmente, las y los agricultores a pequeña escala prefieren el maíz criollo sobre el híbrido a pesar de las diferencias en rendimiento; esta preferencia puede ser explicada por la adaptación local de las variedades nativas, la baja cantidad de insumos utilizados para su cultivo, el “reciclaje” de las semillas cada ciclo agrícola (no se debe comprar semilla nueva cada ciclo como en el caso del maíz híbrido), y por sus usos exclusivos en la cocina tradicional y/o en ceremonias tradicionales (Guillén-Pérez *et al.*, 2002; Turiján-Altamirano *et al.*, 2012; Turrent *et al.*, 2012; citados en Fernández-Suárez *et al.*, 2013). Los maíces criollos son cultivados a lo largo del país a través de distintos sistemas de manejo agrícola, algunos mantenidos desde tiempos prehispánicos, entre los cuales se encuentran la milpa clásica, el metepantle, y la milpa chichipera (Moreno-Calles, Toledo y Casas, 2013).

2.2.b. II. Híbridos/Mejorados:

La cruce de un par de líneas endogámicas no emparentadas resulta en la generación de una semilla híbrida que produce plantas con vigor renovado y rendimiento mayor al de sus progenitores. Este aumento de vigor y rendimiento es conocido como vigor híbrido (MacRobert *et al.*, 2015) o heterosis, el cual es la razón por la que los maíces híbridos son utilizados a gran escala a nivel mundial. El vigor híbrido es la base del mejoramiento genético por hibridación (Esquivel *et al.*, 2011) y su aplicación ha generado gran diversidad de maíces híbridos. Esta diversidad puede ser agrupada a grosso modo en híbridos sencillos, dobles y triples.

La generación de híbridos sencillos es realizada a través de la cruce controlada de dos líneas puras, las cuales son poblaciones aisladas genéticamente que provienen de cruces endogámicos, y cada una de ellas actúa como progenitor macho (de polen) o progenitor hembra (de semilla). Ambas poblaciones se cultivan en la misma parcela en diferente cantidad, normalmente la proporción de surcos hembra y macho es 3:1 (MacRobert *et al.*, 2015). El desarrollo de híbridos dobles se lleva a cabo a partir del fitomejoramiento de dos híbridos sencillos. Y la generación de híbridos triples consiste en la retrocruza de una línea pura (parental) con un híbrido simple (F1).

La distribución de híbridos ha sido extendida a nivel mundial, partiendo originalmente de la Revolución Verde (RV) desde países del Norte Global (principalmente Estados Unidos) hacia países del Sur Global. En México, el uso de híbridos es importante para el abastecimiento de una proporción de la agroindustria (Fernández-Suárez *et al.*, 2013) y es considerado positivo en términos de rendimiento, sin embargo, son cultivados mediante un esquema de producción heredado desde la RV. El cultivo óptimo y buen rendimiento del maíz híbrido depende de la superficie del terreno (plano) y de la utilización del paquete tecnológico completo (semilla, fertilizantes, riego). Sin estas condiciones, el rendimiento de estos maíces es mermado. Aunado a ello, el rendimiento del maíz híbrido se reduce de forma generacional, ya que existe una pérdida de vigor híbrido después de la primera cosecha. Dicha reducción conduce a la compra de semilla nueva después de cada ciclo agrícola, a diferencia de la semilla criolla, la cual generalmente es reciclada; el proceso de reciclar semilla híbrida puede resultar en la generación de maíces acriollados.

2.2.b. III. Genéticamente modificados:

Los maíces genéticamente modificados son generados a partir de técnicas de ingeniería genética, las cuales consisten en transferir plásmidos, que contienen construcciones recombinantes, hacia las células vegetales. Estas construcciones están formadas por genes provenientes de distintas especies, uno de estos genes es el transgen de interés, el cual brinda características de importancia agrícola, tales como la resistencia a insectos y/o a herbicidas (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013). El plásmido es ADN circular extracromosómico comúnmente de origen bacteriano (NHGRI, 2023), y es insertado a las células vegetales del maíz para expresar el gen de interés y generar maíces genéticamente modificados. Una de las bacterias más utilizadas para la generación del maíz GM es *Agrobacterium tumefaciens*, puesto que de forma natural infecta las células vegetales y por lo tanto, funciona como vector para transferir el plásmido y posteriormente que el transgen sea asimilado por las células vegetales. De forma general, los plásmidos utilizados para generar maíz GM están conformados por un transgen de interés (por ejemplo gen Cry, proveniente de la bacteria *Bacillus thuringiensis* y encargado de sintetizar proteínas Cry, las cuales servirán para otorgar resistencia a larvas de insectos), y otras secuencias genéticas (transgénicas) como promotores y terminadores, los cuales indican el inicio o el final del proceso de transcripción del ADN, correspondientemente (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013). Uno de los promotores más utilizados en la construcción de plásmidos para maíz GM es el promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor, y uno de los terminadores más comunes es el de Nopalina-sintetasa de *Agrobacterium tumefaciens*, este par de secuencias transgénicas están contenidos en aproximadamente el 85% del maíz GM liberado en el mundo (Delgado-Valerio *et al.*, 2022), por lo tanto, su uso en estudios de bioseguridad se considera representativo.

El plásmido bacteriano se replica a sí mismo de forma natural, y una vez que se inserta en la célula vegetal, el transgen de interés también es replicado (NHGRI, 2023). Una de las técnicas para introducir el plásmido en las células vegetales es la biobalística, la cual consiste en transferir el plásmido a través del rompimiento de la célula vegetal a partir del

uso de microbalas de oro o tungsteno impregnadas con el plásmido (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

2.2.c. Uso, conservación y producción de maíz en México

Los grandes grupos de maíz mencionados anteriormente son de importancia alimenticia internacional, sin embargo, los maíces criollos tienen una relevancia especial para México. Esta relevancia se debe a distintos factores: alto volumen de producción nacional, sustento alimenticio, simbolismos, percepciones que giran a su alrededor, el conocimiento ecológico tradicional sobre su cultivo, y la extensa gama de aplicaciones únicas. Además, son reservorios de las razas nativas y de los parientes silvestres del maíz (teocintles y maicillos).

La gran variedad de aplicaciones del maíz se debe a que en nuestro país todos los elementos de esta planta son aprovechados. El maíz en su totalidad es utilizado como elemento de cosmovisión y unidad artística para pinturas, canciones, fotografías y manualidades. La mazorca es utilizada como componente de ceremonias tradicionales y material decorativo. Los granos son utilizados para consumo humano a través de una vasta variedad de platillos, bebidas y productos industrializados; también son aprovechados como forraje para animales. Las hojas de las mazorcas (totomoxtle) son utilizadas para realizar artesanías decorativas, popularmente muñecas, flores, y cruces; así mismo, las hojas son usadas como envoltura de alimentos, por ejemplo, en tamales. El olote (eje de la mazorca sin granos) es utilizado como rastrojo y como biocombustible para generar energía. El tallo es utilizado como material de construcción, fuente primaria en producción de etanol, y como rastrojo. Sus hojas y la espiga son utilizadas como forraje animal. En la medicina tradicional, los pelos de elote (estigmas del maíz) se consumen en infusión para tratar enfermedades renales (Estrada, 1989; Ranum *et al.*, 2014).

La importancia del maíz criollo en México radica en gran medida en todas sus aplicaciones mencionadas, y dicha importancia conduce a la necesidad de conservar y mantener su diversidad a través de métodos de conservación *in situ* y *ex situ*. La conservación y el uso de la diversidad genética del maíz se consideran componentes importantes para el desarrollo agrícola sostenible y la seguridad alimentaria. Los recursos fitogenéticos del maíz criollo son clave para el fitomejoramiento (Yao *et al.*, 2007), ya que ofrecen la posibilidad de favorecer la aparición de mutaciones adaptativas potencialmente beneficiosas, las cuales pueden ser fundamentales para enfrentar retos próximos presentados a la humanidad (Smith *et al.*, 2017; Bruford *et al.*, 2017; Bellon *et al.*, 2018) y que podrían agudizarse en consecuencia del cambio climático (Bellon *et al.*, 2011; citado en Fernández Suárez *et al.*, 2013). Desafortunadamente, en México los recursos fitogenéticos del maíz criollo se enfrentan a problemas y amenazas que pueden conducir a su erosión genética, dentro de las cuales destacan la falta de apoyo al campo, la migración de zonas rurales, el cambio climático y la introducción de maíz genéticamente modificado (Fernández *et al.*, 2013). Tanto los problemas y amenazas, como la importancia de los recursos fitogenéticos del maíz,

conducen a la necesidad de crear estrategias de conservación de maíz criollo y medidas de preservación de la vida de las familias campesinas, pues son quienes generan y mantienen la diversidad de maíz criollo.

La diversidad de maíz criollo en México está distribuida en todo el país, sin embargo, es conservada en mayor proporción en ciertas áreas, llamadas provincias bioculturales. Existen nueve provincias culturales, siendo el estado de Oaxaca una de ellas. En estas regiones geográficas la riqueza biológica del maíz criollo converge con la riqueza cultural del país (grupos étnicos) (Perales y Golicher, 2011); lo cual es reforzado con el estudio de Ureta *et al.* (2013), quienes concluyen que la presencia de grupos étnicos será fundamental para explicar la distribución de cultivos de agricultura tradicional, como el maíz. Este par de estudios (Perales y Golicher, 2011; Ureta *et al.*, 2013) evidencia la estrecha relación entre el maíz criollo y los grupos étnicos. Este vínculo maíz-persona no sólo ocurre con los grupos étnicos, sino también con los agricultores a pequeña escala, quienes también han formado una relación cercana con las variedades nativas de dicha planta en términos de seguridad alimentaria y domesticación (Bellon *et al.*, 2018). Esta relación va más allá de términos productivistas, para las familias campesinas de pequeña escala el cultivo de maíz significa más que obtener una mercancía o un satisfactor (Barkin, 2002). El maíz es un elemento central sociocultural rodeado de conocimientos, creencias, y percepciones, su cultivo significa identidad mexicana (Castillo-Nonato, 2016). La relación entre agricultores mexicanos y el maíz criollo conduce a la necesidad de preservar las formas de vida de ellos para mantener un buen proceso de conservación de maíces criollos. Esta preservación de formas de vida puede ser mediada a través de subsidios gubernamentales efectivos, asesorías técnicas, intercambio de saberes y programas de desarrollo rural adecuados a las realidades sociales, culturales, económicas y ecológicas de los campesinos mexicanos (Kato *et al.*, 2009, citado en Fernández-Suárez *et al.*, 2013). Aunado a las medidas de preservación de los agricultores de pequeña escala, es necesario implementar estrategias directas de conservación de maíz criollo. Para favorecer la conservación de maíz es indispensable aumentar su demanda, fomentar usos novedosos o exclusivos (Fernández-Suárez *et al.*, 2013), e implementar programas y políticas de preservación. Algunos de los instrumentos gubernamentales más recientes que se han establecido en México para conservar directa o indirectamente los maíces criollos son: Programa de conservación de maíz criollo en México (CONANP y SEMARNAT, 2016), Programa de Apoyos a Pequeños Productores en su Componente Programa de Apoyos para Productores de Maíz y Frijol (SADER, 2018), Producción para el bienestar (2019), Sembrando Vida (2019), Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo (DOF, 2020). Si bien algunos de estos instrumentos gubernamentales no han tenido una planificación adecuada y/o implementación efectiva, su objetivo principal o secundario ha sido el conservar los maíces criollos mexicanos.

Para preservar los recursos genéticos de maíz criollo existen dos tipos de conservación: *ex situ* e *in situ*. La *ex situ* consiste en conservar las semillas fuera de su lugar/ambiente de origen (de Viana *et al.*, 2011). Este tipo de conservación se realiza a través de bancos de semillas/germoplasma, siendo el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) uno de los principales representantes de la conservación *ex situ* de maíz en México y en el mundo. Si bien los bancos de semillas son de gran utilidad para enfrentar la pérdida de diversidad de maíz criollo, esta conservación no mantiene las interacciones dinámicas en campo entre los distintos tipos de maíz y sus parientes silvestres, por lo tanto, provee de pocas opciones para llevar a cabo estrategias de fitomejoramiento. En contraste, la conservación *in situ* o la *on farm conservation*, llamada así por Bellon y van Etten (2013), mantiene la diversidad de maíz criollo a través de su evolución dentro los campos mexicanos partiendo de prácticas agrícolas, preferencias culturales, percepciones y normas sociales arraigadas a las localidades, tales como: estrategias de almacenamiento, intercambio de semillas y cruza de variedades (CONABIO, 2011; Doebley, 2004; Kato *et al.*, 2009). La conservación *in situ* permite mantener una evolución continua en campo a través de la selección natural y artificial, por lo tanto, no sólo se conserva la diversidad de maíz que ya existe, sino que también se genera más.

Ambos tipos de conservación de maíz criollo son importantes para la preservación de esta planta, la cual es producida y consumida en grandes cantidades en México. En el 2022 el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reportó una producción nacional para el año 2021 de 27,503,478 ton de maíz grano (consumo humano) y de 17,250,123 ton de maíz forrajero (consumo animal), lo cual resultó en un total de 44,753,601 ton. De estos 44 millones de toneladas, el 75% de ellas proviene de productores de pequeña y mediana escala (SADER, 2020). De acuerdo con las cifras de producción de maíz en 2021, México ocupó el séptimo lugar de producción a nivel mundial (SIAP, 2022). En el 2021, la producción de maíz fue generada en 7,907,089 ha, de esta superficie cultivada, 7,309,546 correspondieron al maíz grano y 597,543 al maíz forrajero (SIAP, 2021). La siembra de maíz es realizada con semillas de maíz criollo y de maíz híbrido, a nivel nacional, en 2019 el SIAP reportó que sólo hubo 9 entidades federativas en las que la superficie sembrada con maíz criollo es mayor que la superficie de híbrido, los estados son: Chiapas, Ciudad de México, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán. Dentro de estos estados, Oaxaca es la entidad con mayor superficie de siembra de semilla criolla que híbrida, el 87% de su superficie fue cultivada con maíz criollo.

La superficie de siembra y la producción nacional de maíz le permiten a México ser exportador de países como Venezuela y Colombia, sin embargo, su cultivo no es suficiente para abastecer a la población mexicana, ya que el consumo de maíz en México corresponde a 335.8 kg por persona al año (SIAP, 2020). El alto consumo per cápita, los problemas socioecológicos del campo, y la mala cadena de producción-distribución orillan a México a importar maíz de otros países, siendo Estados Unidos el mayor proveedor (SIAP, 2020). Esta importación es una de las principales fuentes de entrada de maíz GM a territorio mexicano, por lo que es necesario utilizar herramientas de bioseguridad para evitar la presencia de este OGM. Así mismo, también es indispensable mejorar la cadena de producción-

distribución de maíz en México para transitar hacia una mayor independencia alimentaria referente a este cultivo.

2.3. Presencia de maíz genéticamente modificado en México

2.3.a. Fuentes de introducción de maíz genéticamente modificado en México

En México, el abasto de maíz blanco proviene de la producción nacional, es decir que el país es autosuficiente para este tipo de grano, sin embargo no lo es para el maíz amarillo (Chauvet y Lazos-Chavero, 2014). De acuerdo con Consejo Nacional Agropecuario, México ocupó el primer lugar como país importador de maíz en el año 2022 (Enciso, 2022), siendo E.U. su principal abastecedor. En 2022, México importó aproximadamente 17 millones de toneladas de maíz amarillo proveniente de E.U. Esta importación carece de control fitosanitario en materia de bioseguridad, es decir, no existe una clasificación de maíz genéticamente modificado y maíz no genéticamente modificado; aunado a ello, E.U. es el principal país productor de cultivos genéticamente modificados (González y Ávila, 2014). El 95% del maíz cultivado en este país es modificado genéticamente (González-Ortega *et al.*, 2017); por lo tanto, la probabilidad de introducir maíz GM a territorio mexicano es alta. En México, la presencia de transgenes en maíz criollo en México y alimentos derivados de maíz es un hecho evidenciado a través de estudios de bioseguridad desde hace más de 20 años, siendo los de Agapito-Tenfen *et al.* (2017), González-Ortega *et al.* (2017), Álvarez-Buylla (2018), Rendón-Aguilar *et al.* (2019), Delgado-Valerio *et al.* (2022), y el de Ureta *et al.* (2023) los más recientes. La presencia de maíz genéticamente modificado en los campos mexicanos puede tener dos fuentes de entrada: por flujo de semilla y/o por flujo de polen. En el contexto nacional, el flujo de transgenes sucede a largas distancias por flujo de semilla (Dyer *et al.*, 2009), ya sea por intercambio de semilla o por introducción de semilla externa a una comunidad, mientras que a distancias cortas ocurre por flujo de polen. El intercambio, la introducción y reciclaje de semillas son prácticas agrícolas tradicionales (PAT) que se han mantenido desde tiempos prehispánicos para el cultivo de maíz. Dichas prácticas junto con el flujo génico han fomentado la adaptación, la generación y la conservación de diversidad de maíz criollo tanto por cruza consciente como por inconsciente (Janzen, Wang y Hufford, 2018). Desde esta perspectiva, el flujo génico entre las variedades de maíz y entre maíz-teocintle es favorable o perjudicial dependiendo del contexto socioecológico en que suceda. El flujo de transgenes ocurre de forma natural debido a que el maíz es una planta de polinización abierta e intercambia sus genes con gran facilidad a través del viento (CCA, 2004) y no existen mecanismos que eviten y/o disminuyan el flujo de polen en las parcelas. Las diferentes variedades de maíz pertenecen a la misma especie, por lo que no existen barreras genéticas, fisiológicas ni morfológicas que impidan su cruza; de igual forma, no las hay entre maíz y teocintle, ya que éstos últimos están lo suficientemente emparentados como para intercambiar genes.

En el campo mexicano, el maíz se encuentra en un proceso evolutivo simpátrico resultado de las interacciones entre las razas nativas, variedades modernas y sus parientes silvestres (Serratos *et al.*, 1997; Perales *et al.*, 2003; Bellon y Berthaud, 2004; Rojas-Barrera *et al.*, 2019), por lo tanto, no sólo ocurre flujo de genes, si no también introgresión, siendo ambas dinámicas de principal interés para la bioseguridad de transgenes. En México, el flujo de transgenes por semilla es probablemente el más importante y común. La introducción e intercambio de semillas son prácticas agrícolas tradicionales utilizadas para experimentar si se obtienen ciertas características de interés agrícola, sin embargo, estas prácticas pueden favorecer la presencia de transgenes. Aunado a estas actividades, el reciclaje de semilla es una práctica tradicional y común que puede favorecer a mantener o eliminar los transgenes en los lotes de maíz criollo. La frecuencia alélica de los transgenes aumentará o disminuirá a partir de un fenómeno azaroso de deriva génica conducido por la selección de semillas realizada por los campesinos (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009).

El flujo de transgenes entre maíces y maíz-teocintle trae consigo problemas y riesgos de impacto socioecológico, especialmente cuando el flujo sucede desde el maíz GM hacia maíces criollos y/o teocintles. Si bien no hay estudios en los que se aborde el flujo de transgenes entre maíz-teocintle, sí los hay referentes al flujo génico entre estas especies (Zizumbo, 1985; Ellstrand *et al.*, 2007; Baltazar *et al.*, 2015; Rojas *et al.*, 2019), por lo que los riesgos de la presencia de transgenes en los teocintles son factibles. Cabe mencionar que los problemas son considerados consecuencias negativas presentes, y los riesgos o amenazas son considerados consecuencias negativas futuras, es decir, posibles problemas a futuro.

2.3.b. Problemas y riesgos del maíz genéticamente modificado en México

En el contexto mexicano, algunos de los problemas presentes derivados de la presencia de transgenes en los alimentos elaborados con base de maíz y en las variedades cultivadas en campo son:

1) Pérdida de soberanía alimentaria: De acuerdo con la Declaración de Nyéléni (Nyéléni, 2007), la soberanía alimentaria es definida como “el derecho de los pueblos a alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos de forma sostenible y ecológica, y su derecho a decidir su propio sistema alimentario y productivo”. Y de acuerdo con La Vía Campesina (2003), la soberanía alimentaria es el “derecho de los pueblos, de sus países o uniones de estados a definir su política agraria y alimentaria, sin *dumping* frente a países terceros”. Este derecho se centra en la producción, distribución y consumo adecuado, sostenible y justo, a través de modelos que garanticen la seguridad alimentaria (Anderson, 2018). La soberanía alimentaria incluye el derecho de los agricultores de decidir qué alimentos producir y cómo hacerlo, y el de los consumidores a elegir qué consumir y de quiénes. Este derecho incluye el libre acceso a las semillas (La Vía Campesina, 2003), la presencia inesperada de maíz GM en las comunidades agrícolas atenta contra el derecho de las y los agricultores de decidir qué tipo de maíz quieren sembrar y consumir, ya que en la gran mayoría de los casos, las y los agricultores desconocen si están sembrando y

consumiendo maíz GM y/o maíces nativos con presencia de transgenes. Con este desconocimiento no se es libre de decidir qué maíz se desea cultivar y/o comer, ahí es cuando se pierde la soberanía alimentaria de las comunidades agrícolas. Aunado a ello, la presencia de transgenes en los productos industrializados derivados de maíz (González-Ortega *et al.*, 2017) atenta contra la soberanía alimentaria de la sociedad mexicana al no poder elegir alimentos libres de transgenes por falta de etiquetado de OGMs.

2) Daño a la salud humana por glifosato: el maíz GM está estrechamente relacionado con el glifosato, ya que algunas de los maíces transgénicas son desarrolladas para resistir la aplicación de glifosato en campo (Agapito-Tenfen *et al.*, 2017). Por lo tanto, hay una correlación entre la presencia de transgenes y trazas de glifosato en alimentos elaborados a base de maíz GM (González-Ortega *et al.*, 2017). Este herbicida es tóxico para la salud humana por su composición química *per se*, pues en 2015 fue catalogado como probablemente cancerígeno para humanos por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS y OPS, 2015; SEMARNAT, 2020); además, se relaciona con problemas en órganos vitales (CONACYT, 2022). Las afecciones del glifosato hacia la salud humana se originan tanto por su aplicación en campo sin medidas de protección como por su consumo en alimentos, varios de ellos elaborados con maíz GM. Las afecciones del glifosato han sido demostradas en mamíferos de laboratorio y en humanos (compilación de estudios en: Aranda-Camacho *et al.*, 2016). La existencia de estudios de efectos sobre la salud humana producidos por glifosato ha sido cuestionada, así como la calidad científica de éstos, sin embargo, apelando al Principio Precautorio, el uso del glifosato representa una amenaza para los humanos por su composición química, por lo que a pesar de la “inexistencia científica” su uso en campo y consumo en derivados del maíz GM es un peligro latente.

3) Intereses económicos de semilleras internacionales: El discurso generado por las empresas transnacionales sobre los OGMs ha sido orientado hacia la utilización de cultivos genéticamente modificados como estrategia ante el cambio climático. Sin embargo, el caso de las solicitudes de permisos para liberar maíz GM en México ha mostrado que enfrentar al cambio climático no es una motivación real para introducir dicho cultivo. Esta aseveración se sustenta a continuación: las principales empresas interesadas en liberar maíz GM en territorio mexicano desde el 2005 han sido Bayer, Monsanto, Bayer-Monsanto, Dow AgroSciences, Dow AgroSciences y PHI, PHI-Pioneer y Syngenta; las cuales, en conjunto y de forma general han solicitado la liberación de maíz GM en las regiones mexicanas con mejor infraestructura agrícola, riego y vulnerabilidad media-baja de sequía (CECCAM, 2017). Aunado a ello, el maíz GM que han solicitado liberar en México no ha sido generado para enfrentar el cambio climático, si no para resistir glifosato y larvas de lepidópteros, principalmente. Este caso de intentos de liberación de maíz GM en México evidencia que el interés de las empresas es meramente económico, dichas semilleras pertenecen a países del Norte Global (lugares sin la misma riqueza biocultural), en los cuales el maíz no tiene la misma relevancia económica, social, política, cultural, nutricional, biológica ni ecológica; por lo que los problemas y riesgos del uso de maíz GM en estos países son menores en contraste con México. Otra situación que muestra la falacia del discurso de las empresas

que generan el maíz GM y lo presentan como una alternativa ante el cambio climático, es que este maíz está adaptado a condiciones climáticas promedio, por lo que no sería resistente a la variabilidad climática que se espera en escenarios de cambio climático.

La presencia de maíz GM en el ambiente y de transgenes en los derivados alimenticios de maíz para consumo humano, guiado por los intereses de las empresas privadas en nuestro país, implicaría faltar a herramientas del marco jurídico-normativo-político mexicano en materia de bioseguridad de OGMs (Anexo 1). Además, en términos productivos se generaría mayor dependencia agrícola por parte de los agricultores hacia las semilleras transnacionales. Esta dependencia radica en que al igual que con las semillas híbridas, la utilización de maíz GM implicaría la compra de un paquete tecnológico, comprar semilla en cada ciclo agrícola y comprar sus insumos químicos (García y Toscana, 2017).

Respecto a los riesgos de la presencia de maíz GM/transgenes en nuestro país, éstos tienen distintos efectos socioecológicos que podrían impactar en los recursos fitogenéticos del maíz criollo, la sociedad, el medio ambiente, los derechos y las formas de vida de las familias campesinas (Fernandes *et al.*, 2022). Entre los riesgos más importantes se encuentran:

1) Introgresión de transgenes en lotes de semilla de maíz criollo: La presencia de transgenes en poblaciones de maíz criollo sucede a través del flujo génico, sin embargo, estos genes podrían ser introgresados por un efecto de “cuello de botella” en términos de genética de poblaciones (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009). La fijación de transgenes en las poblaciones de maíz criollo implica una “contaminación” a nivel genético, ya que los lotes de semilla dejan de ser naturales, lo cual podría traer consigo varias consecuencias negativas a futuro. La “pérdida de naturalidad” refiere a que los transgenes introducidos en el ADN de los maíces criollos dan resistencia a larvas de lepidópteros y/o a glifosato (por ejemplo), y dichas secuencias no se encuentran presentes dentro del ADN de maíz de forma natural. Los transgenes forman parte de una construcción recombinante, la cual contiene secuencias de bacterias y/o virus que naturalmente infectan el ADN vegetal del maíz, sin embargo, no es natural que un maíz contenga genes resistentes a glifosato o glufosinato de amonio. La importancia real de esta “pérdida de naturalidad” radica en que la introgresión puede traer consigo consecuencias negativas para las poblaciones de maíces criollos (Riesgos 2 y 3 de esta lista).

2) Daño potencial a nivel genético y genómico en maíces criollos: La introducción de transgenes en el genoma de los maíces criollos puede conducir a la fragmentación, por lo que las secuencias exógenas podrían interferir en la expresión de algún gen, probablemente funcional (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009). Uno de los transgenes más utilizados para la elaboración de maíz GM es el promotor p35S, el cual, al ser transferido a otro genoma puede funcionar como un factor desestabilizador, presenta secuencias hot-spots de recombinación, las cuales favorecen la unión del ADN con enzimas (ej. recombinasas) que potencialmente cortan y pegan el ADN aleatoriamente (Kohli *et al.*, 1999). Esta unión

ha sido identificada en virus, pero también podría ocurrir en otros genomas cuando el promotor es agregado (Kohli *et al.*, 1999).

Aunado a las consecuencias a nivel genético, la introducción de transgenes aumenta la inestabilidad del genoma del maíz receptor, por lo tanto, la probabilidad de aparición de mutaciones aumenta (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009). La integración de transgenes ajenas a un genoma puede provocar efectos colaterales no esperados, algunos de estos efectos potenciales son: desestabilización del genoma, cambios de expresión en los genes, variaciones fenotípicas, cambios en las metilaciones del ADN, y efectos epigenéticos. Además de las alteraciones en el genoma, la inserción de transgenes puede provocar impactos negativos sobre el transcriptoma, metaboloma, epigenoma, e interactoma del genoma receptor (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

3) Daño potencial a nivel fisiológico en maíces criollos: La presencia de transgenes podría afectar la fisiología de los maíces criollos al alterar la proporción y cantidad de proteínas totales producidas en distintas partes de la planta y en sus distintas etapas de desarrollo. (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009); algunos estudios han demostrado este fenómeno. Entre estos estudios se encuentra el realizado por Zolla, *et al.* (2008), el cual se enfocó en comparar la síntesis proteica del maíz GM MON810 y maíz no genéticamente modificado cultivados en las mismas condiciones, a través de proteómica. El estudio demostró que en el maíz GM, 100 proteínas estaban modificadas y 43 de ellas presentaron aumentos o disminuciones significativas en el nivel de expresión en comparación con el maíz no genéticamente modificado. Otro de estos estudios enfocados en evaluar las consecuencias fisiológicas del maíz GM es el desarrollado por Saxena y Stotzky (2001), el cual determinó que la cantidad de lignina producida por maíz GM MON810 aumentó significativamente en contraste con una planta no transgénica. A pesar de la realización de estos estudios, aún se desconocen todos los efectos indeseables que pueden traer consigo los transgenes a nivel fisiológico en los maíces criollos (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

4) Daño potencial a la salud humana por transgenes: No se ha demostrado la ausencia de peligro en la salud por el consumo de alimentos genéticamente modificados (Aparisi, 2004). Actualmente se desconocen con certeza las consecuencias en la salud humana por el consumo de OGMs. Sobre el maíz GM hasta ahora los estudios sólo han arrojado evidencia de alergenicidad; sin embargo no se deben descartar otros posibles daños a futuro (Acosta y Guerrero, 2007; Fernández *et al.*, 2012). Las técnicas de modificación vegetal a nivel genético pueden alterar (aumentar o disminuir) la alergenicidad de los alimentos, por lo que antes de la liberación de OGMs se deben realizar estudios que garanticen la ausencia del daño a la salud humana, principalmente en grupos de poblacionales más susceptibles (Bernstein *et al.*, 2003).

Uno de los estudios enfocados en detectar las consecuencias negativas sobre la salud humana producto del consumo de OGMs demostró que la protoxina Cry1Ac es un potente inmunógeno y adyuvante de mucosas. Esta protoxina proviene de las bacterias *Bacillus thuringiensis* y de un gen que codifica para la proteína Cry1Ac, el cual es insertado en

cultivos GM, tales como berenjena y maíz. Dicho estudio demostró que los anticuerpos anti-antígenos alimenticios son potencialmente inducibles por la Cry1Ac presente en el intestino por la ingesta de alimentos genéticamente modificados impregnados de la protoxina, lo cual puede impactar negativamente la absorción de antígenos y tener consecuencias nutricionales (López-Revilla y Martínez-Debat; en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

5) Daño ambiental por uso de agroquímicos: La aplicación de agroquímicos en campos agrícolas trae consigo impactos negativos en los cuerpos de agua cercanos, la fertilidad del suelo, en la flora y en la fauna. El cultivo de maíz GM implica la utilización de agroquímicos para obtener un buen rendimiento y/o para expresar específicas características (por ejemplo resistencia a herbicidas). Dentro de los agroquímicos utilizados para el cultivo de maíz GM, el glifosato es uno de los principales. Este herbicida es de amplio espectro, por lo que erradica tanto a malezas como a arvenses. El perder estas plantas significa terminar con el nicho y vida de diversos insectos, entre los cuales se encuentran las abejas, organismos polinizadores. La polinización del maíz ocurre en gran proporción por el viento, sin embargo, las abejas pueden intervenir en la polinización de maíz si hay colmenas cerca de las milpas (entre menos de 100m y 1500m) (Danner *et al.*, 2014). Aunque la polinización de maíz por abejas no sea tan común, las abejas son polinizadoras de un gran número de angiospermas, y al encontrarse en áreas con aplicación de glifosato estos insectos no sólo pierden su nicho, sino que también les afecta directamente en exposiciones subletales (Boily *et al.*, 2013), incluso si las trazas quedan en cuerpos acuáticos (Ruiz-Toledo y Sánchez-Guillén, 2014; Motta *et al.*, 2018). Otros de los insectos afectados por el uso de agroquímicos relacionados con el cultivo de maíz GM es la mariposa monarca, la cual incluso también es perjudicada directamente en su mortalidad por el polen del maíz Bt (Hansen-Jesse y Obrycki, 2000).

6) Importancia agronómica: Además de las variedades de maíz GM resistentes a glifosato, también se han desarrollado variedades resistentes a lepidópteros, las cuales son conocidas como maíces Bt. Estos maíces contienen las proteínas Crystal (Cry) y Cytolitic (CYT), las cuales tienen efecto insecticida y es codificada por el gen Cry, el cual proviene de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bravo *et al.*, 2007). El uso de maíz GM resistente a glifosato y de maíz Bt podría generar la aparición de supermalezas y superplagas resistentes (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013; Maghari y Ardekani, 2011) consecuentemente sería necesario aplicar mayores concentraciones de herbicidas e insecticidas, por lo tanto habría más contaminación ambiental.

7) Patentes y repercusiones legales: Las secuencias recombinantes utilizadas para la generación de maíz GM son propiedad patentada de las empresas que las desarrollan. Por lo tanto, si dichas secuencias son transmitidas por flujo génico y asimiladas por los maíces criollos, las empresas podrían demandar legalmente (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2009) a los agricultores por la utilización de su “tecnología” sin una compra previa, tal es el caso de los agricultores estadounidenses demandados por Monsanto (Enciso, 2007). La posibilidad de demanda no ha sido descartada por parte de las semilleras internacionales

que buscan introducir maíz GM en México, por lo que este hecho pone en evidencia la priorización de sus intereses propios.

8) Reemplazo de maíces criollos y pérdida de CET: la idea de introducir maíz GM a México parte de un modelo de transferencia tecnológica descontextualizada, la cual no considera que los maíces GM son generados en países con condiciones agrícolas, ambientales, sociales, culturales y económicas distintas a las mexicanas. Al igual que en la RV, las variedades transgénicas son visualizadas como una revolución a la agricultura actual (Aparisi, 2004), como si un modelo de producción del Norte Global fuera lo que necesita el campo mexicano. La posible sustitución de los maíces criollos por el uso de maíz GM implicaría la pérdida de diversidad genética del maíz nativo, así como la pérdida de los usos, las creencias, percepciones, y claro, del CET que giran en torno de los maíces criollos de México.

9) Económicas: La presencia de variedades transgénicas son un riesgo para la subsistencia de las y los campesinos mexicanos en términos económicos (Foyer y Bonneuil, 2017), ya que las posibles demandas resultantes del flujo génico accidental implicarían gastos no previstos para los agricultores. De igual forma, la utilización por siembra directa y consciente de maíz GM implicaría gastos económicos en términos de insumos agrícolas, desde agroquímicos hasta riego introducido. El uso del paquete tecnológico del maíz GM, semillas y agroquímicos, serían incosteables para las personas dedicadas a la agricultura de pequeña escala. De hecho, el uso de maíz híbrido en este tipo de agricultura es rechazado por las y los agricultores por el alto costo de inversión que implica obtener el paquete tecnológico, entre otros motivos (preferencias por el maíz criollo, condiciones agrícolas y ambientales desfavorables para la producción de maíz híbrido).

De acuerdo con la revisión de esta sección “2.3.b.”, se concluye que en México el número de problemas que trae consigo el maíz GM es menor que el número de riesgos. A pesar de esto, no se reduce la gravedad de la presencia de maíz GM, ya que ha habido casos de estudio internacionales en los que ciertos riesgos socioambientales se han transformado en problemas (European Environment Agency, 2013; citada en Foyer y Bonneuil, 2017).

2.3.c. Marco jurídico-normativo-político en materia de bioseguridad de maíz genéticamente modificado

En México existe un marco jurídico-normativo-político en materia de bioseguridad (MJNPMMB) para regular la presencia maíz GM en territorio mexicano, no para evitarla. Este marco está conformado por artículos, legislaciones, tratados y principios tanto a nivel nacional como internacional.

A pesar de la “existencia” de dicho marco, la bioseguridad de OGMs ha sido descartada de la agenda pública, ya que había sufrido un proceso de distanciamiento por parte de las instituciones gubernamentales competentes (Foyer y Bonneuil, 2015); la presencia de maíz

GM en nuestro país es reflejo de la baja efectividad de este marco y de la falta de implementación de éste. Históricamente, el MJNPMMB de OGMs se ha contrapuesto entre sus decisiones y sus acciones (o inacciones), incluso ha habido posturas a favor y en contra de la introducción de OGMs dentro de un mismo régimen de gobierno. Actualmente, la postura del presidente de la República Mexicana (Andrés Manuel López Obrador) es crítica ante el uso de maíz genéticamente modificado, y al mismo tiempo ambigua: en este mandato se creó la Ley Federal para el Fomento y Protección de Maíz Nativo (LFFPMN) durante 2020, se emitió un Decreto para suspender y revocar los permisos y autorizaciones de maíz GM (2020) (San Vicente-Tello, 2022), se ha planteado ante E.U. el deseo de dejar de importar maíz GM para consumo humano, y en el presente año se publicó un decreto presidencial para frenar el uso de maíz GM como alimento para humanos en el año 2024.

A pesar de esta postura gubernamental y las acciones realizadas para garantizarla, aún existen posturas pro genéticamente modificados dentro de las de autoridades gubernamentales. Muestra de ello fue que se pretendió impulsar la iniciativa de reforma a la Ley Federal de Variedades Vegetales (2022) (San Vicente-Tello, 2022), la cual se enfoca en proteger los derechos de propiedad intelectual sobre las semillas, otorgando una ventaja para las semilleras transnacionales productoras de maíz GM. Otro caso de la ambigüedad de la postura gubernamental ante el uso maíz GM es el del “reciente” decreto presidencial para prohibir el uso de maíz GM para consumo humano (DOF, 2023), si bien se desea prohibir su uso alimenticio en humanos, no se cierra la posibilidad de importarlo con otros fines (industrial y forrajero), aunado a ello, no se ha mencionado la estrategia que se utilizará para cumplir con el decreto.

Estas posturas/acciones actuales y las de los mandatos anteriores se han contradicho en materia de bioseguridad, lo cual demuestra que el papel del Gobierno ante la bioseguridad de los OGMs es ambiguo y paradójico. La paradoja es evidenciada principalmente por la falta de implementación de herramientas técnicas que se encarguen del cumplimiento del MJNPMMB de OGMs, por ello, Foyer y Bonneuil (2015) consideran a dicho marco como una actuación de seriedad. Una actuación de seriedad porque si bien sí hay legislaciones, normas, tratados, y políticas que prohíben el maíz GM en México (con excepción de su importación), no hay herramientas/instrumentos que en la práctica permitan su implementación. En este contexto, las acciones más importantes para contender con los riesgos de la presencia de maíz GM en nuestro país fueron abordados a través de la generación de información y posteriormente con la prohibición de su liberación. La generación de la “primera” información científica en materia de bioseguridad en México se realizó a través de estudios y proyectos gubernamentales (Quist y Chapela, 2001; Ortiz García *et al.*, 2005; Serratos Hernández *et al.*, 2007; Piñeyro-Nelson *et al.*, 2009; Proyecto Global de Maíces Nativos, 2006-2010). Esta información sentó las bases para tomar decisiones referentes a la presencia del maíz GM; su prohibición se ha conseguido en gran medida gracias a movimientos sociales intersectoriales como la campaña Sin Maíz No Hay País y la Demanda Colectiva en Defensa del Maíz (Demanda colectiva contra el maíz genéticamente modificado; San Vicente-Tello y Morales-Hernández, 2015), que han articulado sectores campesinos, civiles, y académicos (López-Martínez, 2022).

2.3.d. Legislación de Organismos Genéticamente Modificados en México

Los avances mundiales en el uso de los recursos fitogenéticos a través de la ingeniería genética condujeron a la necesidad de regular la bioseguridad, es decir, evitar y/o controlar los problemas y riesgos resultantes de esta tecnología. Las iniciativas de regulación de OGMs iniciaron a nivel internacional, y México paralelamente comenzó un proceso de construcción de legislaciones de acuerdo a su contexto socioecológico, considerando que es un país megadiverso, una nación en vías de desarrollo y el centro de domesticación de varios cultivos importantes a nivel mundial, entre los cuales se encuentra el maíz. La construcción de las legislaciones mexicanas en materia de bioseguridad de OGMs ha utilizado como base acuerdos multilaterales como el Protocolo de Cartagena. La inclusión de México al Protocolo de Cartagena como país miembro condujo a las autoridades mexicanas a crear la LBOGM, que es la principal ley en materia de bioseguridad de OGMs en el país, la cual fue publicada en el año 2005 (Massieu, 2006).

Otros de los acuerdos multilaterales que influyeron en la creación de legislaciones nacionales de bioseguridad fueron el Protocolo de Nagoya, el Protocolo de Nagoya Kuala-Lumpur, y los principios resultantes de la Cumbre de Río. Estas herramientas fueron útiles para países como México porque permitieron marcar limitaciones en el uso de cultivos genéticamente modificados para proteger la diversidad biológica y cultural (Massieu, 2006).

Si bien México logró establecer criterios para evitar los riesgos de la introducción de OGMs a través de las legislaciones, estas mismas no han sido congruentes con las acciones de los organismos gubernamentales responsables de hacerlas cumplir. A continuación, se presenta la Tabla 2 con artículos, legislaciones, y normas nacionales que forman parte del marco jurídico-normativo-político mexicano en materia de bioseguridad de OGMs y que abordan de forma directa o indirecta* el uso de OGMs, con especial énfasis en el maíz GM. La descripción detallada de cada una de las herramientas del MJNPMMB de OGMs se encuentra en el Anexo 1.

***NOTA:** Por forma directa se entiende a aquellos componentes del MJNPMMB que mencionan textualmente a los OGMs o al maíz GM y que dedican ciertas líneas para referir a las acciones correspondientes al uso de ellos. Por forma indirecta se entiende a los componentes del MJNPMMB que no mencionan textualmente a los OGMs o al maíz GM, pero que su normatividad o jurisprudencia es aplicable a su uso, ya que refieren al medio ambiente y sus recursos. *

Tabla 2. Herramientas mexicanas del MBJPMMB de OGMs.

Ley, Artículo, Tratado, Principio, Norma.	Año de publicación
Artículo 4 - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	Publicada en: 1917 Modificación del artículo 4: 1999 Última modificación al artículo: 2020
Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	Publicado en: 1917 Última reforma publicada en: 2022
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Artículo 45.	Publicada en: 1988 Última reforma publicada en 2022

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA): Artículo 49.	Publicada en: 1988 Última reforma publicada en: 2022
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA): Artículo 170.	Publicada en: 1988 Última reforma publicada en: 2022
Ley General de Vida Silvestre (LGVS): Artículos 3 y 4.	Publicada en: 2000 Última reforma publicada en: 2021
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM).	Publicada en: 2005 Última reforma publicada en: 2022
Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM).	Publicada en: 2008 Última reforma publicada en: 2009
Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz.	Publicada en: 2012
Norma Oficial Mexicana NOM-164-SEMARNAT/SAGARPA-2013.	Publicada en: 2014
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014.	Publicada en: 2014
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SAG-BIO/SEMARNAT-2017.	Publicada en: 2018
Ley Federal para el Fomento y Protección de Maíz Nativo (LFFPMN): Artículo 4.	Publicada en: 2020
Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente.	Publicado en: 2020
Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado.	Publicado en: 2023

Además de las herramientas mexicanas en materia de bioseguridad de OGMs, también existen protocolos, principios y acuerdos multilaterales que complementan directa o indirectamente* el MJNPMMB de OGMs con especial interés en el maíz GM. Algunos de estos acuerdos multilaterales surgen de la implementación del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), cuyo origen tuvo lugar durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992). Realizada por la ONU, dicha cumbre tuvo como objetivo generar acuerdos ambientales entre varias naciones.

Específicamente, la implementación del CDB es complementada e instrumentada por ciertos acuerdos multilaterales, tales como el Protocolo de Cartagena, el Protocolo de

Nagoya, y el Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur. En la Tabla 3 se presentan los acuerdos multilaterales del MJNPMMB que impactan directa o indirectamente en la bioseguridad de OGMs, y por lo tanto en la de maíz GM en México.

Tabla 3. Acuerdos multilaterales del MJNPMMB de OGMs.

Ley, Artículo, Tratado, Principio, Norma	Año
Protocolo de Cartagena.	2003 (entró en vigor) 2002 (ratificación)
Principio Precautorio: Principio 15.	2013 (entra en vigor el CDB) 1993 (ratificación del CDB)
Principio 10.	2013 (entra en vigor el CDB) (ratificación del CDB)
Protocolo de Nagoya.	2014 (entró en vigor) 2012 (ratificación)
Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur.	2018 (entró en vigor) 2012 (ratificación)
Acuerdo de Escazú: Artículo 8.	2021 (entró en vigor) 2020 (ratificación)

En el Anexo 1 se presenta la descripción de cada una de las herramientas enlistadas en las Tablas 2 y 3.

*** NOTA:** Por directamente se entiende a aquellos componentes del MJNPMMB que mencionan textualmente a los OGMs o al maíz GM y que dedican ciertas líneas para referir a las acciones correspondientes al uso de ellos. Por indirectamente se entiende a los componentes del MJNPMMB que no mencionan textualmente a los OGMs o al maíz GM, pero que su normatividad o jurisprudencia es aplicable a su uso, ya que refieren al medio ambiente y sus recursos. *

De acuerdo con la breve revisión anterior sobre los componentes del marco jurídico-normativo-político mexicano en materia de bioseguridad de OGMs, se reconoce que sí hay algunas herramientas nacionales e internacionales (multilaterales) para regular la presencia de OGMs, pero en esencia, el MJNPMMB de OGMs no está diseñado para evitar la presencia de maíz GM en todo México. A pesar de que existen dichas herramientas, éstas deben actualizarse a través de base científica considerando los contextos biológicos, socioeconómicos, políticos y culturales de los impactos de los OGMs. Así mismo, estas

herramientas deben implementarse por medio de la creación de instrumentos prácticos que las supervisen. El cumplimiento práctico del MJNPMMB de OGMs requiere de un aumento en la capacidad y la voluntad de las dependencias de Administración Pública competentes. Además del cumplimiento práctico de las actuales herramientas en materia de bioseguridad a través de instrumentos de implementación, también deben generarse más legislaciones que fortalezcan la bioseguridad mexicana, como por ejemplo la creación de una ley para etiquetar alimentos industrializados con presencia o ausencia de OGMs. Para fortalecer las herramientas del MJNPMMB de OGMs, hacerlas cumplir y para crear nuevas es necesario que exista un trabajo conjunto entre las instituciones gubernamentales competentes y otros sectores de la sociedad mexicana, tales como la academia, la sociedad civil y el sector privado.

Las políticas ambientales mexicanas deben orientarse hacia la protección del medio ambiente y los recursos naturales, no sólo hacia el crecimiento económico de los/as agricultores (Carabias y Rabasa, 2017); por lo tanto, el MJNPMMB de OGMs debe apoyar al campo mexicano, pero sin comprometer los recursos fitogenéticos del maíz criollo ni la salud humana.

La ciencia es un elemento legítimo para crear y fortalecer las políticas (Foyer y Bonneuil, 2015), por lo que un primer paso para cumplir con el MJNPMMB de OGMs, orientado hacia el maíz GM, es la realización de estudios de bioseguridad. Idealmente, estos estudios podrían ser apoyados económicamente por el gobierno y orientados por la participación científica y campesina.

2.3.e. Antecedentes de estudios de bioseguridad de maíz genéticamente modificado en México

En nuestro país se ha realizado una serie de estudios sobre bioseguridad de maíz GM, los cuales, numéricamente podrían ser considerados como “no suficientes” (en promedio, menos de 1 estudio por año) debido a la gran relevancia que tiene el maíz para México y la presencia de maíz GM. Si bien, estos estudios no han sido muchos, sí son importantes porque han documentado la presencia de transgenes en regiones y contextos socioambientales inesperados. En el 2001 se publicó el primer trabajo sobre bioseguridad de maíz GM en México, Quist y Chapela (2001) detectaron la presencia de maíz GM en un sitio “aislado” perteneciente a la Sierra Norte (Oaxaca), lo cual provocó preocupación en las autoridades mexicanas y en la sociedad civil. Posteriormente, entre 2003 y 2005 la Red En defensa del Maíz realizó algunos estudios de bioseguridad en once entidades estatales (Torres-Mazuera y Vides, 2022). En el año 2005, Ortiz García *et al.* regresaron al sitio de estudio de Quist y Chapela (2001) para hacer un segundo monitoreo de maíz GM y obtuvieron resultados negativos a la presencia de transgenes, sin embargo, los propios autores mencionaron que el no haber determinado la presencia de transgenes no implicaba

que éstos no estuvieran presentes, ya que su esquema de muestreo los limitó pragmáticamente. Los problemas de muestreo del estudio de Ortiz García *et al.* (2005) fueron mencionados posteriormente por estudios como el de Cleveland *et al.* (2006) y el de Soleri *et al.* (2006).

En 2007 Serratos Hernández *et al.* publicaron un artículo sobre la presencia de proteínas transgénicas de maíz en la zona de Conservación de los Suelos de la Ciudad de México. En 2009, Piñeyro-Nelson *et al.* hicieron un tercer muestreo en los sitios de estudio de Quist y Chapela (2001), obteniendo resultados positivos a maíz GM. En este mismo año Dyer *et al.* publicaron un estudio sobre modelado de dispersión de transgenes en el que detectaron la presencia de proteínas recombinantes de maíz GM en maíces cultivados en México.

Los estudios de bioseguridad de OGMs continuaron hasta 2017 con los estudios de Agapito-Tenfen *et al.* y González-Ortega *et al.*, la importancia de este último radicó en que evidenció la presencia de transgenes y glifosato en alimentos industrializados derivados de maíz. Posteriormente, en 2018 se publicó una consultoría encabezada por Álvarez-Buylla y realizada por encargo del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). En este estudio se reportó la presencia de maíz GM en 5 estados de México: CDMX, Michoacán, Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Este estudio del INECC es citado en el presente trabajo como “Álvarez-Buylla, 2018”.

Posteriormente, en el año 2019 se publicó el estudio de Rendón-Aguilar *et al.* En este trabajo se detectó la presencia de maíz GM en Áreas de Prioridad Territorial en Oaxaca, así mismo, se identificaron las prácticas de manejo de semilla que favorecen la dispersión de este tipo de maíz.

Hasta el año 2022 se continuó con la realización de los estudios de bioseguridad de maíz GM. Delgado-Valerio *et al.* publicaron un estudio centrado en la detección de secuencias transgénicas en masa de maíz en el estado de Michoacán.

Finalmente, el estudio más reciente en materia de bioseguridad fue realizado por Ureta *et al.* (2023), quienes enfocaron su investigación en identificar la presencia de transgenes en maíces criollos cultivados en Ciudad de México, Chiapas y Oaxaca. Así mismo, este trabajo generó hipótesis sobre la dispersión de transgenes a través de la minería de datos.

En México, la presencia de transgenes en el maíz criollo y en sus derivados alimenticios ha sido evidenciada a través de los estudios mencionados y de otros esfuerzos impulsados por organizaciones civiles y campesinas. La mayoría de estos estudios de bioseguridad de maíz GM han sido realizados a escala estatal y/o regional, se han limitado a la detección de transgenes, no se han enfocado en identificar con precisión sus fuentes de entrada y/o dispersión, y tampoco se han concentrado en establecer estrategias de manejo de dichos genes. Así mismo, la mayoría de estos estudios son heterogéneos debido a que utilizan distintos criterios de muestreo por lo que las investigaciones no son comparables. Aunado a estas características de muchos de los estudios de bioseguridad, éstos no han avanzado

hacia una inclusión campesina real, la participación de las y los agricultores se ha restringido a la donación de semillas de maíz criollo y a la resolución de encuestas. La gran mayoría de estos trabajos de bioseguridad de maíz GM, junto con los orientados por el sector académico, no han transitado hacia la investigación transdisciplinaria, en algunos casos sólo se han aproximado la colaboración intersectorial, pero sin acción-participativa campesina real (más allá de otorgar sus semillas de maíz y contestar encuestas).

A pesar de las carencias de la mayoría de los estudios de bioseguridad de maíz GM en México, sí ha habido estudios enfocados en realizar esfuerzos de monitoreo con el fin de detectar la presencia de transgenes en maíces criollos y a su vez plantear estrategias de bioseguridad de maíz GM (Álvarez-Buylla, 2018; Ureta *et al.*, 2023).

2.4. Bioseguridad comunitaria de maíz GM

2.4.a. Bioseguridad de maíz GM y participación campesina en estudios de bioseguridad

De acuerdo con la LBOGM (2005, modificada en 2022), la bioseguridad es definida como las acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención relacionadas con las actividades de OGMs, “con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que dichas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica” (Artículo 1, LBOGM).

Se considera que en México hay una carencia de estudios de bioseguridad de maíz GM, ya que estos son pocos en contraste con la importancia que tiene el maíz para el país, y con los problemas presentes o futuros que trae y puede traer consigo la presencia de maíz GM. Específicamente, hay una falta de este tipo de estudios con carácter transdisciplinario, de colaboración intersectorial o de investigación acción-participativa; lo cual, perpetúa la presencia de maíz GM en nuestro país. Hay muy pocos esfuerzos participativos enfocados en detectar la presencia y las fuentes de entrada/dispersión de transgenes en nuestros alimentos y en los cultivos en campo a nivel local, por lo que la implementación de estrategias para eliminarlo, evitarlo y/o disminuirlo no se realiza.

Si bien la base científica y la intervención gubernamental son cruciales para el desarrollo de estudios sobre la bioseguridad del maíz GM, la participación campesina es aún más importante. Las y los agricultores a pequeña escala son quienes conservan y generan la diversidad de maíz criollo, mantienen su proceso evolutivo en campo y se enfrentan directamente a los problemas y riesgos que conlleva la presencia del maíz GM. Desafortunadamente, las familias campesinas no han podido evitar la presencia de maíz GM en sus localidades, por lo que es necesario que participen en investigaciones

intersectoriales, de esta forma se podría crear una sinergia entre sectores para evitar la presencia de maíz GM.

La inclusión de las familias campesinas en los estudios de bioseguridad de maíz GM debe sobrepasar la brecha de la donación de su maíz criollo, la cual es relevante pero no suficiente. Esta inclusión puede ser mediada a través de la investigación transdisciplinaria, la investigación acción-participativa o la colaboración intersectorial.

La investigación transdisciplinaria es un proceso participativo de un equipo intersectorial (diversas disciplinas científicas, organismos gubernamentales, sociedad civil, agricultores, academia) que abarca la delimitación de un *wicked problem*; el co-diseño de objetivos, métodos y un marco teórico común; la co-producción, la transferencia y aplicación del conocimiento científico y el tradicional (Merçon *et al.*, 2018). La investigación acción-participativa es un método de investigación que sistematiza saberes tradicionales, conocimiento científico, acciones colectivas y propuestas de reflexión para identificar y abordar problemas comunes (Alatorre y Merçon, 2014); con el compromiso de trabajar junto a poblaciones vulnerables, realizar cambios verdaderos y fortalecer causas justas (Merçon, 2021). La colaboración intersectorial es una estrategia de trabajo que incluye enfoques, conocimientos y actividades de múltiples sectores interesados en avanzar hacia un objetivo en común, por ejemplo, la sostenibilidad. La colaboración intersectorial es una oportunidad “para aprender todos de todos” (Alatorre *et al.*, 2018). Dentro de las investigaciones basadas en la colaboración intersectorial, las y los actores de cada uno de los sectores participantes deben expresar concretamente cuáles son sus intereses al trabajar conjuntamente, cuáles son las necesidades propias y las compartidas (establecer objetivos en común) (Alatorre *et al.*, 2018).

La importancia de la utilización de estas tres alternativas de investigación en estudios de bioseguridad de maíz GM recae en que los esquemas de bioseguridad deben ser aterrizados a las realidades socioecológicas de las comunidades campesinas que son o podrían ser afectadas por la presencia de dicho OGM. Co-desarrollar estudios en materia de bioseguridad de maíz GM implica conservar los recursos fitogenéticos del maíz criollo nacional y preservar los modos de vida de las familias campesinas. Considerando claro, que existen presiones económicas, sociales, políticas, jurídicas, y culturales nacionales e internacionales que influyen inevitablemente en la bioseguridad local y por ende en la presencia de maíz GM a nivel local.

2.4.b. Bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado en México

Los estudios de bioseguridad de maíz GM pueden contribuir a la conservación del maíz criollo a través de incluir los contextos sociales, económicos, culturales y agrícolas de los agricultores mexicanos a pequeña escala. La conservación de maíz criollo desde un enfoque biocultural podría abordar la erosión de la diversidad biológica y cultural (Gavin *et al.*, 2015), haciendo frente así a la introducción de maíz GM y/o a la presencia de transgenes en nuestro país. Un enfoque biocultural de conservación implica la inclusión social de las

familias campesinas a través de participación real, la cual fortalece a los esquemas de conservación al aumentar la probabilidad de alcanzar sus objetivos y ser más sostenible (Ban *et al.*, 2013), ya que las personas pueden aprovechar y conservar de forma responsable y satisfactoria los recursos naturales que utilizan. En materia de bioseguridad de maíz GM, los esquemas de conservación con participación comunitaria pueden permitir que las comunidades transiten hacia la sostenibilidad durante y después de la realización de estudios de bioseguridad de dicho OGM. Así mismo, este tipo de esquemas potencialmente pueden consolidar la autoorganización de los agricultores de pequeña escala y establecer la autogobernanza de los recursos fitogenéticos de su maíz criollo.

Para fines de esta investigación, el término de bioseguridad comunitaria de maíz GM fue construido a partir de la integración de tres conceptos: bioseguridad de OGMs (LBOGM, 2005 modificada en 2022), conservación basada en la comunidad (Gavin *et al.*, 2015) y colaboración intersectorial (Alatorre *et al.*, 2018). Por lo tanto, en este estudio la bioseguridad comunitaria es definida como una gama de actividades enfocadas en evitar, detectar, disminuir y/o eliminar la presencia de maíz genéticamente modificado y/o sus transgenes; con la finalidad de conservar la diversidad de maíces criollos, el medio ambiente, la salud humana, y preservar las formas de vida de quienes enfrentan los problemas y riesgos resultantes de la presencia de los transgenes en sus acervos locales de semilla. Este enfoque de bioseguridad considera necesaria la participación intersectorial, incluyendo indispensablemente a las y los agricultores de maíz criollo.

La bioseguridad comunitaria de maíz GM contempla: 1) el uso sostenible de los recursos fitogenéticos del maíz criollo por parte de las familias campesinas; 2) los usos, percepciones y cosmovisiones que giran en torno a esta planta; y 3) los contextos agrícolas y socioambientales de las familias campesinas. Los estudios enfocados en la bioseguridad comunitaria de maíz GM deben incluir la identificación de los niveles de interés de cada sector involucrado, el grado de intervención (repartición de tareas), los beneficios resultantes, un flujo de información adecuado y un intercambio de conocimientos. Dichos estudios se presentan como una alternativa para enfrentar la presencia de maíz GM y sus transgenes en México, *wicked problem* que requiere descolonizar conocimientos, saberes y poderes, y construir relaciones horizontales de inclusión a partir de la participación campesina real. El tejido de relaciones horizontales en materia de bioseguridad de OGMs en nuestro país es indispensable, ya que los esfuerzos del gobierno y la academia no han sido suficientes para evitar los transgenes de maíz GM.

2.4.c. Proyecto de investigación como alternativa ante la presencia de MAÍZ GM a nivel local

De acuerdo con lo mencionado en los apartados presentados en la **“Revisión de literatura”** se concluye que 1) la presencia de maíz GM en México implica una amplia serie de problemas y riesgos socioambientales, que deben ser enfrentados y evitados, correspondientemente, 2) el MJNPMMB de OGMs no está diseñado para evitar la presencia de transgenes de maíz GM en todo el país, sino para regular su presencia en casos

específicos, 3) existe una falta de implementación eficaz del MJNPMMB de OGMs, y 4) si bien existen investigaciones importantes en materia de bioseguridad de maíz GM, la mayoría presenta carencias en términos de manejo de transgenes (implementación de estrategias de prevención, disminución y/o eliminación de transgenes) y participación campesina, entre otras. Por lo tanto, es necesario generar información en materia de bioseguridad de maíz GM con base en estudios intersectoriales que permitan fortalecer y/o cumplir con el MJNPMMB de OGMs.

A partir de dicha necesidad surge este proyecto de maestría, el cual tiene como objetivo principal diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM en la localidad de San Agustín Montelobos, la cual pertenece a Oaxaca, uno de los estados prioritarios para el cultivo de maíz criollo. El presente proyecto de investigación tiene un perfil de CS por su naturaleza misma, el abordaje de un *wicked problem* (traducido como problema complejo o perverso) socioecológico a partir de la intervención intersectorial con miras de transitar hacia la sostenibilidad de la comunidad agrícola involucrada en materia de bioseguridad de maíz GM. Esta investigación intentó vincular el ámbito social y el biológico a través de la participación campesina real, es un esfuerzo para conservar la diversidad genética del maíz y resguardar los modos de vida de los agricultores involucrados.

La escala de este estudio es local, por lo que su alcance es limitado, sin embargo, potencialmente podría ser base para fortalecer y/o crear legislaciones que permitan cumplir con el MJNPMMB de OGMs. Además, pretende dar las características base de un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM efectivo, mismo que podría ser utilizado, con los ajustes correspondientes, en comunidades agrícolas que compartan similitudes con el sitio de estudio.

El presente estudio es uno de los primeros de su tipo en México, ya que está enfocado en fortalecer la bioseguridad comunitaria.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las características de un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado en San Agustín Montelobos, Oaxaca?

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado para la localidad de San Agustín Montelobos, Oaxaca.

4.2. Objetivos específicos

- 1.** Evaluar la presencia de secuencias transgénicas e identificar sus posibles fuentes de entrada y/o dispersión en la localidad de San Agustín Montelobos.
- 2.** Plantear estrategias de prevención, disminución y/o eliminación de maíz genéticamente modificado junto con participación campesina local de San Agustín Montelobos.

5. MÉTODOS

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizaron métodos de las ciencias sociales y de las ciencias naturales. Con el fin de sintetizar la cronología de ambos tipos de métodos se presentan los siguientes diagramas de flujo:

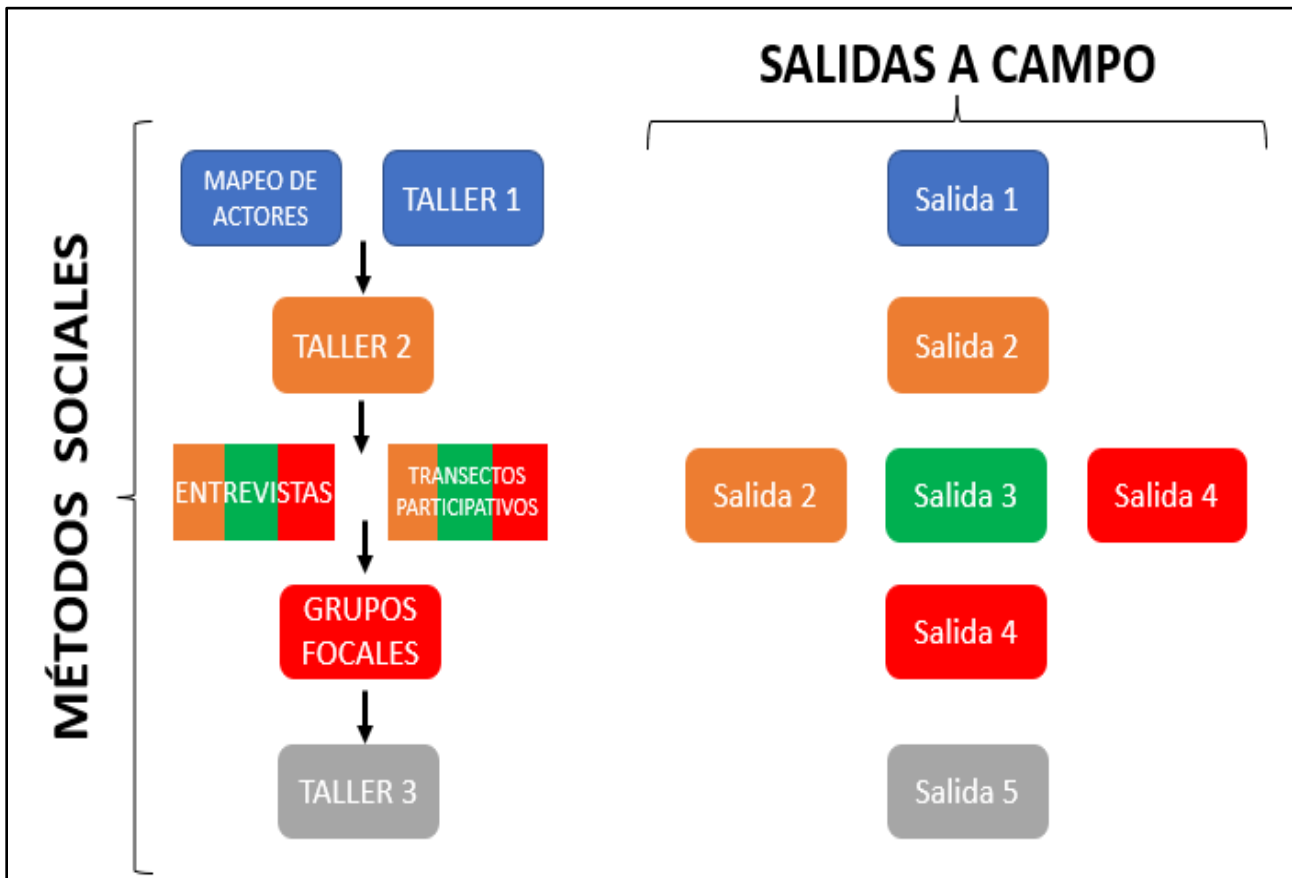


Fig. 1. Diagrama de flujo de los métodos pertenecientes a las ciencias sociales y aplicados a la investigación.

Pie de Fig. 1

Salida 1 → Fecha: 30/abril/2021. Días de estancia: 1.

Salida 2 → Fecha: 23/julio/2021 - 27/julio/2021. Días de estancia: 5.

Salida 3 → Fecha: 31/julio/2021 - 7/agosto/2021. Días de estancia: 8.

Salida 4 → Fecha: 8/enero/2022 - 17/enero/2022. Días de estancia: 10.

Salida 5 → Fecha: 14/octubre/2022 y 15/octubre/2022. Días de estancia: 2.

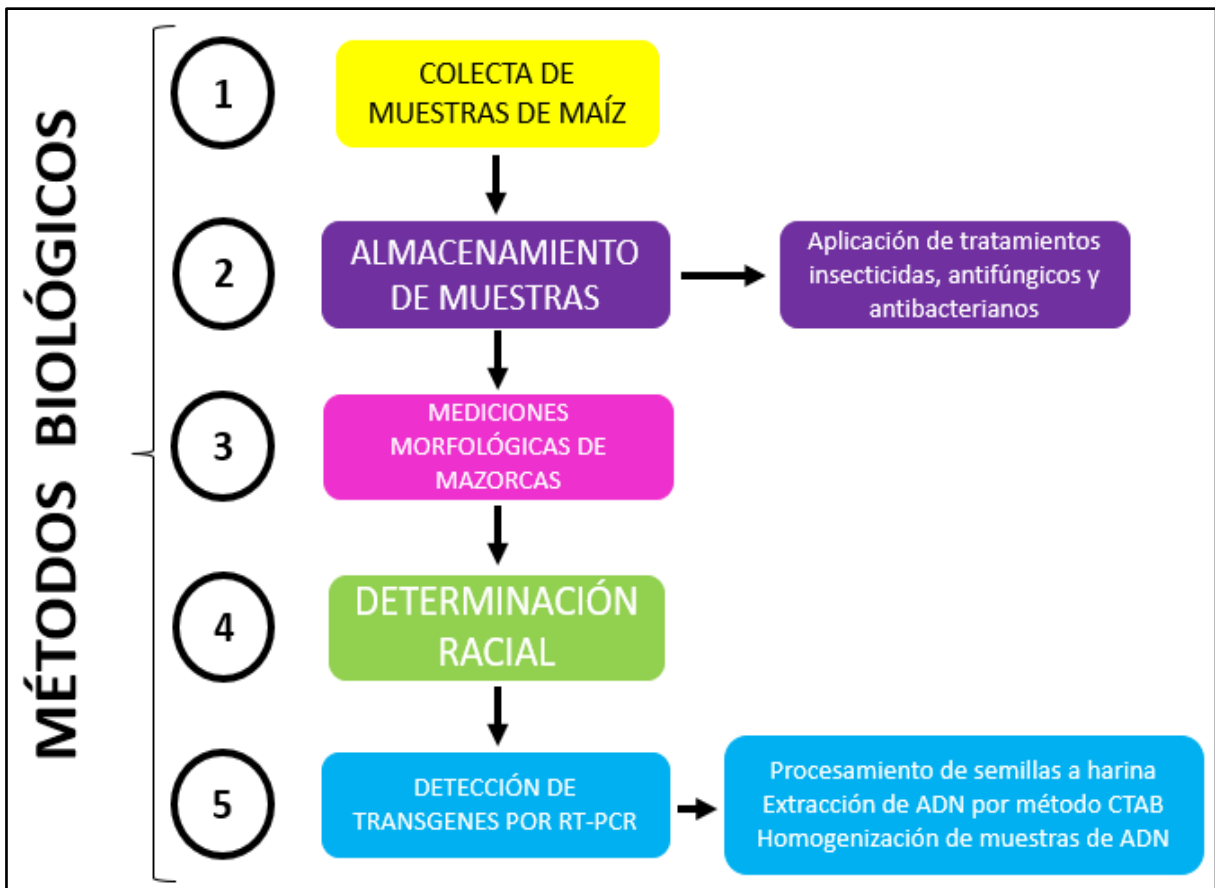


Fig. 2. Diagrama de flujo de los métodos pertenecientes a las ciencias naturales y aplicados a la investigación.

5.1. Área de estudio

El presente proyecto fue desarrollado en el estado de Oaxaca, dentro de la región Mixteca Alta, en la localidad de San Agustín Montelobos (SAM), la cual pertenece al municipio de Santa María Chachoápam.

La selección de la comunidad se realizó bajo la consideración de distintos criterios a nivel estatal, regional y local:

- Estado.

Criterios: amplia diversidad de maíz criollo, riqueza cultural y presencia de maíz GM.

Oaxaca es una de las nueve provincias bioculturales de nuestro país, por lo que alberga una extensa diversidad genética y fenotípica de maíz criollo, así como una amplia gama de grupos étnicos (Perales y Golicher, 2003). Esta diversidad de maíz criollo ha sido generada y conservada por las y los agricultores oaxaqueños a través de PAT, tales como la siembra

colectiva y el intercambio de semillas, las cuales pueden favorecer la presencia y dispersión de maíz GM a partir del flujo de semilla y/o polen. La presencia de maíz GM ha sido identificada en Oaxaca a través de estudios de bioseguridad realizados por la academia, el gobierno mexicano y el sector ciudadano (Quist y Chapela 2001, Torres-Mazuera *et al.* 2002, Piñeyro-Nelson 2009, Álvarez-Buylla 2018).

➤ Región.

Criterios: rechazo a la introducción de maíz GM y detección de secuencias transgénicas en maíz criollo.

Oaxaca se encuentra dividido geográficamente en ocho regiones, entre las cuales se encuentra la Mixteca. Las y los agricultores a pequeña escala de esta región se han pronunciado en contra de la introducción de maíz GM a través de organizaciones como la Unión de Propietarios del Boquerón de Tonalá y el Movimiento Agrario Indígena Zapatista (MAIZ) (EDUCA 2012, Olivera 2020). A pesar de la postura en contra de la utilización de maíz GM, se ha reportado la presencia de transgenes en lotes de semillas de maíz de 5 localidades de la región Mixteca (Álvarez-Buylla, 2018).

➤ Localidad.

Criterios: presencia de maíz GM, baja densidad poblacional, buena accesibilidad vial, comunicación virtual con la comunidad.

La presencia de maíz GM en SAM fue reportada en 2018 a través del estudio de Álvarez-Buylla (2018), por lo que se decidió regresar a la localidad para comprobar si los transgenes persistieron o desaparecieron de los acervos de maíz criollo, y para informar a las familias campesinas sobre la detección de maíz GM en 2018. La baja densidad poblacional general de SAM (154 habitantes en 2020, INEGI) y un número reducido de agricultoras y agricultores (39) permitieron realizar un censo de la metapoblación de maíz de esta localidad durante la colecta de muestras de maíz, así como optimizar el tiempo de trabajo en campo y organizar con mayor facilidad los talleres con las y los campesinos. A diferencia de otros poblados mixtecos, en SAM hay buena accesibilidad vial (carretera Tehuacán-Oaxaca y pavimentación de caminos), lo cual favorece al arribo seguro a la localidad. También, el uso de redes sociales por parte de algunos oriundos de SAM permitió tener comunicación virtual previa a la llegada a la comunidad.

Después de la selección del sitio de estudio se procedió a contactar a las autoridades locales para solicitar permiso de asistir a la localidad y profundizar sobre los objetivos y las actividades del proyecto.

Durante el desarrollo de este proyecto se llevaron a cabo 5 visitas a SAM, previo a cada una de ellas se mandó un oficio a las autoridades locales para solicitar su aprobación para asistir y trabajar con las y los agricultores de maíz de la comunidad. Además de contar con

el visto bueno de las autoridades locales, también se compartió un aviso de privacidad a las y los participantes antes de cada actividad para garantizar la confidencialidad de sus datos personales e información de interés.

Antes, durante y después de las salidas a campo se siguieron las medidas sanitarias correspondientes a la pandemia COVID-19. Antes y después de ejecutar el trabajo de campo los miembros del grupo de investigación de este proyecto de maestría efectuamos aislamiento preventivo, así como pruebas RT-PCR para detección de COVID-19.

5.2. Realización de talleres

Los talleres fueron seleccionados como una técnica cualitativa de socialización, recolección de información e intercambio de conocimientos de manera general a través del diálogo, con miras en incentivar la participación de la mayoría de las y los asistentes (Ghiso, 1999) para formar un proyecto de colaboración intersectorial. En este caso de estudio se realizaron 3 talleres, y a excepción del primero que fue de carácter informativo, todos se enfocaron en evitar la unidireccionalidad de información (grupo de investigación hacia la comunidad) tomando como premisa el enunciado “todos aprendemos de todos y aprendemos más cuando no todos pensamos y actuamos de la misma forma” (Wals *et al.*, 2009 citado en Merçon *et al.*, 2018).

En cada uno de los talleres se contó con la presencia de un equipo facilitador conformado por 2 o 3 integrantes del grupo de trabajo para presentar el contenido de los talleres, fomentar la participación de los y las agricultores de maíz, despejar dudas y entablar diálogos. La descripción de cada uno de los talleres realizados se presenta a continuación.

TALLER 1

El Taller 1 tomó por título “¿Qué son los organismos genéticamente modificados?” y tuvo como objetivos: 1) tener un primer acercamiento general con la comunidad (principalmente autoridades locales y los y las agricultores de maíz), 2) identificar el conocimiento, la percepción general y las emociones de los agricultores sobre el MT, 3) co-construir objetivos con los y las agricultores de SAM de acuerdo a sus intereses, 4) identificar actores clave que podrían participar en el proyecto, 5) informar y concientizar sobre temas relacionados al MT, y 6) optimizar el tiempo de interacción entre la comunidad y el equipo de trabajo, ya que la disponibilidad de tiempo por parte de las y los campesinos estaba limitada por actividades locales en SAM.

Para realizar el Taller 1 se contó con el apoyo logístico de la Agencia Municipal de SAM para convocar a las y los agricultores, establecer un horario y proporcionar un sitio adecuado

para su realización. Este taller se realizó el 30 de abril del 2021, asistieron 30 personas intermitentemente, aproximadamente 20 de ellas agricultoras y agricultores de la localidad. El taller fue impartido con el apoyo visual de una presentación de Power Point y un proyector. La duración del taller fue de 2 horas.

Las actividades realizadas durante el Taller 1 fueron:

1) Presentación del equipo de trabajo (grupo de investigación del presente proyecto) ante las y los agricultores de SAM.

2) Realización de la pregunta general “¿Qué es un organismo genéticamente modificado?”, especificando en el maíz transgénico (MT). Su finalidad fue identificar el conocimiento de las y los asistentes sobre el MT, así como explorar a primera instancia la percepción general sobre dicho maíz.

3) Impartición de los temas:

- Conceptos: ADN, genes, organismos genéticamente modificados (OGMs), maíz transgénico.
- Métodos tradicionales de desarrollo de maíces transgénicos.
- Aplicaciones, consecuencias y potenciales consecuencias del maíz transgénico.
- Antecedentes de MT en la localidad (resultados de la investigación coordinada por Álvarez-Buylla, 2018).
- Presentación del proyecto de maestría: Objetivos y actividades a realizar en conjunto con las y los campesinos de SAM.

4) Invitación a las y los agricultores de SAM para participar en el presente trabajo de investigación.

5) Garantía de confidencialidad y de participación gratuita.

TALLER 2

El segundo taller se realizó el 28 de julio del 2021 y fue titulado “Diversidad de maíces” y tuvo como objetivos: 1) repasar información sobre temas referentes al MT abordados durante el primer taller, y 2) intercambiar información sobre la riqueza de maíces en México y los métodos de almacenamiento de semillas.

El papel del equipo de trabajo fue de facilitador en el intercambio de conocimientos y saberes entre las y los asistentes. Paralelamente, se evitó utilizar lenguaje demasiado técnico, para no excluir a las y los agricultores de las intervenciones.

El Taller 2 se llevó a cabo junto con el apoyo de la Agencia Municipal de SAM, la cual proporcionó un espacio apropiado para su realización. A este taller asistieron 25 personas intermitentemente, la mayoría de ellas agricultores de la comunidad. La duración del taller fue de 2 horas y 45 minutos, y estuvo dividido en dos etapas.

La primera parte se realizó con el apoyo visual de una presentación en Power Point y un proyector, donde se abordaron los siguientes temas:

- Conceptos y diferencias entre grupos de maíz: 1) Criollo/Nativo, 2) Híbrido/Mejorado, 3) Acriollado, 4) Genéticamente modificado. *
- Problemas y potenciales consecuencias del MT.

La segunda etapa se realizó en forma de charla con un acomodo circular de sillas. En esta hubo una mayor participación campesina y una atmósfera de confianza. Los temas a tratar en esta segunda etapa fueron:

- Conservación *in situ* y *ex situ* de diversidad de maíz criollo.
- Almacenamiento de semillas: Condiciones adecuadas, prevención y control de plagas (gorgojos). Este último tema fue solicitado por las y los agricultores durante el primer taller para ser abordado durante el Taller 2.

Durante esta etapa se realizó una actividad de “Mapeo participativo” (Fig. 6), la cual es una estrategia que a través de un soporte gráfico/visual permite intercambiar saberes y experiencias de las y los participantes sobre sus territorios (Risler y Ares, 2013). En dicha actividad participaron cuatro agricultores y dos agricultoras, quienes utilizaron un mapa satelital impreso de SAM para señalar los límites territoriales de la localidad con la finalidad de conocer las fronteras con poblados cercanos. Esta contribución de las y los agricultores permitió ubicarme adecuadamente en la localidad durante la realización de las actividades de “Transectos participativos” y “Colecta de semillas de maíz”.

TALLER 3

Durante la quinta salida a campo se desarrolló el Taller 3, llevado a cabo el día 15 de octubre del 2022, titulado “Devolución de resultados comunitarios: Análisis de detección de secuencias transgénicas en San Agustín Montelobos, Oaxaca”. Este tercer taller tuvo como objetivos: 1) repasar información referente a la bioseguridad de MT, 2) entregar los resultados de la presencia/ausencia de MT en la localidad, 3) co-establecer estrategias de bioseguridad comunitaria ante la detección de secuencias transgénicas en los maíces criollos de SAM.

Este taller se realizó para trabajar colectivamente sobre el esquema de bioseguridad comunitaria de MT en SAM. El taller consideró la diversidad de opiniones, perspectivas,

intereses y aportaciones de cada agricultor de SAM que referían a la ausencia/presencia de secuencias transgénicas en la comunidad (Merçon *et al.*, 2018). El taller se realizó con el apoyo logístico de la Agencia Municipal de SAM y asistieron 15 agricultores intermitentemente y 3 autoridades de la SAM. El taller fue desarrollado con un documento digital de Power Point, y láminas con texto y dibujos en cartulina. La duración del taller fue de 2 horas y 30 min aproximadamente.

Las actividades que se realizaron en este taller fueron:

- 1) Repaso en equipos sobre el concepto de MT, sus problemas y potenciales consecuencias, y las actividades desarrolladas con los agricultores durante la investigación de maestría.
- 2) Presentación de resultados de las pruebas de presencia de las secuencias transgénicas t-NOS y p35S en las muestras de maíz donadas por parte de agricultoras y agricultores de SAM. Los resultados se presentaron a nivel de comunidad.
- 3) Intercambio de opiniones y sentires-pensares sobre la presencia de la secuencia transgénica t-NOS en la localidad.
- 4) Presentación de estrategias de bioseguridad comunitaria ante la presencia de secuencias transgénicas propuestas por el grupo de investigación. Discusión de la implementación de dichas estrategias por parte de las y los agricultores de maíz.
- 5) Discusión sobre el anonimato de la localidad durante las publicaciones de la presente investigación: La comunidad decidió no mantener su anonimato porque les genera orgullo ser de SAM y desean que el nombre de su localidad sea mostrado como un caso de estudio de bioseguridad comunitaria.
- 6) Entrega de resultados individuales de presencia/ausencia de secuencias transgénicas en sobre cerrado (Anexo 2). Entrega de folletos informativos sobre bioseguridad de MT y de manuales con la descripción de cada una de las estrategias de bioseguridad propuestas.

5.3. Mapeo de actores clave

El mapeo se realizó a partir de la información obtenida durante la primera salida de campo. El objetivo del mapeo de actores fue identificar los grupos de personas que se relacionan directa o indirectamente con el proyecto, así como las relaciones dinámicas que suceden entre ellos (predominancia, intervención, interés) (Tapella, 2007). Para realizar la identificación de actores clave se utilizó la Matriz de actores de Tapella (2007) con modificaciones (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de actores.

GRUPO DE ACTORES SOCIALES	ACTORES	ROL EN EL PROYECTO	RELACIÓN PREDOMINANTE	PODER DE INTERVENCIÓN	INTERÉS EN EL PROYECTO
Refiere a la clasificación de los diferentes actores sociales en un espacio preciso.	Son personas con intereses homogéneos, las cuales participan en un sector común dentro del proyecto.	Funciones: acciones que desempeña cada actor dentro del proyecto. Objetivo: cuáles son sus intereses al participar en el proyecto.	Se define como la postura ante la realización del proyecto. F. a favor I. indiferente C. en contra	Refiere a la capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones referentes al proyecto. 1. alto 2. medio 3. bajo	Es el deseo de cada actor en participar en las distintas actividades del proyecto 1. alto 2. medio 3. bajo

Fuente: Tapella (2007) con modificaciones.

5.4. Aplicación de encuestas “Manejo del cultivo de maíz”

Las encuestas son una herramienta que permite obtener información sistematizada y factible para procesarse a datos cuantitativos a través de un cuestionario, además, la rapidez de su aplicación ayuda a optimizar el tiempo de trabajo (Campbell y Katona (1993) citados en Festinger y Katz (1993)). Para fines de este trabajo de investigación se aplicaron encuestas a 37 de 39 agricultoras y agricultores de SAM sobre el manejo del cultivo de maíz (Anexo 3). Los objetivos de la encuesta fueron: 1) obtener información sobre el uso y manejo de las semillas de maíz, y 2) identificar a los actores clave que pudieran favorecer la introducción y/o dispersión de maíz GM en la localidad. Las encuestas estuvieron conformadas por un cuestionario, el cual contó con un aviso de privacidad. Sus preguntas fueron abiertas objetivas (datos personales), abiertas subjetivas (ej. aumento de semilla híbrida), y preguntas cerradas (con precodificación o sea opción múltiple) (Grasso, 2016); algunas de las preguntas más relevantes para la bioseguridad se enfocaron en conocer el origen de las semillas y el intercambio de semillas entre agricultores (Anexo 3).

La aplicación individual de encuestas comenzó gracias a que la Agencia municipal de SAM proporcionó una lista de agricultoras y agricultores, sin embargo, se realizó un muestreo dirigido enfocado en contactar al total de campesinos de maíz.

5.5. Realización de transectos participativos

La aplicación de encuestas fue paralela a la realización de los transectos participativos, los cuales son una técnica cualitativa que permite obtener información directa de las y los habitantes de un territorio a través de un recorrido/caminata en campo (Astudillo (2019) citado en Yáñez *et al.* (2019)). La participación conjunta de los agricultores y el grupo de investigación enriquece la obtención de información en campo (López-Sánchez *et al.*, 2018), por lo tanto, los objetivos de los transectos participativos fueron: 1) ubicar las parcelas de las y los agricultores a través de un mapa satelital impreso obtenido de Google Earth (Fig. 3.), 2) georreferenciar las milpas de las y los participantes, y 3) recabar información a través de la observación sobre las características físicas de las parcelas que podrían favorecer y/o limitar la dispersión de secuencias transgénicas por flujo de polen (Fig. 4). Este último objetivo junto con la identificación de secuencias transgénicas por RT-PCR permitió realizar el mapeo de parcelas positivas y negativas a secuencias transgénicas en SAM.

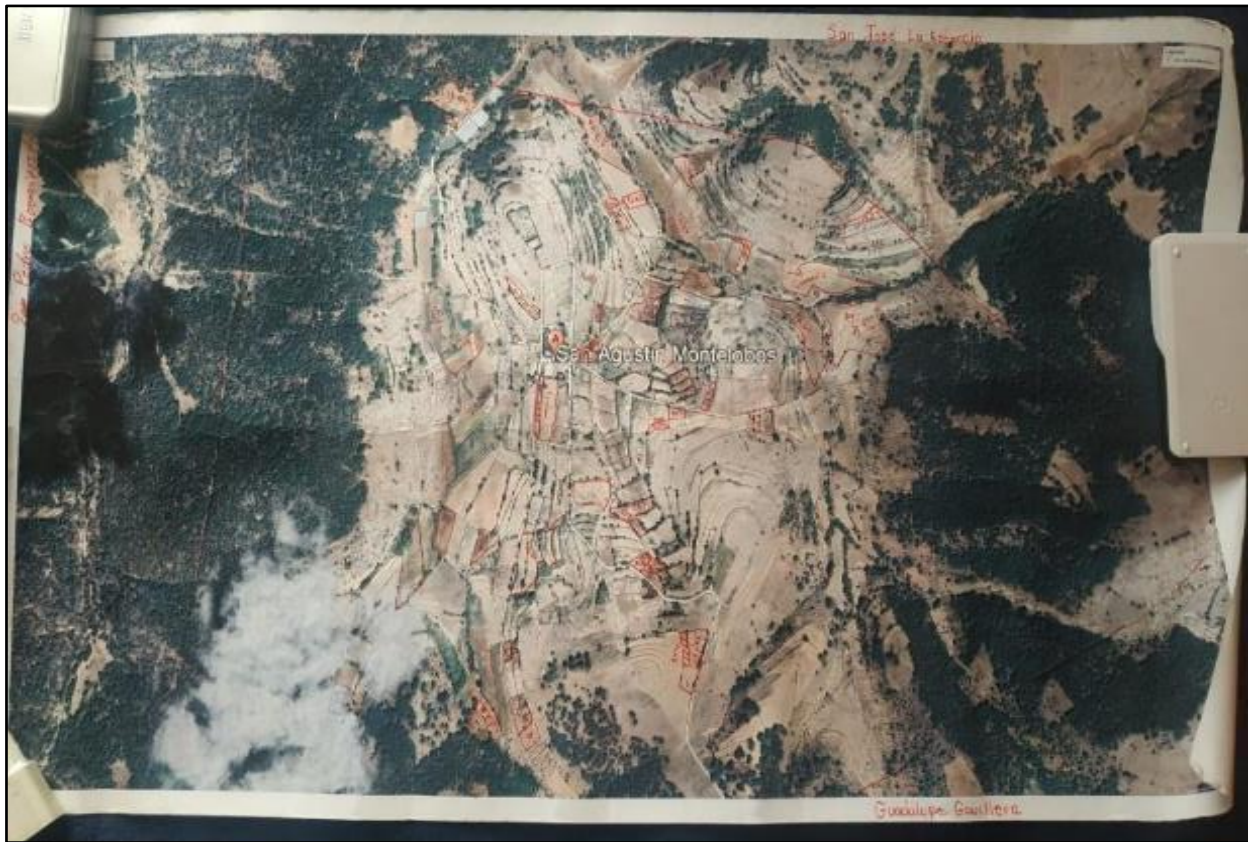


Fig. 3. Fotografía: Mapa satelital impreso de SAM con las ubicaciones de las parcelas señaladas por las y los agricultores.

La realización de los transectos participativos se llevó a cabo individualmente con 35 de los 39 agricultores y agricultoras encuestados (Fig. 5). En primera instancia, cada participante señaló su/s parcela/s de maíz en el mapa impreso (Fig. 3), posteriormente se procedió a georreferenciar la ubicación de los terrenos y realizar un *track* de ellos con el apoyo de un

GPS Garmin eTrex 20x, finalmente se caracterizaron las parcelas a través de observación directa considerando variables que pudieran favorecer o no al flujo de transgenes (tales como presencia/ausencia de barreras físicas, presencia/ausencia de cobertura vegetal (cv), tipo de cv, abundancia de cv, y porte de cv). La caracterización se realizó a través de la descripción de cuatro lados de cada una de las parcelas de cultivo, en la descripción se anotaron las características físicas que pudieran favorecer o impedir el flujo de transgenes (Fig. 4).



Fig. 5. Fotografía: “Transectos participativos”.

Las georreferenciaciones y los tracks (perímetros) de cada terreno sembrado con maíz fueron utilizadas para elaborar un mapa QGIS versión 3.6.0 (Fig. 8b.) y obtener las distancias exactas entre parcelas (Fig. 7), las cuales pueden influir en la transmisión de transgenes. Para elaborar el mapa se utilizó como base una capa obtenida de Google Earth.

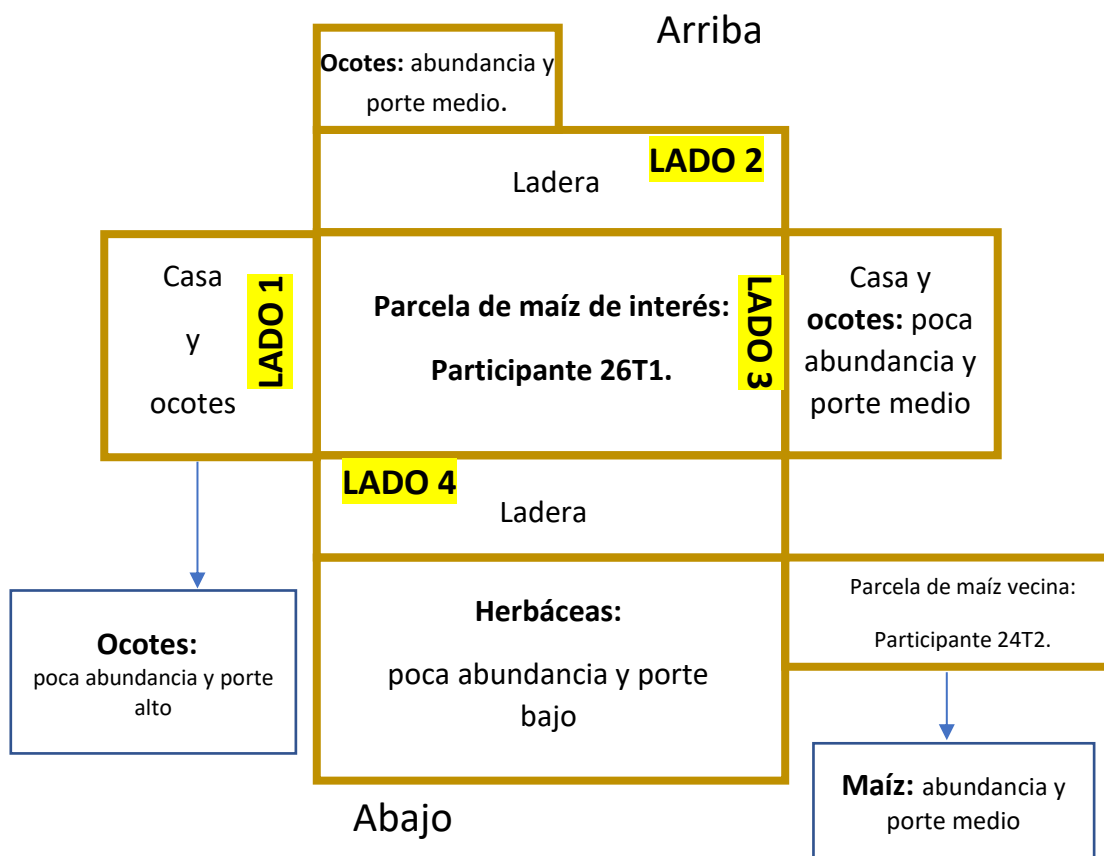


Fig. 4. Representación virtual: Ejemplo de anotaciones sobre las características de una parcela.

5.6. Realización de grupos focales

Los grupos focales son una herramienta cualitativa que permite explorar conocimientos y experiencias por medio de la interacción entre las y los participantes para obtener información en particular (Hamui-Sotton y Valera-Ruiz, 2013); por lo tanto, esta técnica de investigación cualitativa se utilizó con el objetivo de explorar el interés de los agricultores sobre la probable presencia de maíz genéticamente modificado en su localidad. Kitzinger (1995) citado en Hamui-Sotton y Valera-Ruiz, (2013) considera a los grupos focales como un tipo de entrevista grupal, debido a ello, previo a la realización de esta actividad se formularon las preguntas de los grupos focales (Anexo 4).

Algunas de las preguntas se enfocaron en explorar el interés individual y comunitario de los participantes sobre el proyecto, a través del uso de escalas. En el caso del interés individual, en el primer grupo focal se utilizó una escala del 1 al 3, siendo 1=alto, 2=medio, y 3=bajo; y en el segundo grupo se aplicó una escala del 1 al 10, siendo 1 el valor más bajo y 10 el más alto. Y en el caso del interés comunitario, las respuestas se consideraron en términos porcentuales.

De acuerdo con el objetivo de los grupos focales se seleccionó a los participantes considerando a aquellas personas que pudieran favorecer directa o indirectamente la presencia de maíz GM, tanto por flujo de semilla como por flujo génico. Estas personas podían favorecer la presencia de maíz GM debido a que algunas de ellas fueron los principales distribuidores de semilla a nivel local, otras introdujeron semilla externa a la localidad en algún momento de su vida, y otras más cultivaron su maíz con varias milpas vecinas a su alrededor. La identificación de estas personas, identificadas como actores clave, se realizó a partir de los resultados obtenidos en las encuestas.

A partir del siguiente criterio de selección se plantearon tres grupos focales:

- Grupo 1: Agricultores con mayor actividad de intercambio de semillas, siendo los principales proveedores de semillas de maíz dentro de SAM. Número de integrantes esperados: 4.
- Grupo 2: Agricultores que introducen semilla externa de maíz a la localidad. Número de integrantes esperados: 5.
- Grupo 3: Agricultores con terrenos de milpa rodeados por varias milpas vecinas. Número de integrantes esperados: 5.

A pesar de la definición de grupos focales y actores clave, se realizaron únicamente 2 grupos focales (Grupo 1: 3 asistentes, Grupo 2 y 3 juntos: 4 asistentes) y se contó con una asistencia menor a la esperada debido a la falta de participación del sector campesino resultante de sus ocupaciones personales y laborales.

Ambos grupos focales se realizaron verbalmente con el uso de rotafolios sin material digital, ya que la comunicación oral y los materiales escritos suelen complementarse bien dentro de los proyectos de colaboración intersectorial (Alatorre *et al.*, 2018).

5.7. Colecta de muestras de semilla de maíz

Del 8 al 17 de enero de 2022 se llevó a cabo la colecta de mazorcas en SAM, en ella participaron 35 agricultoras y agricultores de los 39 que siembran este cultivo, por lo que esta actividad se considera un censo y no un muestreo. 3 personas no proporcionaron maíz porque no cosecharon en ese ciclo, y 1 persona no entregó maíz porque no estuvo interesada en participar en ninguna de las actividades del proyecto.

Se colectó un total de 71 muestras: a) 65 de ellas provenientes de 35 participantes, los cuales entregaron entre 2 y 16 mazorcas por cada una de sus variedades (la cantidad varió de acuerdo a la cantidad de cosecha obtenida) y por cada uno de sus terrenos, b) 2 colectas entregadas por 2 personas, quienes proporcionaron 500 g de maíz desgranado por cada variedad de uso y por cada terreno, c) 3 colectas correspondieron a dos terrenos de siembra comunitaria, y d) 1 colecta de maíz desgranado (500 g) pertenece a semillas de Diconsa de agosto del 2021.

Cabe mencionar que algunas de las y los agricultores utilizan el mismo lote de semilla para distintos terrenos, y algunas personas comparten el mismo lote pero cada una lo siembra en una milpa distinta; sin embargo, se les solicitó una colecta por cada terreno, ya que las condiciones de las parcelas son distintas, lo cual puede favorecer o impedir el flujo de transgenes. A pesar de la importancia de obtener colectas de maíz por cada uno de los terrenos utilizados por agricultor, no todas fueron proporcionadas siguiendo este criterio, ya que algunas personas cosecharon y revolviaron sus semillas de maíz antes de nuestra llegada a SAM, por lo tanto, algunas colectas corresponden a más de 1 terreno de un agricultor.

Las muestras de semilla de maíz colectadas fueron utilizadas para realizar los análisis correspondientes a la identificación racial, así como las pruebas moleculares para determinar si amplificaban los marcadores de transgénesis utilizados en este estudio.

* **NOTA:** Las muestras de maíz fueron entregadas de forma gratuita y voluntaria por parte de las y los agricultores hacia el grupo de investigación. Las familias campesinas no solicitaron ningún tipo de pago económico por sus semillas, únicamente pidieron que se les entregaran los resultados referentes a la detección de secuencias transgénicas. *

6.7.a. Conservación de colectas

Previo a la colecta de muestras de semilla de maíz se realizó un manejo de plagas y enfermedades.

Las colectas obtenidas (mazorcas y maíz desgranado) fueron tratadas con fosforo de aluminio durante 3 semanas para evitar la presencia de plagas, y fueron secadas en un horno a 42°C durante 3 días para evitar la proliferación de hongos y bacterias. Posteriormente, las colectas fueron almacenadas a temperatura ambiente en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

5.8. Mediciones morfológicas de muestras de maíz y determinación racial

68 de las 71 colectas estuvieron conformadas por mazorcas y las 3 restantes fueron proporcionadas como semilla (500 g). Las mazorcas de las 68 colectas fueron fotografiadas y medidas, utilizando como referencia la Guía Práctica para la Descripción Preliminar de Colectas de Maíz de la CONABIO (AÑO). Las mediciones cuantitativas evaluadas fueron: Número de hileras en la mazorca, Número de granos por hilera (por 3 hileras), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm) y peso de mazorca (gr). Las mediciones cualitativas fueron: forma de mazorca, disposición de hileras, tipo de grano y color de grano.

Las fotografías, las mediciones y las colectas fueron enviadas al INIFAP de Oaxaca para corroborar la identificación racial de cada mazorca obtenida en campo. Sin embargo, no se pudo proceder con la determinación racial porque la mayoría de las mazorcas no se desarrollaron morfológicamente de forma favorable debido a las malas condiciones de cultivo de SAM. En vista de ello, se realizó una determinación del complejo racial utilizando información de CONABIO (Mapa de distribución de maíces criollos, bases de datos y Portal de diversidad de maíces del Proyecto global de maíces nativos; Mapa de distribución puntual de maíces criollos del GeoPortal; y Portal de razas de maíz de México), altitud de cultivo, información de las mediciones morfológicas, información de especialistas que conocen las razas de las localidades cercanas a SAM y/o de SAM (Dr. Quetzalcóatl Orozco Ramírez/Jardín etnobotánico de Oaxaca, e Ing. Agr. Jesús Andrés/Sembrando Vida), e información obtenida de las encuestas.

5.9. Identificación de secuencias transgénicas

El proceso de identificación de secuencias transgénicas se realizó en 1) El Laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, dentro de su sección de Biología Molecular, en 2) El Laboratorio de Genética y Ecología del Instituto de Ecología (UNAM), y principalmente en 3) El Laboratorio de la Unidad Genética Molecular del Instituto de Ecología (UNAM).

5.9.a. Procesamiento de muestras de semillas de maíz a harina

Cada una de las mazorcas que conformaban las colectas fue sometida a la selección y desgrane de 4 hileras a manera de ejes cartesianos desde una perspectiva transversal para abarcar distintos momentos de polinización (Álvarez-Buylla, 2018). Por colecta, los granos obtenidos de cada mazorca fueron revueltos con los del resto de mazorcas para escoger aleatoriamente 100 semillas, las cuales fueron procesadas a harina utilizando una licuadora. En el caso de las colectas de maíz desgranado, se procedió a seleccionar 100 semillas y procesarlas a harina. Los vasos de las licuadoras fueron lavados entre muestra y muestra con agua y jabón de laboratorio y desinfectados con alcohol al 70% v/v para evitar contaminación cruzada. Así mismo, el vaso de las licuadoras fue secado minuciosamente para evitar que la harina se humedeciera con agua y se desarrollaran hongos.

El procesamiento a harina facilitó la extracción de ADN.

5.9.b. Extracción de ADN nuclear y cuantificación

Posterior al procesamiento de harina, las muestras fueron pesadas a 0.700 g y almacenadas en tubos Eppendorf de 2 microlitros para proceder con la extracción de ADN.

La extracción de ADN se realizó por pool de variedades siguiendo el método CTAB del protocolo modificado de Doyle & Doyle (1987) (Anexo 5). EL ADN purificado se cuantificó utilizando un aparato NanoDrop para garantizar una concentración mínima de 50ng/μL y una calidad de ADN con un rango de relación de absorbancia 260/280 de entre 1.8 y 2 (Laboratorio de Reproducción Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco; y Laboratorio de Unidad de Genética Molecular del Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México). Después de la extracción, cada muestra fue diluida en agua milli Q a una concentración de 50ng/μL utilizando la fórmula $C_1V_1=C_2V_2$.

5.9.c. Detección de secuencias transgénicas por RT-PCR

Las muestras de ADN fueron analizadas por RT-PCR para evaluar la presencia de secuencias transgénicas en los lotes de maíz de las y los agricultores, ya que esta técnica es utilizada para detectar más del 90% de los eventos de maíz GM aprobados a nivel mundial (Singh *et al.*, 2016 citado en Singh *et al.*, 2022). Para realizar el escrutinio de presencia de maíz GM se utilizaron dos marcadores generales de transgénesis: 1) Promotor 35S del Virus del Mosaico de la Coliflor (p35S), utilizado en aproximadamente el 85% del maíz GM liberado a nivel mundial (Delgado-Valerio *et al.*, 2022); y 2) Terminador de Nopalina-sintetasa de *Agrobacterium tumefaciens* (t-NOS), insertado en aproximadamente el 70% de las plantas genéticamente modificadas liberadas (CERA, 2015; citado en Álvarez-Buylla, 2017). Las

muestras positivas al marcador t-NOS fueron sometidas nuevamente a RT-PCR para detectar la presencia de dos eventos específicos de transgénesis: GA21 y NK603 (Tabla 5; Álvarez-Buylla (2018) y González-Ortega, (2017)). Este par de eventos fueron seleccionados porque son algunos de los más utilizados para cruza entre maíces genéticamente modificados para generar nuevas líneas y presentan el t-NOS. Todas las muestras analizadas por RT-PCR fueron replicadas por triplicado en cada experimento.

Tabla 5. Eventos correspondientes a cada marcador de transgénesis.

Marcador general de transgénesis	Eventos específicos
t-NOS	GA21, NK603
P35S	MON810, NK603

Las químicas utilizadas en las RT-PCR fueron SYBR Green para detectar los marcadores de transgénesis p35S y t-NOS; y TaqMan para realizar la detección de los eventos de maíz NK603 y GA21 (Álvarez-Buylla, 2018). Los análisis de RT-PCR se llevaron a cabo siguiendo el protocolo de Álvarez-Buylla, 2018 (Anexo 6) con sus modificaciones correspondientes. Cabe mencionar que esta técnica de biología molecular fue utilizada únicamente de forma cualitativa para detectar presencia y ausencia, no se utilizó de forma cuantitativa debido a la falta de calibrador en los laboratorios en los que se desarrolló la investigación, sin embargo, la curva de amplificación y la estandarización previa de este método (Álvarez-Buylla, 2017) permitieron obtener resultados confiables.

5.10. Entrega individual de resultados de presencia de secuencias transgénicas

Los resultados de laboratorio sobre la presencia/ausencia de los transgenes t-NOS y p35S fueron descritos en un oficio (Anexo 2.), que se entregó en un sobre cerrado. Las muestras donde hubo resultados positivos a la presencia de secuencias transgénicas se entregaron de manera privada a los agricultores donantes antes de la realización del Taller 3 para consultar si deseaban conservar su anonimato (sí desearon hacerlo). En el caso de las y los asistentes que participaron en el Taller 3, su sobre les fue entregado al finalizar el taller 3. Aquellas personas que no pudieron asistir a dicho taller recogieron el sobre de sus resultados en la Agencia Municipal de SAM. Cabe mencionar que los resultados de los análisis de presencia de secuencias transgénicas que se entregaron en la última salida de campo correspondían a la secuencia transgénica t-NOS en su gran mayoría, ya que los análisis de detección de p35S no se habían terminado durante dicha salida.

6. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos y organizados a partir de cada uno de los métodos, sociales y biológicos, utilizados en esta investigación. Estos resultados dieron pie a su posterior análisis y discusión, así como al cumplimiento de los objetivos planteados en el presente proyecto.

6.1. MAPEO DE ACTORES

A partir de observación participante y diálogo durante la primera salida a campo, se identificaron seis grupos que podrían participar y/o influenciar directa o indirectamente el presente proyecto. Estos grupos se encuentran representados en la Tabla 6 y son los siguientes: Sector de agricultoras y agricultores dedicados al cultivo de maíz, Agencia municipal, Comunidad en general presente en la localidad, Comunidad originaria de SAM que radica en otra localidad, Sector gubernamental (Ingenieros Agr. de Sembrando Vida (SV)), y el sector del Grupo de investigación que trabajó presencialmente en SAM.

Para cada sector se evaluó su rol en el proyecto, relación predominante, poder de intervención e interés en el estudio (Tabla 6):

Tabla 6. Matriz de actores clave con influencia y/o participación en la bioseguridad comunitaria de maíz GM.

Grupo de actores sociales	Actores	Rol en el proyecto	Relación predominante	Poder de intervención	Nivel de interés en el proyecto
Sector de agricultoras y agricultores dedicados al cultivo de maíz	39 agricultores y agricultoras de maíz	<p><u>Funciones:</u></p> <p>Cultivo de maíz, participación directa en las actividades del proyecto</p> <p><u>Objetivo:</u></p> <p>a) Conservar el maíz criollo, b) Preservar la salud de la comunidad, c) Realizar intercambio de saberes, y d) Crear lazos de confianza con el grupo de investigación para continuar trabajando conjuntamente sobre problemas y/o riesgos a los que enfrenta la comunidad de SAM.</p>	F	1	1
Agencia municipal	<ul style="list-style-type: none"> - Presidente - Regidora - Secretario 	<p><u>Funciones:</u></p> <p>Aprobación de intervención en SAM.</p> <p>Apoyo logístico.</p>	F	1	2

	<ul style="list-style-type: none"> - Dos auxiliares - Suplente de Presidente - Suplente de Regidora - Suplente de Secretario 	<u>Objetivo:</u> a) Conservar el maíz criollo, b) Mantener la salud de la comunidad, c) Crear lazos de confianza con el grupo de investigación para continuar trabajando conjuntamente sobre problemas y/o riesgos a los que enfrenta la comunidad de SAM, d) Obtener evidencia de sus aportaciones como Agencia municipal.			
Comunidad en general, presente en la localidad	Personas no dedicadas a la siembra de maíz que viven en la localidad	<u>Funciones:</u> Aprobación de intervención. <u>Objetivo:</u> a) Conservar el maíz criollo, b) Mantener la salud de la comunidad.	F	2	3
Comunidad originaria de SAM que radica fuera	Personas que no radican en la localidad, pero tienen voz y voto para algunas actividades de SAM	<u>Funciones:</u> Aprobación de intervención. <u>Objetivo:</u> a) Conservar el maíz criollo, b) Preservar la salud de la comunidad.	F I	3	3
Sector gubernamental: Ingenieros agrónomos de Sembrando Vida	<ul style="list-style-type: none"> -Ingeniera Técnico Productiva -Ingeniero social 	<u>Funciones:</u> Apoyo logístico. <u>Objetivo:</u> a) Conservar el maíz criollo, b) Mantener la salud de la comunidad.	F	2	2
Grupo de investigación que trabajó presencialmente en SAM.	<ul style="list-style-type: none"> - Maestrante. -Asesora principal. Compañeros/as de campo (estudiantes de doctorado y licenciatura) 	<u>Funciones:</u> Realizar las actividades de cada uno de los métodos aplicados en campo para cumplir con los objetivos de la presente investigación. <u>Objetivo:</u> a) Diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM en SAM. b) Identificar la presencia de maíz GM en SAM, así como sus fuentes de entrada y/o dispersión. c) Implementar estrategias de bioseguridad en caso de detectar maíz GM para evitarlo, disminuirlo y/o eliminarlo.	F	2	3

		<p>d) Crear vínculos de confianza con la comunidad de SAM, principalmente con las y los agricultores de maíz.</p> <p>e) Contribuir positivamente en un problema socioambiental (presencia de maíz GM) presente en SAM.</p>			
--	--	--	--	--	--

Relación predominante: F. a favor, I. indiferente, C. en contra. **Poder de intervención:** 1. alto, 2. medio, 3. bajo. **Interés en el proyecto:** 1. alto, 2. medio, 3. bajo.

- **Rol del proyecto** (funciones y objetivos por sector): Respecto al rol en el proyecto, **las y los agricultores** realizaron directamente las funciones más importantes para el desarrollo del esquema de bioseguridad comunitaria, las cuales consistieron en participar en los talleres, encuestas, transectos participativos, grupos focales y la donación de semillas de maíz para su análisis racial y molecular. Junto con este sector mencionado, el **grupo de investigación** también realizó las funciones más importantes para realizar el presente estudio, aunado a ello, los objetivos del grupo de investigación fueron la base para que este estudio se llevara a cabo. A pesar de la relevancia de las actividades ejercidas por las y los agricultores y el grupo de investigación, las funciones del resto de grupos fueron cruciales en términos de obtener su autorización para intervenir en SAM y en apoyo logístico, sin los cuales tampoco se habría logrado diseñar el esquema de bioseguridad.

- **Relación predominante** (postura ante la ejecución del proyecto): El **grupo de investigación** estuvo a favor de realizar la investigación debido a que este sector fue el que la planeó y buscó realizarla en primera instancia. Ya que la postura del grupo de investigación ante la ejecución de este estudio era obvia, los esfuerzos para identificar la relación predominante se enfocaron en los sectores locales de SAM. Después de realizar sesiones entre el grupo de investigación y la comunidad de SAM, y reuniones locales cerradas a externos, se definió que los grupos locales de actores clave estuvieron a favor de la intervención académica dentro del poblado. La aprobación de la intervención fue motivada por los objetivos de cada sector, pues visualizaron al proyecto como una oportunidad de obtener ciertos beneficios locales. La **Comunidad originaria de SAM que radica en otra localidad** fue el único grupo que se postuló a favor e indiferente paralelamente, ya que algunos de sus miembros dieron su visto bueno para poder trabajar en la localidad, pero la mayoría fue indiferente al no conocer con certeza los objetivos del proyecto ni tener participación directa en él. Cabe mencionar que, si bien la gran mayoría de las y los agricultores de maíz estuvieron a favor de la realización del proyecto, hubo un agricultor que mantuvo su postura de indiferencia durante toda la investigación pues no participó en ninguna actividad. Así mismo, dentro del sector “Comunidad en general, presente en la localidad”, la gran mayoría de las personas estuvieron a favor de que se desarrollara la investigación en SAM, por eso dieron su visto bueno para realizar las actividades en su localidad; sin embargo, es probable que haya habido personas a las que no les interesaron las actividades del proyecto.

* **NOTA:** Las reuniones locales cerradas a externos son sesiones comunes en SAM, ya que en ellas se abordan temas que conciernen a la comunidad. Los temas por tratar en dichas reuniones son diversos, entre ellos se han encontrado la fiesta patronal, el pozo de agua local, la sucesión de los cargos referentes a la autoridad local, y la solicitud de permiso para realizar el presente proyecto de investigación. Estas reuniones están encabezadas por las y los integrantes de la Agencia Municipal, y participan personas originarias de SAM que viven en la localidad y personas originarias de SAM que radican en otros lugares (Diferentes comunidades de Oaxaca y Ciudad de México). Generalmente, estas reuniones locales se organizan mensualmente, aunque hay ocasiones en que se establecen sesiones extraordinarias. *

- Poder de intervención (capacidad de limitar o favorecer las actividades del proyecto): El **Sector de agricultoras y agricultores**, y la **Agencia municipal**, fueron los sectores con el poder de intervención más alto (valor de 1; ver Tabla 6). Si bien compartieron el mismo nivel de poder, su capacidad provino de distintos contextos, por lo que el sector de agricultores se consideró con más impacto sobre el proyecto, ya que sin las y los agricultores no se hubiera diseñado el esquema de bioseguridad comunitaria. A pesar de la voluntad del sector de agricultoras y agricultores por participar, la Agencia municipal tenía la facultad de influir en el proyecto, potencialmente frenando las actividades de este debido a que es la máxima autoridad local. Afortunadamente, la influencia de la Agencia fue positiva, ya que impulsaron y convocaron a la comunidad para participar y facilitaron los espacios de encuentro.

La **Comunidad en general**, el **Sector gubernamental** y el **grupo de investigación** tuvieron un nivel medio de poder de intervención. La comunidad no agrícola tenía la facultad de impedir las actividades del proyecto, pero dieron su aprobación para realizar el estudio, e incluso, algunos actores de este sector asistieron a los talleres de bioseguridad, además, ocasionalmente apoyaron en la localización de agricultores y de las parcelas de interés. Los Ingenieros agrónomos vinculados con SV apoyaron coyunturalmente en un par de ocasiones. Los actores clave del sector gubernamental asistieron a los talleres sobre bioseguridad de maíz GM participando en el primero de ellos, además ayudaron a localizar algunas parcelas y/o casas de los agricultores, y animaron a algunos agricultores a participar en las actividades del proyecto. Respecto al grupo de investigación, si bien éste era el sector más interesado en llevar a cabo la investigación y dedicó mayor tiempo a su realización, su capacidad de favorecer o limitar las actividades del proyecto fue de nivel medio puesto que aunque éste sector quisiera desarrollar el estudio, las y los agricultores junto con las autoridades locales tenían la facultad de limitar la ejecución de las actividades de la investigación.

En general, la **Comunidad originaria de SAM** que radica fuera tuvo un nivel bajo de poder de intervención, sin embargo, dada la estructura comunitaria, tenía la capacidad de impedir o permitir las actividades contempladas del proyecto. De este grupo, algunos participaron otorgando su autorización vía remota para trabajar en la localidad, y aquellos con incidencia dentro de SAM permitieron establecer la comunicación inicial con la comunidad.

- Nivel de interés: Los niveles de interés sobre el esquema de bioseguridad fueron diferentes de acuerdo con cada sector.

El **Sector de agricultoras y agricultores** y el **sector del grupo de investigación** tuvieron un nivel de interés alto, sin embargo, el interés de este último sector mencionado fue aún mayor ya que le dedicó más tiempo y realizó un mayor número de actividades referentes a la investigación. El interés del grupo de investigación radicó en desarrollar un proyecto de maestría a través del cumplimiento de sus objetivos, y el interés en desarrollar este estudio de maestría fue producto del interés en contribuir positivamente en una problemática socioambiental de una localidad, es decir, trabajar sobre la presencia de maíz GM en SAM. El Sector de agricultoras y agricultores también tuvo un interés alto por participar en el proyecto, siendo la conservación de los maíces criollos, la preservación de la salud y la unión comunitaria, las motivaciones principales para integrarse en las actividades realizadas. El alto nivel de interés fue reflejado a través de su participación en los talleres, encuestas, transectos participativos y colecta de maíz. Durante la realización de estas actividades, algunas y algunos actores clave no tenían claro los objetivos del proyecto de maestría ni el concepto de maíz GM, sin embargo, sus motivaciones condujeron a la ejecución del presente caso de estudio. Fue hasta las actividades de Grupos Focales y Taller 3 que los objetivos y la información sobre maíz GM se adoptaron completamente.

El nivel interés de la **Agencia Municipal** fue medio. Las y los actores de este sector compartieron los principales intereses de los agricultores; aunado a ello, otra de las motivaciones por participar en este caso de estudio fue demostrar que durante la toma de su cargo se realizaron obras en beneficio de SAM. Cabe mencionar que las y los actores de la Agencia Municipal cambiaron durante el proyecto de investigación pues los cargos se ceden a nuevas personas cada año; por lo tanto, se trabajó con dos grupos diferentes de este sector. Si bien ambos grupos de la Agencia Municipal mantuvieron los mismos intereses en este estudio, el nivel de interés del primero fue mayor, ya que el entonces presidente de la Agencia cultivaba maíz.

El nivel de interés del **Sector gubernamental** también fue medio, ya que no participó en todas las actividades de la investigación, pero fueron actores clave en términos logísticos, ya que ayudaron a identificar algunas parcelas, motivaron a la y los agricultores a participar en el caso de estudio y asistieron a dos de los talleres. El nivel de interés medio, probablemente se derivó a partir de que uno de los dos agrónomos de SV es originario de SAM; por lo que tiene un arraigo con su comunidad, buscando su bienestar, mientras que su familia se dedica al cultivo de maíz, consume el maíz local, y conoce los problemas y riesgos que el maíz GM trae consigo.

Los niveles de interés de la **Comunidad en general que viven en la localidad** y de la **Comunidad originaria de SAM que radica en otras partes** fueron bajos. La falta de interés por parte de la Comunidad originaria de SAM que radica fuera se explica debido a que este grupo no enfrenta directamente la presencia de maíz GM; y el poco interés del otro sector mencionado pudo ser producto de la falta de inclusión explícita en el proyecto y porque al no pertenecer al sector de agricultores, sus intereses son otros.

6.2. ENCUESTAS

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de encuestas permitieron conocer las dinámicas agrícolas y sociales que podrían influir en el diseño y la implementación del esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM en SAM. Paralelamente, la realización de encuestas permitió identificar las dinámicas del manejo del cultivo de maíz que podrían favorecer la entrada de transgenes por flujo de semilla. Para el análisis de resultados, únicamente se consideraron las preguntas más relevantes con respecto al flujo de transgenes por semilla y dinámicas que pudieran impactar en el diseño del esquema de bioseguridad comunitaria.

A continuación, se presentan los resultados que influyeron en el diseño del esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM:

El cultivo de maíz es la actividad principal de las familias campesinas de SAM, sin embargo, para la gran mayoría de los agricultores, la producción de esta planta no representa un ingreso económico. A pesar de la falta de ganancias económicas, el cultivo de maíz es la **actividad principal** de los agricultores, ya que es la fuente primaria de su alimento para autoconsumo y para la crianza de sus animales. Debido a que la actividad principal de los agricultores no permite mantener su economía familiar, se emplean en otro tipo de actividades, tales como albañilería, comercio y recibimiento de pensión (por porcentajes de c/u). Si bien el cultivo de maíz no otorga ingresos económicos a las familias campesinas de SAM, esta actividad se considera la más importante ya que les da seguridad alimentaria.

El maíz es el cultivo más importante para casi todas y todos los agricultores de la comunidad, el **uso** que se le da es un 94.59% para alimentación (humana y animal) y 5.40% para su venta, por lo tanto, el interés en su producción y conservación es muy alto. Debido a la importancia del maíz criollo, la mayoría de los agricultores están interesados en aprender sobre su producción y conservación; no obstante, este interés no se traduce en un interés sobre la bioseguridad de maíz GM ya que los transgenes no influyen directamente en la obtención de cosecha. Para las familias campesinas de SAM, la cantidad de cosecha de maíz es prioridad sobre la presencia de transgenes porque de la cantidad depende qué tanto podrán alimentarse con maíz.

La producción y la conservación del maíz criollo en SAM se enfrentan a distintos problemas y riesgos, los cuales, como se mencionó en los grupos focales, son de carácter productivo. A pesar de que el 89.18% de las y los campesinos no ha considerado **abandonar** la agricultura, los problemas y los riesgos (tales como: sequías, heladas, plagas, falta de semilla, entre otros) podrían conducir a la pérdida del maíz criollo, y por lo tanto, al abandono de su cultivo. Una amenaza que no fue mencionada durante los grupos focales, pero que representa un peligro latente para continuar con el cultivo de maíz en SAM, es la avanzada **edad** de los agricultores. Éstos no estarán, o no podrán continuar cultivando, y no habrán transmitido los saberes y conocimientos referentes al cultivo del maíz hacia la

juventud de la localidad porque hay muy pocos/as jóvenes y la mayoría no se interesa en las labores del campo. El 48.64 % tiene una **edad** mayor o igual a 60 años, siendo el 32.43% mayor o igual a 71 años; de hecho 3 agricultores que participaron en algunas actividades del proyecto desafortunadamente fallecieron antes de recibir sus resultados de los análisis de secuencias transgénicas en sus maíces.

Las actividades agrícolas implican un esfuerzo físico importante, por lo que las personas de la tercera edad comprometen su salud al trabajar en el campo, sin embargo, lo hacen debido a que cultivar maíz es su principal fuente de alimento. El 21.62% de agricultores se encuentra en un rango de edad de 40-59 años y el 29.72% tiene una edad menor o igual a 40 años, es decir que el 51.34% se encuentra en el intervalo: $\leq 40-59$ años. Sin embargo, estas personas envejecerán y la continuidad de las actividades agrícolas puede verse comprometida si las personas jóvenes no se interesan en ellas, si no hay un relevo generacional en el campo. En SAM, la edad de las y los agricultores podría ser un problema a futuro para el cultivo de maíz y para la bioseguridad de maíz GM, ya que únicamente 5 agricultores tienen menos de 30 años. De acuerdo con testimonios de agricultores locales pertenecientes a la tercera edad (≥ 60 años), es importante invitar a la juventud a trabajar al campo y concientizar sobre qué tipo de semillas deben utilizar (evitando la de maíz GM) pues es lo que van a cultivar y a consumir. Si el cultivo de maíz termina, continuar con las actividades de bioseguridad de maíz GM no tendría sentido, no habría maíces criollos para preservar frente a la presencia de transgenes; por lo tanto, los esquemas de bioseguridad comunitaria deben contemplar la participación agrícola de la juventud.

Otros problemas productivos que comprometen la cosecha y la conservación de semillas, tales como la presencia de plagas y malezas, así como la pérdida de semilla, pueden ser atendidos mediante **asesoría técnica** adecuada orientada a informar, intercambiar conocimientos e implementar estrategias. El 54.05% de los agricultores reportó nunca haber recibido asesoría técnica sobre su cultivo de maíz, y el 45.94% reportó sí haber recibido asesoría alguna vez en su vida. Dentro de este 45.94%, el 21.62% mencionó haberla recibido a partir del programa SV desde el año 2020, mientras que el 24.32% afirmó haber recibido asesoramiento entre 7 y 15 años atrás.

La asesoría técnica, previa al desarrollo de este estudio, enfocada en la producción agroecológica de maíz y en la bioseguridad de maíz GM pudo haber favorecido a que las y los agricultores tuvieran mayor información respecto a qué es el maíz GM y sus efectos negativos. En este sentido, la falta de información sobre el maíz GM fue evidente durante la realización del Taller 1 porque únicamente 3 participantes de 30 tenían conocimientos sobre este tipo de maíz. Antes de la aplicación de las encuestas se esperaba que la **migración** fuera un factor con alta influencia sobre el conocimiento y la percepción de maíz GM, puesto que las personas que emigraron estuvieron abiertas a mayores fuentes de información de todo tipo, a diferencia de quienes decidieron no emigrar de su localidad. A pesar de que el 78.37% ha vivido fuera de SAM (CDMX, Oaxaca de Juárez, Nochixtlán Oax., Yanhuitlán Oax., Ensenada B.C., E.U., etc), la migración no tuvo un impacto sobre el

conocimiento ni la percepción de las y los agricultores sobre el maíz GM, ya que las personas que han migrado de SAM y las que no lo han hecho tenían el mismo nivel de información sobre el maíz GM antes de las actividades de este proyecto. La falta de relación entre migración y conocimiento/percepción sobre maíz GM puede explicarse porque quienes vivieron fuera de la localidad se emplearon en sectores diferentes al agrícola, principalmente en la construcción y el transporte. Es decir, la falta de involucramiento en el campo afuera de SAM impidió que los migrantes recibieran información sobre maíz GM durante sus estancias fuera de la localidad. De hecho, el único agricultor que emigró a E.U. tampoco tuvo acercamientos al maíz GM a pesar de que en dicho país es el maíz más utilizado; esta situación también se explica porque el originario de SAM trabajó en la construcción.

A continuación se muestran los resultados de las encuestas que pueden influir en la presencia o ausencia de transgenes por flujo de semilla:

La presencia de la secuencia transgénica t-NOS en SAM fue reportada por Álvarez-Buylla en el 2018, por lo que en la presente investigación se intentó identificar si alguna de las fuentes de entrada de maíz GM fue a través de la introducción de semilla híbrida en la localidad. Si bien, el 100% de los entrevistados afirmó preferir la semilla criolla, se preguntó si del 2017 en adelante hubo un aumento en el uso de variedades mejoradas de maíz. El 70.27% de las y los agricultores consideró que no hubo un aumento en el uso de maíz híbrido en desde el periodo de 2017 hasta el 2021, sin embargo el 16.21% no pudo responder la pregunta debido a que no vivía en SAM en dicho periodo, el 8.10% no respondió ya que no eran agricultores en ese periodo y no se percataron del tipo de semillas, y el 5.40% aseguró que sí hubo un aumento.

El **tipo de semilla** de maíz que utilizan las familias campesinas de SAM puede ser una fuente de entrada de transgenes, ya que los maíces híbridos tienen mayor probabilidad de tener transgenes a diferencia de los maíces criollos (Trejo-Pastor *et al.*, 2021). De acuerdo con las encuestas, el 97.29% de las y los agricultores reportó que sus semillas son criollas y el 2.7% mencionó utilizar semilla acriollada, ningún agricultor entrevistado reportó cultivar semilla híbrida. Si bien nadie mencionó utilizar semilla híbrida, algunos participantes señalaron que 4 agricultores utilizan semilla de maíz híbrido, lo cual fue negado en un par de ocasiones, ya que dos de las personas señaladas mencionaron cultivar maíz criollo durante sus entrevistas. Otro de los agricultores señalados no vive de forma estable en SAM y no cultiva ningún tipo de maíz desde hace 7 años, por lo que no se obtuvo muestra de su semilla. El agricultor señalado restante no pudo ser contactado debido a que tampoco vivía en SAM, aunado a ello se encontraba enfermo durante la colecta de maíz y desafortunadamente falleció; por lo que no se estableció comunicación con él. A pesar de la situación de este último agricultor mencionado, se confirmó que utilizaba maíz híbrido gracias a los siguientes criterio: 1) El marco de siembra de las plantas era el de un típico híbrido, es decir, distancia entre plantas y distancia entre surcos muy cercanas. Medidas diferentes a las de los criollos de SAM, los cuales en promedio se siembran a 1m de distancia entre planta y 60cm entre

surcos. 2) Las hojas de estas variedades de maíz eran más ásperas a diferencia de las plantas de maíces criollos. Los agricultores mencionaron que su ganado no come hojas de maíz híbrido debido a su aspereza, sólo de criollo, por lo que a un campesino con este tipo de animales no le conviene cultivar maíz híbrido. Y el agricultor con las plantas híbridas no contaba con ganado, debido a ello no estaría interesado en cultivar maíz criollo. 3) Las mazorcas obtenidas de las parcelas con las plantas híbridas eran de tonalidades amarillas y naranjas características de algunos maíces híbridos. Cabe mencionar que el resto de mazorcas de SAM no eran de estos colores, más bien eran blancos o azules dependiendo de la variedad. 4) Uno de los agricultores vecinos que cultivaba a 200-300m aproximadamente de una de las parcelas de maíz híbrido mencionó que él pensaba que las plantas sí correspondían a una variedad mejorada, ya que era diferente al resto de plantas cultivadas en SAM, plantas de maíz criollo.

El uso de semilla de maíz híbrido es casi nulo en SAM, ya que el 100% de las y los agricultores encuestados **prefieren** utilizar semillas de maíz criollo sobre las de híbrido, acriollado o genéticamente modificado. En sus palabras, los maíces criollos no necesitan químicos ni riego para cultivarlos. Esta preferencia se ha mantenido históricamente en la localidad; a lo largo del tiempo se ha generado un arraigo hacia la semilla criolla y, por lo tanto, la comunidad desea conservarla y evitar cualquier tipo de contaminación hacia ella, como por ejemplo la presencia de transgenes.

La mencionada preferencia se refleja en la procedencia de las semillas criollas utilizadas para cultivar. El 91.89% de los encuestados mencionó que la **procedencia** de las semillas nativas del ciclo agrícola 2021-2022 corresponde a la misma localidad, mientras que el 8.10% reportó haber utilizado semilla proveniente de localidades vecinas (San Bartolo Soyaltepec, Guadalupe Gavillera, La Estancia, Nochixtlán) o de la CDMX. El 29.72% de agricultoras y agricultores de maíz reportó que mantiene su lote de semillas criollas desde hace **20-60 años**, mientras que el resto de los agricultores utiliza semillas conservadas por un periodo menor o igual a 15 años, provenientes de lotes locales más longevos (tal es el caso de padres que heredan semilla a sus hijas y/o hijos).

Las y los agricultores que tienen un lote de semillas más reciente obtuvieron semilla de SAM o de localidades vecinas debido a que **perdieron sus semillas** criollas años atrás. Solamente el 24.32% reportó haber perdido su semilla en algún momento de su vida, sin embargo, las encuestas fueron aplicadas antes de las cosechas del ciclo 2021-2022 (ciclo de colecta de semillas para la investigación) y del ciclo 2022-2023 (ciclo posterior al de la colecta de semillas), ciclos en los que incrementó la pérdida de semilla en la localidad. Del 24.32% que reportó la pérdida de su semilla en algún momento de su vida, 7 personas solicitaron o compraron semilla nativa a agricultores de la localidad, mientras que otras 2 personas reemplazaron su acervo de maíz criollo con semillas de localidades vecinas. Si bien únicamente dos personas fueron las que reemplazaron su acervo local con uno externo (una de ellas reportó haberla introducido desde hace 8 años), no se descarta la posibilidad de que la introducción de semilla externa por pérdida de semilla local sea una de las posibles

fuentes de entrada de transgenes desde antes de 2018 y hasta 2022. La pérdida de semilla en SAM es una consecuencia de los problemas del cultivo de maíz, tal es el caso de las heladas, las cuales provocaron que no todos los agricultores cosecharan en el ciclo agrícola 2020-2021 (ciclo en el que se colectaron semillas para los análisis de detección de secuencias transgénicas). La introducción de semilla externa es una PAT obligada cuando hay pérdida de semilla local, pues la falta de semillas de maíz conduce a que las y los agricultores deban buscar nuevas para continuar cultivando, ya que sin la cosecha de este cultivo se pierde la principal fuente de alimento en la comunidad. Esta búsqueda de semilla externa, producto de la pérdida de semilla, es el caso del ciclo agrícola 2023-2024, en el cual, las personas de SAM muy probablemente conseguirán semillas de maíz de otras localidades debido a que en el ciclo agrícola 2022-2023 hubo mucha pérdida de semilla por la baja cosecha, la cual se reduce cada ciclo.

La introducción de semilla de maíz externa a SAM implica un riesgo de bioseguridad, por lo tanto, la semilla de **Diconsa** resulta una potencial fuente de entrada de maíz GM. Si bien algunas personas de la comunidad consumen semilla de maíz de Diconsa como alimento o forraje, el 97.29% de las y los entrevistados afirmaron nunca haberla utilizado para sembrar, ya que desconfían de ella, la consideran de baja calidad alimenticia y con presencia abundante de gorgojos. Solamente un agricultor reportó haber utilizado esta semilla para cultivar en el 2020, otro mencionó que consideraba utilizarla para siembra en el 2022. Debido a que 36 de las 37 personas entrevistadas no utilizan la semilla Diconsa para siembra, la probabilidad de que el maíz GM haya entrado en 2017 (o antes) por esta vía es baja, pero no nula.

Otra de las potenciales fuentes de entrada de transgenes, además de la introducción de semilla externa, es el **intercambio de semillas de maíz**, entendiendo al intercambio como una PAT que implica compartir y/o recibir. El 97.29% de las y los agricultores han realizado esta práctica agrícola tradicional de forma local y externa alguna vez en su vida (Gráfico 1). Podría parecer incongruente que el intercambio de semillas sea alto (97.29%) y la pérdida de semillas baja (24.32%), sin embargo, el intercambio en SAM no está mediado únicamente por la pérdida de semilla, si no también por el interés de las y los agricultores de obtener semillas con características nuevas o diferentes a las de sus propios acervos, una de estas características podría ser un mayor rendimiento. Por lo tanto, aunque no pierdan semilla es probable que busquen obtener nueva. Aunado a ello, el porcentaje del intercambio de semilla aumentó debido a que varias personas realizaron esta práctica por primera vez o en años recientes, de hecho, aproximadamente 1/3 de los agricultores tiene una experiencia menor a 3 años cultivando maíz (suceso generado por la reciente migración de originarios de SAM a la localidad producto de la pandemia COVID-19, y por la inclusión de 3 personas jóvenes en el campo). Del 97.29% que han intercambiado semilla, el 35.13% corresponde a agricultores que intercambiaron por primera vez en el ciclo 2021-2022 y/o intercambiaron hace 1 año, el 27.02% refiere a quienes intercambiaron hace 2 y/o 3 años y que también intercambiaron hace 1 año y/o por primera vez en el ciclo 2021-2022, el 16.21% corresponde a las personas que intercambiaron hace 4 y/o 5 años y también intercambiaron semilla hace menos de 4 años, el 10.81% refiere a agricultores que han

intercambiado semilla entre 8 y 15 años atrás y que también han intercambiado hace menos de 8 años, el 5.40% corresponde a quienes intercambiaron entre 20-25 años atrás y también intercambiaron hace 2 años, y el 2.70% refiere a una persona que intercambió hace 40 años y también intercambió en el ciclo 2021-2022.

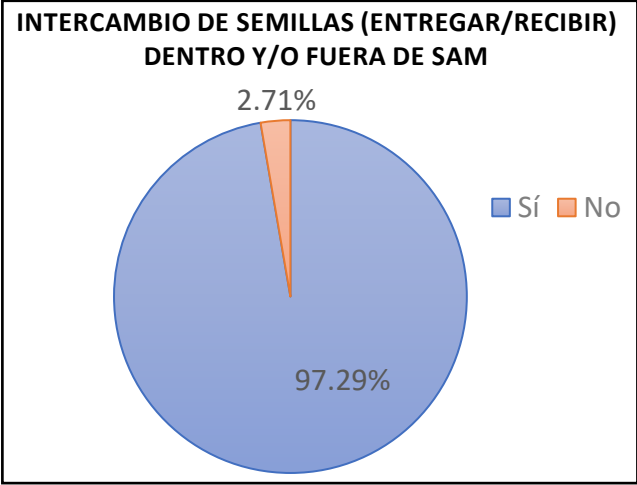


Gráfico 1. Intercambio de semillas entre agricultoras y agricultores de SAM.

Dentro del 97.29% de personas que han intercambiado semillas, el 40.54% está representado por agricultores que compartieron y recibieron semilla, otro 40.54% representa a personas que únicamente recibieron semillas, y el 16.21% refiere a quienes solamente entregaron semilla (Gráfico 2).

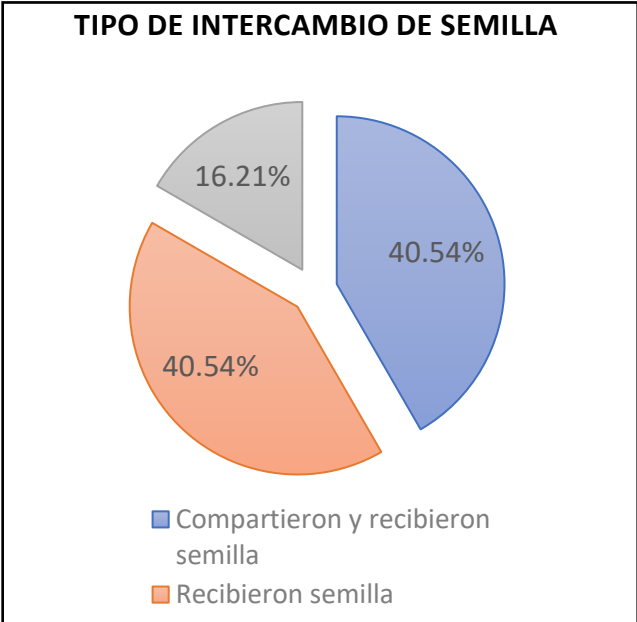


Gráfico 2. Tipo de intercambio de semilla de maíz.

Del total de personas que recibieron semillas, entiéndase el 81.08% de las y los agricultores (40.54% que recibieron y entregaron + 40.54% que sólo recibieron), el 57.75% recibió maíz proveniente exclusivamente de SAM, el 8.10% recibió paralelamente de SAM y de otra localidad, y el 10.81% no recibió de SAM pero sí de localidades vecinas (Nochixtlán, San Bartolo Soyaltepec, Guadalupe Gavillera y La Estancia) o de CDMX.

Respecto a las personas que han compartido semilla, es decir el 56.75% (40.54% que entregaron y recibieron + 16.21% que sólo entregaron), el 48.64 % entregó exclusivamente a vecinos de SAM, el 5.40% compartió paralelamente con agricultores de SAM y campesinos de otras localidades, mientras que el 2.70 % entregó semilla exclusivamente en localidades diferentes a SAM.

Tanto el intercambio como la introducción de semilla externa a SAM, es decir, la dinámica del flujo de semillas de maíz, potencialmente pueden influir en la presencia de transgenes principalmente por el intercambio de semillas. Además del flujo de semillas, el flujo de polen (guiado por el viento) es otra fuente de entrada y dispersión de transgenes. La transmisión de transgenes por flujo de polen puede ser favorecida o limitada por los terrenos de cultivo. Entre más **terrenos** y más **superficie** destinados a la producción de maíz, la probabilidad de transmitir y/o recibir transgenes aumenta. En el caso de SAM, el 64.86% de las y los agricultores utilizaron más de 1 terreno para sembrar maíz en el ciclo 2021-2022 (29.72% corresponde al uso de 2 terrenos), por lo que más de la mitad de las y los agricultores tienen una probabilidad mayor de recibir transgenes por flujo de polen frente a los campesinos que utilizan un solo terreno. La superficie de los terrenos también es un factor importante que puede contribuir a la presencia o ausencia de transgenes, ya que se espera que entre mayor sea la superficie la probabilidad de recibir maíz GM aumenta. En SAM la mayoría de la agricultura es familiar a pequeña escala, el 89.18% ocupa menos de 1 ha para cultivar maíz, el 10.81% utiliza más de 1 ha pero menos de 2 ha. Este dato fue corroborado con ayuda de los *tracks* correspondientes a cada parcela, los cuales fueron transferidos a QGIS para medir con mayor exactitud el área de cultivo. Si bien el número de terrenos y su superficie (ha) son factores que pueden influir en la presencia o ausencia de maíz GM, las características físicas que rodean a cada parcela son de mayor importancia para evitar o favorecer la entrada de transgenes por flujo de polen. Con estas consideraciones, se llevó a cabo un proceso de mapeo participativo de las parcelas sembradas con maíz en SAM.

6.3. TRANSECTOS PARTICIPATIVOS

La aproximación al mapeo participativo del Taller 2 (Fig 6.), las georreferenciones, los *tracks* y la ubicación participativa de las parcelas permitieron elaborar un mapa digital de todos los sitios que se utilizaron para sembrar maíz en SAM en el ciclo agrícola 2021-2022 (Fig. 8). Este mapa fue utilizado para determinar la distancia entre parcelas (Fig. 7), que es una variable potencialmente importante para el flujo de transgenes por viento.

La proyección digital espacial de las parcelas permitió visualizar la importancia de la cercanía entre las parcelas de maíz en la potencial transmisión de transgenes (Fig. 10). La construcción de los transectos participativos favoreció a la creación de vínculos de confianza con algunos agricultores, y facilitaron la enseñanza de la identificación vegetal de la localidad. El reconocimiento del tipo de vegetación fue importante para realizar las anotaciones en campo correspondientes a las variables que podrían influir en la presencia de transgenes por flujo de polen, por ejemplo, la cobertura vegetal de encinos y ocotes tiene mayor intercepción física de polen que la cobertura de pastos. Cabe mencionar que el tipo de especies que conforman la cobertura vegetal que rodea a las parcelas es importante, sin embargo, el porte (altura) y la abundancia (cantidad) también podrían influir en la presencia o ausencia de transgenes.



Fig. 6. Aproximación al “Mapeo participativo”.

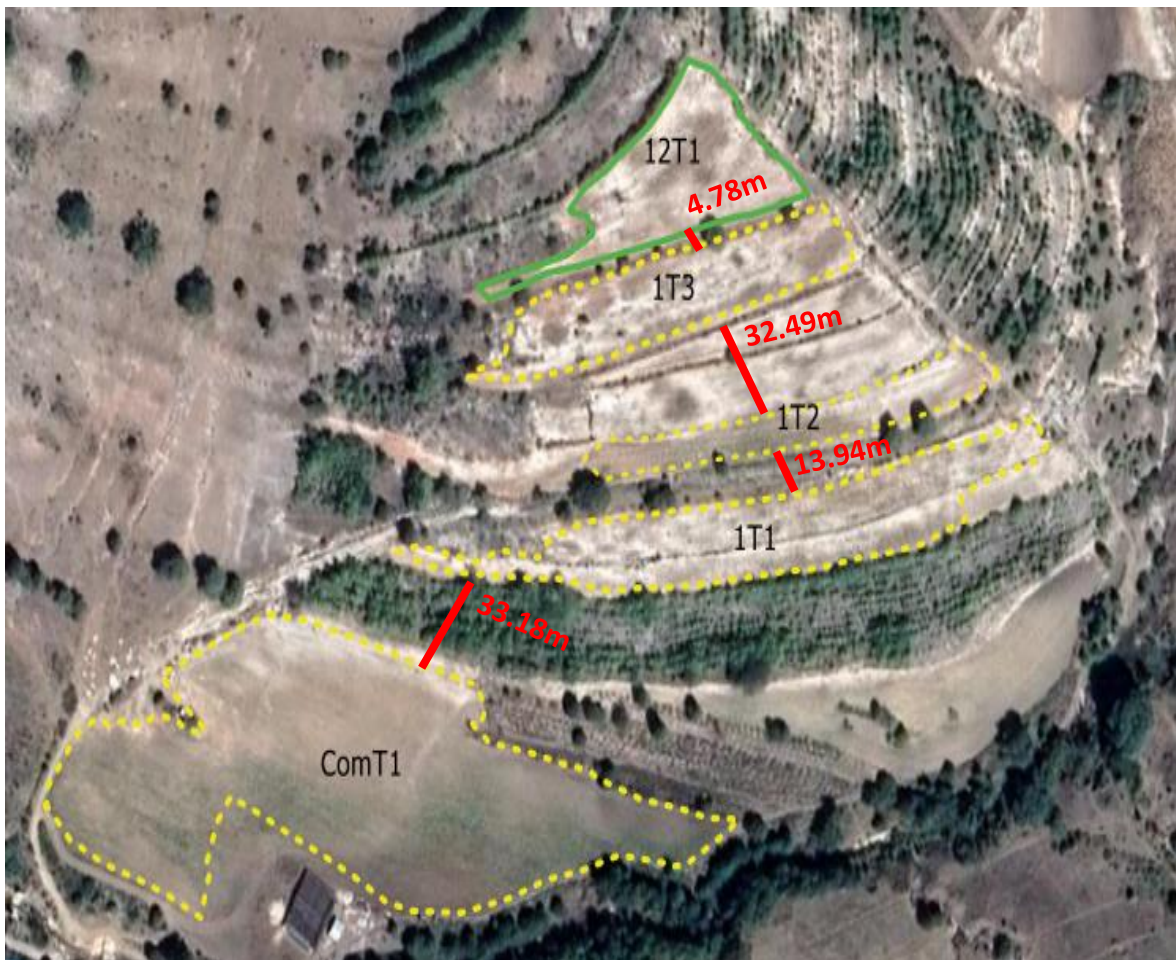


Fig. 7. Obtención de distancias entre parcelas de maíz.

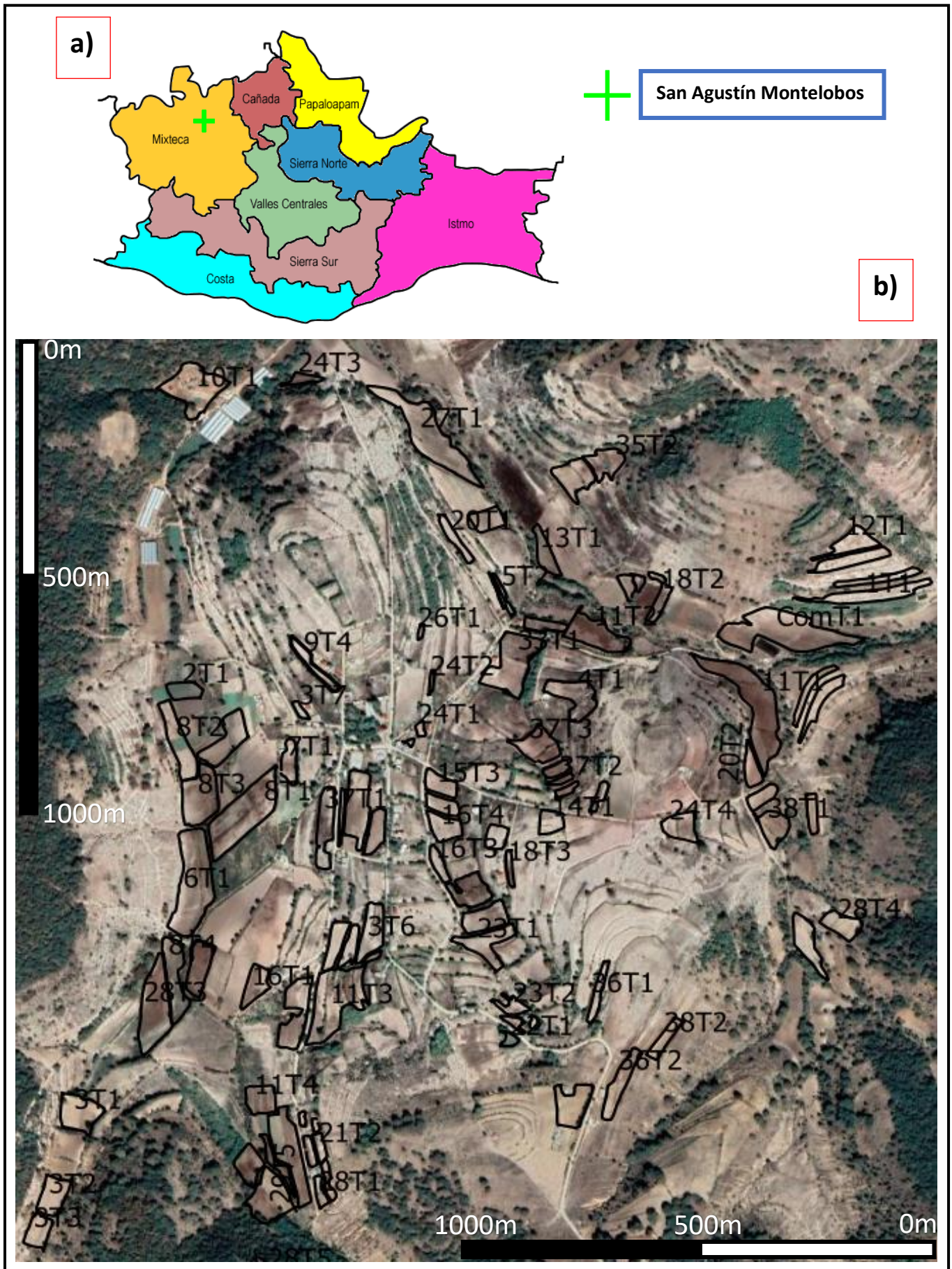


Fig. 8. a) Ubicación de San Agustín Montelobos, Oaxaca. MAPA: Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana de Oaxaca, 2016. b) Mapa de SAM en QGIS: Terrenos utilizados para cultivar maíz.

6.4. GRUPOS FOCALES

Los resultados de los grupos focales son presentados en bruto en el Anexo 8 y son sintetizados y comparados en el Anexo 9. El interés de las y los agricultores sobre la presente investigación fue evaluado con su participación en las distintas actividades del proyecto y con las preguntas realizadas a través de los grupos focales. Los resultados de ambos grupos focales (Anexos 7 y 8) indicaron que el interés de los agricultores en participar dentro de la presente investigación surgió desde su primera aproximación a ésta. A pesar del interés en este proyecto, los objetivos y los conceptos referentes a la bioseguridad de maíz GM no fueron asimilados completamente por los agricultores durante las primeras etapas del estudio. Resulta paradójico participar en un proyecto sin conocer la información base relacionada a él, sin embargo, la percepción sobre el maíz GM, los potenciales beneficios para la comunidad (alimenticios, agrícolas, y de salud) y el compañerismo fueron las principales motivaciones de los agricultores de SAM para integrarse en las actividades de este estudio.

De acuerdo con los participantes de ambos grupos focales, el interés de los agricultores sobre la investigación de maíz GM fue alto a nivel individual. A nivel comunitario, la mayoría de los participantes consideró que arriba del 60% de las y los agricultores tenían interés en el proyecto. Esta diferencia en el nivel de interés, alto a nivel individual y medio alto a nivel comunitario, responde a que los participantes de los grupos focales no dieron respuestas contundentes sobre el nivel de interés en términos comunitarios. En estas respuestas se limitaron a contestar que no se podía opinar sobre el interés del resto de agricultores porque cada individuo es diferente y no les parecía correcto “hablar” por los demás, se mencionó que cada agricultor tiene sus intereses y actividades personales.

A pesar de que el interés en este caso de estudio en términos generales era alto y podía aumentar con la entrega de resultados de análisis de secuencias transgénicas porque “El daño ya estaría presente” (de acuerdo con un participante del primer grupo focal), el maíz GM no fue considerado como un problema para el cultivo de maíz criollo por ninguno de los asistentes de ambos grupos focales; ya que los problemas principales a los que se enfrenta el cultivo de maíz criollo en SAM son de carácter productivo.

El criterio para identificar problemas actuales fue la magnitud de los impactos negativos sobre el rendimiento del maíz; este criterio fue plasmado por un campesino a través de sus palabras: “Prefiero cosechar maíz transgénico a no cosechar maíz”. Tomando como base dicho criterio, el primer grupo focal identificó a la sequía como el problema principal para el cultivo de maíz, y el segundo grupo señaló a la falta de predicción de lluvia como el problema más importante. Ambos problemas están relacionados con la falta de agua de temporal. Los participantes mencionaron que la falta de lluvia es un factor ambiental que no pueden controlar, por eso es tan perjudicial para ellos, no depende de sus acciones a diferencia de otros problemas a los que sí pueden enfrentar, tales como las plagas agrícolas y las malezas.

Si bien el maíz GM no fue identificado como un problema, sí fue señalado como un riesgo por la mayoría de los participantes de los grupos focales. Los participantes del primer grupo focal señalaron a este tipo de maíz como un riesgo hasta que se les recordó la importancia de la bioseguridad de maíz GM. En contraste, en el segundo grupo, el maíz GM fue señalado como un riesgo por parte de un campesino, mientras que el resto de sus compañeros de grupo no lo contemplaron como una amenaza. Los principales riesgos sobre el cultivo de maíz fueron diferentes en ambos grupos focales, y entre participantes del mismo grupo fueron identificados con un nivel de importancia distinto. A pesar de estas diferencias, el cambio climático fue señalado como el riesgo principal, ya que se expresó su preocupación por el aumento de la falta de lluvias y la nula predictibilidad de ellas, considerando que en un futuro cercano los impactos de estos problemas serán mucho más severos. Otros de los riesgos más importantes fue la “economía”, término mencionado durante los grupos focales (Anexo 7) que hace referencia a la falta de dinero para poder reinvertir en el cultivo de maíz. La falta de dinero es un suceso que ha conducido a algunas personas a dejar de cultivar maíz cajete ya que el costo de inversión de su cultivo es más grande que el del maíz temporal. Por lo tanto, la falta de dinero puede conducir a detener la siembra de maíz, incluso del temporal, puesto que no se podría comprar nueva semilla y/o pagar la renta de terrenos. En caso de que la cosecha sea buena no sería necesario comprar nueva semilla, sin embargo, la pérdida de semilla resultado de la falta de cosecha es otro de los problemas y riesgos para el cultivo de maíz en SAM.

Al igual que los problemas, los principales riesgos señalados por los participantes fueron de carácter productivo, por lo que el maíz GM no fue considerado como una amenaza relevante para el cultivo de maíz criollo. Aunado a la falta de impacto del maíz GM sobre la cosecha, el concepto de este tipo de maíz no estaba totalmente adoptado por los participantes de ambos grupos focales. La conceptualización sobre el maíz GM influyó en la identificación o no identificación de éste como una amenaza o como un riesgo. A pesar de que la definición del maíz GM proporcionada por los participantes no fue exacta, y en un par de casos nula por la falta de asistencia a los talleres previos, sí hubo una diferencia significativa favorable en contraste con el inicio del proyecto, cuando había una notable carencia de información sobre el maíz GM. Los participantes del primer grupo focal definieron al maíz GM como un maíz modificado/manipulado para obtener una característica deseable en términos agrícolas. A diferencia de ellos, los integrantes del segundo grupo perfilaron sus respuestas hacia el contexto del maíz GM en México y no hacia su definición; este grupo destacó que: es un maíz que no debe existir en nuestro país, que probablemente entra por importaciones desde E.U. o por la semilla de Diconsa, que produce enfermedad, que no lo reconocen a simple vista, y que no se cultiva en SAM.

La evaluación sobre el concepto de maíz GM fue utilizada para identificar el nivel de información sobre el estudio, y de forma indirecta el interés en él. La evaluación del conocimiento sobre los objetivos de la presente investigación se realizó con la misma finalidad. Sobre la información del maíz GM y los objetivos, el agricultor que participó en ambos grupos focales mencionó algunas aproximaciones de los objetivos del presente proyecto de maestría, tales como: "Erradicar el maíz transgénico que en el 2017 se encontró

en San Agustín Montelobos” y “Colectar para analizar y después dar resultados”. Este mismo participante señaló que la información sobre esta investigación (conceptos, objetivos y actividades) no estaba arraigada 100% dentro del sector de agricultoras y agricultores debido a que la bioseguridad de maíz GM no es un tema cotidiano en la comunidad, la información respecto a ella no es abordada con frecuencia. Aunado a la falta de cotidianeidad de la información, el agricultor reafirmó que el maíz GM no es uno de los principales problemas ni riesgos en la producción de maíz.

A pesar de la falta de cotidianeidad y que el maíz GM no es considerado como un problema actual ni futuro relevante para el cultivo de maíz en SAM, los integrantes de ambos grupos focales indicaron que, en promedio, el interés del sector de agricultores tanto a nivel individual como colectivo sobre este proyecto de investigación es alto. No obstante, se mencionó que, aunque el nivel de interés es elevado, los participantes de los grupos focales recomendaron seguir promoviendo la participación en este proyecto y señalaron que la entrega de resultados de presencia de secuencias transgénicas influiría en el aumento de interés sobre la bioseguridad de maíz GM en la comunidad.

Otras acciones mencionadas que podrían aumentar la participación comunitaria en la bioseguridad de maíz GM, tales como: incluir al resto de la comunidad y a las familias (no sólo a los agricultores) dentro del esquema de bioseguridad, y entregar un incentivo económico a quienes participen en él. Además de conocer las estrategias propuestas por los agricultores, el equipo académico exploró su disposición para implementar algunas estrategias de bioseguridad de maíz GM sugeridas, las cuales tendrían como finalidad evitar, disminuir y/o eliminar la presencia de secuencias transgénicas en la metapoblación de maíz criollo de SAM.

Algunas de estas estrategias propuestas fueron no introducir semilla de otros lugares, no intercambiar semilla durante un periodo de tiempo y/o colocar barreras vegetales o físicas para interceptar el polen. Afortunadamente, todos los asistentes de los grupos focales señalaron estar dispuestos a implementar las estrategias de bioseguridad de maíz GM. A pesar de que los participantes de los grupos focales mencionaron estar dispuestos a implementar las estrategias de bioseguridad de maíz GM, uno de los participantes del segundo grupo focal mencionó no estar dispuesto a dejar de utilizar su semilla ya que la recicla y la ha conservado a lo largo del tiempo.

La disposición de implementar dichas estrategias por parte de los integrantes de ambos grupos de interés fue importante debido a que en el ciclo agrícola en el que se colectaron semillas de maíz, estos agricultores pudieron haber estado influyendo en la presencia/ausencia de transgenes dentro de SAM tanto por flujo de semilla como por flujo de polen. Esta disposición, tanto de los participantes de los grupos focales como de los asistentes del Taller 3, tal vez permita darle continuidad al esquema de bioseguridad de maíz GM en Montelobos a pesar de la ausencia temporal de la intervención académica, ésta provocada por la culminación del proyecto de maestría. A pesar de la disposición de trabajar sin la presencia del grupo de investigación, los asistentes de los grupos focales expresaron

su deseo por que se le dé seguimiento a la bioseguridad de maíz GM y por que se aborden intersectorialmente otros temas de importancia para la comunidad, agrícolas principalmente.

Como una observación sobre los participantes de los grupos focales cabe mencionar que algunos no asistieron a los talleres realizados previamente debido a que se encontraban fuera de la localidad. Por lo tanto, su información sobre el maíz GM fue menor comparada con el resto de los asistentes, su información estuvo limitada a la proporcionada durante la realización de las encuestas y transectos participativos. Así mismo, uno de los participantes estuvo presente en ambos grupos, participó en la totalidad del primero y en la segunda mitad del segundo. Esta participación doble se debió a que es uno de los principales distribuidores de semilla y a que su milpa está rodeada por varias vecinas. A este participante se le realizó un par de preguntas dirigidas (Anexo 4), ya que después del primer grupo focal se consideró relevante identificar si los asistentes estaban informados adecuadamente sobre el proyecto de investigación, y en caso de no ser así, el carácter participativo de este estudio se podría poner en duda.

6.5. DETERMINACIÓN RACIAL

La determinación racial de las variedades de maíz obtenidas - temporal blanco y temporal azul (Fig. 9), temporal azul y blanco mezclado, cajete blanco, cajete azul, cajete azul y blanco mezclado, variedad roja, variedad blanco, variedad pinto, acriollado - no pudo realizarse,

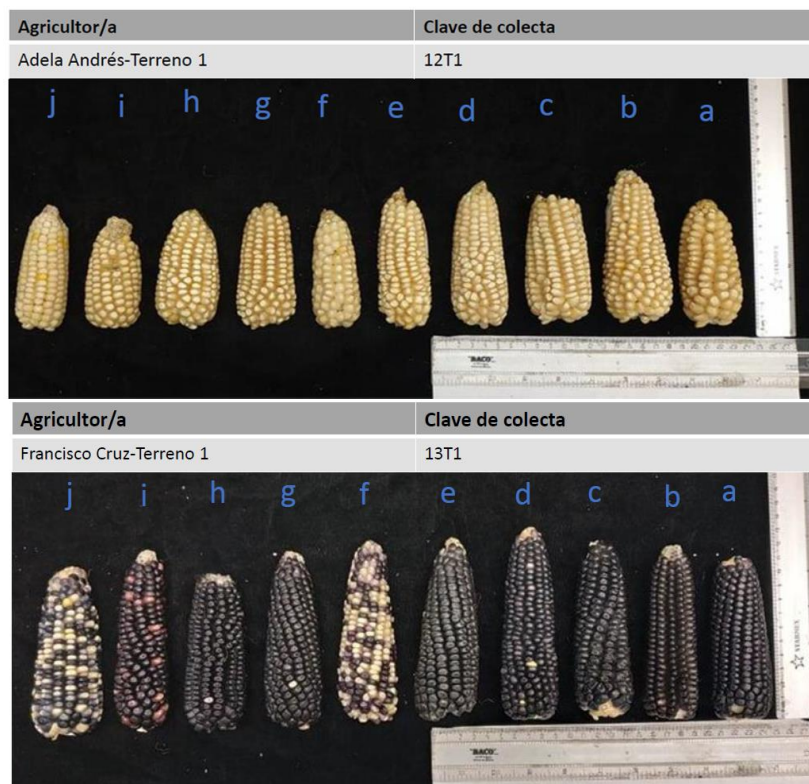


Fig. 9. Fotografías: Mazorcas de temporal blanco y mazorcas de temporal azul.

pero la determinación del complejo racial sí se llevó a cabo.

De acuerdo con el Mapa de distribución de maíces criollos del Proyecto global de maíces nativos de la CONABIO, las razas de maíz cultivadas en localidades cercanas a SAM (Santa María Chachoápam, Asunción Nochixtlán, Santo Domingo Yanhuitlán) son Arrocillo amarillo, Bolita, Celaya, Chalqueño, y Cónico.

Conforme a la base de datos “Base maíces nativos 2011” del Proyecto global de maíces nativos de la CONABIO, las razas utilizadas en las localidades mencionadas son Arrocillo amarillo, Bolita, Celaya, Chalqueño, Cónico y Nal-tel. Conforme a la base de datos “Base de datos 2017” del Proyecto global de maíces nativos de la CONABIO, las razas nativas utilizadas en dichas localidades son Arrocillo amarillo, Bolita, Celaya, Chalqueño, Cónico, Mixeño, Mushito, y Nal-tel. A pesar de la información obtenida en estas bases de datos, es necesario hacer un esfuerzo actual de identificación racial, puesto que las razas de maíz pueden perderse a través de los años; aunado a ello, de acuerdo con la información obtenida a través de los especialistas mencionados posteriormente, las razas Bolita, Celaya y Nal-tel, no se encuentran cultivadas recientemente en SAM ni en las localidades cercanas.

Conforme al mapa de distribución puntual de maíces criollos del GeoPortal de CONABIO las razas de maíz cultivadas con mayor proximidad a SAM son Arrocillo, Bolita, Celaya, Cónico y Elotes cónicos.

De todas las razas mencionadas, Bolita, Celaya, Mixeño y Nal-tel no pertenecen al complejo racial Cónico (Sánchez *et al.*, 2000; citado en CONABIO, 2020), y de acuerdo con las fotografías mostradas en el Portal de diversidad de maíces y Portal de razas de maíz de México de la CONABIO, esas razas no se parecen a las obtenidas en SAM.

El complejo racial “Cónico” es caracterizado por cultivarse en zonas con altitudes mayores a 2000 msnm (Sánchez *et al.*, 2011; citado en CONABIO, 2020) y por presentar un número de hileras entre 14 y 20. Los maíces criollos de SAM son cultivados a una altitud promedio de 2450 msnm, y presentan un promedio de número de hileras de 11.87. A pesar de que el número de hileras es menor, la distribución y la altitud coinciden con el complejo racial cónico. Además, el bajo número de hileras puede deberse a problemas fisiológicos resultantes de la poca fertilidad y sequía a la que se enfrenta el cultivo de maíz en SAM.

Otro de los datos resultantes de las mediciones morfológicas que ayudaron a determinar el complejo racial fue el tipo de grano, en promedio, el grano de las variedades de SAM se considera semi-cristalino, y dicho tipo de grano coincide con las fotografías de la raza Arrocillo amarillo y Cónico mostradas en el Portal de diversidad de maíces y en Portal de razas de maíz de México de la CONABIO.

Aunado a la distribución de maíces, la altitud de cultivo, y las mediciones morfológicas, algunos datos obtenidos de las encuestas permitieron inferir el complejo racial. De acuerdo con algunos agricultores, en cierto momento de su vida introdujeron

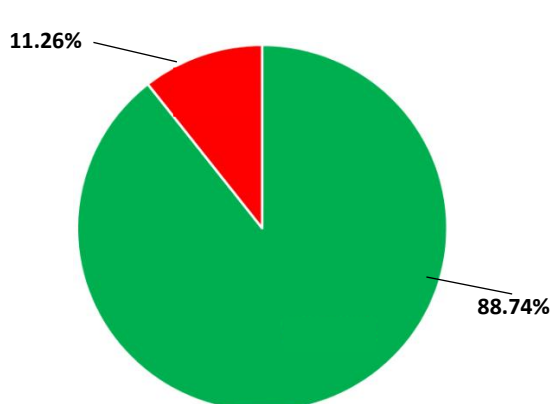
maíces provenientes de las localidades cercanas a SAM: Santa María Chachoápam, Asunción Nochixtlán, Santo Domingo Yanhuitlán; y como se observó en los mapas y bases de datos mencionados, el complejo racial Cónico se cultiva en dichos poblados. Otro dato proveniente de las encuestas a considerar para la determinación del complejo racial fue que un agricultor cultiva una variedad llamada Azul chalqueño, la cual provino de Chalco y puede pertenecer a la raza Chalqueño.

Para determinar el complejo racial, se consultó al Dr. Quetzalcóatl Orozco Ramírez sobre las razas cultivadas cerca de SAM y señaló que estas son Cónico, Elotes Cónicos y Chalqueño. Paralelamente se consultó al Ing. Agr. Jesús Andrés (originario de SAM) quien mencionó que las razas utilizadas en SAM hace varios años fueron Bolita y Chalqueño, sin embargo, resaltó que la identificación de una raza es complicada debido a la introducción de semilla externa.

A partir de toda la información mencionada en esta sección se determinó que el complejo racial de los maíces de SAM es “Cónico”.

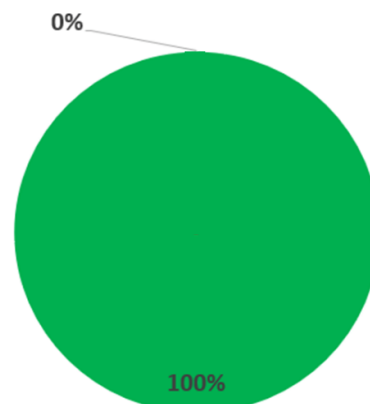
6.6. RESULTADOS DE PRESENCIA DE SECUENCIAS TRANSGÉNICAS

Los análisis de laboratorio permitieron identificar la presencia de la secuencia transgénica t-NOS en algunos lotes de maíz, así como la ausencia de la secuencia transgénica p35S en todos los lotes de semilla analizados. A su vez, se analizaron las muestras que previamente resultaron positivas para t-NOS para los eventos de maíz GA21 y NK603, sin encontrar muestras positivas para estos eventos. El número de muestras analizadas para las secuencias transgénicas t-NOS y p35S fue de 71, y los resultados obtenidos se muestran en las gráficas 3 y 4. De las 71 muestras, 8 resultaron positivas a t-NOS. La frecuencia de esta secuencia transgénica a nivel localidad fue de 11.26% para el ciclo agrícola 2021-2022. Las 8 muestras positivas para t-NOS fueron analizadas para identificar la presencia de eventos, pero todas resultaron negativas para GA21 y NK603 (Gráficos 5 y 6).



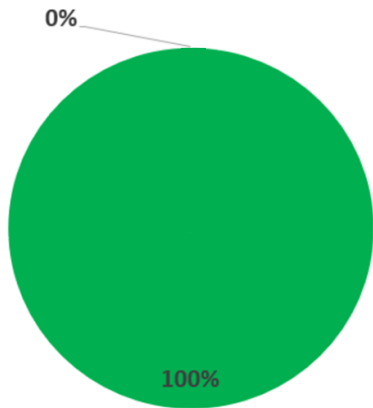
Gráfica 3. Resultados de análisis de la secuencia transgénica t-NOS.

No. muestras positivas= 8. No. muestras negativas = 63.

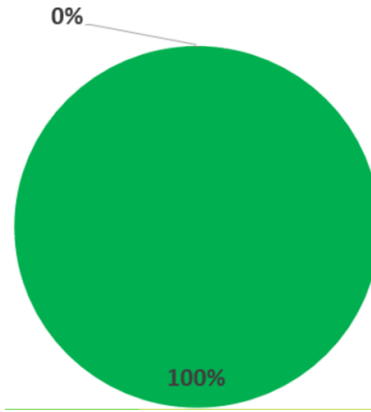


Gráfica 4. Resultados de análisis de la secuencia transgénica p35S.

No. muestras positivas= 0. No. muestras negativas = 71.



Gráfica 5. Resultados de análisis del evento de maíz GA21.
No. muestras positivas= 0. No. muestras negativas = 8.



Gráfica 6. Resultados de análisis del evento de maíz NK603.
No. muestras positivas= 0. No. muestras negativas = 8.

Las 8 muestras positivas a t-NOS (Gráfica 3) pertenecen a 8 terrenos distintos y a 5 agricultores:

- 3 de las muestras son del mismo acervo de semilla de temporal blanco, ya que dos de ellas provienen de un agricultor que compartió semilla con otro. Este acervo es originario de una localidad vecina (San Bartolo Soyaltepec) y ha sido conservado durante 8 años. El agricultor donante contó con un total de 2 muestras positivas (1T1 y 1T1, Fig. 10) de 3 analizadas, y la agricultura receptora obtuvo resultados positivos de su única muestra (12T1, Fig. 10). Las 3 muestras positivas estuvieron cultivadas con cercanía de 1.5m aprox. y sin barreras que impidieran el flujo de polen.
- 2 muestras positivas son de maíz híbrido y provienen de un mismo agricultor, ambas muestras sembradas en 2 terrenos diferentes (38T1 y 38T2, Fig. 10).
- 2 muestras positivas son de maíz criollo, 2 variedades distintas, temporal azul y cajete blanco. Ambas muestras pertenecen a un agricultor quien cultivó sus variedades en 3 terrenos diferentes (28T2, 28T3, 28T4, Fig. 10), uno de ellos (28T2, Fig. 10) cercano a un terreno de maíz híbrido (38T1, Fig. 10). Las mazorcas donadas por este agricultor fueron revueltas por él mismo, por lo que no se distinguió en laboratorio cuáles mazorcas pertenecían a qué terreno; sin embargo, por la ubicación y características de sus terrenos de cultivo se infiere que la presencia de t-NOS en su lote de semillas se debe a la proximidad de uno de sus terrenos con el maíz híbrido (Fig. 10).
- Otra de las muestras positivas corresponde a la variedad de maíz temporal blanco y pertenece a un agricultor, el cual contó con 5 terrenos de cultivo, pero dicha variedad sólo fue sembrada en una parcela (16T2, Fig. 10).

6.7. MAPEO DE PARCELAS POSITIVAS Y NEGATIVAS A SECUENCIAS TRANSGÉNICAS EN SAM

Los resultados obtenidos del análisis molecular de la presencia y ausencia de los transgenes t-NOS y p35S fueron utilizados junto con la posición física de las parcelas para elaborar un par de mapas que determinan qué parcelas fueron positivas y negativas para dichas secuencias transgénicas.

A continuación, se presentan los mapas mencionados (Figuras 10 y 11):

***Encabezado de Fig. 10:** Los terrenos 28T2, 28T3 y 28T4 pertenecen a un mismo agricultor (agricultor número 28), el cual cultivó dos variedades de maíz en ellos (cajete y temporal). Dicho agricultor revolió las mazorcas provenientes de los 3 terrenos de cultivo, por lo que los análisis de detección de secuencias transgénicas se realizaron para la variedad cajete y para la variedad temporal (considerando así, 2 muestras para el agricultor 28) sin tener una distinción de la procedencia espacial de cada mazorca. Los resultados de detección determinaron la presencia de t-NOS en ambas muestras, es decir en las dos variedades cultivadas en los mismos tres terrenos. Se considera que el lote de semillas (cajete y temporal) del agricultor 28 es negativo a secuencias transgénicas, pero sus muestras resultaron positivas debido a que el terreno 28T2 se encontraba a menos de 100m de distancia y sin coberturas vegetales ni físicas de la parcela 38T1, la cual estuvo cultivada con un híbrido positivo a t-NOS. Las mazorcas del terreno 28T2 se revolvieron con las mazorcas de los terrenos 28T3 y 28T4, por lo tanto, las muestras del agricultor 28 resultaron con presencia de t-NOS. La parcela 28T3 estuvo cerca de parcelas con ausencia de t-NOS, y la parcela 28T4 estuvo en cercanía de otra milpa de la cual no se obtuvo cosecha debido a condiciones agrícolas y climáticas desfavorables, por lo que se reforzó la hipótesis de que las muestras del agricultor 28 fueron positivas a t-NOS por la transmisión de secuencias transgénicas de la parcela 38T1 hacia la parcela 28T2. Para comprobar la hipótesis y saber si los transgenes del terreno 28T2 provenían del 38T1 se hizo un análisis de detección con RT-PCR para detectar los eventos específicos de maíz GA21 y NK603, si estos dos terrenos hubieran compartido el mismo evento la hipótesis se hubiera comprobado, sin embargo, todas las muestras positivas a t-NOS resultaron negativas para GA21 y NK603. La hipótesis de la procedencia de la secuencia transgénica t-NOS en el acervo del agricultor 28 no se comprobó, sin embargo, por las características espaciales de los terrenos la parcela 28T2 fue señalada con presencia de dicha secuencia transgénica y las parcelas 28T3 y 28T4 fueron consideradas como “parcelas con potencial presencia de t-NOS”. Estas últimas dos parcelas mencionadas podrían tener presencia de t-NOS porque las muestras del agricultor 28 fueron positivas a dicha secuencia transgénica, pero la falta de conocimiento sobre la procedencia de cada mazorca impidió determinarlo. Para detectar con precisión la presencia o ausencia de t-NOS en los acervos de maíz del agricultor 28 se sugiere realizar nuevos análisis de detección, esta vez conociendo con exactitud de qué parcela proviene cada mazorca. Es importante mencionar que el término “potencial presencia de t-NOS” no es el más adecuado en materia de bioseguridad de OGMs, a pesar de ello, es más acertado suponer posible presencia a probable ausencia de la secuencia transgénica. *

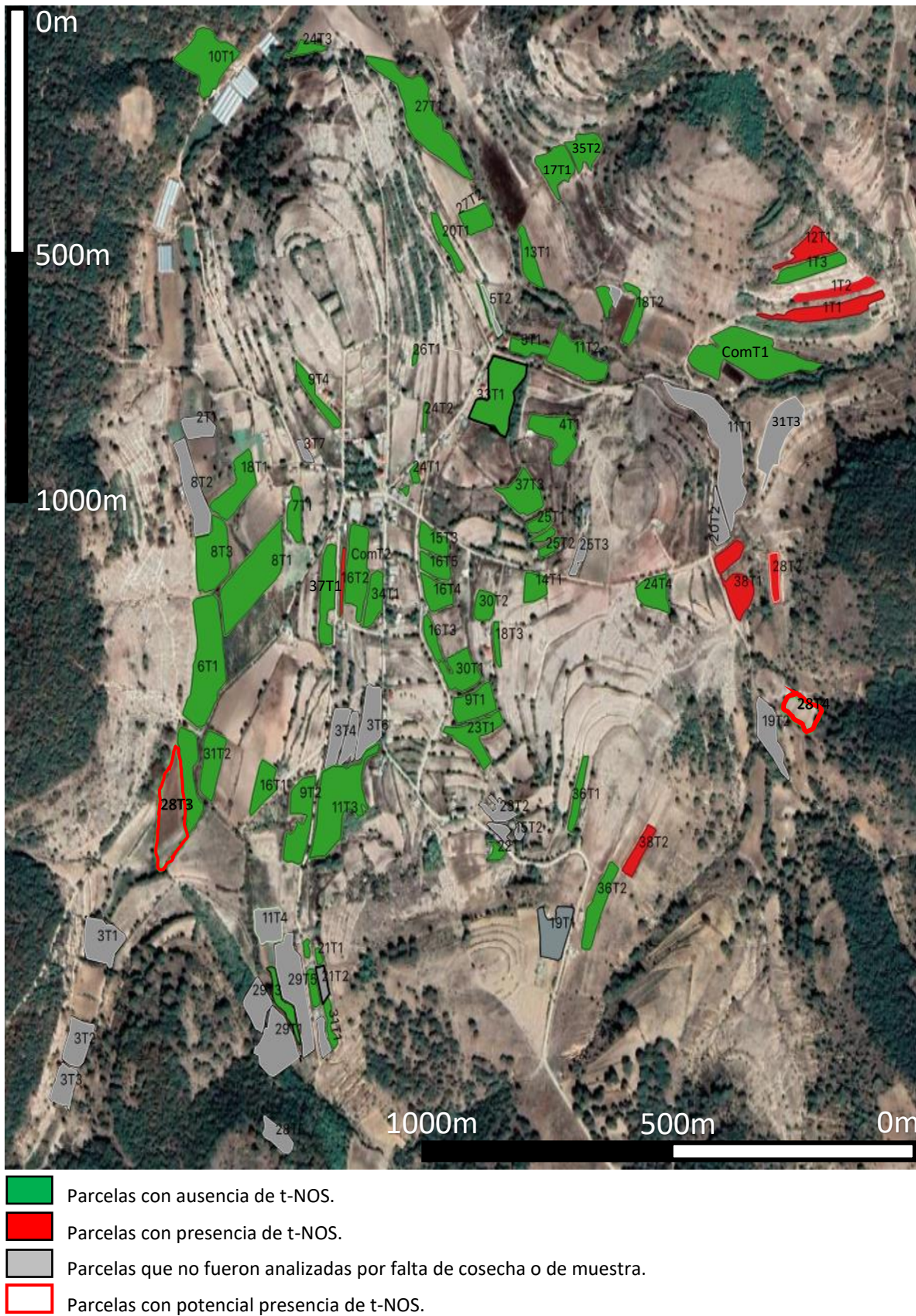


Fig. 10. Mapa de presencia y ausencia de la secuencia transgénica t-NOS en las parcelas de SAM.

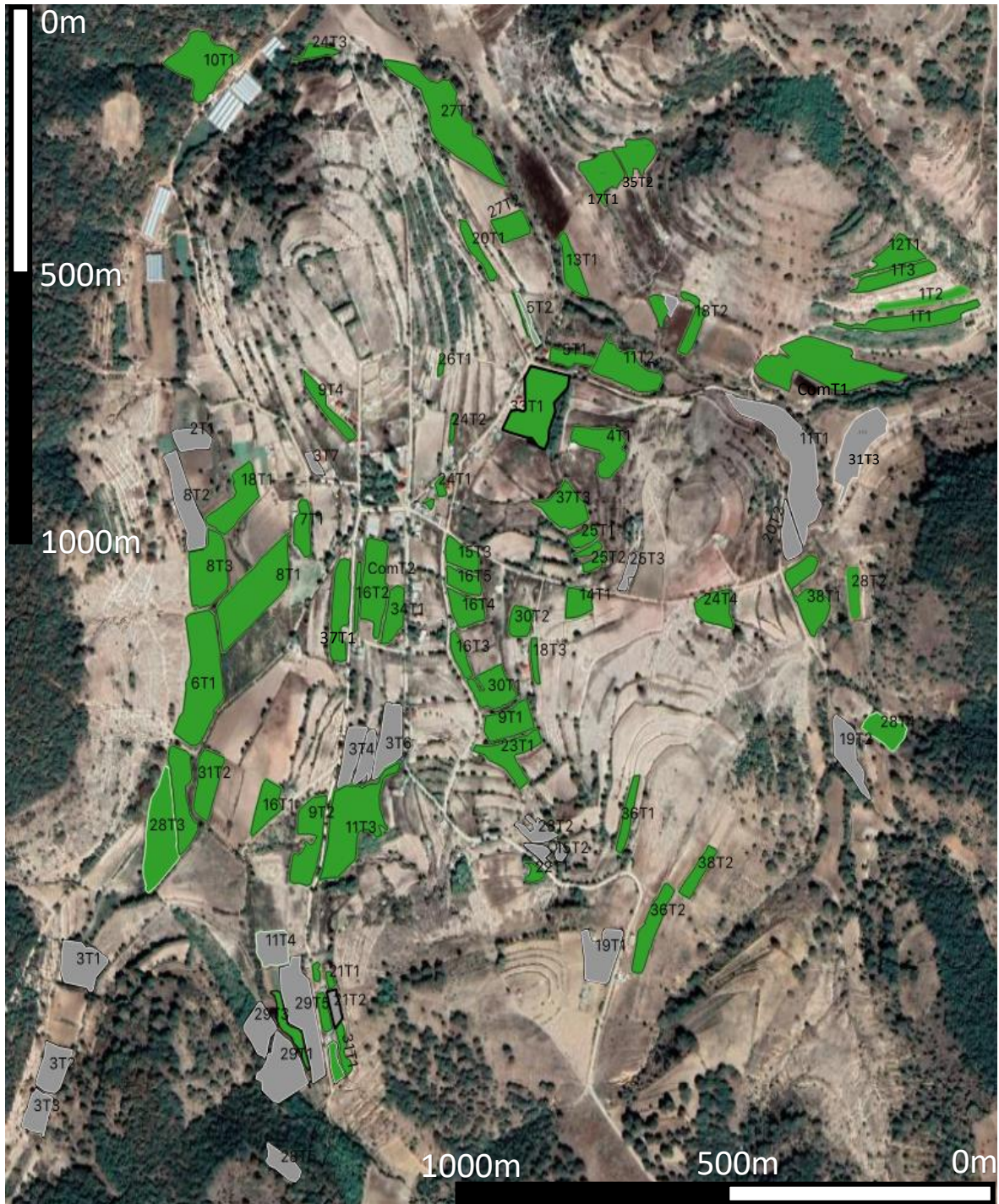
La Fig. 10 muestra las parcelas cultivadas con acervos positivos a t-NOS:

El acervo de maíz con clave 1 fue cultivado en 3 terrenos (1T1, 1T2 y 1T3). Dicho acervo fue compartido a una agricultora con clave de terreno 12T1. Si bien la distancia entre los terrenos de ambos agricultores era muy cercana (menor a 10m), no se considera al flujo de transgenes por viento como la variable determinante de transmisión. El flujo de transgenes por semilla fue la principal razón de transmisión. En la Fig. 7 se observa la cercanía entre los terrenos de los agricultores mencionados, sin embargo, el terreno 1T2 resultó negativo a la presencia de t-NOS, lo cual puede ser explicado por el azar del muestreo. Pudieron haberse colectado mazorcas libres de secuencias transgénicas, lo cual no significa que el 1T2 estuviera libre de ellos, ya que de hecho es el mismo acervo de los terrenos 1T1, 1T3 y 12T1.

El caso del terreno 16T2 es un ejemplo de que no sólo la distancia influye en la presencia/ausencia de transgenes por flujo de viento, ya que las muestras positivas a t-NOS de esta parcela se encontraban cultivadas a una distancia menor de 10 m de terrenos como el ComT2 (parcela comunitaria terreno 2), pero la presencia de pendiente y cobertura vegetal de porte alto-medio impidió el intercambio de polen.

El acervo de muestras de maíz con clave 38 fue cultivado en dos terrenos distintos y partir de los análisis de laboratorio se detectó la presencia de t-NOS dentro de ambos sitios. En el caso de la parcela 38T1, ésta se encontraba a una distancia casi de 100m del terreno 28T2 sin cobertura vegetal ni física ni pendiente, por lo tanto, la transmisión de la secuencia transgénica t-NOS emitida por el maíz híbrido (muestra 38) llegó por polen a los maíces del terreno 28T2.

El terreno 38T2, positivo a t-NOS, se encontraba a una distancia menor de 10m del terreno 36T2 y sin cobertura vegetal o física que impidiera la transmisión de transgenes por viento; sin embargo, ambas milpas estaban cultivadas en un terreno con pendiente pronunciada. Las plantas de maíz del 38T2 se encontraban en crecimiento en la parte baja de la pendiente, mientras que las del 36T2 en la parte de arriba, por lo que la pendiente (favorecida por la dirección de la corriente de aire) fue determinante para evitar el flujo de transgenes por polen.



- Parcelas con ausencia de p35S.
- Parcelas que no fueron analizadas por falta de cosecha o de muestra.

Fig. 11. Mapa de ausencias de la secuencia transgénica p35S en las parcelas de SAM.

6.8. PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS COMUNITARIAS DE BIOSEGURIDAD DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

La presencia de maíz GM en SAM debe ser abordada a través de la participación académica, pero primordialmente debe ser afrontada por medio de la labor de las familias campesinas a través de la toma de decisiones y la repartición de responsabilidades/tareas (Alatorre *et al.* 2018). Para abordar la presencia de secuencias transgénicas en los lotes de semilla de las y los agricultores, en el Taller 3 (Fig. 12) se propusieron algunas estrategias de bioseguridad de maíz GM para implementar en la localidad. Para formular estas estrategias se tomaron algunas ideas de las propuestas de bioseguridad de maíz GM planteadas a nivel comunidad por Adriana Tapia Hernández, investigadora del ECOSUR de San Cristóbal de las Casas Chiapas, quien en 2022 trabajó, y continuará trabajando, sobre la bioseguridad de maíz GM con comunidades del Área Protegida de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta en Tenosique Tabasco.



Fig. 12. Fotografía: Elaboración del Taller 3.

La serie de estrategias planteadas fue la siguiente:

1. Detener temporalmente el intercambio de semillas de maíz con presencia de secuencias transgénicas dentro y fuera de la comunidad:

La dispersión de maíz transgénico a través de su semilla es probablemente la fuente más importante de transgenes, por lo tanto, el intercambio de semilla (proporcionar o recibir)

se debe realizar con precaución. Si el lote de semillas criollas contiene secuencias transgénicas se debe considerar no compartirlo con otras personas. El periodo de tiempo para detener el intercambio de semilla no está determinado, sin embargo, la presencia de los transgenes en la comunidad desde el 2018 sugiere que son capaces de perdurar en las poblaciones de maíz criollo durante al menos cuatro años si no se llevan a cabo estrategias de bioseguridad. Para que no se detenga el cultivo de maíz, se sugiere que los agricultores que tienen secuencias transgénicas en su acervo de semillas soliciten semillas de agricultores con ausencia de secuencias transgénicas. Si bien detener temporalmente el intercambio de semillas con secuencias transgénicas puede repercutir en una reducción de la generación de diversidad genética de maíz, en materia de bioseguridad la transmisión de transgenes por flujo de semilla es la vía más importante de dispersión. Para evitar los efectos sobre la generación de diversidad genética por la falta de intercambio se sugiere implementar estrategias de bioseguridad y análisis de detección de maíz GM para que los transgenes se “purguen” lo más pronto posible de los acervos de maíz criollo. Por purgar se entiende que los transgenes dejen de estar presentes en las poblaciones de maíz criollo.

2. Detener la introducción de semilla criolla externa si no conoce su origen:

El uso de semillas ajenas a la localidad es una actividad común, guiada por la curiosidad y los intereses de las y los agricultores, desafortunadamente, la falta de estudios de detección de maíz transgénico en el país no permite la introducción segura de semillas foráneas. Se sugiere evitar el uso de semilla ajena a la localidad si no se conoce el origen de ésta. Cuando se obtenga semilla externa, es necesario verificar el tipo de maíz (criollo, híbrido o acriollado), el nombre de la variedad, el lugar de procedencia, la confianza hacia la o el propietario, entre otros aspectos, y si es posible, realizar un análisis de detección de secuencias transgénicas.

3. Frenar el uso de semilla híbrida:

La introducción de maíz criollo ajeno a una localidad implica el riesgo de introducir maíz que contenga transgenes, sin embargo, el uso de semilla híbrida es una amenaza mayor ya que este maíz tiene más probabilidades de presentar transgenes porque los híbridos son generados por las mismas empresas que desarrollan los maíces genéticamente modificados. Se sugiere no cultivar maíz híbrido, pero si se decide hacerlo se debe considerar que la semilla híbrida no sea transgénica. En este sentido, es necesario anotar el nombre y lote de la semilla híbrida adquirida -que viene en el costal original- para tener esa información en caso de que sea necesaria para el análisis de presencia de secuencias transgénicas. Además, en caso de utilizar híbridos es importante que éstos no hayan sido cultivados previamente (no reciclados), pues no darán el rendimiento esperado, además de que se vuelve difícil saber su procedencia. Si sembrará semilla híbrida, es conveniente que la siembra se haga al menos 2 semanas antes o después de la siembra de su semilla criolla, para evitar que las plantas híbridas polinicen a las criollas.

4. Bitácora de control del uso de semillas de maíz en la comunidad:

Se sugiere utilizar una bitácora para registrar en cada ciclo agrícola qué tipo de maíz se cultiva en la localidad. Es necesario asignar a una persona o un grupo de personas para tener un registro que contenga datos específicos sobre las semillas que usa cada agricultor. Lo anterior, con la finalidad de corroborar la historia de la semilla y poder identificar con mayor facilidad una posible fuente de entrada de semilla con transgenes en un futuro. También, este registro puede ser útil para guiar procesos de intercambio de semilla entre agricultores de la comunidad que así lo deseen hacer o que necesiten semilla.

Algunos de estos datos pueden ser: Nombre del agricultor o agricultora, Tipo de semillas (criolla, híbrida, o acriollada), Nombre de la variedad, Origen (de dónde viene, quién la dio), Si realiza intercambio de semillas o no (si fue compartida y/o recibida), Sitio de siembra, Con qué milpas cercanas colindará su cultivo y a qué distancia aproximada estará de ellas.

5. Siembra distante:

La cercanía entre las parcelas es un factor que favorece la transmisión de transgenes de un maíz a otro, por medio del polen transportado por el viento, por lo que sembrar a una distancia grande resulta más seguro para evitar la posible introducción de transgenes a su maíz. Las distancias más probables para recibir o transmitir transgenes a través del viento son aquellas menores a 100 metros. Si le es posible, siembre su maíz alejado (200 metros o más) de milpas vecinas de las que se tenga sospechosa referente a la presencia de maíz GM.

6. Implementación de barreras vegetales y físicas:

La presencia o ausencia de barreras vegetales y/o físicas es un factor que también puede favorecer o evitar la transmisión de transgenes por polen. La plantación de cobertura vegetal alrededor de las milpas es una alternativa para evitar el flujo de transgenes, dependiendo del tipo, tamaño y abundancia de la vegetación. Estas barreras también pueden ayudarle a disminuir el acame causado por fuertes vientos. De igual forma, barreras físicas como bardas y rejas son una opción, aunque más costosa, para frenar la dispersión de transgenes.

7. Colocar maíces trampa alrededor de la milpa del maíz de interés:

Se propone sembrar un grupo de maíces alrededor de la milpa para que funcionen como una barrera/trampa vegetal que intercepte el polen que pudiera llegar de un maíz transgénico cercano. Los maíces trampa no deben dar elote, por lo que se recomienda quitarles la espiga (flor masculina) y para no ser desperdiciados se sugiere utilizarlos como rastrojo o forraje.

8. Deshacerse de la semilla de procedencia dudosa:

Si se reciben semillas de maíz que generen desconfianza porque se desconoce de dónde vienen, la persona donadora no explicó su procedencia, u otro motivo, se puede realizar el siguiente experimento (Experimento basado en experiencias y observaciones anecdóticas de otras comunidades (Tapia-Hernández, en revisión; Tapia-Hernández *et al.*, en revisión), por lo que no tiene sustento científico suficiente como para ser 100% confiable):

Darle de comer a sus aves de corral dos tipos de semilla distintos, su semilla criolla libre de secuencias transgénicas y la semilla sospechosa, ambos grupos de semillas en platos distintos. Si sus aves consumen su semilla natural pero no consumen la sospechosa entonces debe desechar esta última, no la consuma ni la siembre. La forma de desechar la semilla puede ser triturándola y compostando los residuos. En caso de que no quiera desecharla, puede almacenarla en un lugar aislado al resto de semillas de maíz para después entregarla a las personas correspondientes para hacer un análisis de detección de secuencias transgénicas.

* **NOTA:** Se considera como semilla sospechosa a aquella que probablemente contenga transgenes. Así mismo, es importante mencionar que este experimento está basado en pruebas realizadas por agricultoras y agricultores de Tabasco (Tapia-Hernández, en revisión; Tapia-Hernández *et al.*, en revisión) y esta aversión por la semilla de maíz GM por parte de las aves de corral es posiblemente explicada por la presencia de glifosato en dichas semillas. Por lo que para el caso del maíz GM de SAM, quizá el experimento no sea efectivo, ya que posiblemente éstas no contengan glifosato. Dichos experimentos en Tabasco surgieron por la observación empírica de las y los agricultores en su día a día, posteriormente decidieron realizar pruebas/experimentos en campo con las semillas de maíz y sus aves de corral. *

9. Desfase en fechas de siembra:

Se propone sembrar maíz en fechas diferentes cuando hay cercanía entre milpas cultivadas por distintos agricultores. Este desfase de siembra permitirá que las plantas se desarrollen en diferentes fechas y por lo tanto la probabilidad de cruzamiento se reduce. Para llevar a cabo esta estrategia es necesario aplicar comunicación local.

10. Creación de un banco comunitario de semillas:

La implementación de un banco de semillas local es una alternativa para conservar semillas libres de transgenes, analizadas previamente. Este banco puede ser abastecido a través de la donación voluntaria de las y los agricultores con lotes de semilla con ausencia de t-NOS. Así mismo, esta estrategia resulta una alternativa ante el desabastecimiento de semilla local generado por las sequías y heladas. Se sugiere que este banco de semillas se desarrolle a través de la obtención de botes de plástico que impidan la entrada de aire, los cuales deben ser almacenados en condiciones frías preferentemente.

Cabe mencionar que las semillas que se introduzcan al banco deben recibir un tratamiento preventivo y de saneamiento para evitar la proliferación de bacterias, hongos y plagas.

11. Realización de análisis de presencia de secuencias transgénicas previo a la siembra del ciclo agrícola 2022-2023:

El monitoreo es clave como estrategia de bioseguridad, por lo que se propone a las y los agricultores proporcionar a los grupos académicos de investigación las semillas de maíz que serán utilizadas para sembrar en el año 2023, esto con la finalidad de evitar cultivar maíz con presencia de secuencias transgénicas. Es muy probable que las semillas que se utilizarán en dicho año provengan de lotes de localidades vecinas, ya que la mayoría de los agricultores no cosechó o no obtuvo semilla suficiente para reciclarla debido a las sequías. La realización de este monitoreo será una actividad extra temporal y ajena al proyecto de maestría, lo cual puede dar pie a continuar con este esquema de bioseguridad comunitaria en una investigación de doctorado.

12. Intercambio de información y conocimientos en la comunidad:

La concientización sobre la presencia de maíz transgénico puede motivar a los agricultores y agricultoras a implementar las estrategias de bioseguridad y a la comunidad en general a sumarse a la discusión y toma de decisiones sobre la presencia de maíz transgénico. El intercambio de información y conocimientos puede realizarse a través conversaciones personales o grupales en donde se aborde: qué es el maíz transgénico, cuáles son sus posibles consecuencias, cuáles son los resultados de detección de dicho maíz en la localidad, y cuáles son sus estrategias de manejo (fomentar el uso del manual en la comunidad).

13. Solicitar información y apoyo sobre la presencia de maíz transgénico en centros de investigación educativos o dependencias de gobierno. E Intercambiar información en centros ejidales y en las comunidades:

Las instituciones educativas como las universidades locales, y las dependencias gubernamentales, pueden ser una opción de colaboración para manejar la presencia de maíz transgénico en la comunidad. Se recomienda solicitarles estudios de detección de dicho maíz y proyectos de “purificación” del maíz criollo. Por purificación se entiende que las poblaciones de maíz criollo sean manejadas de tal manera que se eliminen los transgenes, es decir, que se realicen cruza controladas entre maíces hasta que generacionalmente los transgenes salgan de las poblaciones de maíz criollo.

Así mismo, se sugiere que las comunidades informadas sobre el maíz transgénico intercambien conocimientos con aquellas que sean ajenas al tema, especialmente si son comunidades vecinas. Se les puede compartir información a través de reuniones comunes, de compartir materiales impresos, digitales o auditivos. También se recomienda motivar a las comunidades vecinas a realizar estudios de detección de maíz transgénico para tejer una red de rastreo de las posibles fuentes de entrada de transgenes a las localidades.

NOTA: Se debe tener en cuenta que no todas las universidades ni todas las dependencias gubernamentales comparten la misma postura frente al uso de maíz transgénico, algunas

estarán a favor y otras en contra. Se recomienda acercarse a aquellas que no estén de acuerdo con el uso de semilla transgénica.

14. Auto-organización de la comunidad:

La autoorganización de la comunidad puede comenzar por implementar las estrategias de bioseguridad comunitaria discutidas por los agricultores y el grupo de investigación.

Las estrategias fueron propuestas por el grupo de investigación hacia las y los agricultores de SAM, sin embargo, a través del diálogo, ellos señalaron las más relevantes para su localidad. Esta propuesta de estrategias se basó en la colaboración intersectorial, la cual, para ser efectiva necesita valorar la experiencia de los participantes y aprender a escuchar, lo cual puede ser una tarea difícil para el sector académico (Alatorre *et al.*, 2018); sin embargo, en este taller la descentralización del flujo de información fue más evidente en contraste con el Taller 1.

*** NOTA:** Referente a la estrategia 1 “Detener temporalmente el intercambio de semillas de maíz con presencia de secuencias transgénicas dentro y fuera de la comunidad”. El intercambio de semillas es una PAT muy común entre agricultoras y agricultores, y es reconocida como un medio efectivo para conservar la diversidad de cultivos (Llamas-Guzmán *et al.*, 2022). El intercambio de semillas es una opción para recuperar semilla de forma inmediata si ésta se pierde, de hecho, a través del intercambio aumenta la probabilidad de recuperar el propio acervo de semillas en caso de heladas, sequías y/o mala cosecha (Llamas-Guzmán *et al.*, 2022). En el caso de SAM, el intercambio de semillas de maíz es realizado por el 97% de los agricultores, por lo que evitar intercambiar semillas es una estrategia complicada de llevar a cabo, especialmente porque la pérdida de semilla aumenta cada ciclo agrícola debido a las sequías y heladas, principalmente. En el contexto social, agrícola y cultural de SAM, limitar el intercambio de semilla es casi imposible. Aunado a ello, el libre intercambio de semillas entre agricultores es fundamental para conservar la agrobiodiversidad y alcanzar modelos de agricultura sostenibles (Llamas-Guzmán *et al.*, 2022). Considerando este par de aspectos, el contexto de SAM y la importancia del intercambio de semillas, frenar dicha PAT como estrategia de bioseguridad puede parecer incongruente. Sin embargo, se enfatiza que detener el intercambio de maíz se propone de forma temporal y únicamente para aquellos agricultores con acervos que contengan secuencias transgénicas. Se sugiere que el intercambio de semillas con agricultores que tengan maíces criollos con presencia de secuencias transgénicas se retome hasta que los acervos estén libres de dichas secuencias genéticas. Para purgar los transgenes de los maíces criollos se recomienda implementar las medidas de bioseguridad propuestas en este apartado y realizar análisis de detección de maíz GM de forma recurrente a través del apoyo del grupo de investigación.

Esta estrategia de frenar temporalmente el intercambio de semillas de maíz con presencia de secuencias transgénicas se plantea desde el punto de vista técnico, ya que en materia de bioseguridad es lo más conveniente para evitar la dispersión de los transgenes por flujo de semilla. Sin embargo, desde el punto de vista de generación y conservación de la diversidad de maíces criollos, desde el aspecto agrícola-social de los agricultores de SAM, y desde la soberanía alimentaria (libre intercambio de semillas), la estrategia 1 no es la más viable ni la más efectiva. Para evitar la

imposición de esta estrategia en la localidad de estudio, únicamente se les planteó a los agricultores, ellos son quienes deciden implementarla o no. Otro factor que atenúa los posibles impactos negativos de esta estrategia es el bajo número de agricultores que “deberían” frenar temporalmente el intercambio de semillas con presencia de secuencias transgénicas. Únicamente 5 personas tuvieron resultados positivos a la presencia de maíz GM, y dentro de ellas, desafortunadamente una falleció, por lo que solamente 4 personas tendrían que evitar el intercambio de su semilla. De estos 4 agricultores, 2 de ellos comparten el mismo acervo de semilla, ya que son familiares. Una de estas 2 personas únicamente recibe semilla, no intercambia, por lo tanto, la implementación de la estrategia de bioseguridad 1 se aplicaría únicamente a 3 agricultores de SAM. Este bajo número de agricultores no minimiza la importancia que tienen en términos sociales, agrícolas y culturales, pero sí podría atenuar los efectos de limitar el intercambio de semillas a nivel metapoblación en la localidad. A pesar de que solamente 3 personas “tendrían que” limitar el intercambio de semillas, en materia de bioseguridad basta con un solo acervo de semilla con secuencias transgénicas para generar un problema grande.

Cabe mencionar que si los agricultores con maíces criollos con presencia de secuencias transgénicas deciden compartir su semilla hacia alguien más podrían estar dispersando estas secuencias genéticas en la localidad, de hecho, el intercambio de semillas se identificó como una fuente de dispersión de t-NOS en SAM. Y en caso de que decidan no cultivar esa semilla, tendrían que conseguir material para sembrar de otro lado, ya sea de forma local o externa. Se sugiere conseguir semilla local de aquellas personas con ausencia de secuencias transgénicas y con la cantidad suficiente para no tener problemas de abasto. Si se opta por buscar semilla externa de maíz, se recomienda anotar sus datos de procedencia y compartirla con el grupo de investigación para que sea analizada (detección de secuencias transgénicas) antes de su siembra. *

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación permitieron identificar la presencia/ausencia de secuencias transgénicas y las variables agrícolas y socioambientales que favorecen la transmisión de transgenes por flujo de semilla y polen. Así mismo, los resultados permitieron determinar la fuente de entrada de transgenes en sólo uno de los casos de los acervos de maíz positivos a t-NOS. Respecto a las fuentes de dispersión, sólo se determinó en uno de los casos de maíz criollo con presencia de secuencias transgénicas, para el resto de casos sólo se pudieron sugerir potenciales fuentes de dispersión.

7.1. REFLEXIÓN SOBRE LA COLABORACIÓN INTERSECTORIAL EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Durante el planteamiento de este proyecto de maestría se consideró utilizar la colaboración intersectorial como un medio para alcanzar los objetivos planteados, sin embargo, durante la realización de la investigación surgieron diversas barreras que impidieron llevar a cabo esta idea.

Este trabajo académico no puede considerarse como una investigación de colaboración intersectorial debido a las siguientes limitaciones:

- 1) Poco tiempo para realizar el proyecto. Esta situación limitó la creación de vínculos fuertes con la mayoría de las y los agricultores y por lo tanto la realización de actividades colaborativas referentes a la bioseguridad de maíz GM.
- 2) Falta de participación de diversos sectores. En México hay tantas tensiones sociales, producto de la desconfianza entre sectores, que la participación entre diferentes actores sociales no se logra fácilmente. En este proyecto únicamente se incluyó a los agricultores de SAM y al grupo académico de investigación, teniendo el sector gubernamental y la comunidad en general una participación importante pero marginal.
- 3) No se pudieron construir objetivos en común. La construcción de objetivos comunes permite la colaboración intersectorial, estos objetivos comúnmente son conflictos o problemas no resueltos y que generan un anhelo de resolverlos (Alatorre *et al.*, 2018). Durante este proyecto de maestría se persiguieron únicamente los objetivos presentados por el grupo de investigación, debido a que las y los agricultores de SAM no propusieron los suyos porque no estaban informados ni tenían interés en el maíz GM al inicio de la investigación.
- 4) Las limitaciones de una primera aproximación a la colaboración intersectorial. Tanto para las familias campesinas de SAM como para el autor, fue el primer acercamiento a la investigación guiada por la colaboración intersectorial, por lo que la curva de aprendizaje

imposibilitó el desarrollo de la investigación utilizando la colaboración intersectorial. Además, para los proyectos de colaboración intersectorial no hay metodologías estándar certeras, no existen recetas, sólo pistas (Alatorre *et al.*, 2018).

A pesar de no ser un proyecto de colaboración intersectorial como inicialmente se planteó, este trabajo sí se puede considerar como una investigación de carácter participativo, ya que los agricultores de SAM se involucraron directa y conjuntamente con el grupo de investigación de este proyecto. Mediante la colaboración, se fortalecieron aspectos técnicos, hubo intercambio de conocimiento y saberes, interés de ambos sectores, realización de actividades conjuntas, construcción de lazos de confianza entre algunos participantes, y deseo de continuar con el proyecto.

*** NOTA:** La transdisciplina fue un medio que no se consideró para desarrollar el presente estudio, ya que su implementación y efectividad requieren de una relación estrecha y de años entre todos los sectores involucrados en las investigaciones. Aunado a ello, para hacer investigaciones transdisciplinarias es necesario construir vínculos de confianza a lo largo de un periodo grande de tiempo, y en este proyecto de maestría no se contó con tanta disponibilidad de tiempo debido a la corta duración de los estudios de posgrado. Debido a la dificultad teórica, práctica y temporal de utilizar la transdisciplina, en este proyecto de maestría se contempló a la colaboración intersectorial para realizar el estudio. Sin embargo, como se menciona en este apartado tampoco fue posible guiar el proyecto a través de la colaboración intersectorial. *

7.2. MAPEO DE ACTORES

A pesar de la importancia del sector de agricultoras y agricultores para diseñar el esquema de bioseguridad comunitaria, la participación del resto de sectores condujo a la colaboración. La colaboración es un medio para desarrollar proyectos participativos de carácter socioambiental que funciona como una puerta de oportunidades para los actores de los sectores involucrados. No específicamente en el caso de la bioseguridad comunitaria en SAM, pero la colaboración puede beneficiar a sectores específicos de la siguiente forma: Para el sector comunitario puede significar dar visibilidad a sus problemáticas agrícolas y sociales, tener la oportunidad de tejer una red de apoyo, y lograr acceder a recursos económicos útiles para el bien común. En el caso del sector gubernamental, la colaboración es una oportunidad para comprobar la realización de sus funciones de servicio público. Y para la academia puede ser una opción para enfrentar problemáticas socioambientales al generar información científica trabajando con las comunidades que viven dichas problemáticas. En este caso de estudio, la colaboración fue realizada a través de la participación conjunta entre distintos sectores de SAM. Dicha participación fue motivada a través de diferentes intereses/deseos de integrarse en el proyecto, así como por distintos niveles de interés. Tanto los intereses como los niveles de interés por cada sector fueron considerados de forma general, a pesar de ello, se reconoce que, dentro de los sectores, sus actores pueden tener diferentes motivaciones y objetivos. Para identificar estas diferencias se sugiere realizar entrevistas en profundidad, sin embargo, para fines de la presente investigación, no se utilizó dicha herramienta cualitativa.

En este proyecto se identificaron actores clave por cada uno de los seis sectores participantes:

En el **sector de agricultoras y agricultores** se ubicó a un agricultor como el más interesado en el proyecto, este interés puede estar relacionado con su postura de producción agroecológica y al deseo de preservar la salud de su familia. Aunado a este nivel de interés, la personalidad energética de este individuo influyó en la motivación de otras personas para integrarse en el proyecto. Cabe mencionar que este agricultor participó en el segundo grupo focal debido a que fue una de las personas que en algún momento de su vida introdujo semilla criolla externa a SAM. Esta introducción lo hace un campesino importante en términos de bioseguridad pues dicha semilla introducida potencialmente podría contener transgenes. El uso de semilla de maíz externa es un riesgo para la bioseguridad de maíz GM, por lo que la participación de este actor clave en el proyecto era crucial. Su nivel de interés sobre el esquema de bioseguridad comunitaria fue alto desde el inicio del proyecto, pero aumentó después de conocer sus resultados positivos a la presencia de t-NOS en su lote de semillas.

Dentro de la **Agencia municipal**, se identificó al primer presidente y a uno de sus auxiliares como agentes clave, debido a que además de tener un cargo local también son agricultores. Su autoridad e influencia fueron clave para motivar la participación general. Cabe mencionar que el primer presidente se integró en ambos grupos focales, ya que fue una persona importante en materia de bioseguridad. Dicha importancia radicó en que fue uno de los principales distribuidores de semilla de maíz, y además, su parcela tenía colindancia con un gran número de parcelas. Si el acervo de semillas de este agricultor contuviera secuencias transgénicas se volvería una de las principales fuentes de dispersión tanto por semilla como por polen.

En el **sector Comunidad en general**, se identificó una habitante como actor clave, ya que su interés en el proyecto a pesar de no ser agricultora fue reflejado por su asistencia a los talleres y en el apoyo en la ubicación de agricultores que iban a participar en las actividades del esquema de bioseguridad. Si bien no se dedica a la agricultura, su familia sí lo hace; además, cocina con la semilla nativa de su esposo; por lo que era de esperarse su interés en la conservación de maíz y en identificar la presencia de secuencias transgénicas.

En la **Comunidad originaria de SAM que radica fuera**, se identificaron dos actores clave, los cuales son personas que viven en la CDMX pero que mantienen un contacto muy estrecho con la comunidad de SAM. Este par de personas fueron quienes vincularon al grupo de investigación con el resto de los sectores, permitieron establecer el primer contacto con la comunidad de SAM en Oaxaca. Si bien en este caso de estudio ellos apoyaron con el establecimiento de la comunicación, en general son actores que apoyan a las y los habitantes de SAM (Oaxaca) a enfrentar problemáticas locales.

En el **Sector gubernamental**, conformado por una y un ingeniero agrónomo de SV, se identificó al agrónomo como el actor clave de este grupo. Como fue mencionado, no

participó en todas las actividades del esquema de bioseguridad comunitaria, pero sí se integró en los talleres y transectos participativos. Aunado a sus participaciones en dichas actividades, influyó en la participación de las y los agricultores debido a que es percibido por algunas personas como una figura local de respeto y confianza. La relación de este actor con la comunidad de SAM va más allá de su trabajo público, pues es originario de ahí y tiene un arraigo hacia el poblado y la semilla nativa; estos apegos probablemente fueron su motivación principal para participar en la investigación. Los apegos pueden ayudar a comprender qué es lo que mueve a las personas a defender el medio ambiente (Poma, 2019).

En el **grupo de investigación** se identificó al maestrante de la presente investigación como el actor clave de este sector. Dentro de todas y todos los actores involucrados en este estudio, el nivel de interés del mencionado actor fue el mayor. Cabe mencionar que mayor interés no significa mayor importancia en la ejecución de este estudio, ya que como se mencionó en los párrafos anteriores, sin la participación del resto de sectores no hubiera sido posible diseñar el esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM.

El interés del maestrante condujo a la ejecución de los métodos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto, así mismo, dicho interés impulsó a integrar a los demás sectores. Es importante señalar que el interés de este actor clave no sólo se basó en la realización del proyecto de maestría, si no también en el interés de poder ayudar a SAM a enfrentar a la presencia de secuencias transgénicas en sus acervos de maíz. Si el interés en este estudio se basó únicamente en cumplir con un requisito de posgrado, el esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM en SAM se debilitará en términos técnicos, ya que después de concluir la investigación, la bioseguridad podría quedar sólo en manos de las y los agricultores, lo cual, bajo la premisa de un proyecto participativo no sería efectivo. Para evitar que el esquema de bioseguridad comunitaria en SAM se disuelva, es importante que tanto el sector de agricultores como el del grupo de investigación cumplan con los compromisos aceptados durante el Taller 3, los cuales, a grandes rasgos, se enfocan en dar continuidad a la bioseguridad local.

7.3. ENCUESTAS

Los resultados de la aplicación de encuestas permitieron identificar las características agrícolas y sociales de las y los agricultores que fueron consideradas para diseñar el esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM propuesto para SAM. Así mismo, estos resultados fueron utilizados para conocer las posibles fuentes de entrada de transgenes a SAM y fuentes de dispersión por flujo de semilla de maíz.

Las y los agricultores encuestados mencionaron que su actividad principal es la agricultura ya que, a pesar de que la mayoría de los agricultores no obtienen ganancias económicas, el campo es un medio por el cual consiguen alimento para autoconsumo o para sus animales

de crianza, siendo el maíz su cultivo más importante. A partir de esta situación y el contexto agrícola general, para la mayoría de los campesinos de SAM, la agricultura se considera de subsistencia, la cual tiene tres finalidades principales: el autoconsumo, la poca aplicación de insumos y la baja comercialización (Morton, 2007; citado en Prieto *et al.*, 2013). La agricultura de subsistencia en SAM está estrechamente relacionada con el cultivo de maíz criollo, ya que éste es su fuente principal de alimento, no requiere el uso de agroquímicos ni riego y no es comercializado por la gran mayoría de los agricultores. Esta relación entre agricultura de subsistencia y maíz criollo resalta la importancia de proteger este tipo de maíz ante la presencia de transgenes.

La mayoría de los agricultores reportaron que utilizan su maíz como alimento para ellos y sus familias. La alimentación es el **uso principal** que se le da a este cultivo en SAM, ya que en Oaxaca el maíz se destina al autoconsumo en una dieta en la que ocupa un lugar muy importante (Lazos-Chavero, 2008; citada en García y Toscana, 2017). El **uso** como alimento condujo a que los agricultores se interesaran por conocer qué tipo de maíz estaban comiendo, es decir, si era genéticamente modificado o no. Este interés surgió a partir de la preocupación que generó la noticia de la presencia de maíz GM reportada en 2018, pues consideran a este maíz como un riesgo para su salud. La angustia sobre su salud personal y familiar fue, junto con la conservación de maíz criollo, una de las principales motivaciones para que las y los agricultores se integraran a las actividades de este estudio de caso. La preocupación por la conservación del maíz criollo coincide con los resultados obtenidos por García y Toscana (2017), quienes reportan que en comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca se percibe al maíz GM como una amenaza para el maíz criollo y la milpa.

El cultivo y la preservación del maíz criollo en SAM se enfrenta a distintos problemas y riesgos, los cuales podrían conducir al **abandono de la agricultura**. Si la producción de maíz se pierde, el campo se abandonaría, ya que los agricultores tendrían que buscar otras fuentes de alimentación y actividades que les permitan obtener ingresos económicos. A pesar de los problemas presentes y los posibles problemas a futuro, la mayoría de los agricultores en SAM no han considerado abandonar el campo, lo cual es un reflejo de la postura nacional de los agricultores mexicanos ante el cultivo del maíz. Los maiceros mexicanos desean cultivar maíz a pesar de todo, este deseo suele ser incomprendido por algunos sectores de la sociedad, sin embargo, éste ha sido explicado y justificado por algunos estudios (Barkin, 2002). En el caso de SAM, el 89.18% de la comunidad campesina mencionó que no dejaría la agricultura, sólo el 10.81% comentó que sí lo ha pensado hacer. Este último porcentaje está representado por 4 personas, 3 de ellas mujeres, las cuales aspiran a obtener un trabajo mejor remunerado.

Aunque la mayoría de los agricultores no desea abandonar la agricultura, hay presiones nacionales e internacionales que podrían orillarlos a hacerlo, tales como la baja fertilidad en los suelos, el cambio climático, la baja o nula rentabilidad económica, la falta de acompañamiento técnico y la incertidumbre sobre el uso de sus tierras (Ramírez-López *et*

al., 2013). Aunado a estas presiones, hay más problemas y riesgos a los cuales se enfrenta la agricultura y en el caso particular de SAM, se encuentra la **edad** avanzada de los agricultores. La edad no fue mencionada como una amenaza por los participantes de los grupos focales, sin embargo, es un problema potencial por los impedimentos físicos y de salud que ésta provoca para trabajar en el campo. Además de la vulnerabilidad física, las personas de la tercera edad enfrentan vulnerabilidades sociales y económicas que les impide tener un mejor desempeño en el campo, y por ende un mejor acceso a la alimentación (Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno, 2022). Debido a que el maíz es la principal fuente de alimentación en SAM, el acceso a él depende primordialmente de la fuerza de trabajo de los campesinos, la cual disminuye mientras que el envejecimiento aumenta. Si el cultivo de maíz en SAM termina, la fuente primaria de alimento, la diversidad genética de maíz criollo y el CET de esta planta también se acabarán (Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno, 2022). Para continuar con la producción de maíz en SAM, el CET referente al cultivo de esta planta y las semillas deberían ser transmitidos a las nuevas generaciones, es decir, a los jóvenes, que, aunque son pocos en la comunidad, cuentan con el apoyo de sus familiares y quizá de vecinos para ser orientados en la producción de maíz. Para mantener el cultivo de maíz debe ocurrir un relevo generacional en tiempos óptimos que le permitan a los agricultores aprender del campo a temprana edad, no hasta que sus padres hayan envejecido o muerto (Dirven, 2022; citado en Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno, 2022). La integración de la juventud en el campo proporciona la posibilidad de mantener el cultivo de maíz en SAM, desafortunadamente, en el contexto del campo mexicano los bajos incentivos en el campo conducen a que las y los jóvenes no quieran permanecer en este sector (SAGARPA y FAO, 2014). En términos generales, la falta de ingresos proporcionados por la agricultura a pequeña escala sumada a otras limitantes agrícolas, ambientales, sociales y económicas conduce a que el campo no sea atractivo económicamente para la juventud mexicana. De acuerdo con testimonios de agricultores de la tercera edad de SAM, es importante invitar a los/as jóvenes a trabajar al campo, si no el cultivo de maíz se perderá. Esta sugerencia la realizan varios de los adultos mayores de SAM porque reconocen que “el campo de la localidad ha envejecido”, es importante recordar que el 48.64 % del sector de campesinos son personas de la tercera edad (≥ 60 años). En el 2014, la FAO y la SAGARPA reportaron que la edad media del agricultor mexicano era 55 años y esperaban que 10 años después el envejecimiento de la fuerza productiva del campo mexicano conduciría a mayores retos productivos.

Estos retos productivos son evidentes en la localidad de SAM, ya que cada ciclo agrícola implica la reducción de la cosecha de maíz. Los problemas y riesgos agrícolas, ambientales y sociales a los que se enfrentan los agricultores influyen en el cultivo de maíz criollo, y por ende en la bioseguridad de maíz GM dentro de la localidad. Los principales problemas y riesgos del maíz son de carácter productivo porque se destina al autoconsumo no a la comercialización. Por lo tanto, algunos de los problemas productivos pueden ser abordados a través de **asesoría técnica** o mejor dicho, **acompañamiento técnico**. Este

acompañamiento técnico debe contemplar un perfil agroecológico adecuado al contexto agrícola y socioambiental de SAM, pues de lo contrario, un acompañamiento técnico basado en el uso de agroquímicos podría perjudicar a mediano o largo plazo el suelo que actualmente cuenta con poca fertilidad. Aunado a ello, hay posturas en contra del uso de agroquímicos por parte de algunas y algunos agricultores, ya que mencionan que estos productos pueden afectar su salud, el ambiente y el suelo. Así mismo, durante el acompañamiento técnico se debe considerar una postura de horizontalidad en la que se evite colocar el conocimiento de los asesores sobre el de los agricultores. La asesoría técnica inapropiada puede conducir a la pérdida de diversidad y a la contaminación ambiental, tal fue el caso de programas gubernamentales mexicanos en los que se transfirió un modelo de producción basado en la Revolución Verde hacia los agricultores a pequeña escala. A través de este antecedente y el de muchos otros a nivel mundial, se sugiere que el acompañamiento técnico brindado a los agricultores de SAM sea agroecológico y esté enfocado exclusivamente en el cultivo de maíz. Un acompañamiento técnico adecuado podría favorecer a la producción y conservación del maíz criollo, y por tanto también a la bioseguridad de maíz GM. Cada ciclo agrícola, la cosecha de maíz disminuye en SAM, y sin semilla de este cultivo, no hay estrategias de bioseguridad de maíz GM por implementar; por ende, mantener la producción de maíz impacta indirectamente en la bioseguridad de maíces criollos ante la presencia de transgenes. La reducción de cosecha se debe a sequías, heladas, plagas y falta de fertilidad de suelos; tanto las plagas como la falta de fertilidad sí pueden ser atendidas mediante el acompañamiento técnico agroecológico. Esta asesoría propuesta debe ser gratuita y realizada por el sector académico y/o por el gubernamental, ya que son los sectores con los que los agricultores de maíz de SAM participan actualmente y lo seguirán haciendo en un futuro cercano. Un poco más de la mitad de los agricultores (54%) mencionó no haber recibido asesorías sobre su cultivo de maíz, lo cual tiene sentido porque 1/3 de los agricultores son “nuevos” en el campo ya que tienen una experiencia igual o menor a 3 años cultivando. El resto de los agricultores reportó haber recibido asesoría técnica en algún momento de su vida, sin embargo, varios mencionaron que desean recibir más orientación en la producción de su maíz pues los problemas a los que se enfrentan se agravan cada vez más. Este deseo fue reflejado en la solicitud de asesoría hacia el grupo de investigación, no sólo en su cultivo de maíz sino también en otras plantas y/o árboles de interés agrícola. Dentro del 46% de agricultores que sí recibieron asesoría técnica, el 21.62% señaló haberla obtenido a partir de SV desde el año 2020, sin embargo, no todos los participantes de este programa gubernamental comentaron haber recibido asesoría para el cultivo de maíz. La falta de mención de la asesoría recibida por SV es un reflejo de que la asesoría técnica no siempre es la única solución para enfrentar las problemáticas del campo mexicano, especialmente cuando la asesoría no es la apropiada. A pesar de ello, las asesorías técnicas proporcionadas por SV han sido bien recibidas por algunos agricultores, aunque éstas se han enfocado en temas de producción agrícola general para sus especies frutales y de “reforestación”. Las asesorías no han abordado directamente la producción de maíz ni la bioseguridad de OGMs, lo cual puede explicar la falta de información sobre maíz GM y cuidado de su maíz criollo. El programa SV ha resultado útil para la mayoría de las y los agricultores de SAM (según sus palabras), sin embargo, que éste y otros programas agrícolas no aborden el tema de bioseguridad de

OGMs, puede reflejar la falta de interés en bioseguridad por parte del gobierno mexicano. Las especies frutales plantadas alrededor de las milpas, a partir de SV, en un futuro podrán funcionar como barreras vegetales para interceptar el flujo de transgenes por polen, pero este beneficio no ha sido comentado hacia los agricultores por parte de SV; esto vuelve a evidenciar la falta de interés gubernamental sobre la bioseguridad, la cual se encuentra por debajo del interés productivo. Este distanciamiento entre la bioseguridad de OGMs y la agenda pública mexicana fue mencionado por Foyer y Bonneuil en 2015. La falta de interés sobre la bioseguridad de maíz GM ha conducido a que las localidades, como Montelobos, en las que se ha reportado la presencia de secuencias transgénicas, no estén informadas sobre dicha presencia y sobre el maíz GM en general.

La falta de información de maíz GM fue evidente durante el Taller 1, ya que la gran mayoría de asistentes mencionó no conocer este tipo de maíz. Antes de la aplicación de encuestas se esperaba que la **migración** fuera un proceso con gran influencia sobre el conocimiento y la percepción de los agricultores hacia el maíz GM. Sin embargo, la migración y la información sobre el maíz GM no tuvo ninguna relación porque las personas que emigraron trabajaron en sectores diferentes al agrícola, se emplearon principalmente en la construcción y transporte. Si bien la migración no influyó en el conocimiento sobre maíz GM, esta dinámica demográfica es un proceso que amenaza al campo de SAM, y por lo tanto al esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM diseñada para la localidad. La migración es una de las razones principales del envejecimiento del campo mexicano (SAGARPA y FAO, 2014), ya que la juventud abandona la agricultura y esta queda en manos de la tercera edad. La migración juvenil es uno de los factores principales del sobre-envejecimiento de los campos mexicanos en menos de tres décadas (Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno, 2022). En el caso de esta comunidad, la migración de agricultores es una actividad muy común, la migración sucedió algunas décadas atrás y la población ha regresado, por lo que el campo de SAM actualmente se mantiene; no obstante, la mayoría de los jóvenes planea emigrar de su comunidad. La migración en SAM funcionó como una estrategia de diversificación económica que permitió sostener la vida de los emigrantes fuera de la localidad y paralelamente les dio la oportunidad de regresar a su comunidad para continuar con sus actividades agrícolas (Lazos-Chavero y Jiménez-Moreno, 2022). La migración es un fenómeno pasado, pero también presente en SAM, ya que actualmente los jóvenes no pretenden vivir de la agricultura, prefieren emigrar. Este deseo de migración es producto de que la actividad agrícola de SAM no es atractiva para la juventud en términos económicos, sociales e incluso culturales. El desinterés de la juventud por el campo y el deseo de emigrar es un hecho entendido por algunos de los agricultores de la localidad, pues piensan que vivir en un ambiente urbano les puede dar una mejor calidad de vida. Una mejor calidad de vida pensada en términos económicos, ya que varios agricultores mencionaron que, en aspectos de salud física y emocional, tranquilidad y seguridad, la vida rural es mejor. Un buen porcentaje (78%) de los agricultores de SAM emigró, hace años, en busca de mejores oportunidades económicas y sociales, por lo que si bien desean que la juventud se quede en el campo para mantener las semillas de maíz criollo, también

comprenden los deseos de migración de los jóvenes. Uno de estos casos de comprensión es el de uno de los agricultores de SAM y su hijo, este agricultor menciona que a raíz de la tecnología y las condiciones del campo de la localidad, su hijo está estudiando una ingeniería no agrícola afuera de la comunidad. La ausencia de su hijo provoca que el trabajo del agricultor recaiga en sus manos y aunque le gustaría que su hijo le ayudara y revalorizara la agricultura, acepta que los deseos e intereses de su hijo son otros.

La agricultura en SAM está centrada en el cultivo de maíz, ya que es la planta más relevante por su alimentación. El **tipo de maíz cultivado** en esta localidad en su gran mayoría considerado criollo/nativo, el cual está representado principalmente por las variedades temporal blanco, temporal azul, cajete blanco, cajete azul y mezclas de éstas. Otro tipo de maíz que se siembra en la localidad es el acriollado, pero únicamente un agricultor mencionó cultivarlo. Respecto a la utilización de semilla híbrida, ningún encuestado reportó su uso; sin embargo, durante la colecta de maíz criollo se identificaron dos parcelas sembradas con maíz híbrido, ambas pertenecientes al mismo agricultor, el cual no pudo ser encuestado. El uso del maíz criollo por casi todos los agricultores se debe a que el 100% de ellos **prefieren** la semilla nativa sobre cualquier otro tipo de maíz. Esta preferencia de semilla a nivel local es un reflejo de la escala nacional, ya que, en México, los maíces híbridos (introducidos en la RV) no reemplazaron totalmente a las variedades criollas. A pesar de que no ha habido un reemplazo total, sí ha habido un desplazamiento de los maíces criollos a lo largo de los años por parte del maíz híbrido; esta situación sugiere que, si el uso de maíz GM en México estuviera permitido, este maíz modificado junto con el híbrido podría conducir a la sustitución parcial de las variedades criollas (o reemplazo casi total como en E.U. por parte de los híbridos). Probablemente, el maíz criollo no sería desplazado en su totalidad debido a que el uso de maíz híbrido y maíz GM implica la adquisición de un paquete tecnológico y condiciones agrícolas que no tienen la mayoría de los agricultores a pequeña escala en México; sin embargo, sí podría conducir a la erosión de recursos genéticos y a la pérdida del CET que gira a su alrededor. En el caso de SAM, las y los agricultores no tienen las condiciones agrícolas para cultivar maíz híbrido, aunado a ello, prefieren la semilla criolla sobre la híbrida.

A pesar de que todas y todos los agricultores de SAM prefieren cultivar maíz criollo, los encuestados comentaron que algunos agricultores que no viven de tiempo completo en la localidad, años agrícolas atrás y durante el ciclo 2021-2022, cultivaron maíz híbrido. La introducción de maíz híbrido representa un riesgo para la bioseguridad de maíz GM, ya que puede potencialmente favorecer la introducción de transgenes hacia los maíces locales (Trejo-Pastor *et al.*, 2021). En el estudio de bioseguridad de 2018 (Álvarez-Buylla), la introducción de maíz híbrido en SAM fue una de las posibles fuentes de entrada de transgenes, por lo tanto, la aplicación de encuestas permitió conocer si hubo un aumento en el uso de **semilla híbrida del 2017** al 2022. Solamente el 5.40% de los agricultores mencionó que sí hubo un aumento en la utilización de semilla mejorada. Si bien la mayoría de los agricultores consideran que no hubo un incremento en la introducción de semilla

híbrida, no se descarta la posibilidad de que los transgenes estén ingresando a SAM por medio del uso de maíz híbrido. De hecho, una de las muestras positivas a t-NOS provenía de un maíz híbrido introducido a SAM. A pesar de que el uso de maíz híbrido es bajo, durante el monitoreo del presente estudio, se confirmó que el maíz híbrido sí fue una vía de transmisión de transgenes para el ciclo agrícola 2021-2022, ya que las muestras de maíz criollo cultivadas en cercanía y sin cobertura vegetal de una parcela de maíz híbrido resultaron positivas para la secuencia transgénica t-NOS, al igual que las muestras de ese maíz híbrido.

El cultivo de maíz híbrido requiere la utilización de insumos agrícolas (pesticidas, fertilizantes químicos, riego) para obtener un buen rendimiento, estos insumos implican una inversión económica alta en cada ciclo (Ayala-Durán y Dabdab-Waquil, 2020). Dicha inversión también incluiría la compra de semilla híbrida nueva cada ciclo agrícola, ya que la resiembra de estas cosechas implica una pérdida de vigor híbrido en la variedad (Gaytán-Bautista *et al.*, 2009). La inversión de insumos, la ineffectividad de la resiembra y las condiciones ambientales provocan que el maíz híbrido no sea una opción de cultivo viable para las y los agricultores de SAM.

Las condiciones socioambientales que impedirían el cultivo de maíz híbrido se suman a la preferencia de las personas por cultivar maíz criollo, lo cual resulta en la utilización de semilla criolla por casi el 100% de las y los agricultores de SAM. La semilla nativa tiene la ventaja sobre la híbrida de poder ser reciclada en cada ciclo de cultivo; este reciclaje condujo a que más del 90% de los encuestados reportaran que su semilla (ciclo 2021-2022) **provino** de la misma localidad, el resto mencionó que el origen de su semilla es de localidades vecinas y de la CDMX. La **conservación** de semilla de maíz ha provocado que el 29.72% de agricultores mantenga sus lotes de semilla nativa desde hace 20-60 años. El resto de encuestados mencionó tener lotes con menor periodo de antigüedad, los cuales provienen de personas que han conservado su semilla por más tiempo, tal es el caso de los padres/madres que cultivan maíz criollo y heredan semilla a sus hijos o hijas.

La conservación del maíz criollo libre de transgenes es primordial para la seguridad y soberanía alimentaria de la comunidad de SAM, desafortunadamente la preservación de las semillas se enfrenta a problemas y riesgos que han conducido a la **pérdida** de lotes de semilla. Los principales problemas y riesgos del cultivo de maíz fueron mencionados en los grupos focales, pero aunado a esos peligros presentes y futuros, existen otras presiones que influyen en la pérdida de semilla de maíz criollo. La pérdida de maíces criollos es consecuencia de múltiples procesos, entre los cuales se encuentran los cambios en los mercados agrícolas, la modernización agrícola, los cambios culturales de la sociedad, la pérdida de interés en el campo, la urbanización, los cambios de uso de suelo, los cambios en preferencias alimenticias, y los efectos negativos del cambio climático (Brush 2004, van de Wouw *et al.* 2009, y Bellon 2004; citados en McLean-Rodríguez, 2019). En el caso de SAM, algunos de los principales factores de pérdida del maíz criollo es el abandono al

campo, la falta de apoyo económico y técnico para agricultores, plagas de almacenamiento, la escasez de lluvia y las heladas (estas últimas fueron motivo de pérdida de algunas semillas en SAM en el ciclo agrícola 2020-2021).

El 24.32% de los agricultores reportó haber perdido su semilla en algún momento de su vida como agricultor en la localidad. Para reemplazar sus lotes perdidos, siete personas solicitaron o compraron semilla nativa a agricultores de la comunidad, mientras que otras dos personas reemplazaron su acervo de maíz criollo con semillas de localidades vecinas. Si bien únicamente dos personas fueron las que reemplazaron su acervo local con uno externo (una de ellas reportó haberla introducido hace ocho años), no se descarta la posibilidad de que la introducción de semilla externa por pérdida de semilla local sea una de las posibles fuentes de entrada de maíz GM (Álvarez-Buylla, 2018; y el presente estudio).

Otras semillas que podrían usarse como una alternativa de cultivo, podrían ser aquellas provenientes de las tiendas **Diconsa** (antes CONASUPO). Algunos estudios de bioseguridad han señalado que una de las posibles fuentes de entrada de transgenes en los lotes de maíz criollo es la utilización de semilla Diconsa para siembra, y aunque esta suposición no se ha confirmado, sí se ha reportado la presencia de flujo génico entre plantas de maíz provenientes de semilla de Diconsa y maíces criollos (Carreón-Herrera *et al.*, 2011); por lo tanto, la introducción de semilla de maíz de Diconsa implica un riesgo de bioseguridad para SAM. Afortunadamente, el 97% de las y los encuestados señaló que nunca ha utilizado semilla Diconsa para sembrar pues desconfían de ella por su presencia abundante de gorgojos (mencionan que las semillas Diconsa fueron la fuente de entrada del gorgojo a la comunidad); únicamente ha sido usada como alimento o forraje. Sólo una persona mencionó haber utilizado dicha semilla para siembra en el 2020, y otra reportó que posiblemente la utilizaría en la siembra del año 2022. En vista de que 36 de las 37 personas entrevistadas no utilizan la semilla Diconsa para siembra, la probabilidad de que el maíz GM haya entrado en 2017 (o antes) por esta vía es baja, pero no nula.

El uso de semilla Diconsa, híbrida y criollos externos son vías de entrada potenciales de transgenes. Aunado a estas vías de entrada, el **intercambio de semilla** (entregar y/o recibir) es una fuente de dispersión de transgenes en SAM, de acuerdo con las encuestas y los resultados de laboratorio, un lote de semillas positivo a t-NOS fue compartido de un agricultor a una campesina por lo que el lote de semillas de dicha agricultora también resultó positivo a t-NOS. Esta dinámica de intercambio corrobora que el flujo de semilla es una vía de dispersión de transgenes. El intercambio de semillas es una PAT realizada por las familias campesinas e impulsada por distintos factores, entre los cuales se encuentran: la falta de disponibilidad de semilla, la curiosidad de los campesinos (Louette, 1996; citado en Magdaleno-Hernández *et al.*, 2016), el deseo de mantener el abasto de semilla (porque a veces la cosecha propia/familiar no es suficiente), la pérdida de semillas por factores humanos o ambientales, y el deseo de obtener nuevas variedades con características agrícolas de interés tanto de mazorca como de planta (tamaño, color, resistencia a factores

ambientales, destino de uso, factores estéticos, etc.) (INECOL s/f). El intercambio de semillas favorece a las y los agricultores para recuperar variedades perdidas y acceder a nuevas (Bellon, 2000; Oakley y Momsen 2005; Pionetti, 2005; citados en Agredo-Berrio, 2015). El intercambio de semillas no sólo implica distribuir diversidad, sino también involucra el compartir conocimientos, saberes y percepciones referentes a las variedades intercambiadas. Por lo tanto, esta PAT tiene impactos a nivel ecológico, socioeconómico, cultural (Bonicatto *et al.*, 2011; Pionetti (2005); citados en Agredo-Berrio, 2015), e incluso político. En el caso del maíz criollo, el intercambio de semillas es realizado en distintas escalas y a través de distintos medios, siendo las Ferias de semillas criollas una de las alternativas más enriquecedoras. En estas Ferias hay un acceso libre a las semillas y a los saberes, el patrimonio biocultural es compartido, se fortalece la independencia agrícola y se fomenta la soberanía alimentaria. En las distintas regiones de Oaxaca, dichas Ferias de semillas son realizadas constantemente a través de organizaciones campesinas, y cuentan o no con el apoyo y/o participación del sector académico y el gubernamental (Pérez-Pérez *et al.*, 2011; Secretaría de Cultura, 2018). La organización de dichas Ferias, y en general el intercambio de semillas de maíz criollo, demuestran la actitud innovadora de las y los agricultores mexicanos; la cual busca adquirir semillas para cubrir usos nuevos y/o diferentes a los que reciben de sus actuales acervos de semilla (Cababié *et al.*, 2015).

La PAT abordada, favorece a la creación de redes de semillas formales e informales, que permiten la continuación de la evolución del maíz *in situ*, y como se ha mencionado a lo largo de este escrito, ayudan a mantener la diversidad de maíz criollo en México, la cual es fundamental para la alimentación local y mundial (INECOL, s/f). Desafortunadamente, el intercambio de semillas de maíz criollo es amenazado por legislaciones y tratados enfocados en la privatización de semillas. La ley UPOV-91 (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) incluida en el Tratado TransPacífico (TTP), complementada por otras legislaciones de comercio y certificación, plantea la privatización de semillas. Estipula el favorecimiento a la protección de semillas híbridas y transgénicas y la prohibición paulatina del intercambio tradicional de semillas no certificadas, incluyendo las criollas (Grain, 2015). Si bien la aplicación de la ley UPOV-91 en México aún no es aceptada, esta es impulsada mediante el T-MEC (anteriormente TLCAN), el TTP, el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico (CPTPP), y la iniciativa de reforma de la Ley Federal de Variedades Vegetales; esta última originada a partir de la firma de los tratados mencionados. Terminar con el intercambio de semillas criollas significa perder su diversidad y el CET que gira alrededor de ella en México, además, implica una violación a los derechos de seguridad y soberanía alimentaria de la sociedad civil y de los agricultores. Es preocupante plantear la finalización del intercambio de semillas, ya que esta práctica ha sido replicada y mantenida a lo largo de los años de domesticación del maíz. Esta última afirmación puede parecer incongruente ante el planteamiento de una de las posibles estrategias planteadas en el esquema de bioseguridad comunitaria propuesto en esta investigación, la cual consiste en detener temporalmente el intercambio de semillas con presencia de secuencias transgénicas. Lo que se propone en este estudio es frenar por un

periodo de tiempo, no de forma permanente, el intercambio de semillas con presencia de secuencias transgénicas hasta que estas “desaparezcan” de los acervos de maíz criollo. Esta desaparición (purga genética) puede ser mediada a través de la implementación del resto de estrategias comunitarias de bioseguridad y análisis de detección de maíz GM. Se propone no intercambiar semilla hasta que estén libres de secuencias transgénicas, sin embargo, son las y los agricultores quienes decidirán hacerlo o no.

El intercambio de semillas es una PAT muy común, especialmente en regiones donde se cultiva maíz criollo. En el caso de SAM, casi el 100% intercambia semillas dentro y fuera de la localidad (Gráfico 1.). Aquellas personas que compartieron y recibieron semilla fue el 40.54%, otro 40.54% únicamente recibió semillas, y el 16.21% solamente entregaron semillas (Gráfico 2). El intercambio de semillas de maíz criollo en SAM es realizado a nivel local, regional, estatal y nacional, e implica un riesgo de bioseguridad para quienes participan en la red de intercambio, ya que hay presencia de secuencias transgénicas en algunos lotes criollos de dicha localidad. La presencia de secuencias transgénicas implica que el maíz GM puede estar entrando y/o saliendo de SAM inconscientemente. La presencia de maíz GM en los campos de México, sobre todo en los oaxaqueños ha sido reportada por diversos estudios de bioseguridad (Quist y Chapela, 2001; Piñeyro-Nelson *et al.*, 2009; González-Ortega *et al.*, 2017; Álvarez-Buylla, 2018; Delgado-Valerio *et al.*, 2022; Ureta *et al.*, 2023), sin embargo, generalmente las y los agricultores no saben que sus lotes de semilla nativa cuentan con la presencia de secuencias transgénicas, por lo que la falta de estudios de bioseguridad y la falta de cumplimiento del MJNPMMB de OGMs permiten que el intercambio de semillas siga siendo un riesgo de bioseguridad de maíz GM en todo el país.

Este riesgo no debería existir, ya que el intercambio de semillas es una práctica agrícola tradicional que ha sido heredada desde hace miles de años y que ha acompañado al proceso de domesticación y diversificación del maíz. Ha favorecido, e incluso puede favorecer en un futuro, a su cultivo al promover fuerzas evolutivas que conduzcan a la aclimatación o adaptación de semillas para enfrentar problemas agrícolas, tales como el cambio climático y la pérdida de seguridad alimentaria.

Si bien el intercambio de semillas es una fuente de dispersión de transgenes flujo de semilla, ésta no es la única vía de transmisión de transgenes. Otra fuente de dispersión es el flujo de polen, ya que no existen barreras biológicas que impidan que las variedades de maíz y sus parientes silvestres se crucen entre sí a través del viento (Zizumbo, 1985; Ellstrand *et al.*, 2007; Baltazar *et al.*, 2015; Rojas *et al.*, 2019). La transmisión de transgenes por flujo de polen ocurre cuando los maíces son cultivados en cercanía (distancia menor a 100 m) y no hay barreras físicas que intercepten el polen; por lo tanto, la geografía de las parcelas influye en la presencia y/o ausencia de transgenes. El **número de terrenos**, así como la **superficie** de siembra son variables a considerar para la transmisión de transgenes; entre mayor es el número de terrenos y más grande es su superficie de cultivo, la probabilidad de recibir y/o transmitir secuencias transgénicas aumenta. En el caso del 80% de los agricultores con muestras positivas a la secuencia transgénica t-NOS, su número de terrenos

ascendía a más de uno. Únicamente el 20% de las personas con muestras positivas (1 de 5) contaba sólo con una parcela de maíz, sin embargo, esta parcela estaba rodeada por milpas positivas a la secuencia transgénica t-NOS.

7.4. TRANSECTOS PARTICIPATIVOS

Los resultados de los transectos participativos permitieron identificar las variables geográficas, como la distancia, la cobertura vegetal y la pendiente que influyeron en la presencia/ausencia de la secuencia transgénica t-NOS. Dentro de estas variables se encontró la distancia, la cual, a menos de 100 m fue un factor relevante en la transmisión de dicha secuencia transgénica de una parcela a otra (Fig. 7 y Fig. 10). La distancia entre parcelas es una variable casi imposible de controlar (Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro-Nelson, A., 2013), ya que los agricultores siembran en terrenos establecidos y el generar nuevos podría involucrar deforestación y/o una inversión económica. Si bien la distancia es una variable importante para considerar en el flujo de transgenes por polen, no es el único factor que puede influir en ello; de hecho, el maíz GM podría polinizar a otros maíces sin que se esté a una distancia contigua (Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro-Nelson, A., 2013). La cobertura vegetal fue analizada por el tipo de especies que la conforman, el porte de esta (alto, medio, bajo) y la abundancia de ella (mucho, media, poca). La mayoría de las especies vegetales identificadas alrededor de las parcelas de maíz fueron encinos, ocotes, enebros, nopales y árboles frutales; estas especies, en contraste con pastos y arbustos, tienen mayor probabilidad de interceptar físicamente el polen por sus características de crecimiento. Sin embargo, el tamaño y la cantidad de la cobertura son variables importantes en la transmisión/captura de transgenes.

La pendiente fue considerada con las categorías grande, media y pequeña; y resultó ser un factor que impidió la transmisión de transgenes de un acervo híbrido hacia un cultivo de maíz criollo. La ubicación de las milpas en la pendiente evitó la dispersión del polen del híbrido hacia el criollo (Terrenos 38T2 y 36T2; Fig. 10).

Otras variables que no fueron consideradas pero que pueden influir en la transmisión de transgenes por viento son el tiempo de floración de las plantas, la temperatura, la humedad relativa del aire y las corrientes del viento (Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro-Nelson, A., 2013). No se pudo obtener el tiempo de floración debido a que el grupo de investigación no solicitó a los agricultores que registraran este dato. Y los datos de temperatura, humedad relativa del aire y corrientes de viento de SAM no se obtuvieron debido a que no hay bases de datos disponibles para esa localidad y porque no se contempló la compra y manejo de una estación meteorológica. Afortunadamente, estas variables mencionadas no fueron necesarias para determinar su influencia en la transmisión de t-NOS.

7.5. GRUPOS FOCALES

Los resultados de los grupos focales permitieron diseñar el esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM a través de la identificación del interés sobre el proyecto de maestría, el nivel de información sobre éste y la percepción campesina del maíz GM. El nivel de interés alto, la información básica sobre la presente investigación, los potenciales beneficios de participar en este estudio, y la percepción negativa hacia el maíz GM fueron la base para que diferentes actores quisieran participar en las actividades de este proyecto.

A pesar de ello, la bioseguridad de maíz GM en SAM no es un tema de importancia prioritaria. Incluso no es un problema ni un riesgo principal para el cultivo de maíz criollo. Durante la realización de los grupos focales, la falta de reconocimiento del maíz GM como un problema y/o un riesgo fue evidente. Esta falta de reconocimiento es producto de que los participantes no estaban muy bien informados sobre el maíz GM, principalmente sobre qué es y sus potenciales consecuencias, a pesar de que algunos de los integrantes de los grupos focales ya habían asistido a dos talleres previos y participaron en un par de actividades previas (encuestas y transectos participativos). Si bien conocían información básica y tenían una percepción negativa sobre el maíz GM, la información no era la suficiente como para reconocer que este tipo de maíz es un problema y un riesgo para su localidad. La falta de información sólida se explica porque no hubo un acercamiento previo al maíz GM antes del desarrollo de este estudio y a que los conocimientos transmitidos por el grupo de investigación hasta ese momento no fueron vastos. A partir de la identificación de la carencia de información, se planificaron más acciones para reforzar los conceptos básicos referentes al maíz GM, las cuales se implementaron en la última salida a campo. Aunado a la falta de información sobre el maíz GM, los agricultores no reconocieron a este maíz como un problema o riesgo prioritario debido a que la presencia de transgenes en sus acervos de maíz no afecta negativamente en la cosecha. Los efectos negativos de los transgenes no son visibles antes los agricultores, ni ante el ojo humano, además, tampoco se reflejan en la cantidad o en el tamaño de las mazorcas obtenidas durante la cosecha. Al no visualizar los impactos negativos de los transgenes sobre los maíces criollos, el maíz GM pasó desapercibido como un problema y no fue identificado como un riesgo prioritario. A diferencia de la presencia de transgenes, sí hay problemas y riesgos que son visibles, o lo serán, en términos de cosecha, y éstos son los de mayor importancia para los agricultores de SAM.

Los problemas más importantes considerados por los participantes de ambos grupos focales se relacionan con el agua de temporal, tanto por su escasez como por su falta de regularidad, la cual es producto del cambio climático. La identificación del agua de temporal como el problema principal sobre el rendimiento de maíz coincide con el contexto mundial de la sequía, ya que es un fenómeno complejo que afecta a una gran cantidad de personas en el mundo; sus efectos perturban la realización de actividades humanas cotidianas, tales como la producción agrícola (Ortega-Gaucin y Velasco, 2013).

El cambio climático es uno de los principales retos para la agricultura y la alimentación a nivel mundial (FAO, s/f); sus impactos negativos serán distintos para cada región, por lo que algunos países son más vulnerables que otros de acuerdo a su contexto ambiental, político, socioeconómico y cultural (Zepeda-Gil, 2022). México es uno de los países con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático, y Oaxaca es uno de los estados más susceptibles a los efectos negativos de este fenómeno (ONU-HABITAT y Sedatu, 2019). En Oaxaca hay una tendencia de incremento del cambio climático, y se ha identificado la disponibilidad de agua como uno de los casos más vulnerables ante el cambio climático, lo cual se refleja en la escasez de aguas para satisfacer la demanda de riego (Miguel-Velasco *et al.*, 2017).

Aunado a la vulnerabilidad de Oaxaca ante el cambio climático, la situación de marginación de esta entidad federativa puede aumentar las consecuencias ambientales, socioeconómicas y culturales en la Región Mixteca Alta (Islas y Sánchez, 2017; citados en Zepeda-Gil *et al.*, 2018). Los efectos de la sequía en México han aumentado en las últimas décadas (INEGI, 2013; citado en Ortega-Gaucin, 2018) y es un problema al que se enfrentan continuamente los agricultores mexicanos de pequeña escala, específicamente aquellos que pertenecen a la región de la Mixteca Alta del estado de Oaxaca. La escasez de lluvia y su falta de predictibilidad son problemas que afectan directamente a la producción y conservación de los maíces criollos de SAM, lo cual es lo más importante para los agricultores, quienes priorizan el acceso al maíz como fuente de alimentación, antes que el tipo semilla (maíz convencional o maíz genéticamente modificado).

El maíz GM no fue considerado como un problema debido a que no impacta directa y negativamente sobre la cosecha de maíz. Aunado a ello, durante la realización de los grupos focales no se tenía certeza de la presencia de este maíz, por lo que este tipo de maíz no era un problema presente. A partir de la entrega de resultados de análisis de presencia de secuencias transgénicas a nivel comunitario se consideró al maíz GM como un problema más para el cultivo de maíz. La falta de reconocimiento de la presencia de maíz GM como un problema, antes de la detección de secuencias transgénicas, es resultado de procesos políticos, sociales y culturales que debilitan a las comunidades agrícolas por distintos factores. Entre estos factores se encuentran la falta de información y apoyo en materia de bioseguridad por parte de los organismos gubernamentales especializados en OGMs, y la promoción de información sesgada de las empresas transnacionales sobre el maíz genéticamente modificado.

Otros de los riesgos identificados con un alto de nivel de importancia fue la pérdida de semilla ocasionada por la falta de cosecha, derivada de las heladas y las sequías. Este riesgo es un problema al que se enfrentó la comunidad de SAM en el ciclo agrícola 2020-2021, puesto que las heladas mermaron el rendimiento del maíz. Además, este riesgo se convirtió en un problema presente durante el ciclo de cultivo 2021-2022 debido a la falta de cosecha por la escasez de lluvias.

En contraste con el primer grupo focal, en el segundo se identificó una relación entre el concepto de maíz GM y la percepción sobre él. De acuerdo con Douglas (1996) y López y

Luján (2000) (citados en García y Toscana, 2017), la percepción es un fenómeno social y cultural en el que los que los medios de comunicación, los líderes de opinión, los políticos y los actores clave tienen un rol muy importante; lo cual es demostrado en la respuesta de un participante del segundo grupo focal, quien mencionó que el maíz GM es un tipo de maíz al que el presidente de México (AMLO) no lo quiere en el país. La premisa es que si este dirigente nacional no desea introducirlo en el país, su discurso puede influir en la percepción de la población mexicana, la cual consecuentemente podría no quererlo en territorio mexicano (probablemente sin estar totalmente informada). El contexto social y las formas de vida de las personas también moldean las percepciones (López y Luján, 2000 y Fernández, 2008; citados en García y Toscana, 2017), en el caso de la comunidad de SAM, el actor más influyente en su percepción sobre el maíz GM es el sector académico, ya que a partir de nuestras intervenciones se han transmitido percepciones y conceptos referentes a la bioseguridad de maíz GM, dejando una postura clara en contra de su cultivo.

De acuerdo con los conceptos abordados sobre la bioseguridad de maíz GM, el concepto de este tipo de maíz fue uno de los más frecuentes durante la realización de las actividades de la presente investigación, sin embargo, su definición técnica no fue adoptada totalmente por los integrantes de los grupos focales. Los conceptos más acercados a una respuesta técnica fueron proporcionados por un par de participantes del primer grupo focal; y algunos aspectos del contexto mexicano del maíz GM fueron mencionados por participantes del segundo grupo. Por lo tanto, si bien las definiciones referentes al concepto de maíz GM no fueron técnicas, sí representan una diferencia positiva en contraste con el nivel de información que los agricultores tenían al inicio de este proyecto de maestría. Este nivel de información en su gran mayoría era nulo, ya que durante el desarrollo del Taller 1 se preguntó a los 30 asistentes “¿Qué es el maíz transgénico?” y “¿Qué sabe de él?” y únicamente tres personas respondieron, dos agricultores y un ingeniero agrónomo originario de SAM perteneciente a SV (Tabla 7. Respuestas del Taller 1).

Tabla 7. Concepto de maíz GM por parte de los agricultores (Taller 1).

Participante	¿Qué es el maíz transgénico? ¿Qué sabe de él?
Agricultor 1	“Son una modificación en laboratorio de semillas. Una alteración de la naturaleza”.
Agricultor 2	Maíz que se siembra en buenos terrenos, donde hay agua y fertilizante. “Maíz que nos perjudica y que no sirve para volver a plantar”. No lo acostumbramos aquí porque nuestro suelo es pobre y no se daría. “Aquí se cultiva lo más natural posible. Los genéticamente modificados causan daño”.
Ing. Agr. de SV (originario de SAM y visitante semanal)	“Cuando se introduce un gen a la cadena de ADN, al núcleo se le modifica la información genética para dar resistencia a salinidad, pH, sequía, etc”. Es una modificación/alteración química. Sólo dará un ciclo bueno. El acceso a estas semillas genera miedo a enfermedades y también miedo a la alteración en

	humanos, un “miedo impulsado por la TV”. En Oaxaca no se siembra, se cultiva y defiende el criollo. "Vale más el criollo que el genéticamente modificado. Aguanta más el frío." Debería haber más programas sociales para criollo.
--	--

La afirmación del segundo participante que se muestra en la Tabla 7: “...No lo acostumbramos aquí porque nuestro suelo es pobre y no se daría...” refleja la idea de que el maíz GM es un tipo de maíz que requiere insumos para obtener un buen rendimiento, insumos que implican un mayor gasto económico a diferencia de la inversión económica dedicada al cultivo de maíz criollo.

La afirmación mencionada fue repetida (no textualmente) con frecuencia por algunos agricultores en conversaciones individuales mantenidas durante las actividades del presente proyecto. Dicha afirmación es similar a una obtenida por García y Toscana (2017), quienes reportaron que en una entrevista realizada en el 2014 sobre la percepción del maíz GM en la Sierra Norte (Oaxaca), una autoridad de cierta comunidad mencionó que no siembran “maíz transgénico” en su localidad porque “nadie ahí es rico”. Esta respuesta junto con la afirmación repetida por algunos agricultores de SAM demuestra que ciertas percepciones sobre el maíz GM relacionan a este tipo de maíz con la solvencia económica suficiente para obtener los insumos necesarios para su cultivo. A pesar de esta similitud, se debe considerar que las percepciones sobre maíz GM varían entre cada una de las regiones de Oaxaca (Lazos-Chavero, 2012), siendo estas percepciones mayormente negativas. Estas percepciones se reflejan en que la mayoría de las y los agricultores de Oaxaca no tienen interés en utilizar maíz GM (Lazos-Chavero y Espinosa, 2013; citadas en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

Las percepciones negativas sobre el maíz GM era la información inicial que tenían las y los agricultores de SAM antes de su participación en la presente investigación. Para la mayoría de los agricultores, esta información no incluía el concepto de maíz GM, lo cual demuestra la carencia de la difusión sobre la bioseguridad de maíz GM en SAM. Esta carencia es común a la mayoría de las comunidades agrícolas en México y una situación común en algunos poblados rurales de Latinoamérica (Ávila *et al.*, 2014, y Castaño y Fichera, 2012; citados en García y Toscana, 2017). Dentro de Oaxaca, la región Mixteca contrastada con otras 4 regiones (Sierra Sur, Sierra Norte, Istmo, Cañada), fue señalada en 2013 por Lazos-Chavero y Espinosa (citadas en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013) como la región con mayor desinformación sobre maíz GM, pero paralelamente con un alto interés en informarse.

Ante la falta de información sobre la bioseguridad de maíz GM, el esquema de bioseguridad comunitaria planteado en este proyecto ha generado un cambio favorable en SAM respecto a la conceptualización del maíz GM y los temas referentes a él. Evidencia de esto es la diferencia entre la información que tenían los agricultores sobre el maíz GM antes de los talleres y después de ellos. Otro hecho que mostró esta diferencia positiva se presentó durante la realización de los grupos focales, ya que las personas que asistieron a los talleres tenían más información referente al maíz GM que aquellas que no se presentaron a ellos. En términos informativos y de concientización sobre la bioseguridad de maíz GM el

esquema de bioseguridad propuesto fue positivo con mayor significancia después de la realización de los grupos focales, ya que durante esta actividad se identificaron algunas faltas conceptuales, metodológicas y generales sobre el proyecto de investigación por parte de los agricultores. El motivo de estas deficiencias informativas fue explicado por un participante de ambos grupos focales, quien mencionó que la falta de cotidianeidad de la información referente a la bioseguridad de maíz GM es la razón principal por la que este tema, así como el proyecto, no habían sido asimilados en su totalidad.

Después de la identificación de estas deficiencias se enfocaron mayores esfuerzos en abordar temas referentes a la bioseguridad de maíz GM y al proyecto. Dichos esfuerzos fueron realizados a través del Taller 3 con un repaso sobre bioseguridad de maíz GM, la entrega de trípticos para todas y todos los agricultores y la colocación de carteles informativos en puntos clave de la localidad.

Se espera que estos esfuerzos, junto con la entrega de resultados de análisis de presencia de secuencias transgénicas y la implementación de las estrategias de bioseguridad de maíz GM propuestas en el Taller 3, logren mantener el interés sobre el esquema de bioseguridad comunitaria en SAM. Para aumentar el interés en la bioseguridad comunitaria de maíz GM, los participantes de los grupos focales propusieron algunas actividades, entre las cuales destacaron dos de ellas: 1) incluir a toda la comunidad y a las familias dentro del proyecto, y 2) otorgar un incentivo económico a quienes participen en la presente investigación. La actividad 1, mencionada durante los grupos focales, fue propuesta ya que los agricultores consideraron que el maíz GM no es un tema exclusivo del sector de agricultores, pues su presencia podría impactar directamente en la salud de las personas y atentar contra su derecho de soberanía alimentaria. La actividad 2, señalada en los grupos focales, pareció una alternativa efectiva en primera instancia, ya que los apoyos económicos podrían aumentar la participación de las personas en la bioseguridad comunitaria de maíz GM; sin embargo, dicha actividad fue descartada. El incentivo económico podría perpetuar modelos de políticas paternalistas ineficientes utilizados por el gobierno mexicano a lo largo de los años para abordar problemáticas de interés agrícola. La imagen de proveedor que el gobierno proyecta a través de políticas paternalistas podría ser replicada por el sector académico si esta propuesta hubiera sido aceptada, lo cual no es del interés de ningún miembro del grupo de investigación involucrado en este proyecto de maestría. Aunado a que el sector académico no pretende crear una imagen de proveedor, tampoco desea generar una relación basada en la asimetría de poderes, lo cual es reflejado en algunas de las interacciones gobierno-agricultores en donde el interés es sobre el incentivo económico y no sobre la propuesta en sí (Baronnet *et al.*, 2018). Si bien apoyar a la comunidad de SAM es un objetivo de este estudio, apoyar económicamente a las personas no es parte de los objetivos de la presente investigación; y, aunque el grupo de investigación desea la estabilidad económica de los agricultores participantes, el recurso monetario no es una opción viable para aumentar el interés sobre la bioseguridad comunitaria de maíz GM.

Mantener y aumentar el interés de los agricultores es fundamental para conservar la participación campesina en el esquema de bioseguridad de maíz GM diseñado en este

caso de estudio. La participación de todos los agricultores de SAM, así como la del resto de la comunidad es muy importante, sin embargo, en términos de bioseguridad, la participación de los integrantes de los grupos focales es aún más relevante. Esta relevancia radica en que son los agricultores que podrían tener una mayor influencia en la transmisión de transgenes por semilla o por polen; por lo tanto, en los grupos focales se exploró la disposición de dichas personas en implementar algunas estrategias de bioseguridad para evitar, disminuir y/o eliminar la presencia de maíz GM. Las propuestas planteadas fueron no introducir semilla de otros lugares, no intercambiar semilla durante un periodo de tiempo y/o colocar barreras vegetales o físicas para interceptar el polen. Frenar por un largo periodo de tiempo la introducción y el intercambio de semillas podría impedir la generación de la diversidad genética de maíces criollos, sin embargo, dado el contexto de bioseguridad de maíz GM en SAM, sería preferible asegurar la ausencia de secuencias transgénicas antes de continuar con dichas prácticas agrícolas. A pesar de las posibles consecuencias sobre la diversidad genética de los maíces criollos, afortunadamente, los asistentes de los grupos focales señalaron estar dispuestos a implementar las estrategias de bioseguridad de maíz GM, ya que se les explicó que frenar la introducción de semilla externa e intercambiar semilla sería de forma temporal. Si bien los participantes de los grupos focales están dispuestos a implementar las estrategias de bioseguridad de maíz GM, el participante 2 del segundo grupo focal mencionó no estar dispuesto a dejar de utilizar su semilla ya que la recicla y la ha conservado a lo largo del tiempo. Esta situación refleja la necesidad de continuar informando y concientizando sobre la bioseguridad de maíz GM.

7.6. DETECCIÓN DE PRESENCIA DE SECUENCIAS TRANSGÉNICAS

Los resultados de detección de secuencias transgénicas determinaron la presencia de t-NOS en 8 muestras de las 71 colectas obtenidas y la ausencia de la secuencia transgénica p35S en todas las colectas. Así mismo, se determinó la ausencia de los eventos de maíz GA21 y NK603 en las 8 muestras positivas a t-NOS. La presencia de la secuencia transgénica t-NOS ha sido reportada en mayor frecuencia que el P35S, por lo que este resultado coincide con cuatro de los estudios más recientes en México sobre bioseguridad de maíz GM (González-Ortega *et al.*, 2017; Álvarez-Buylla, 2018; Delgado-Valerio *et al.*, 2022; Ureta *et al.*, 2023). Esta mayor frecuencia de t-NOS se debe a que es la secuencia recombinante más utilizada para generar los maíces genéticamente modificados disponibles en mercados internacionales y en la siembra en E.U. En los cuatro estudios señalados sí se reportó la presencia de p35S, a diferencia de mi investigación, pero las más muestras de maíz tuvieron una frecuencia mayor a t-NOS que a p35S. Uno de estos estudios es el de Álvarez-Buylla (2018).

Los resultados de determinación de la presencia de t-NOS y ausencia de p35S sugieren que la presencia de t-NOS se ha mantenido desde hace 4 años, pues el estudio de Álvarez-Buylla detectó lo detectó en SAM en 2018. A pesar de ello, esta sugerencia no puede afirmarse

contundentemente, ya que también es posible que la secuencia t-NOS haya sido eliminada por deriva génica de la población de maíz criollo o por acciones humanas inconscientes (como las sugeridas en las estrategias de bioseguridad de maíz GM). Esta probable eliminación de t-NOS pudo ocurrir en el mismo 2018 o en años posteriores, y posiblemente se volvió a introducir después, quizá por eso se detectó en la presente investigación. No es posible determinar si la secuencia de t-NOS del 2018 es la misma que se mantuvo hasta este estudio, en los siguientes párrafos se profundiza sobre el posible origen de esta secuencia. La fuente de entrada de t-NOS se desconoce con exactitud, pero su presencia en la localidad puede ser resultado principalmente de distintas dinámicas de flujo de semilla. El origen del t-NOS en el maíz criollo de SAM por flujo de polen no es tan probable ya que la localidad se encuentra en una depresión, no está a la misma altura de las localidades vecinas, por lo que el flujo de viento es desfavorecido (Así mismo, la probabilidad de que los transgenes se transmitan desde SAM a las localidades circundantes es baja). Aunado a la orografía de Montelobos, la localidad está rodeada por cobertura vegetal de pino-encino con porte medio-alto y abundante, la cual funcionaría/actuaría como una barrera de intercepción para el polen. A pesar de estas condiciones orográficas y vegetales, hay un par de milpas de SAM que potencialmente se podrían cruzar con los maíces de localidades vecinas; sin embargo, en el ciclo agrícola 2021-2022 los vecinos de Montelobos no sembraron maíz, esta situación descarta la presencia de t-NOS en el sitio de estudio por flujo de polen transmitido desde comunidades circundantes.

Si bien el flujo de polen no determina el origen de los transgenes en SAM, sí se considera como una fuente de dispersión, la cual fue evidenciada por la transmisión del t-NOS de una parcela de maíz híbrido hacia una cercana de maíz criollo. Otra fuente de dispersión importante fue el intercambio de semilla local, ya que un acervo con presencia de dicha secuencia transgénica fue compartido. Las fuentes de dispersión de t-NOS fueron determinadas gracias a los métodos sociales y biológicos en sólo uno de los casos de acervo de maíz positivo a t-NOS; paralelamente, se logró determinar una de las fuentes de entrada de transgenes a SAM. Esta vía de acceso fue la introducción de semilla híbrida externa “contaminada” por t-NOS.

Los resultados de la presente investigación permitieron identificar una de las fuentes de entrada y una de las de dispersión de la secuencia transgénica t-NOS. A pesar de esto, el origen del t-NOS en SAM no se logró determinar, pues se desconoce desde cuándo ha estado su presencia en la localidad. Es probable que esta secuencia transgénica haya sido introducida desde antes del 2018, pero fue hasta ese año que se realizó un monitoreo.

Si bien se desconoce el origen de t-NOS en Montelobos, la presencia de transgenes puede ser resultado de distintas dinámicas nacionales, las cuales fueron planteadas como hipótesis por Serratos (2009; citado en Toscana y García, 2017). Estas cinco hipótesis son sugieren el posible origen del maíz GM en México: 1) Uso de maíz GM importado, 2) Introducción y/o siembra ilegal de semillas de maíz genéticamente modificado, 3) Programas gubernamentales con semilla con transgenes (“Kilo por kilo”, por ejemplo), 4) Redes comerciales de semilla a pequeña escala, y 5) Falta de estudios de bioseguridad en el

país, porque sin ellos no se tiene un registro de en dónde hay presencia de maíz GM, y por lo tanto no se implementan medidas para erradicarlo ni para evitar su dispersión. Todas estas hipótesis pudieron dar pie a la introducción de maíz GM en el país, y aunque no se sabe con certeza cuál es la correcta, actualmente se reconoce que la importación de maíz es la principal fuente de entrada de maíz GM a México.

El maíz GM ingresa al país por importación, y posteriormente es dispersado a través de redes comerciales y de intercambio de semilla en las localidades del país; este pudo ser el caso de SAM, una vez introducida la semilla de maíz GM esta pudo cruzarse con maíces criollos. Otras de las potenciales fuentes de entrada son la introducción e intercambio de semilla criolla externa, ya que algunas personas de la comunidad realizan estas prácticas.

Es difícil determinar con exactitud el origen de t-NOS en Montelobos, ya que no se cuenta con la información suficiente para determinarlo, como podría ser una red de intercambio de semillas de años previos y posteriores al 2018. En el año 2018 se determinó la presencia de dicha secuencia transgénica en un sólo acervo de semillas de un agricultor (Álvarez-Buylla), cabe mencionar que el número de colectas analizadas en el mencionado año fue de 3 de acuerdo con el reporte del INECC y 4 según los agricultores. El aumento en el número de resultados positivos del 2018 al 2022 se explica por el mayor número de muestras analizadas, sin embargo, la persistencia de la secuencia transgénica es preocupante. Cabe mencionar que la muestra positiva a t-NOS de 2018, resultó negativa en la presente investigación; este resultado sugiere 2 posibles explicaciones: 1) La población de maíz criollo de SAM logró purgar por deriva génica al t-NOS (porque poblacionalmente, los transgenes son considerados como alelos de baja frecuencia, y por azar tienen menor probabilidad de persistir generacionalmente) o por acciones humanas inconscientes (por ejemplo, aquellas planteadas como estrategias de bioseguridad en este estudio), pero entró uno nuevo proveniente de otra localidad; 2) La población de maíz criollo de la localidad purgó esta secuencia transgénica sólo parcialmente, por lo que pudo “salir” del acervo positivo del 2018, pero logró dispersarse e introducirse a otro acervo local.

Independientemente de cuál explicación sea la más acertada, es claro que la falta de implementación de estrategias de bioseguridad de maíz GM favorece la introducción, transmisión y persistencia de transgenes en los maíces criollos de SAM, tanto por semilla como por polen. Las medidas de bioseguridad no fueron implementadas desde 2018 debido a que la comunidad no estaba informada sobre la presencia de la secuencia transgénica t-NOS en los lotes de semilla locales. La falta de devolución de resultados de presencia de secuencias transgénicas en los estudios de bioseguridad es una práctica común en México que debe ser erradicada, ya que los agricultores que participan en los proyectos se vuelven renuentes a volver a participar en estudios que impliquen la entrega voluntaria de sus semillas de maíz. Otra de las consecuencias negativas de no devolver resultados de presencia de secuencias transgénicas a los agricultores es que la inacción se puede interpretar como ausencia de maíz GM, tal fue el caso de Santa María Jaltepec (Sierra Norte, Oax.) en 2014. En dicha localidad se aplicaron entrevistas sobre la presencia de maíz GM y una de las autoridades locales mencionó que el gobierno fue a su comunidad para

analizar la presencia de este tipo de maíz y como no regresó a entregar resultados, se dio por hecho la ausencia de éste (García y Toscana, 2017).

En la presente investigación se evitó esta práctica, ya que los resultados de presencia de secuencias transgénicas se entregaron de forma individual y grupal en la localidad (Taller 3). Paralelamente, en este taller se plantearon estrategias de bioseguridad comunitaria, las cuales fueron discutidas por las y los agricultores de SAM. Se espera que las estrategias propuestas favorezcan a la prevención, disminución y/o eliminación de transgenes en SAM ya que la secuencia t-NOS se encuentra a una frecuencia baja a nivel localidad (11.26%). Aunado a estas estrategias, otros factores que pueden favorecer a la desaparición de t-NOS son: 1) Uno de los acervos de semillas positivos a dicha secuencia transgénica se perdió por la falta de cosecha en 2021-2022 provocada por la dura sequía; y 2) La semilla de maíz híbrido tiene una alta probabilidad de no volver a ser sembrada en SAM, ya que el agricultor que la utilizaba falleció y al no vivir de base en la localidad es muy probable que sus hijos o hijas no la siembren.

Si bien estos factores son favorables para la bioseguridad comunitaria de SAM, estos son casos lamentables en términos humanos, agrícolas y de diversidad genética.

7.7 PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS COMUNITARIAS DE BIOSEGURIDAD DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

Durante el Taller 3, el grupo de investigación le presentó a las y los agricultores una serie de 14 estrategias comunitarias de bioseguridad para evitar, disminuir y/o eliminar los transgenes detectados en los maíces de SAM.

Dentro de esta gama de estrategias planteadas a los agricultores, las más atractivas para ellos fueron la 10 (Creación de un banco comunitario de semillas) y la 11 (Realización de análisis de presencia de secuencias transgénicas previo a la siembra del ciclo agrícola 2022-2023), ya que cada año obtienen menor cosecha y pierdan más semilla. La pérdida de semilla en el ciclo 2021-2022 obligará a las personas a conseguir semilla local o de comunidades vecinas, por lo que el análisis previo de esas muestras será importante para evitar la presencia de t-NOS. Paralelamente, la creación de un banco comunitario de semillas es una herramienta ante la falta de semilla y una alternativa favorable para dejar de sembrar maíces criollos con presencia de transgenes. Además de las estrategias 10 y 11, los agricultores decidieron adoptar otra estrategia no sugerida por el grupo de investigación en la serie de 14 estrategias. Esta estrategia surgió durante el diálogo con los campesinos y consiste en que aquellas personas con presencia de secuencias transgénicas en sus maíces no van a sembrar esa semilla para el ciclo agrícola 2023-2024 ni para ocasiones futuras.

Es importante señalar que, si bien las estrategias participativas de bioseguridad de maíz GM fueron planteadas conjuntamente, sin la participación de todos los agricultores de SAM y las autoridades locales no será posible implementarlas y la efectividad de las medidas de bioseguridad será mermada. La disposición de adoptar estrategias de bioseguridad expresada durante el Taller 3 está guiada por la percepción negativa de los agricultores hacia el maíz GM. La percepción sobre el maíz GM tiene un papel fundamental para la implementación de estrategias de bioseguridad ya que “de las percepciones se derivan las creencias y de las creencias, las acciones”, es decir, la percepción de un tema condiciona el actuar sobre él (García y Toscana, 2017). Las familias campesinas de SAM desean dar continuidad al esquema de bioseguridad de maíz GM en su comunidad, y si bien los agricultores están dispuestos a trabajar sobre la bioseguridad de maíz GM, también esperan que se le dé seguimiento al esquema comunitario y que se aborden otros temas de importancia para la comunidad, agrícolas principalmente. Este deseo resulta en el compromiso por parte del grupo de investigación de continuar con el esquema de bioseguridad y de vincular a más miembros de ella con la población de SAM.

Es necesario mantener el compromiso aceptado por el sector académico, ya que la falta de continuidad de los proyectos por la detención de la participación gubernamental o académica es uno de los principales problemas ligados a los estudios de colaboración intersectorial (Alatorre *et al.*, 2018). El abandono total de los proyectos por parte del gobierno y/o la academia lastima los vínculos generados con los agricultores, pues la ausencia injustificada provoca desconfianza y desinterés en los próximos proyectos a los cuales se podrían incluir.

7.8. REFLEXIONES EN TORNO A UN ESQUEMA DE BIOSEGURIDAD COMUNITARIA DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

El presente caso de estudio sentó las bases para diseñar un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM planteado para SAM. Este esquema consideró las realidades socioambientales de los agricultores de la localidad que intervienen en la presencia/ausencia de transgenes en los maíces criollos, las cuales fueron identificadas a través del análisis de los resultados sociales y biológicos.

Los objetivos fueron los ejes centrales del diseño del esquema de bioseguridad comunitaria, por lo tanto, son considerados como dos de las características fundamentales del esquema. Aunado a los métodos aplicados para cumplir con los objetivos, para el diseño de este esquema también se consideraron otras herramientas que no fueron implementadas durante el desarrollo de la presente investigación.

A continuación, se describen las características fundamentales del esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM, las cuales contienen características complementarias que lo eficientizan:

Característica Fundamental 1: Creación de espacios informativos sobre bioseguridad de maíz genéticamente modificado con participación de la comunidad, los agricultores, grupos académicos de investigación, organismos gubernamentales y otros sectores que puedan impactar en el desarrollo del esquema.

-Característica complementaria a): Selección del sitio de estudio.

Se debe seleccionar una localidad perteneciente a un área con riqueza cultural y diversidad de maíz criollo, con o sin información sobre bioseguridad de maíz GM, y con reporte previo sobre la presencia de secuencias transgénicas. Posteriormente, se debe contactar a las autoridades locales para presentar la información referente al proyecto de forma sintetizada y solicitar permiso para arribar al poblado.

- Característica complementaria b): Primer acercamiento efectivo y creación de vínculos de confianza.

Se sugiere llevar a cabo una primera interacción con las y los habitantes de la comunidad para iniciar con los vínculos de confianza. Este primer acercamiento debe ser realizado con buena disposición temporal para presentar el equipo de trabajo, el proyecto de forma general y sus objetivos. El tiempo contemplado debe ser el suficiente como para interactuar individualmente con la mayoría de los actores clave. La información referente a la bioseguridad de maíz GM se puede dejar únicamente en carteles y trípticos, sin necesidad de abundar en el tema, ya que la prioridad es construir vínculos fuertes en el primer acercamiento y en los posteriores. Se recomienda integrarse en las actividades locales, tales como tequios, esto con la finalidad de crear vínculos de confianza con las personas de la comunidad.

- Característica complementaria c): Generación de interés hacia el esquema de bioseguridad.

Después de los primeros acercamientos a la comunidad, se debe tener como objetivo principal generar interés sobre la bioseguridad de maíz GM para que los sectores decidan integrarse al proyecto. Es necesario entablar pláticas grupales e individuales con las y los agricultores, con actores clave de la comunidad (líderes, autoridades, etc.), con miembros del grupo de investigación (estudiantes, investigadores), con integrantes del sector gubernamental (si es el caso), y con la juventud local. Estas pláticas girarán en torno a presentar nuevamente los objetivos y actividades del esquema e información básica sobre bioseguridad, así como a conocer los intereses y necesidades de las personas que podrían participar en el proyecto.

- Característica complementaria d): Realización de un primer taller efectivo.

La realización del primer taller debe tener como finalidades 1) Presentar claramente los objetivos y actividades referentes a la investigación, así como la información sobre la

bioseguridad de maíz GM, 2) Vincular a los sectores participantes a través de actividades de integración, y 3) Plantear los intereses de cada sector para co-construir objetivos que aporten al desarrollo del esquema de bioseguridad.

- Característica complementaria e): Continuidad de creación de espacios informativos.

El intercambio de información sobre bioseguridad de maíz GM y temas correlacionados debe fomentarse a través de actividades como talleres, encuestas, grupos focales, transectos participativos, entre otras actividades de perfil participativo. Antes y después de las actividades mencionadas se deben seguir construyendo los vínculos de confianza entre los sectores participantes por medio de pláticas individuales, y si es posible, permanecer en la comunidad en estancias no menores a 2 semanas. La confianza es difícil de crear debido al contexto sociocultural, político y económico en el que vivimos en México, sin embargo, es indispensable hacerlo para obtener información veraz que contribuya al desarrollo del esquema.

Los espacios informativos sobre bioseguridad de maíz GM deben crearse entre los sectores interesados y dentro de cada uno de los sectores de forma aislada. Es decir, se espera que el fomento de los espacios informativos intersectoriales conduzca a la autoorganización interna de los sectores (principalmente el agrícola) para que individualmente aborden este tema como una situación de interés sin intervención externa.

Además del abordaje sobre la bioseguridad de maíz GM, también se debe dar espacio para los temas de importancia agrícola que aquejan a la comunidad, en especial aquellos que amenacen el cultivo de maíz, y por lo tanto el esquema de bioseguridad comunitaria.

Característica Fundamental 2: Monitoreo de secuencias transgénicas, identificación de fuentes de entrada y vías de dispersión, y estimación de probabilidad de la presencia de transgenes.

- Característica complementaria a): Estudio de monitoreo.

Debe realizarse a través de un censo en el cual debe participar todo o la gran mayoría del sector de agricultoras y agricultores con la donación de sus variedades de maíz. Las colectas deben corresponder a la cosecha del ciclo agrícola de intervención, pero si es posible, se deben incluir colectas resguardadas por mayor tiempo. Así mismo, el proyecto se puede enriquecer con la inclusión de muestras de Diconsa y/o de centros de distribución de semilla. Para realizar la detección de secuencias transgénicas por RT-PCR se deben incluir los marcadores p35S y t-NOS, y la mayor cantidad de eventos de transgénesis posible.

- Característica complementaria b): Identificación de fuentes de entrada y vías de dispersión de transgenes.

Para determinar las posibles fuentes de entrada y vías de dispersión de maíz GM es necesario identificar la transmisión de transgenes por flujo de semilla y por flujo de polen, para ello se deben realizar encuestas, una red de intercambio de semillas, transectos participativos y modelos predictivos.

- Característica complementaria c): Desarrollo de modelos predictivos.

Las variables obtenidas de las encuestas, la red de intercambio de semillas y los transectos deben utilizarse para desarrollar modelos predictivos. Estos modelos pueden permitir conocer la probabilidad de tener transgenes por flujo de semilla o de polen, así como identificar sus posibles fuentes de entrada y dispersión. Se recomienda realizar dos modelos predictivos, uno espacial y otro basado en genética de poblaciones. El modelo espacial permitiría 1) identificar si las relaciones entre las características de las parcelas, el flujo de semilla y la presencia/ausencia de transgenes son asociaciones espaciales con significancia estadística, a partir del cálculo del estadístico ϵ ; y 2) conocer la probabilidad de que haya transgenes de acuerdo a las categorías de las variables de las parcelas, de la red de semillas y de los resultados de presencia de secuencias transgénicas, dicha probabilidad debe ser calculada a través del estadístico score (Ureta *et al.*, 2013). Y el modelo con base en genética de poblaciones permitiría comprender la dinámica de flujo transgenes en la comunidad, tanto por semilla como por polen, a través de la consideración de fuerzas evolutivas y la fecha de floración de las plantas de maíz. Para obtener la variable de fechas de floración en cada parcela es necesario que las y los agricultores utilicen una bitácora de control.

Para enriquecer la base de datos de las variables que pueden influir en la presencia o ausencia de transgenes por flujo de polen, se pueden instalar estaciones meteorológicas para registrar temperatura, humedad relativa del aire y corrientes de viento dentro de SAM. La confiabilidad de estos datos podría fortalecerse a través de la introducción de más de una estación, ya que la orografía y cobertura vegetal de la localidad provoca variaciones a nivel microclima en algunas de las parcelas destinadas al cultivo de maíz.

- Característica complementaria d): Modelo Lineal Generalizado (MLG).

Otra herramienta para conocer la probabilidad de que haya presencia o ausencia de transgenes es a partir del desarrollo de un MLG, en el cual se deben utilizar las mediciones morfológicas de las mazorcas colectadas (Mediciones de la Guía preliminar de identificación racial de la CONABIO). Las variables fenotípicas de las mazorcas pueden ser correlacionadas con la presencia o ausencia de secuencias transgénicas por pool de variedad de maíz.

Para desarrollar este modelo se deben realizar 3 análisis, el primero es una correlación de χ^2 o Pearson (dependiendo de los resultados de presencia de secuencias transgénicas y cantidad de datos de mediciones). El segundo es un PCA (Análisis de Componentes Principales) en el cual se deben utilizar las variables fenotípicas correlacionadas entre sí del

análisis anterior, al realizar el PCA se obtendrán las variables que son suficientes para explicar la presencia/ausencia de secuencias transgénicas, por lo que se descartarán algunas variables del análisis de correlación. Y el tercero es un modelo con distribución binomial, en el cual, la presencia o ausencia pertenecen al eje Y, y en el eje X se utilizan las variables fenotípicas resultantes del PCA para conocer si la morfología de las mazorcas influye en la presencia de secuencias transgénicas en cada lote de semillas de maíz de la comunidad.

Característica Fundamental 3: Co-desarrollo de estrategias de bioseguridad de prevención de maíz GM, y en caso de confirmar la presencia de secuencias transgénicas, estrategias de disminución y/o eliminación.

- Característica complementaria a): Exploración de interés en la implementación de estrategias de bioseguridad de maíz GM.

La disposición de implementar las posibles estrategias de bioseguridad debe ser explorada a través de un taller para el sector de agricultores en general y a partir de grupos focales. Se considerarán como actores clave a aquellas personas que pueden influir en la presencia o ausencia de transgenes por intercambio de semilla, por introducción de semilla externa a la comunidad, o por flujo de polen.

- Característica complementaria b): Planteamiento de estrategias de bioseguridad.

El co-desarrollo de estrategias de bioseguridad debe partir del planteamiento de estas. El planteamiento puede ser realizado a través de la sugerencia de estrategias por parte de cada sector involucrado, así como por el acuerdo consensuado de las que serán utilizadas. Es importante que cada actor involucrado tenga claro cuáles serán las actividades que debe realizar.

- Característica complementaria c): Implementación de estrategias de bioseguridad.

Las estrategias seleccionadas deben ser ejecutadas a partir de la repartición de tareas del paso anterior. En caso de no poder cumplir con las estrategias planteadas se debe comunicar a los actores correspondientes. Una de las estrategias más importantes por implementar es el monitoreo continuo, ya que es una medida para corroborar la efectividad del resto de estrategias.

- Característica complementaria d): Supervisión de las estrategias de bioseguridad.

La implementación de las estrategias debe ser supervisada preferentemente por los propios agricultores, y únicamente corroboradas por el sector académico o por algún otro propuesto por la comunidad.

Cabe mencionar que algunas de las características complementarias que conforman el esquema de bioseguridad comunitaria son actividades que surgieron a partir de aprendizajes y errores resultantes de la elaboración de la presente investigación, y que pueden volver más efectivo el esquema de bioseguridad comunitaria diseñado.

Dicho esquema está planteado para ser guiado por el sector académico, preferentemente por actores con experiencia previa en bioseguridad de OGMs e interacción con agricultoras y agricultores. Paralelamente, el esquema está enfocado en tener un carácter participativo a través de la integración de esfuerzos provenientes de distintos sectores.

Si bien este esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM es una potencial herramienta para preservar los maíces criollos, existen problemas y riesgos de carácter agrícola – como sequías, heladas, plagas, y cambio climático – que deben ser atendidos para conservar los recursos fitogenéticos de maíz. Si estos problemas y riesgos no son abordados, en el peor de los casos, se podría llegar a un punto de erosión genética de maíz criollo, y sin maíz nativo no habría esquemas de bioseguridad comunitaria por implementar.

8. CONCLUSIONES

Para enfrentar la presencia de maíz GM en México a escala local es necesario desarrollar estudios de bioseguridad comunitaria, en los cuales se incluya la participación de varios sectores de la sociedad, fundamentalmente el de agricultoras y agricultores a pequeña escala.

Los esquemas de bioseguridad comunitaria deben adecuarse a las realidades socioambientales de las localidades mexicanas que enfrentan la presencia de transgenes. Estas realidades pueden comprometer la implementación de dichos esquemas, ya que como en el caso de San Agustín Montelobos, existen presiones socioambientales y agrícolas que pueden afectar la cosecha de maíz y en consecuencia el abandono de su cultivo. Si el cultivo de maíz termina, implementar estrategias de bioseguridad de maíz GM no tendría sentido, por lo tanto, en SAM el esquema de bioseguridad comunitaria debe contemplar el apoyo técnico-productivo agroecológico para incrementar la probabilidad de obtener más cosecha. Aunado a ello, el esquema de SAM debe incluir la participación de la juventud para asegurar la continuación del cultivo del maíz porque el 48.64% de los campesinos tiene una edad mayor o igual a 60 años, y de dicho porcentaje, el 32.43% tiene 71 años o más.

En el caso de SAM, el esquema de bioseguridad comunitaria tomó como base los resultados del mapeo de actores, encuestas, transectos participativos, grupos focales, talleres y análisis de laboratorio. El mencionado esquema de bioseguridad comunitaria está diseñado con 3 características fundamentales: 1) Creación de espacios informativos sobre bioseguridad de maíz genéticamente modificado con participación de todos los sectores involucrados; 2) Monitoreo de secuencias transgénicas, identificación de sus posibles fuentes de entrada y vías de dispersión, y estimación de la probabilidad de su presencia; y 3) Co-desarrollo de estrategias de bioseguridad de prevención, disminución y/o eliminación de transgenes.

Considerando la segunda característica fundamental del esquema de bioseguridad, se llevó a cabo la evaluación de la presencia de los transgenes p35S y t-NOS, y de los eventos específicos de maíz GA21 y NK603 a través de la técnica RT-PCR. Estos análisis de laboratorio determinaron la presencia de t-NOS en 8 de las 71 muestras analizadas. Paralelamente, se confirmó la ausencia de los eventos de maíz GA21 y NK603 en las muestras positivas a t-NOS. La presencia de la secuencia transgénica t-NOS, junto con los resultados de las encuestas y de los transectos participativos, permitieron la identificación de una de sus fuentes de entrada y de una de sus vías de dispersión. Una fuente de entrada identificada fue la introducción de maíz híbrido, y una de sus vías de dispersión fue el intercambio de semilla. Una de las potenciales fuentes de entrada de maíz GM fue la introducción de maíz criollo externo hace años y una de las vías de dispersión sugerida fue el flujo de polen entre parcelas cercanas y sin cobertura vegetal.

A partir de la detección de la secuencia transgénica t-NOS en algunos lotes de semilla, se plantearon estrategias de bioseguridad comunitaria para evitar su dispersión, disminuirlo

y/o eliminarlo de la localidad. Estas estrategias fueron propuestas utilizando como base el contexto socioecológico de las y los agricultores. Dicho sector aceptó implementar las estrategias planteadas, considerando como fundamentales el análisis de detección de secuencias transgénicas de los acervos de semilla que utilizarán en el próximo ciclo agrícola (solventado por la UAM-Xochimilco, sin ningún costo para la comunidad) y la creación de un banco comunitario de semillas (elaborado con recursos económicos de la propia localidad).

La efectividad del esquema de bioseguridad propuesto en este estudio será comprobada con monitoreos futuros; sin embargo, es una potencial herramienta para preservar la diversidad del maíz criollo, contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, y fortalecer el empoderamiento de las comunidades agrícolas en materia de bioseguridad de maíz GM en todo el país.

Si bien este esquema está diseñado para aplicarse a una escala local con enfoque *bottom up*, es potencialmente utilizable para impactar en una escala nacional, ya que con las modificaciones correspondientes puede ser extrapolado a localidades con condiciones socioambientales similares a SAM. El esquema de bioseguridad comunitaria diseñado en esta investigación se presenta como un primer paso para hacer frente a la presencia de maíz GM en México.

Este trabajo pretende ser un aporte que fortalezca en los hechos y con base en un trabajo conjunto academia-agricultores, el marco jurídico-normativo-político mexicano de bioseguridad de maíz GM y las estrategias comunitarias de bioseguridad. Este aporte podría ser utilizado por el sector académico y organismos gubernamentales para coadyuvar a la bioseguridad de maíces criollos junto con acompañamientos de agricultoras y agricultores locales.

9. RECOMENDACIONES

El diseño de un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz GM a nivel local concluyó con el planteamiento de estrategias de bioseguridad, las cuales fueron propuestas por el equipo académico y discutidas por las y los agricultores. Se recomienda dar continuidad a este proyecto para corroborar la efectividad del esquema a partir de la implementación de las estrategias de bioseguridad. La continuidad puede partir del análisis de las semillas que serán utilizadas para el ciclo agrícola 2022-2023, así como con el desarrollo de modelos predictivos que permitan conocer la probabilidad de que haya transgenes en la comunidad por flujo de semilla o de polen. Dichos modelos con base estadística y de genética de poblaciones podrían ofrecer un planteamiento de mejores estrategias de bioseguridad. Para abundar en el planteamiento de nuevas estrategias, se podría incluir una red de intercambio de semillas que incluya información actual y de ciclos agrícolas anteriores.

Además del planteamiento e implementación de nuevas estrategias de bioseguridad de maíz GM, se sugiere continuar con el proyecto a través del fortalecimiento de los vínculos de confianza entre el grupo de investigación y los agricultores. Paralelamente, se recomienda dar acompañamiento informativo y técnico a la comunidad sobre bioseguridad de maíz GM y otras problemáticas agrícolas, se propone realizar un monitoreo nuevo para detectar la presencia de secuencias transgénicas y en caso de identificarlos, implementar un esfuerzo de restauración ambiental a nivel genético. Si la persistencia de los transgenes continúa en los lotes de maíz criollo de SAM se podría realizar un proyecto de disminución de alelos genéticamente modificados mediante cruza dirigidas y eliminación de plantas con presencia de transgenes, con el fin de regresar a los maíces criollos a su estado base, es decir sin “contaminación”.

10. REFERENCIAS

Acevedo, F., Huerta, E., y Burgeff, C. (2016). Capítulo 21. Biosafety and Environmental Releases of GM Crops in Mesoamerica: Context Does Matter. En: Lira, R. *et al.* (editores), *Ethnobotany of Mexico, Interactions of People and Plants in Mesoamerica*. ISBN: 978-1-4614-6669-7. DOI 10.1007/978-1-4614-6669-7.

Acosta, O. y Guerrero, F. (2007). Alimentos genéticamente modificados y alergenicidad. *Revista de la Facultad de Medicina*, 55(4): 251-269. ISSN 0120-0011. <https://www.redalyc.org/pdf/5763/576363923004.pdf> .

Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz. (2 de noviembre del 2012). Diario Oficial de la Federación. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5276453&fecha=02/11/2012 .

Agapito, S., López, F. R., Mallah, N., Abou, G., Trtikova, M., Nodari, R. O. y Wickson, F. (2017). Transgene flow in Mexican maize revisited: Socio-biological analysis across two contrasting farmer communities and seed management systems. *Ecology and Evolution* 7(22): 9461-9472. <https://doi.org/10.1002/ece3.3415>

Agredo-Berrio, M. (2015). Aportes de las redes de intercambio de semillas y el conocimiento tradicional a la conservación in situ de cultivares nativos en Cumbal, Nariño, Colombia. Universidad de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56182/41956734.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alatorre, G., Merçon, J., Rosell, J., A., Bueno I., Ayala-Orozco, B. y Lobato, A. (2018). Para construir lo común entre los diferentes. Guía para la colaboración intersectorial hacia la sustentabilidad. *Códice Servicios Editoriales*, 7, 5-63: ISBN 978-607-8445-47-9.

Álvarez-Buylla, E. (10 de abril de 2009). En: La importancia de proteger al maíz como un bien común. *Revista Digital Universitaria*, 10(4). ISSN 1607-6079. <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art18/art18.pdf>

Álvarez-Buylla, E. (2017). Diseño de un plan de monitoreo de secuencias transgénicas en sitios prioritarios y consolidación del laboratorio de referencia en análisis de OGM. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311144/Informe_final_Dise_o_Plan_de_Monitoreo_Laboratorio_referencia_OGM.pdf .

Álvarez-Buylla, E. (2018). Monitoreo de la presencia de secuencias transgénicas en cultivos de maíz en sitios prioritarios de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435261/INFORME_FINAL_OGM.pdf .

Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro-Nelson, A. (2009). Riesgos y peligros de la dispersión de maíz genéticamente modificado en México. *Ciencias*, 92-93: 82-96, ISSN: 0187-6376. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64412119014.pdf> .

Álvarez-Buylla, E. y Piñeyro-Nelson, A. (2013). El maíz en peligro ante los genéticamente modificados. Un análisis integral sobre el caso de México. Colección Debate y Reflexión. ISBN 978-607-02-4705-7. <http://bdic.iaa.unam.mx/files/original/80864c065c9bae9d62772b3eb2a630c9.pdf>

Anderson, F. (2018). Una Guía por la Soberanía Alimentaria. *Coordinación Europea Vía Campesina*. Bélgica. <https://viacampesina.org/en/wp-content/uploads/sites/2/2018/02/Food-Sovereignty-a-guide-ES-version-low-res.pdf> .

Aparisi, Á. (2004). Alimentos genéticamente modificados y derecho humano a la salud. *Cuadernos de bioética*, 15(53): 59-76. ISSN 1132-1989. https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/13404/1/aparisi_alimentos_trasgenicos_dcho_salud.pdf .

Aranda-Camacho, G., Valenzuela-Herrera, A., García-Rincón, D., y Almeida-Ospina, J. (2016). Efectos del glifosato sobre la salud humana. Universidad Libre Colombia. *Revista El Centauro*, 11(8), 71-86 pp. ISSN: 2027 – 1212. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/2473/1908> .

Avendaño-Gómez, A., Lira-Saade, R., Madrigal-Calle, B., García-Moya, E., Soto-Hernández, M., y Romo de Vivar-Romo, A. (2015). Manejo y síndromes de domesticación del capulín (*Prunus serotina* Ehrh ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh) en comunidades del estado de Tlaxcala. *Agrociencia*, 49(2). ISSN 2521-9766. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000200007

Ayala-Durán, C. y Dabdab-Waquil, P. (2020). Factores que influyen en la recomendación del uso de maíz criollo. Un estudio para extensionistas salvadoreños. *Trabajo y Sociedad*, 34(21), ISSN 1514-6871. <https://www.unse.edu.ar/trabajosociedad/34%20AYALA%20y%20DABDAB%20Extensionistas%20Maiz%20El%20Salvador4.pdf> .

Baltazar, B., Castro, L., Espinoza, A., de la Fuente, M., Garzón, J., González, J., Gutiérrez, M., Guzmán, J., Heredia, O., Horak, M., Madueño, J., Schapaugh, A., Stojšin, D., Uribe, H., y Zavala, F. (2015). Pollen-Mediated Gene Flow in Maize: Implications for Isolation Requirements and Coexistence in Mexico, the Center of Origin of Maize. *PloS One*, 10(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0131549 .

Ban, N., Mills, M., Tam, J., Hicks, C., Klain, S., Stoeckl, N., Bottrill, M., Levine, J., Pressey, R., Satterfield, T. y Chan, K. (2013). Un enfoque socioecológico para la planificación de la

conservación: incorporando consideraciones sociales. *Frontiers in Ecology and Environment*, 11(4): 194–202, <https://doi.org/10.1890/110205> .

Barkin (2002). EL maíz: la persistencia de una cultura en México. *Agricultura y mercados nacionales en América Latina*, 40: 19-32. <https://doi.org/10.4000/cal.6810> .

Baronnet, B., Merçon, J., y Alatorre-Frenk, G. (2018). Educación para interculturalidad y la sustentabilidad: Aportaciones reflexivas a la acción. Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa y Universidad Autónoma Indígena de México. ISBN 978-987-3990-31-1. https://www.uv.mx/meis/files/2020/04/Educacion-para-la-interculturalidad-y-la-sustentabilidad_libro.pdf .

Barrios, L. y Jiménez, E. En (Eds): Ramírez P., Ortega, R., López, A., Castillo, C., Livera, M., Rincón, F. y Zavala, F. (2000). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México. ISBN 968-839-219-7. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/317882/Informe_Nacional_RFAA_2000.pdf .

Bellon, M., Mastretta-Yanes, A., Ponce-Mendoza, A., Ortiz-Santamaría, D., Oliveros-Galindo, O., Perales, H., Acevedo, F., y Sarukán, J. (2018). Evolutionary and food supply implications of ongoing maize domestication by Mexican campesinos. *Proceedings Royal Society Biological Science*, 285(1885): 48-57. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1049> .

Bellon, M. y Berthaud, J. (2004). Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico: the importance of farmer's behavior. *Plant Physiology* 134(3): 883-888. <https://doi.org/10.1104/pp.103.038331> .

Bellon, M. y van Etten, J. (2013). En (Eds.): Jackson, M., Ford-Lloyd, B. y Parry, M. Climate change and on-farm conservation of crop landraces in centres of diversity, En: *Plant Genetic Resources and Climate Change*: 137-150. <https://doi.org/10.1079/9781780641973.0137> .

Berkes, F., Colding, J, y Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10(5): 1251–1262. <https://doi.org/10.2307/2641280> .

Bernstein, J., Bernstein, I., Bucchini, L., Goldman, L., Hamilton, R., Lehrer, S., Rubin, C., y Sampson, H. 2003. Clinical and laboratory investigation of allergy to genetically modified foods. *Environ Health Perspect*, 111(8): 1114-21. <https://doi.org/10.1289/ehp.5811> .

Boily, M., Sarrasín, B., C., Aras, F. y Chagnon, M. (2013). Acetilcolinesterasa en abejas melíferas (*Apis mellifera*) expuestas a neonicotinoides, atrazina y glifosato: experimentos de laboratorio y de campo. *Investigación en Ciencias Ambientales y Contaminación*, 20: 5603–5614. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1568-2> .

Bravo, A., Gillb, S., y Soberón, N. (2007). Modo de acción de las toxinas Cry y Cyt de *Bacillus thuringiensis* y su potencial para el control de insectos. *Toxicón*, 49(4): 423-435. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2006.11.022> .

Bruford, M., Davies, N., Dulloo, M., Faith, D., y Walters, M. (2017). En (Eds.): Walters, M. y Scholes, R., Monitoring changes in genetic diversity, En: *The Geo Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Springer International Publishing: 107–128. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27288-7_5 .

Cababié, J., Bonicatto, M., y Abbona, E. (2015). Semillas y saberes de los agricultores familiares. ¿Cuál es el rol de las ferias de intercambio en su reproducción y conservación?. *Revista de la Facultad de Agronomía La Plata*. 1(114): 122-128. <https://core.ac.uk/download/pdf/301065844.pdf> .

Campbell, A., A. y Katona, G. (2008). Capítulo 1: La encuesta por muestreo una técnica de investigación para las ciencias sociales. En: Festinger, L. y Katz, D., *Los métodos de investigación en las ciencias sociales*. Editorial Paidós. ISBN: 968-853-061-1. http://132.248.234.73/pluginfile.php/4977/mod_resource/content/2/Campbell%20y%20Katona%20Encuesta%20x%20muestreo%20En%20Festinger%20Katz%20Metodos%20investig%20ciencias%20sociales.pdf .

Casanova-Pérez, L., Martínez-Dávila, J., López-Ortiz, S. y Rosales-Martínez, V. (2019). Mercantilización del maíz en un contexto político y de cambio climático en el trópico subhúmedo mexicano. *Cuadernos De Desarrollo Rural*, 16(83). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr16-83.mmcp> .

Castillo-Nonato, J. (2016). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso, Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(2), https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000200217 .

Caribe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2017). Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. <https://observatoriop10.cepal.org/es/infografias/principio-10-la-declaracion-rio-medio-ambiente-desarrollo> .

Carreón-Herrera, N., López-Sánchez, H., Gil-Muñoz, A., López, P., Gutiérrez-Espinosa, M., y Valadez-Moctezuma, E. (2011). Flujo génico entre maíces comercializados por Diconsa y poblaciones nativas en la Mixteca Poblana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(6): 939-953. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263121473011.pdf> .

Casas, A., Torres, I., Delgado-Lemusa, A., Rangel-Landa, S., Ilsley, C., Torres-Guevara, J., Cruz, A., Parra, F., Moreno-Calle, A., Camou, A., Castillo, A., Ayala-Orozco, B., Blancase, J., Vallejo, M., Solís, L., Bullena, A., Ortiz, T., y Farfán, B. (2017). Ciencia para la sustentabilidad:

investigación, educación y procesos participativos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88: 113-128. ISSN 2007-8706 <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.003> .

Chauvet, M. y Lazos, E. (2014). El maíz genéticamente modificado en Sinaloa: ¿tecnología inapropiada, obsoleta o de vanguardia? Implicaciones socioeconómicas de la posible siembra comercial. *Sociológica*, 29(82): 7-44. <https://www.redalyc.org/pdf/3050/305031707002.pdf> .

Cleveland, D., Soleri, D., Aragón-Cuevas, F., Crossa, J. y Gepts, P. (2006). Detección de flujo de (trans)genes a variedades locales en centros de origen de cultivos: lecciones del caso del maíz en México. *Environmental Biosafety Research*, 4(4): 197-208. <https://doi.org/10.1051/ebr:2006006> .

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2016). Programa de Conservación de Maíz Criollo en México. México. www.conanp.gob.mx/maiz_criollo/maiz%20final.pdf .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s/f), Guía Práctica para la Descripción Preliminar de Colectas de Maíz de la CONABIO, Proyecto: Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Proyecto Global de Maíces Nativos. <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/GuiaPracticaMaiz.pdf> .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México. En: Proyecto Global de Maíces Nativos. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/maices/razas2012.html> .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). Diversidad genética. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/divgenetica> .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2021). Convenio de Diversidad Biológica. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/> .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2021). Niveles de bioseguridad. México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/bioseguridad> .

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2011). Proyecto Global de Maíces Nativos. México. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices> .

Comisión para la Cooperación Ambiental (2004). Maíz y biodiversidad: efectos del maíz genéticamente modificado en México. Environmental choice. ISBN 2-923358-01-5.

<http://www3.cec.org/islandora/es/item/2152-maize-and-biodiversity-effects-transgenic-maize-in-mexico-key-findings-and-es.pdf> .

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2022). El glifosato y sus efectos nocivos en la salud y el ambiente. México.

<https://conacyt.mx/videos/el-glifosato-y-sus-efectos-nocivos-en-la-salud-y-el-ambiente/#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20al%20glifosato%20se,para%20la%20Investigaci%C3%B3n%20del%20C%C3%A1ncer>.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Arts. 4 y 27. (5 de febrero de 1917, última reforma en 2021). México.

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf> .

Danner, N., Hartel, S., y Steffan-Dewenter, I. (2014). Recolección de polen de maíz por las abejas melíferas en relación con el área de cultivo y el contexto del paisaje. *Ecología Básica y Aplicada*, 15(8): 677-684. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2014.08.010> .

Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado. (13 de febrero de 2023). Diario Oficial de la Federación. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679405&fecha=13/02/2023#gsc.tab=0 .

Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. (31 de diciembre de 2020). Diario Oficial de la Federación. México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020 .

Delgado-Valerio, P., Ramón-Amador A., Piñeyro-Nelson, A., Álvarez-Buylla, R., Ayala-Angulo, M., Molina-Sánchez, A. (2022). Presencia de secuencias transgénicas en masa para tortillas de poblados urbanos y rurales de la Meseta Purépecha, Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(3): 283-292. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.3.283> .

De Viana, M., Morandini, N., Giamminola, E., y Díaz, R. (2011). Conservación *ex situ*: un banco de germoplasma de especies nativas. *Lhawet*, 1(1): 35-41. http://eprints.natura.unsa.edu.ar/627/1/deViana_Consejacion_ex_situ.pdf .

Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial (DIEES). (2016). Panorama agroalimentario Maíz, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf .

Doebley, J. (2004). The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics*, 38: 37–59. <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.38.072902.092425> .

Dyer, G., Serratos-Hernández, J., Perales, H., Gepts, P., Piñeyro-Nelson, A., Chávez, A. Salinas-Arreortua, Yúñez-Naude, A., Taylor, J. y Álvarez-Buylla, E. (2009). Dispersal of secuencias transgénicas through maize seed systems in Mexico. *PLoS One*, 4(5): e5734. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005734> .

Ellstrand, N., Garner, L., Hegde, S., Guadagnuolo, R., y Blancas, L. (2007). Spontaneous hybridization between maize and teosinte. *Journal of Heredity*, 98(2): 183-187. <https://doi.org/10.1093/jhered/esm002> .

Enciso, A. (8 de febrero de 2022). México, primer importador de maíz en el mundo: CNA. *La Jornada*. México. <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/02/08/economia/mexico-primer-importador-de-maiz-en-el-mundo-cna/> .

Enciso, A. (8 de febrero de 2007). Monsanto demanda a campesinos de EU por uso de semillas transgénicas. *La Jornada*. México. <https://www.jornada.com.mx/2007/02/08/index.php?section=sociedad&article=047n1so> .

Esquivel, G., Castillo, F., Hernández-Casillas, J., Santacruz, A., García de los Santos, G., Acosta, J., y Ramírez, A. (2011). Heterosis en maíz del Altiplano de México con diferente grado de divergencia genética. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(3): 331-344. ISSN: 2007-0934. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263119714003> .

Estrada, L. (1989). El código florentino: su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 399 pp.

Fernandes, G., Silva, A., Maronhas, M., Santos, A., Lima, P. (2022). Transgene Flow: Challenges to the On-Farm Conservation of Maize Landraces in the Brazilian Semi-Arid Region. *Plants*, 11(5), 603. <https://doi.org/10.3390/plants11050603> .

Fernández, M., Da Silva, A. y Martínez, C. (2012). Análisis de transgénesis mediante PCR de 20 harinas de maíz (polentas) que se encuentran a la venta en el mercado uruguayo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 13(1): 92-104. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81324433012.pdf> .

Fernández, R., Morales, L. y Gálvez, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: una revisión indispensable. *Revista de Fitotecnia Mexicana* 36(3-A): 275-283. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61029263004> .

Fernández-Suárez, R., Morales, L. y Gálvez, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 86.

ISSN 0187-7380. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004 .

Nyeléni. (2007). Foro para la Soberanía Alimentaria. Malí. https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyelni_SP.pdf .

Foyer, J. y Bonneuil, C. (2015). La bioseguridad mexicana: “una actuación de seriedad”. *Revista Mexicana de Sociología*, 77(1): 37-68. <https://www.redalyc.org/pdf/321/32136864003.pdf> .

García, A. y Toscana, A. (2017). Presencia de maíz genéticamente modificado en la Sierra Norte de Oaxaca. Un estudio desde la mirada de las comunidades. *Sociedad y Ambiente*, (12): 119-144. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i12.1744> .

Gavin, M., McCarter, J., Mead, A., Berkes, F., Stepp, J., Peterson, D., y Tang, R. (2015) Defining biocultural approaches to conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, (30)3: 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.12.005> .

Gaytán-Bautista, R., Martínez-Gómez, I., Mayek-Pérez, N. (2009). Rendimiento de grano y forraje en híbridos de maíz y su generación avanzada F₂. *Agricultura Técnica en México*, 35(3): 295-304. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300006 .

Ghiso, A. (1999). Acercamientos: el taller en procesos de investigación interactivos. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 5(9): 141-153. <https://www.redalyc.org/pdf/316/31600907.pdf> .

González, A. y Ávila, F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos* 27(75): 215-237. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952014000200011#:~:text=Estados%20Unidos%20no%20clasifica%20su,ma%C3%ADz%20transg%C3%A9nico%20para%20siembra%20comercial .

González-Ortega, E., Piñeyro-Nelson, A., Gómez-Hernández, E., Monterrubio-Vázquez, E., Arleo, M., Dávila-Velderrain, J., Martínez-Debat, C. y Álvarez-Buylla, E. (2017). Pervasive presence of secuencias transgénicas and glyphosate in maize-derived food in Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 41(9-10): 1146-1161. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1372841> .

GRAIN .(2015). UPOV91 y otras leyes de semillas: Guía básica acerca de cómo las empresas intentan controlar y monopolizar las semillas. <https://www.grain.org/article/entries/5315-upov-91-yotras-leyes-de-semillas-guia-basica-acerca-de-como-empresas-intentan-controlar-y-monopolizarlas-semillas> .

Grasso, L. (2016). Encuestas: Elementos para su diseño y análisis. Encuentro Grupo Editor. Argentina. ISBN: 978-987-220-223-8.

[http://132.248.234.73/pluginfile.php/4978/mod_resource/content/1/Grasso16 Encuesta s.pdf](http://132.248.234.73/pluginfile.php/4978/mod_resource/content/1/Grasso16_Encuesta_s.pdf) .

Hamui-Sotton, A. y Valera-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en Educación Médica*, (22)5: 55-60. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72683-8](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72683-8) .

Hansen-Jesse, L. y Obrycki, J. (2000) Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly. *Oecologia*, 125: 241–248. <https://doi.org/10.1007/s004420000502> .

Instituto de Ecología (INECOL). (s/f). Un banco vivo de semillas. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1589-un-banco-vivo-de-semillas> .

Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana de Oaxaca. (2016). Oportunidades para Oaxaca en 2016, <https://www.ieepco.org.mx/articulos-opinion/oportunidades-para-oaxaca-en-2016> .

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). México en cifras: San Agustín Montelobos, Santa María Chachoápam, Oaxaca (204040002), <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/#collapse-Resumen> .

Kates, R., Clark, W., Corell, R., Hall, J., Jaeger, C., Lowe, I., McCarthy J., Schellnhuber H., Bolin, B., Dickson, N., Faucheux, S., Gallopin, G., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N., Kasperson, R., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore III, B., O'Riordan, T., y Svedin, U. (2001). Sustainability Science. *Science*, 292(5517): 641-642. <https://www.jstor.org/stable/3083523> .

Kato T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, A., y Bye, R. (2009). Origen y Diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. ISBN 978-607-02-0684-9. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20220704124001> .

Kohli, A., Griffiths, S., Palacios, N., Twyman, R.M., Vain, P., Laurie, D.A., y Christou, P. (1999). Molecular characterization of transforming plasmid rearrangements in transgenic rice reveals a recombination hotspot in the CaMV 35S promoter and confirms the predominance of microhomology mediated recombination. *The Plant Journal*, 17: 591-601. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1999.00399.x> .

Larson, J. (2001). Genéticamente modificados: ciencia y ciudadanía. *Biodiversitas*, 6(34): 1-7. <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv34art1.pdf> .

La Vía Campesina. (2003). ¿Qué es la soberanía alimentaria?. Movimiento Campesino Internacional. <https://viacampesina.org/es/que-es-la-soberania-alimentaria/> .

Lazos-Chavero, E. (2012). Riesgos en la introducción de maíz genéticamente modificado: Discurso y controversia. En Mauricio Sánchez y Elena Lazos (coord.). Riesgos socioambientales en México. México, CIESAS, pp. 79-106.

Lazos-Chavero, E. (16 de julio de 2020). En: Advierten sobre amenazas al campo mexicano. *Boletín UNAM Dirección General de Comunicación Social-597*. [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_597.html#:~:text=Deforestaci%C3%B3n%2C%20erosi%C3%B3n%20de%20suelos%2C%20cambio,\(IIS\)%20de%20la%20UNAM](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_597.html#:~:text=Deforestaci%C3%B3n%2C%20erosi%C3%B3n%20de%20suelos%2C%20cambio,(IIS)%20de%20la%20UNAM).

Lazos-Chavero, E. y Jiménez-Moreno, M. (2022). Vulnerabilidades rurales a partir del envejecimiento entre nahuas del sur de Veracruz. *Trace*, 81: 132-161. <https://doi.org/10.22134/trace.81.2022.803> .

Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente modificados. (18 de marzo de 2005, modificada el 11 de mayo de 2022). Diario Oficial de la Federación. México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf> .

Ley Federal para el Fomento y Protección de Maíz Nativo de 2020. (13 de abril de 2020). Diario Oficial de la Federación. México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFFPMN_130420.pdf .

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (28 de enero de 1988, última reforma en 2022). Diario Oficial de la Federación. México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf> .

Llamas-Guzmán, L., Lazos-Chavero, E., Perales, H., y Casas, A. (2022). Seed Exchange Networks of Native Maize, Beans, and Squash in San Juan Ixtenco and San Luis Huamantla, Tlaxcala, Mexico. *Sustainability*, 14(7): 3779. <https://doi.org/10.3390/su14073779> .

Lobo, M. y Medina, C. (2009). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 10(1): 33-42. <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945026003.pdf> .

López-Martínez, M. (2022). Demanda Colectiva Maíz: ejemplo de resistencia y dignidad. *La Jornada del campo* (174). México. <https://www.jornada.com.mx/2022/03/19/delcampo/articulos/demanda-colectiva-maiz.html> .

MacRobert, J., Setimela, P., Gethi, J. y Worku, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf> .

Massieu, Y. (2006). México y su necesaria Ley de Bioseguridad: intereses económico-políticos y movimiento social. *Estudios sociales*, 14(27): 57-91. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572006000100003 .

Magdaleno-Hernández, E., Mejía-Contreras, A., Martínez-Saldaña, T., Jiménez-Velazquez, M., Sanchez-Escudero, J., y García-Cué, J. (2016). *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 13(3): 437-447. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v13n3/1870-5472-asd-13-03-00437.pdf> .

Maghari, B., y Ardekani, A. (2011). Genetically modified foods and social concerns. *Avicenna Journal of Medical Biotechnology*, 3 (3):109-17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23408723/> .

McLean-Rodríguez, D., Camacho-Villa, T., Almekinders, C., Enrico. M., Dell'Acqua, M., y Costich, D. (2019). The abandonment of maize landraces over the last 50 years in Morelos, Mexico: a tracing study using a multi-level perspective. *Agriculture and Human Values*, 36: 651–668. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09932-3> .

Merçon, J. (2021). Investigación transdisciplinaria e investigación-acción participativa. Conocimiento y acción para la transformación. CopIt-arXives y Red Temática de Socioecosistemas y Sustentabilidad, Conacyt. <http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/SC0008ES/SC0008ES.pdf> .

Merçon, J., Rosell, J., A., Ayala-Orozco, B., Bueno, I., Lobato, A. y Alatorre Frenk, G. (2018). Introducción Colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad en México: principales retos y estrategias. En (Eds.): Merçon, J., Ayala-Orozco, B., y Rosell, J., En: *Experiencias de colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad* (pp. 17-48). CopIt-arXives y Red Temática de Socioecosistemas y Sustentabilidad, Conacyt. http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/SC0007ES/SC0007ES_noportada.pdf .

Merçon, J. y Alatorre-Frank, G. (2014). La investigación acción participativa que queremos Co-construyendo caminos de pensamiento y acción. *Decisio*: 49-54. https://www.crefal.org/decisio/images/pdf/decisio_38/decisio38_saber10.pdf .

Miguel-Velasco, A., López-Villanueva, M., Moreno-Avendaño, J., Pérez-Pérez, M. (2017). Análisis del impacto de las pequeñas y medianas ciudades en el cambio climático. El caso de Oaxaca, México 2000-2015. *Sociedad y ambiente*, 14: 99-118. ISSN 2007-6576. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i14.1769> .

Miller, T. R. (2013). Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustainability Science*, 8: 279–293. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0180-6>.

Mora, E. (2017). Diagnóstico del movimiento comercial del maíz y de las relaciones económicas y culturales-simbólicas para la siembra del maíz criollo en la villa de Zaachila, Oaxaca: Un enfoque desde las familias campesinas. [Máster Oficial en Agroecología: un enfoque para la Sustentabilidad Rural, Universidad Internacional de Andalucía]. ISBN: 978-84-7993-600-6.

Morton, J. (2007) citado en Prieto *et al.* (2013). Evaluación de la sostenibilidad de la agricultura de subsistencia en San José de Cusmapa, Nicaragua. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 236: 171-197. [https://oa.upm.es/23050/1/INVE MEM 2013 157408.pdf](https://oa.upm.es/23050/1/INVE_MEM_2013_157408.pdf).

Motta, E., Raymann, K., y Moran, N. (2018). El glifosato perturba la microbiota intestinal de las abejas melíferas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(41): 10305-10310. <https://doi.org/10.1073/pnas.180388011>.

Moreno-Calles, A., Toledo, V., y Casas, A. (2013). Los sistemas agroforestales de México: Una aproximación biocultural. *Botanical Science*, 91 (4). ISSN: 2007-4476. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982013000400001

Munier, N. (2005). Introduction to Sustainability-Road to better future. Países Bajos: Springer.

National Human Genome Research Institute. (2023). Plásmido. Estados Unidos. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Plasmido>.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014. (30 de diciembre de 2014). Diario Oficial de la Federación. México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5377692&fecha=30/12/2014#gsc.tab=0.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SAG-BIO/SEMARNAT-2017. (30 de diciembre de 2018). México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5542425&fecha=30/10/2018#gsc.tab=0.

Norma Oficial Mexicana NOM-164-SEMARNAT/SAGARPA-2013. (3 de enero de 2014). México. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328792&fecha=03/01/2014#gsc.tab=0.

Olivera, A. (29 de septiembre de 2020). Sierra Norte y Mixteca registran contaminación de maíz genéticamente modificado. *Quadratin Oaxaca*. <https://oaxaca.quadratin.com.mx/sierra-norte-y-mixteca-registran-contaminacion-de-maiz-transgenico/> .

Organización de las Naciones Unidas – HABITAT y Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2019). Guía Metodológica: Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres. Un paso a paso desde la identificación de riesgos hasta la reconstrucción. *Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat) y Gobierno de México*. ISBN: 978-92-1-132849-3. <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-EMGIRDE.pdf> .

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s/f). Cambio climático y seguridad alimentaria. <https://www.fao.org/climatechange/16615-05a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf> .

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s/f). Perfil para el cambio climático. <https://www.fao.org/3/i1323s/i1323s.pdf> .

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/tratado_recurso_fitogeneticos_sp.pdf .

Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2015). Preguntas y respuestas sobre el uso de diazinón, malatión y glifosato. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11393:questions-and-answers-on-the-use-of-diazinon-malathion-and-glyphosate&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0 .

Ortega-Gaucin, D. (2018). Medidas para afrontar la sequía en México: Una visión retrospectiva. *Revista de El Colegio de San Luis*, 8(25): 77-105. <https://revista.colsan.edu.mx/index.php/COLSAN/article/view/743/pdf> .

Perales, H., Brush, S., y Qualset, C. (2003). Dynamic management of maize landraces in central Mexico. *Economic Botany*, 57(1): 21-34. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0021:DMOMLI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0021:DMOMLI]2.0.CO;2) .

Perales, H. y Golicher, D. (2011). Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad y de provincias bioculturales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/Informe_completo_apendices.pdf.

Pérez-Pérez, J., Silveria, L., y Olgúin, M. (2011). Feria de Intercambio de Saberes: semillas, animales y herramientas de trabajo K'eex ne'ek oób balchee'ob yetel u nukulil meyaj. *Revista de Geografía Agrícola*, 46-47: 29-48. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75729625004.pdf>.

Piñeyro-Nelson, A., Van Heerwaarden, J., Perales, H., Serratos-Hernández, J., Rangel, A., Hufford, M., Gepts, P., Garay-Arroyo, Rivera-Bustamente, R., Álvarez-Buylla, E. (2009). Secuencias transgénicas in Mexican maize: molecular evidence and methodological considerations for GMO detection in landrace populations. *Molecular Ecology*, 18(4): 750-761. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03993.x>.

Poma, A. (2019). El papel de las emociones en la defensa del medioambiente: Un enfoque sociológico. *Revista de Sociología*, 34(1): 43-60. doi: 10.5354/0719-529X.2019.54269.

Poma, A. (2020). Una aproximación al uso de diferentes técnicas cualitativas para estudiar la percepción y la respuesta al cambio climático. En (Ed.): López, M., En: Perspectivas contemporáneas de la investigación en ciencias sociales (pp. 158). Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Investigaciones Sociales. ISBN 9786073034708.

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2020). ISBN: 92-807-1924-6. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/cartagena-protocol-es_tcm30-188686.pdf.

Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica (2011). ISBN: 92-9225-310-7. <https://conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/nagoya-protocol-es.pdf>.

Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2021). ISBN: 92-9225-328-X. https://conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/protocolosuplement_sp.pdf.

Quevedo, D., Cervantes, J., Noriero, L., y Zepeda, J. (2017). Maíz: sustento de vida en la cultura Teenek. Comunidad Tamaletom, Tancanhuitz, S.L.P. México. *Revista de Geografía Agrícola* 58: 5-19. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2017.58.002>.

Quist, D. y Chapela, I. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414: 541-543. <https://www.nature.com/articles/35107068> .

Ramírez-López, A., Beuchetl, T., y Velasco-Misael, M. (2013). Factores de adopción y abandono del sistema de agricultura de conservación en los valles altos de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(2). ISSN 1870-5472. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000200004 .

Ranum, P., Peña-Rosas, J., y Garcia-Casal, M. (2014). Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312: 105-112. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24650320/> .

Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente modificados. (19 de marzo de 2008), México. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LBOGM.pdf .

Rendón-Aguilar, B., Bravo-Avileza, D., y Rocha-Munivea, M. (2019). Dinámica temporal de secuencias transgénicas detectados en variedades nativas de maíz en su centro de origen. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2653> .

Risler, J. y Ares, P. (2013). Manual de mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa. Tinta Limón. Buenos Aires.

Rojas-Barrera, I., Weiger, A., Sánchez-González, J., Owens, G., Rieseberge, L., y Piñero, D. (2019). Contemporary evolution of maize landraces and their wild relatives influenced by gene flow with modern maize varieties. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(42): 21302-21311. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817664116> .

Ruiz-Toledo, J. y Sánchez-Guillén, D. (2014). Efecto de la concentración de glifosato presente en cuerpos de agua cercanos a campos de soya transgénica sobre la abeja *Apis mellifera* y la abeja sin aguijón *Tetragonisca angustul*. *Acta Zoológica Mexicana*, 30(2): 408-413. ISSN 0065 1737. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v30n2/v30n2a14.pdf> .

San Vicente-Tello, A. (19 de marzo de 2022). La historia del movimiento en defensa del maíz. En: Maíz Vs. Monsanto. *La Jornada del campo* (174). México. <https://conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/delcampo174.pdf> .

San Vicente-Tello, A., y Morales-Hernández, J. (2015). La demanda colectiva contra la siembra de maíz genéticamente modificado: ciudadanía y soberanía alimentaria. *Revista Análisis Plural*, 171-184. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2816472> .

Saxena, D., y Stotzky, G. (2001). Bt corn has a higher lignin content than non-bt corn. *American Journal of Botany*, 88(9): 1704 -1706. <https://doi.org/10.2307/3558416> .

Scott, P. y Polak, L. (2005). Transgenic maize. *Starch*, 57(5): 187-195. <https://doi.org/10.1002/star.200400396> .

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2014). Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-2-estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacion-rural-en-mexico.pdf> .

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2018). Programa de Apoyos a Pequeños Productores en su Componente Programa de Apoyos para Productores de Maíz y Frijol (PIMAF). México. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/incentivos-para-pequenos-productores-de-maiz-y-frijol-pimaf/SADER2333> .

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2020). Maíz el cultivo de México. México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-el-cultivo-de-mexico> .

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2021). La riqueza de México es el maíz. México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-riqueza-de-mexico-es-el-maiz> .

Secretaría de Cultura. (2018). Feria de la agrobiodiversidad. México. https://www.cultura.gob.mx/estados/saladeprensa_detalle.php?id=43578 .

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2020). Por qué decir NO al glifosato. México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/por-que-decir-no-al-glifosato?idiom=es> .

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2021). Acuerdo de Escazú. Acciones de implementación en el Sector Ambiental. México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/el-acuerdo-de-escazu> .

Serratos, J., Castillo, F., y Willcox, M. (1997). Gene flow among maize landraces, improved maize varieties, and teosinte: implications for Transgenic Maize. INIFAP, CIMMYT, y CNBA. México. <https://books.google.com.mx/books?id=qGVIMII0daoC&pg=PR1&lpg=PR1&dq=willcox+fernando+castillo+maize&source=bl&ots=SjH4AhXLed&sig=ACfU3U2Nb1o3JvgkQCSaQg6wXW3Ltb9QkQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewjz7T8kYnnAhUBc60KHU3rBT0Q6AEwAXoECAkQAQ#v=onepage&q=willcox%20fernando%20castillo%20maize&f=false> .

Servicio de información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2019). Producción Agrícola. México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119> .

Servicio de información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2021). Anuario estadístico de la producción agrícola. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> .

Servicio de información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2022). Panorama agroalimentario 2022. México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035> .

Servicios para una Educación Alternativa A.C. (17 de noviembre de 2012). Rechazan la introducción de maíz genéticamente modificado en la Mixteca. (EDUCA). <https://www.educaoxaca.org/rechazan-la-introduccion-de-maiz-transgenico-en-la-mixteca/> .

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2020). Los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/que-son-los-recursos-fitogeneticos-para-la-alimentacion-y-la-agricultura> .

Singh, M., Aparna, P., Kushaldeep, K., Paramita, y Gurinderjit, R. (2022). Development and utilization of analytical methods for rapid GM detection in processed food products: A case study for regulatory requirement. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1687192/v1> .

Smith, J. S., D. E. Costich y C. Gardner. (2017). Ensuring the genetic diversity of maize and its wild relatives. *Achieving sustainable cultivation of maize, 1*: 3-50. https://www.researchgate.net/publication/318251418_Ensuring_the_genetic_diversity_of_maize_and_its_wild_relatives .

Soleri, Daniela, David Cleveland y Flavio Aragón Cuevas (2006). “Cultivos genéticamente modificados y diversidad varietal de cultivos: el caso del maíz en México”. *Biociencia, 56* (6): 503-513. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[503:TCACVD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[503:TCACVD]2.0.CO;2) .

Spangerberg, J. (2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation, 38*(3): 275–2879. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000270> .

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2020). Contenido y alcance del derecho humano a un medio ambiente sano. *Cuadernos de Jurisprudencia, (3)*: 1-187. https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/sites/default/files/publication/documents/2020-07/CONTENIDO%20Y%20ALCANCE%20DEL%20DH%20A%20UN%20MEDIO%20AMBIENTE%20SANO_VERSION%20FINAL_10%20DE%20JULIO_0.pdf .

Tapella, E. (2007). El mapeo de Actores Claves, documento de trabajo del proyecto “Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario”. Universidad Nacional de

Córdoba, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI). <https://planificacionsocialunsj.files.wordpress.com/2011/09/guc3a9-es-el-mapeo-de-actores-tapella1.pdf> .

Tapia-Hernández, A. (En revisión). Saberes contemporáneos de los sistemas milpa en el cañón del Usumacinta, México. Proyecto de Capacidad Adaptativa de la Agricultura Campesina (UDG-PTC-1592) y a las Familias indígenas y mestizas del Cañón del Usumacinta. El Colegio de la Frontera Sur.

Tapia-Hernández, A., Aldasoro-Maya, E., Rodríguez-Robles, U., Córdoba-Landero, E., Chable-Pérez, C., Vides-Borrel, E., Piñeyro-Nelson, A., Ayala-Angulo, M. (En revisión). Reapropiación y defensa de maíces criollos ante híbridos genéticamente modificados en el Cañón del Usumacinta, Tabasco: Un abordaje transdisciplinario. *Nova Scientia*.

Torres-Mazuera, G. y Vides, E. (9 de mayo de 2022). Ciencia ciudadana: democratizar la bioseguridad en México. *Nexos*. <https://medioambiente.nexos.com.mx/ciencia-ciudadana-democratizar-la-bioseguridad-en-mexico/>.

Trejo-Pastor, V., Espinosa-Calderón, A., del Carmen Mendoza-Castillo, M., Kato-Yamakake, T. Á., Morales-Floriano, M. L., Tadeo-Robledo, M., & Wegier, A. (2021). Grano de maíz comercializado en México como potencial dispersor de eventos genéticamente modificados. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(2): 251-251. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/44-2/13a.pdf> .

Ureta, C., González-Salazar, C., González, E., Álvarez-Buylla, E., y Martínez-Meyer, E. (2013). Los factores ambientales y sociales explican la riqueza y distribución del maíz mexicano: un enfoque de minería de datos. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 179: 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.06.017> .

Ureta, C., González, J., Piñeyro-Nelson, A., Couturier, S., González-Ortega, E., y Álvarez-Buylla, E. (2023). A data mining approach gives insights of causes related to the ongoing transgene presence in Mexican native maize populations. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(2): 188-211. <https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2146252> .

Vilches, A. y Gil, D. (2015). Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas?. *Revista Iberoamericana de Educación*, 6(1): 36-60. ISSN: 1022-6508. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/7025.pdf> .

Vilches, A. y Gil, D. (2016). La Ciencia de la Sostenibilidad: una necesaria revolución científica. *Ciencia y Educación Bauru*, 22(1): 1-6. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010001> .

Yadava, P., Abhishek, A., Singh, R., Singh, I., Kaul, T., Pattanayak, A., y Agrawal, P. (2017). Avances en Tecnologías de Transformación de Maíz y Desarrollo de Maíz Genéticamente modificado. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1949. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01949> .

Yáñez, P., Rébola, R., y Suárez, E. (2019). Procesos y Metodologías participativas: Reflexiones y Experiencias para la transformación social. CLACSO y UDELAR. ISBN: 978-9974-93-184-8.

http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20190318060039/Procesos_y_metodologias.pdf

Yao, Q., K. Yang, G. Pan, T. Rong. (2007). Genetic diversity of maize (*Zea mays* L.) landraces from Southwest China based on SSR data. *Journal Genetics and Genomics*, 34(9): 851-860.

[https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(07\)60096-4](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60096-4) .

Zepeda-Gil, R., Huerta-Pineda, A., Sánchez-Correa, M., y Sánchez-Ramírez, M. (2018). La vulnerabilidad de México ante el cambio climático: Una revisión del Sistema Nacional de Protección Civil. Senado de la República e Instituto Belisario Domínguez. México. ISBN 978-607-8620-05-0.

<http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4108/Cuaderno%20INAPROC%20FinalWeb%20sencillas%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .

Zepeda-Gil, R. (6 de junio de 2022). Las predicciones para México en los últimos reportes de cambio climático. *Nexos*. <https://medioambiente.nexos.com.mx/las-predicciones-para-mexico-en-los-ultimos-reportes-de-cambio-climatico/> .

Zizumbo, D. (1985). Estrategias agrícolas tradicionales para el aprovechamiento del agua de lluvia durante el temporal (Caso de Yuriria, Guanajuato, México). Colegio de Postgraduados,

<https://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000020217> .

Zolla, L., Rinalducci, S., Antonioli, P., y Riguetti, P. (2008). Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modifications. *Journal of Proteome Research*, 7: 1850-1861.

<https://doi.org/10.1021/pr0705082> .

11. ANEXOS

11.1 Anexo 1. Herramientas del marco jurídico-normativo-político en materia de bioseguridad de OGMs.

➤ *Legislación a nivel nacional* (en orden cronológico):

- Artículo 4 - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

El artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se relaciona indirectamente con los problemas y los riesgos de la presencia de OGMs. El párrafo quinto de este artículo señala que: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley” (CPEUM, modificación 2021). Este derecho humano es violado en nuestra sociedad mexicana, ya que la presencia de trazas de glifosato en alimentos industrializados derivados de maíz GM es nociva para la salud humana. Paralelamente, este derecho sería violado al liberar maíz GM en el país si a) existen daños a la salud originados directamente por los transgenes, y b) si la presencia de transgenes afecta en la genómica y/o fisiología de los maíces criollos y sus parientes silvestres. En caso de que se comprueben los daños mencionados, las empresas dueñas del maíz GM deberán remediarlos.

Para gozar de este derecho es necesario proteger los recursos naturales de México, entre los cuales se encuentran los sitios donde se cultiva maíz criollo, y que al reconocerlo se nieguen todos los permisos que se soliciten (San Vicente-Tello, 2022). La medida precautoria fue concedida en 2013, por lo que la aplicación del principio precautorio es una alternativa ante la baja eficacia de la aplicación del MJNPMMB de OGMs.

- Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

El artículo 27 de nuestra Constitución, en su párrafo tercero, dicta que la Nación protegerá el ambiente y los recursos naturales, además, garantizará la preservación y restauración del equilibrio ecológico en territorio nacional, estando por encima de la propiedad privada. Este artículo respalda a la Ley Federal de Restauración Ambiental (LFRA) y es reglamentario para las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Dicho artículo se relaciona indirectamente con los problemas y los riesgos de la presencia de OGMs, la Nación tiene la facultad de proteger los recursos fitogenéticos del maíz criollo ante la presencia de transgenes, los cuales pueden perturbar el equilibrio ecológico de las

poblaciones nativas y los teocintles. Además, tiene la facultad de prohibir la liberación de maíz GM porque el interés público se puede imponer ante los intereses de la propiedad privada.

- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

Esta Ley se relaciona directa e indirectamente con el uso de OGMs.

- Artículo 45 de la LGEEPA:

El artículo 45 de la LGEEPA menciona que “El establecimiento de áreas naturales protegidas, tiene por objeto:

II.- “Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial”, por lo tanto, los teocintles que se lleguen a encontrar dentro de un ANP (si es el caso) serán protegidos mediante la Ley ya que son parientes silvestres, reservorios de recursos fitogenéticos.

- Artículo 49 de la LGEEPA:

Menciona que dentro de las zonas núcleo de las ANP está prohibido:

“IV. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados”, por lo que el uso de OGMs, mucho menos el de maíz GM, no está permitido en dichas zonas.

- Artículo 170 de la LGEEPA:

El artículo 170 menciona que:

“Cuando exista riesgo inminente de desequilibrio ecológico, o de daño o deterioro grave a los recursos naturales, casos de contaminación con repercusiones peligrosas para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública, la Secretaría, fundada y motivadamente, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad:

II.- El aseguramiento precautorio de materiales y residuos peligrosos, así como de especímenes, productos o subproductos de especies de flora o de fauna silvestre o su material genético, recursos forestales, además de los bienes, vehículos, utensilios e instrumentos directamente relacionados con la conducta que da lugar a la imposición de la medida de seguridad”.

Este artículo protege a los maíces criollos, ya que son considerados recursos naturales y la introducción de maíz GM implica un riesgo para el equilibrio ecológico del cultivo de maíz. Así mismo, teóricamente la Nación tendría la facultad de deshacer un sembradío de maíz GM presente en territorio mexicano y disponer de las muestras de maíz encontradas.

- Ley General de Vida Silvestre (LGVS):

- Artículos 3 y 4 de la LGVS:

El artículo tercero de esta ley plantea que por vida silvestre se entiende a “Los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales”. Y el artículo cuarto menciona que “Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación”. Por lo que la relación de la LGSV con los OGMs es indirecta; por definición, los teocintles son considerados como vida silvestre y debido a ello deben ser protegidos de cualquier daño, siendo el flujo de transgenes por parte del maíz GM una perturbación para sus poblaciones.

- Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM):

Implementada en el año 2005, esta es la ley principal referente a la presencia de OGMs en territorio mexicano y el medio por el cual se instrumenta el Protocolo de Cartagena en el país. Dentro del artículo primero se señala que la LBOGM “tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola”.

La Ley menciona la prohibición y/o restricción de actividades relacionadas con OGMs de cultivos de los que México es centro de origen, sin embargo, no es lo suficientemente clara ni efectiva ya que tiene varios huecos legales, ambigüedades y contradicciones, como por ejemplo: no decreta el uso obligatorio de etiquetados en productos derivados de OGMs, no establece responsabilidades ante los daños causados por la presencia de transgenes (Álvarez-Buylla, 2009: entrevista), cuenta con posturas a favor y en contra del uso de OGMs dentro de la misma, y carece de un Régimen de Protección Especial de maíz, el cual es mencionado pero no ha sido creado.

En el contenido de esta ley se especifica cuáles son las funciones de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), institución encargada de “formular y coordinar las políticas de la

Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad de los OGMs” (Artículo 19, Capítulo IV; LBOGM, 2005).

Una de las principales actividades realizadas por la CIBIOGEM fue la creación de la Red Nacional de Laboratorios de Detección, Identificación y Cuantificación de Organismos Genéticamente Modificados, la cual estaba conformada por distintos laboratorios gubernamentales y académicos, y tenía como objetivo realizar un intercambio de experiencias en materia de bioseguridad, estandarizar métodos de detección y cuantificación de secuencias transgénicas y hace capacitaciones; sin embargo, actualmente esta Red se encuentra detenida. Además de esta Red, la CIBIOGEM creó la Red Mexicana de Monitoreo de Organismos Genéticamente Modificados, la cual actualmente tampoco está activa.

Continuando con la LBOGM, se creó un Reglamento para ésta, el cual dicta las bases del procedimiento para liberar un OGM, detalla la información que debe contener la solicitud de liberación: tipo de liberación de OGMs, tipo de OGMs (para consumo humano o animal, para aplicaciones en industrias, biorremediadores, etc.), organismo receptor, organismo/s donante/s, características de cada organismo, técnica de desarrollo del OGM, riesgos ambientales y a la salud humana por su liberación, zona de liberación para evitar flujo con organismos libres de transgenes, organismos gubernamentales encargados de autorizar permisos de liberación, etc.

- Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM):

Este reglamento se relaciona directamente con la bioseguridad de los OGM, incluyendo al maíz GM. Este instrumento legal menciona en su primer artículo que el reglamento tiene como objetivo “reglamentar la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, a fin de proveer a su exacta observancia”.

- Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz:

Considerando sus Artículos 1, 2 y 3, este acuerdo enlista las variedades y razas de maíz y sus parientes silvestres que se encuentran en México. Así mismo, este instrumento determina cuáles son los centros de origen y diversidad genética del maíz, señalando como éstos a áreas geográficas de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa y Sonora. De forma paralela, el Acuerdo plantea medidas de protección para las razas y variedades de maíz, así como para sus parientes silvestres; cabe mencionar que varias de estas medidas fomentan la colaboración entre instituciones gubernamentales y agricultores/as.

Para elaborar este Acuerdo se utilizó la información generada por el Proyecto Global de Maíces Nativos encabezado por la CONABIO. Este Proyecto proporcionó la información

científica necesaria para determinar los centros de origen y diversidad genética del maíz en México (CONABIO, 2011). Dicho Proyecto se realizó con el fin de obtener los elementos necesarios para implementar los artículos 86, 87 y 88 de la LBOGM y “proteger” a la diversidad genética presente en el territorio nacional cuando se refiere a un cultivo que se originó en México, ya que en los mencionados artículos se plantea la prohibición de la liberación de OGMs (maíz GM) en áreas geográficas mexicanas determinadas como centros de origen y diversidad genética del maíz.

- Norma Oficial Mexicana NOM-164-SEMARNAT/SAGARPA-2013:

El objetivo de esta NOM es establecer las características y el contenido de los reportes correspondientes a las liberaciones de OGMs (experimentales o de programa piloto), en relación con los posibles riesgos al medio ambiente, la diversidad biológica, y la sanidad vegetal, animal y acuícola. Dicha norma mexicana se basa en lo establecido por el Convenio de Diversidad Biológica, sus protocolos derivados, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (artículos 46 y 53) y el Reglamento de esta última.

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/BIO-2014:

El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones generales del etiquetado de OGMs (semillas o material vegetativo) destinados a siembra, cultivo y producción agrícola; en apego a los principios, objetivos y preceptos mandados por la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. La siembra, cultivo y producción agrícola del maíz GM están prohibidas, por lo que esta norma no aplica para el maíz; sin embargo, el etiquetado de los productos derivados de maíz debería ser obligatorio, de lo contrario, la presencia de maíz GM en estos productos atenta contra el derecho de soberanía alimentaria de la sociedad mexicana.

- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SAG-BIO/SEMARNAT-2017:

El objetivo de esta norma es establecer las características y requisitos de los estudios de evaluación de los posibles riesgos que pudiera ocasionar la liberación experimental de OGMs sobre el medio ambiente, la diversidad biológica, y la sanidad animal, vegetal y acuícola. Estos estudios deben contener la información referente a las características y atributos del OGM evaluando y generando propuestas para establecer medidas de bioseguridad y/o estrategias para el manejo de los posibles riesgos. Esta NOM no tiene aplicación para el maíz GM, ya que su liberación al ambiente está prohibida en México (Demanda colectiva contra el maíz genéticamente modificado; Decreto presidencial publicado en el DOF en 2023), sin embargo, puede ser aplicable para el resto de los cultivos genéticamente modificados liberados en territorio mexicano.

Si bien esta norma está enfocada en el uso de OGMs, no aplica para el maíz GM ya que su liberación experimental y en programa piloto están prohibidas pues implicarían liberación

al ambiente (Demanda colectiva contra el maíz genéticamente modificado; Decreto presidencial publicado en el DOF en 2023). El periodo de 1993 a 2013 fue la única etapa en la que se concedieron permisos para liberar maíz GM en territorio mexicano.

- Ley Federal para el Fomento y Protección de Maíz Nativo (LFFPMN):

El párrafo segundo de su artículo 4 plantea que: “El Estado deberá garantizar y fomentar, a través de todas las autoridades competentes, que todas las personas tengan acceso efectivo al consumo informado de Maíz Nativo y en Diversificación Constante, así como de sus productos derivados, en condiciones libres de OGM's”, por lo tanto, este artículo se relaciona directamente con el maíz GM, ya que plantea que los productos elaborados con maíz deben estar libres de transgenes.

- Decreto por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente:

Este Decreto fue emitido en 2020 por el presidente mexicano Andrés Manuel López Obrador, y si bien el documento se enfoca principalmente en emitir acciones referentes al glifosato, también se abordan algunas alusivas al maíz genéticamente modificado (genéticamente modificado, de acuerdo con el propio Decreto). El artículo 5 menciona que algunas Secretarías gubernamentales (SEMARNAT, SADER, Secretaría de Salud), junto con el CONACYT, deben promover reformas para evitar el uso del maíz GM en México. Y el artículo 6 emite que se revocarán y se negarán permisos de liberación de semillas de maíz GM al ambiente; paralelamente, se revocarán y se abstendrán de dar autorizaciones para el uso de grano de maíz GM en la alimentación de la sociedad mexicana hasta sustituirlo totalmente antes del 31 de enero del 2024.

- Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado:

Este Decreto presidencial fue emitido en el 2023 a través del Diario Oficial de la Federación (DOF) y refiere a las acciones relacionadas con la regulación del uso del glifosato, así como del maíz GM (genéticamente modificado, de acuerdo con el propio Decreto). Para fines de esta investigación, se mencionan únicamente las acciones referentes al maíz GM. En su artículo primero se menciona que se establecen las acciones que deben ser realizadas por dependencias y entidades que conforman la Administración Pública Federal. Estas acciones refieren al “uso, enajenación, distribución, promoción e importación ... del glifosato ... y del maíz genéticamente modificado, para salvaguardar la salud, un medio ambiente sano y la seguridad y autosuficiencia alimentaria”.

Así mismo, en este Decreto se menciona que las autoridades competentes en materia de bioseguridad revocarán y se abstendrán de dar permisos de liberación de semillas de maíz GM al ambiente y para su uso en alimentación (exclusivo para masa y tortilla). En este documento del DOF se plantea que el maíz GM destinado a uso industrial (industrias que generen productos para la alimentación humana) será sustituido paulatinamente. De forma paralela, en el Decreto se menciona que el maíz GM puede ser utilizado para alimentación animal y uso industrial (“cosméticos, textiles, calzado, papel, la construcción, entre otros”).

Respecto a la sustitución paulatina del maíz GM, se menciona que debe realizarse de acuerdo a criterios de abasto y autosuficiencia alimentaria de México, así como a principios científicos y normas; por lo que se la fecha del 31 de enero del 2024 se aplaza para el 31 de marzo de 2024. Así mismo, se menciona que la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) debe hacer un protocolo de investigación colaborativo con otros países para determinar posibles daños a la salud provenientes del maíz GM a través de un estudio sobre su consumo.

Otro de los puntos que aborda este Decreto refiere a que la Comisión Intersectorial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) debe definir políticas públicas que permitan establecer mecanismos de trazabilidad para el maíz GM.

3.3.d. II. Legislación a nivel internacional (en orden cronológico):

Además de las legislaciones mexicanas en materia de bioseguridad de OGMs, México es parte de acuerdos multilaterales referentes a este tópico, lo cual implica una serie de obligaciones que el país debe cumplir. México es parte del Convenio de Diversidad Biológica (CBD), el cual tiene como objetivos conservar la diversidad biológica, utilizar de forma sostenible sus componentes, y garantizar la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos (CONABIO, 2021).

Para implementar el CBD, México pertenece a acuerdos multilaterales, entre los cuales se encuentran el Protocolo de Cartagena, el Protocolo de Nagoya, y el Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur.

- **Protocolo de Cartagena:**

El artículo primero del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología presenta el objetivo de este instrumento internacional: garantizar protección en la transferencia, manipulación y utilización de los organismos vivos modificados que resultan de la aplicación de la biotecnología moderna y que pueden tener efectos adversos en la biodiversidad y en la salud humana (Protocolo de Cartagena, 2000). México fue uno de los primeros países en firmar este Protocolo en el año 2000, pero paradójicamente, el gobierno mexicano autorizó más importaciones de maíz de E.U. sin solicitar una separación entre maíz GM y maíz

convencional (Foyer y Bonneuil, 2015). Si bien formar parte del Protocolo de Cartagena no implica rechazar importaciones de maíz GM, sí implica un movimiento transfronterizo responsable en el que se distinga entre el maíz GM y el maíz convencional para darle un manejo específico a cada tipo de maíz. Pero actualmente no existe un control fitosanitario transfronterizo, por ende, seguimos recibiendo maíz GM, y ahí se encuentra la paradoja, si México reconoce que no hay instrumentos prácticos para separar el maíz importado y manejarlo sin consecuencias para el medio ambiente, la salud humana y la sociedad mexicana, ¿por qué firmar el Protocolo?. Si hay instrumentos en materia de bioseguridad, pero no se implementan, la firma de acuerdos multilaterales y la emisión de legislaciones se vuelven en una actuación de seriedad (Foyer y Bonneuil, 2015). Cuando México recibe maíz GM por parte de E.U., este tipo de maíz es introducido a la cadena comercial mexicana y se distribuye hacia las industrias para ser utilizado. Durante esta introducción a la cadena comercial mexicana, es posible que ese maíz GM, proveniente de E.U. y presente en territorio mexicano, se revuelva con el maíz convencional. Es decir, dentro de México se puede estar mezclando el maíz GM con el maíz producido en el país; esta mezcla conduce a tener alimentos derivados del maíz con presencia de transgenes.

- Principio precautorio (Principio 15):

El Principio 15 derivado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Declaración de Río 1992) dicta que "Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente" (SCJN, 2020). Este principio señala la importancia de anticipar los daños al medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana a través implementar medidas precautorias, posponer o suspender actividades.

Es un derecho humano utilizado en la jurisprudencia mexicana en distintas ramas del derecho, la Suprema Corte de Justicia de la Nación ha utilizado el principio precautorio en materia de derecho ambiental para abordar casos sobre la presencia de OGMs. La aplicación del Principio 15 ha sido efectiva en algunos casos legales para evitar la introducción de cultivos genéticamente modificados en ciertas zonas del país (SCJN, 2020); sin embargo, las autoridades mexicanas, y sus organismos auxiliares, responsables de autorizar el uso de OGMs (SADER, SEMARNAT, SENASICA, Secretaría de Salud, COFEPRIS) han aprobado la liberación de dichos organismos a pesar de las posibles consecuencias socioambientales, sin identificarlas totalmente y sin planeas de manejo efectivos. En el caso del maíz GM, a pesar de los riesgos que trae consigo su introducción, el principio precautorio no ha sido aplicado en su totalidad, ya que su liberación al ambiente y siembra está prohibida, pero su importación no lo está (Demanda colectiva contra el maíz genéticamente modificado; Decreto presidencial publicado en el DOF en 2023).

Si bien ya había importación de maíz GM desde E.U. a México, la primera liberación experimental de maíz GM en campo fue realizada en 1993 y estuvo encabezada principalmente por el CINVESTAV. Posteriormente, con la entrada del TLCAN comenzó a haber un aumento en la cantidad y constancia de la importación de maíz GM de E.U. a México. Para evitar la introducción de maíz GM al país se solicitó una medida precautoria para no liberar maíz GM en México y cancelar cualquier permiso de liberación a través de una demanda colectiva (San Vicente-Tello, 2022). En el 2013 se realizó la Demanda de acción colectiva contra el uso de maíz GM por parte de miembros de distintos sectores de la sociedad mexicana, el objetivo de esta demanda fue que “los tribunales federales declaren que la liberación o siembra de maíces genéticamente modificados daña el derecho humano a la diversidad biológica de los maíces nativos, y que al reconocerlo se nieguen todos los permisos que se soliciten” (San Vicente-Tello, 2022). La medida precautoria fue concedida en 2013, por lo que la aplicación del principio precautorio es una alternativa ante la baja eficacia de la aplicación del MJNPMMB de OGMs. Otro ejemplo de la aplicación del Principio Precautorio y OGMs es el del caso llevado ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN), en el cual una comunidad indígena de Quintana Roo presentó una demanda de amparo en contra de la liberación de soya transgénica de Monsanto. En este caso la comunidad apeló ante la LBOGM y el Principio Precautorio, concediendo la demanda gracias al Principio mencionado, no ante dicha Ley (SCJN, 2020).

- Principio 10:

El Principio 10 surgió de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992) y plantea que cualquier ciudadano debe tener acceso a información sobre el medio ambiente, incluyendo información sobre los peligros que pueda haber en sus comunidades; paralelamente, la ciudadanía tiene derecho de participar en la toma de decisiones del tema en cuestión. El acceso a la información debe ser adecuado, por lo que las autoridades públicas deberán hacerla disponible; además, facilitará los procedimientos judiciales y administrativos, entre ellos la compensación de daños (CEPAL, 2017).

De acuerdo con este principio, las y los ciudadanos mexicanos tenemos derecho a solicitar información correspondiente sobre la liberación de un OGMs en nuestro medio ambiente, principalmente si hay interés legítimo. El interés legítimo referido como un interés guiado por una afectación jurídica, en este caso, por el uso de OGMs. El principio 10, por lo tanto, es una herramienta para evitar la introducción de maíz GM en México.

- Protocolo de Nagoya:

El Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios al Convenio sobre la Diversidad Biológica, presenta su objetivo en el artículo primero de dicho documento. La finalidad de este Protocolo es garantizar “la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos” a través del acceso adecuado a los recursos genéticos y la transferencia

tecnológica apropiada, lo cual contribuye a la conservación de la diversidad biológica y al uso sostenible de sus componentes (Protocolo de Nagoya, 2011).

Este Protocolo fomenta la creación de seguridad jurídica y transparencia (CONABIO, 2021), México lo firmó en 2011 y entró en vigor en 2014, sin embargo, la introducción de maíz GM a México no ha considerado una transferencia tecnológica apropiada, ya que no se ha contemplado el contexto socioecológico de este cultivo en el país. Este contexto refiere a que 1) en México se alberga el pariente silvestre del maíz, 2) el modelo de producción del maíz GM no es replicable en la mayoría del territorio mexicano debido a sus condiciones orográficas, climáticas y agrícolas, 3) el uso de maíz GM, al igual que el del híbrido, requiere de la obtención de un paquete tecnológico costoso, al cual no podría tener acceso cualquier agricultor mexicano, 4) el uso de maíz GM en cultivo podría desplazar a los maíces criollos, 5) la presencia de transgenes podría afectar a nivel genómico y/o fisiológico a los maíces criollos.

- Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur:

El Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, al igual que los protocolos anteriores, presenta su objetivo en el artículo primero. Este tratado internacional fomenta la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad contemplando los riesgos a la salud humana, y su finalidad principal es proporcionar “normas y procedimientos internacionales en la esfera de la responsabilidad y compensación” relacionados con los daños sobre la biodiversidad que pudieran ocasionar los organismos vivos modificados (Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur, 2011).

México firmó este Protocolo en 2012 y entró en vigor en 2018 (CONABIO, 2021), pero desafortunadamente no ha habido acciones que aborden los problemas ocasionados (salud humana, violación al derecho de soberanía alimentaria) y los riesgos por la presencia de maíz GM. De hecho, aunque ha habido estudios por parte de las autoridades responsables para hacer cumplir con este tratado en materia de bioseguridad, estos no han sido suficientes en términos de cantidad.

- Acuerdo de Escazú:

El Acuerdo de Escazú emergió de la Declaración sobre la Aplicación del Principio 10 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20) de 2012. Este Acuerdo tiene como objetivo garantizar el acceso a la información pública, a la participación ciudadana y a la justicia en temas ambientales; además de proteger a las y los defensores del medio ambiente y territorio (SEMARNAT, 2021).

El artículo 8 del Acuerdo de Escazú establece que los Estados deben facilitar el acceso a las pruebas sobre daños al ambiente, por lo tanto, este tratado se puede utilizar para identificar

el riesgo o daño ambiental (SCJN, 2020) derivado de la introducción de OGMs en territorio mexicano.

11.2. Anexo 2. Ejemplo de Oficio con resultados positivos de presencia de secuencias transgénicas



Ciudad de México, a 13 de octubre 2022

Sr/a. X
San Agustín Montelobos
P R E S E N T E

El motivo de esta carta es entregarle los resultados de la evaluación de la presencia de secuencias transgénicas en los maíces que usted donó para ser analizados mediante técnicas de laboratorio. Estos resultados corresponden al proyecto de investigación “Diseño de un esquema de bioseguridad comunitaria de maíz genéticamente modificado, San Agustín Montelobos, Oaxaca”, el cual pertenece al programa de Maestría de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (CDMX).

Las dos secuencias genéticas evaluadas fueron los transgenes t-NOS (Terminador de nopalina sintetasa de *Agrobacterium tumefaciens*) y p35S (Promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor), las cuales son secuencias recombinantes contenidas en la mayoría de los maíces genéticamente modificados existentes.

En enero del presente año usted hizo favor de proporcionarnos diez mazorcas de su variedad temporal blanco por cada uno de sus tres terrenos de cultivo. Cada grupo de mazorcas, provenientes de cada uno de sus terrenos, fueron analizados como una muestra separada. A partir del trabajo de laboratorio se determinaron los resultados de detección para su lote de semillas:

t-NOS: Dos muestras de tres resultaron positivas.

p35S: Ninguna muestra resultó positiva.

Si bien la presencia del maíz genéticamente modificado es relevante, le pedimos no alarmarse, ya que se realizarán talleres en San Agustín Montelobos con propuestas de manejo para evitar, disminuir y/o eliminar la presencia de este tipo de maíz en su lote de semillas y en su comunidad.

Cabe mencionar que sus resultados son confidenciales y no serán difundidos por ningún miembro de la UNAM ni de la UAM-Xochimilco. Así mismo, se le solicita no compartirlos con ningún otro agricultor o agricultora de Montelobos.

Agradecemos su participación hasta el momento y esperamos que pueda seguir participando en las próximas actividades referentes a la bioseguridad de los maíces de San Agustín.

En caso de que exista alguna duda o comentario puede comunicarse con el estudiante de maestría Heriberto Vázquez Cardona a través del siguiente número: 55 31655218.

Saludos cordiales.



Atentamente,

Dra. Alma Piñeyro Nelson
Profesora-Investigadora Titular "C" de T.C.
Departamento de Producción Agrícola y Animal
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Ing. Agr. Heriberto Vázquez Cardona
Estudiante de Maestría en Ciencias de la Sostenibilidad
Universidad Nacional Autónoma de México

11.3. Anexo 3. Encuesta: Manejo del cultivo de maíz

AVISO DE PRIVACIDAD

Se le invita a participar en esta encuesta, la cual forma parte de una investigación del Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México. La información obtenida aquí será tratada de manera confidencial y para uso exclusivamente académico. Su participación es totalmente voluntaria y no tiene ningún costo. Usted podrá retirarse en cualquier momento y sin tener que explicar las razones.

Información general

Número de encuesta:	Fecha:		
1) Nombre:			
2) Género:	a) Mujer	b) Hombre	c) Otro, especifique:
3) Edad:			
4) ¿Pertenece a un pueblo originario?	a) Sí, cuál:	b) No	
5) ¿A qué se dedica?			
6) ¿Ha considerado abandonar la agricultura?	a) Sí	b) No	
6.1) En caso de haber pensando en hacerlo, ¿por qué motivos han sido? y ¿por qué no lo ha abandonado?			
7) ¿Ha emigrado de San Agustín Montelobos?	a) Sí	b) No	
7.1) En caso de haber emigrado, ¿a qué lugar fue?, ¿por cuánto tiempo?			

Producción agrícola

8) ¿Cuántos terrenos ocupa para cultivar?				
8.1) Tenencia del terreno de cultivo 1:	a) Propia	b) Rentada	c) Prestada	d) Otra, especifique:
8.2) Tenencia del terreno de cultivo 2:	a) Propia	b) Rentada	c) Prestada	d) Otra, especifique:
8.3) Tenencia del terreno de cultivo 3:	a) Propia	b) Rentada	c) Prestada	d) Otra, especifique:
9) Superficies sembradas de los terrenos de cultivo	a) Terreno 1	b) Terreno 2	c) Terreno 3	
9.1) Superficie sembrada para maíz, de cada territorio	a) Terreno 1	b) Terreno 2	c) Terreno 3	
9.2) Superficie sembrada para otros cultivos	a) Terreno 1	b) Terreno 2	c) Terreno 3	
9.3) ¿Cuáles son esos cultivos?				

Cultivo de maíz

10) Sistema de cultivo	a) Individual	b) Colectivo	c) Ambos			
10.1) En caso de cultivar colectivamente, ¿cuándo fue la última vez que lo hizo?, ¿con quién/es?, ¿sembraron semillas iguales o diferentes, qué variedades?						
11) Sistema de siembra	a) Monocultivo	b) Policultivo				
12) Sistema de riego	a) Temporal	b) Riego introducido, cuál:				
13) Nivel de tecnificación en preparación de suelo	a) Yunta	b) Tractor	c) Persona			

14.1) Insumos químicos	a) Insecticidas, ¿cuáles?	b) Herbicidas, ¿cuáles?	c) Fertilizantes, ¿cuáles?
14.2) Insumos orgánicos	a) Insecticidas, ¿cuáles?	b) Herbicidas, ¿cuáles?	c) Fertilizantes, ¿cuáles?
15) ¿Cuántas variedades de maíz cultiva?			
15.1) ¿Cuáles son?			
15.2) ¿Cuántos años lleva con cada variedad?			
15.3) ¿Cuál es la procedencia de cada variedad?			
15.4) ¿Cuál es la extensión de terreno que cultiva por cada variedad? (ha)			
15.5) ¿Cuál es el rendimiento de cada variedad que cultiva? (ton/ha, similar)			
15.6) Densidad poblacional, ¿a qué distancia entre plantas siembra cada variedad? (m)			
15.6) Densidad poblacional, ¿a qué distancia entre sucros siembra cada variedad? (m)			
16.1) ¿Alguna vez ha perdido su/s variedad/es?	a) Sí	b) No	
16.2) En caso de haberla/s perdido/s, ¿cuáles fueron?, ¿por cuántos años fue?, ¿las recuperó?, ¿cómo?			
16.3) Si no la recuperó, ¿la reemplazó?	a) Sí, ¿con cuál/es?, ¿propia o ajena?. En caso de ser ajena, ¿de quién?		b) No
17) ¿Intercambia semillas o alguna vez lo ha hecho?	a) Sí	b) No	
17.1) En caso de intercambiar o haber intercambiado semillas, 17.1a) ¿dio y recibió semilla?, 17.1b) ¿qué variedades fueron?, 17.1c) ¿qué cantidad fue?, 17.1d) ¿con quién intercambió?, 17.1e) ¿a qué lugar fue su semilla?, 17.1f) ¿de qué lugar proviene su semilla intercambiada?, 17.1g) ¿cuándo fue la última vez que lo hizo?.			
17.2) Después de intercambiar, ¿reemplazó su semilla por la recibida o la mezcló con sus variedades?			
17.3) En caso de que haya sido mezclada en almacén, ¿en qué porcentaje de semillas fue?			
17.4) En caso de que haya sido mezclada en campo, ¿en qué porcentaje de semillas fue?, ¿a qué distancia las sembró de sus variedades personales?			

18) ¿Qué variedades de maíces sembró en el último ciclo?	
19) ¿A qué distancia se encuentran las variedades que cultivó?	

20) Aproximadamente, ¿a qué distancia se encuentran sus maíces con respecto a los de sus vecinos? , ¿quiénes son sus vecinos?

21) ¿Alguna vez ha sembrado semillas de DICONSA?	a) Sí	b) No				
--	-------	-------	--	--	--	--

21.1) En caso de ser así, ¿hace cuánto tiempo?, ¿conservó la semilla?, ¿la mezcló con sus variedades en almacén o en campo, en qué porcentaje?

22) ¿Considera que actualmente tiene la cantidad suficiente de semillas para sembrar?	a) Sí	b) No
---	-------	-------

22.1) En caso de no tener semillas suficientes, ¿qué hará para conseguir más?

a) No sembrará	b) Solicitará a vecinos de la localidad	c) Conseguirá semilla de otra localidad, ¿cuál?	d) Usará semillas de diconsa	e) Otro, especifique:
----------------	---	---	------------------------------	-----------------------

23) ¿Qué maíz/ces sembrará el próximo ciclo?

24) Generalmente, ¿cuál es la época de siembra?

25) Generalmente, ¿cuál es la época de cosecha?

26) Destino de la producción	a) Autoconsumo	b) Mercado	c) Forraje	d) Combustible	f) Otro, cuál
------------------------------	----------------	------------	------------	----------------	---------------

27) ¿En dónde almacena su cosecha?

28) ¿Qué semilla prefiere?

29) ¿Considera que el uso de semilla híbrida a aumentado desde el 2017?	a) Sí	b) No			
---	-------	-------	--	--	--

29.1) ¿Por qué?

30) ¿Ha recibido asesoría técnica respecto al cultivo de maíz?	a) Sí	b) No				
--	-------	-------	--	--	--	--

30.1) En caso de haberla recibido, ¿hace cuánto?, ¿por parte de quién?

12.4. Anexo 4. Cuestionario de grupos focales

GRUPO 1

OBJETIVO: Explorar el interés de los agricultores sobre la probable presencia de maíz transgénico en su localidad.

CONSIDERACIONES: a) Antes de comenzar con la actividad no se debe mencionar al “maíz transgénico”, esto con la finalidad de no influir en la percepción de las personas respecto a dicho cultivo. b) Previo a la realización de las preguntas se debe mencionar la diferencia conceptual entre “problema” y “riesgo”, considerando el problema como un daño presente y el riesgo como un daño potencial.

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los principales problemas actuales de su cultivo de maíz?

1.1 En una escala del 1 al 3 donde 1 es alto, 2 medio y 3 bajo, ¿cuál es el nivel de importancia de cada problema mencionado por usted y/o por los demás participantes?

2. ¿Cuáles son los principales riesgos que presenta su cultivo de maíz?

2.1 En una escala del 1 al 3 donde 1 es alto, 2 medio y 3 bajo, ¿cuál es el nivel de importancia de cada riesgo mencionado por usted y/o por los demás participantes / por qué se da ese nivel de importancia?

3. ¿Qué es el maíz transgénico (MT)?

4. ¿Cuál es su nivel de interés en el proyecto? 1=alto, 2=medio, 3=bajo

5. En porcentaje, ¿cuál es el nivel de interés general de la comunidad en el proyecto? ¿Quiénes son algunas de las personas que usted cree podrían estar interesadas en el proyecto?

6. ¿Ustedes estarían dispuestos a implementar las posibles estrategias de bioseguridad de MT para intentar reducir, prevenir y eliminar su presencia en caso de que la haya? Ej. de estrategias: No introducir semilla de otros lugares, no intercambiar semilla durante un tiempo, colocar barreras vegetales o físicas para interceptar el polen.

7. Después de la entrega de los resultados de presencia de secuencias transgénicas, ¿el nivel de interés en el proyecto UNAM aumentará? / En caso de aumentar, ¿por qué lo haría? ¿qué cambiaría en las personas a partir de la entrega de resultados?

8. ¿Cuál es su disposición de seguir trabajando en el proyecto UNAM a pesar de circunstancias como: trabajo independiente de la comunidad, trabajo en conjunto con otras/otros profesionistas?

9. ¿Cuáles son algunas de acciones para aumentar el interés de la comunidad en el proyecto UNAM? (Propuestas).

GRUPO 2

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los principales problemas actuales de su cultivo de maíz?

1.1 En una escala del 1 al 3 donde 1 es alto, 2 medio y 3 bajo, ¿cuál es el nivel de importancia de cada problema mencionado por usted y por los demás participantes / por qué se da ese nivel de importancia?

2. ¿Cuáles son los principales riesgos que presenta su cultivo de maíz?

2.1 En una escala del 1 al 3 donde 1 es alto, 2 medio y 3 bajo, ¿cuál es el nivel de importancia de cada riesgo mencionado por usted y/o por los demás participantes / por qué se da ese nivel de importancia?

3. ¿Qué es el maíz transgénico (MT)?

Dirigida. ¿Cuáles son los objetivos del proyecto de investigación UNAM en SAM?

Dirigida. ¿Por qué no consideró al MT como un riesgo en el primer grupo focal si su nivel de interés en el proyecto es alto?

4. ¿Cuál es su nivel de interés en el proyecto? *En una escala del 1 al 10, donde 10 es el valor más alto.*

5. En porcentajes, ¿cuál es el nivel de interés general de la comunidad en el proyecto?

6. Después de la entrega de los resultados de presencia de secuencias transgénicas, ¿el nivel de interés en el proyecto UNAM aumentará? / En caso de aumentar, ¿por qué lo haría? ¿qué cambiaría en las personas a partir de la entrega de resultados?

7. ¿Cuáles son algunas de acciones para aumentar el interés de la comunidad en el proyecto UNAM? (Propuestas).

8. ¿Ustedes estarían dispuestos a implementar las posibles estrategias de bioseguridad de MT para intentar reducir, prevenir y eliminar su presencia en caso de que la haya?

9. ¿Cuál es su disposición de seguir trabajando en el proyecto UNAM a pesar de circunstancias como: trabajo independiente de la comunidad, trabajo en conjunto con otras/otros profesionistas?

11.5. Anexo 5. **Protocolo de extracción de ADN por método CTAB. Modificación de Doyle & Doyle 1987**

1. Preparar buffer de extracción de ADN vegetal (500 ml): 50 ml de Tris-HCl a 1M y pH8, 50 ml de EDTA a 0.5M y pH 8, 70 ml de NaCl a 0.7M, 10 g de CTAB, y 5ml de 2-mercaptoetanol.
2. Agregar 0.700 g de muestra (harina) en tubo de 2 µL.
3. Agregar 1000 µL de buffer de extracción.
4. Incubar muestras a 65°C y 630 rpm durante 30 minutos.
5. Agregar 500 µL de Cloroformo:Octanol (24:1). Utilizar disruptor durante 5 segundos y mezclar por inversión.
6. Centrifugar a 12,000 rpm durante 5 minutos.
7. Pasar la fase acuosa (superior) a un tubo nuevo de 2 µL. Transferir de 100 en 100 µL.
8. Agregar 0.8 volúmenes de isopropanol frío a cada tubo (0.8 por la cantidad de transferido).
9. Invertir el tubo 10 veces.
10. Centrifugar a 12,000 rpm durante 10 minutos. Utilizar contrapesos de EtOH.
11. Descartar el sobrenadante.
12. Agregar 1000 µL de EtOH al 70%.
13. Centrifugar a 12,000 rpm durante 3 minutos.
14. Descartar el sobrenadante.
15. Secar a 65°C durante 45 minutos o 1 hora y 10 minutos (dependiendo la cantidad de alcohol en la muestra).
16. Agregar 100 µL de H₂O mQ.
17. Almacenar muestras en freezer de -20°C

11.6. Anexo 6. Protocolo modificado de RT-PCR. Modificación de Álvarez-Buylla (2018)

La técnica de RT-PCR puede ser aplicada a través de 2 químicas: SYBR GREEN o TaqMan.

> Protocolo común:

1. Desinfectar la campana de flujo laminar y las micropipetas con alcohol etílico al 70%.
2. Esterilizar todo el material de trabajo con luz UV durante 15 min.

> Protocolo para SYBR GREEN (placa de 48 pozos):

1. Preparar master mix para 50 rxns: 150 μ L de SYBR GREEN sin ROX, 50 μ L del Forward de la secuencia transgénica de interés, y 50 μ L del Reverse de la secuencia transgénica de interés.
2. Colocar 5 μ L de master mix en cada uno de los pozos de la placa.
3. Agregar 2 μ L de ADN de muestra en cada uno de los pozos correspondientes.

NOTA: Cada muestra se agrega por triplicado. Se utiliza control positivo, control negativo y control de reactivos (MOCK).

4. Agregar la placa cargada al termociclador. Programar el ciclado con los siguientes parámetros a 40 ciclos: “Un único ciclo de activación de la enzima ADN polimerasa por 2 minutos a 50 °C y 10 minutos a 95 °C, seguido de 40 ciclos de amplificación de 15 segundos a 95 °C (desnaturalización) y 1 minuto a 60 °C (alineamiento y extensión)”.
5. Visualizar la gráfica de amplificación para corroborar si las muestras son positivas o negativas para la secuencia transgénica. Se considera una muestra positiva si el triplicado amplificó en el mismo ciclo, y negativa si el triplicado no amplificó.

> Protocolo para TaqMan (placa de 48 pozos):

1. Preparar master mix para 50 rxns: 245 μ L de agua libre de DNAsas, 375 μ L de Maxima Probre sin ROX, 11.25 μ L del Forward del evento de interés, 11.25 μ L del Reverse del evento de interés, y 7.5 μ L de sonda del evento de interés.
2. Colocar 13 μ L de master mix en cada uno de los pozos de la placa.
3. Agregar 2 μ L de ADN de muestra en cada uno de los pozos correspondientes.

NOTA: Cada muestra se agrega por triplicado. Se utiliza control positivo, control negativo y control de reactivos (MOCK).

4. Agregar la placa cargada al termociclador. Programar el ciclado con los siguientes parámetros a 45 ciclos en 2 etapas: a) “Un único ciclo de activación de la polimerasa a 50 °C durante 2 minutos y posteriormente un paso de desnaturalización a 95 °C por 10 minutos.

B) Segundo paso de desnaturalización a 95 °C durante 15 segundos seguido de un paso de extensión o amplificación a 60 °C por 1 minuto”.

5. Visualizar la gráfica de amplificación para corroborar si las muestras son positivas o negativas para la secuencia transgénica. Se considera una muestra positiva si el triplicado amplificó en el mismo ciclo, y negativa si el triplicado no amplificó.

11.7. Anexo 7. **Tabla 8. Resultados de cada grupo focal**

GRUPO	Sector/es de interés	Asistentes esperados	Asistentes presentes
GRUPO FOCAL 1	1) Principales distribuidores de semillas de maíz dentro de SAM.	1) 4 agricultores.	1) 3 agricultores.
GRUPO FOCAL 2	1) Agricultores que introducen semillas de maíz provenientes de otras localidades a SAM. 2) Agricultores con parcelas de maíz cercanas, capaces de presenciar flujo génico por polen.	1) 6 agricultores 2) 5 agricultores	1) 3 agricultores. 2) 1 agricultor.

GRUPO	1. ¿Cuáles son los principales problemas actuales de su cultivo de maíz?	1.1 ¿Cuál es el nivel de importancia de cada problema? 1 es alto, 2 medio y 3 bajo	2. ¿Cuáles son los principales riesgos que presenta su cultivo de maíz?	2.1 ¿Cuál es el nivel de importancia de cada riesgo? 1 es alto, 2 medio y 3 bajo
GRUPO FOCAL 1	<p>► Participante 1: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo), Sequías, Nutrientes.</p> <p>► Participante 2: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo), Sequías, Heladas, Lluvias excesivas, Malezas.</p> <p>► Participante 3: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo), Sequías, Heladas.</p>	<p>► Participante 1: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo) (2), Sequías (1), Nutrientes (2), Heladas (2), Lluvias excesivas (2), Malezas (2).</p> <p>► Participante 2: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo) (1), Sequías (1), Nutrientes (1), Heladas (2), Lluvias excesivas (2), Malezas (2).</p> <p>► Participante 3: Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo) (1), Sequías (1), Nutrientes (2), Heladas (2), Lluvias excesivas (2), Malezas (2).</p>	<p>► Participante 1: Lluvia (falta), Cambio climático, Enfermedad en su salud*, Economía*, MT*.</p> <p>► Participante 2: Lluvia (falta), Cambio climático, Enfermedad en su salud*, Economía*, MT*.</p> <p>► Participante 3: Lluvia (falta), Cambio climático, Enfermedad en su salud*, Economía*, Falta de semilla, MT*.</p>	<p>► Participante 1: Lluvia (falta) (1), Cambio climático (2), Enfermedad en su salud* (1), Economía* (1), MT* (1), Falta de semilla (1), MT* (1).</p> <p>► Participante 2: Lluvia (falta) (1), Cambio climático (2), Enfermedad en su salud* (1), Economía* (2), MT* (1), Falta de semilla (1), MT* (1), principalmente le preocupa que es un distribuidor de semilla importante en SAM y compartió con muchas personas, desea que no sea MT).</p> <p>► Participante 3: Lluvia (falta) (1), Cambio climático (1), Enfermedad en su salud* (1), Economía* (1), Falta de semilla (1), MT* (1).</p>

<p>GRUPO FOCAL 2</p>	<p>► Participante 1: Lluvias (escasez e inundaciones), Plagas (gallina ciega y gorgojo).</p> <p>► Participante 2: Lluvias, Heladas.</p> <p>► Participante 3: Tiempo, Hierba/Malezas.</p>	<p>► Participante 1: Lluvias (1, "la lluvia no cae en los momentos que más necesita el maíz (floración y llenado de grano) y cae en exceso cuando no necesita tanta agua y eso sólo dificulta trabajar en los terrenos"), Plagas (1, "las plagas no sólo están en campo, <u>si no</u> también en el producto almacenado por lo que la situación empeora y tratar de controlarlas con productos químicos no es opción debido a los daños que pueden causar a la salud humana y al medio ambiente").</p> <p>► Participante 2: Lluvias (1, "falta de predicción de lluvias, por lo que la época de siembra que elijas puede ser inadecuada porque el cultivo no obtendrá agua cuando lo requiera más"), Heladas (1, "son lo peor porque interviene con el crecimiento de la planta y sobre todo en el llenado de mazorcas, las quemamos. El 29 de septiembre rezamos a Dios para que no haya heladas ese año").</p>	<p>► Participante 1: Heladas, Pérdida de fertilidad, Pérdida de semilla, Maíz Transgénico, Economía*.</p> <p>► Participante 2: Cambio climático (falta de predicción de lluvias), Enfermedades de su salud*.</p> <p>► Participante 3: Economía, Enfermedades de su salud, Problemas familiares.</p>	<p>► Participante 1: Heladas (1, cada año aumenta el frío y la duración de las heladas), Pérdida de fertilidad (2, sus suelos son medianamente fértiles, pero reconoce que con el tiempo pueden perder fertilidad debido a la erosión), Pérdida de semilla (2, en algún momento la cosecha de maíz puede dejar de suceder debido a todos los problemas y riesgos mencionados por lo que podrían quedarse sin semilla de maíz para sembrar en SAM), Maíz Transgénico (2, si bien no es el riesgo principal, los antecedentes de MT en la localidad aunado a la introducción de semilla de otras localidades y la cercanía entre milpas podrían perpetuar la presencia de MT, el cual puede contaminar su semilla criolla y hacer daño a la salud de su familia), Economía* (3, la falta de dinero para invertir en el cultivo de maíz puede</p>
		<p>► Participante 3: Tiempo (1, "no puedes predecir el clima por lo que por lo que la época de siembra que elijas puede ser inadecuada"), Hierba (2, "las malezas pueden crecer más alto y más rápido que el maíz y le roban los nutrientes, si te descuidas por cualquier situación, las malezas le ganarán a tu cultivo").</p>		<p>ocasionar que deje de sembrar).</p> <p>► Participante 2: Cambio climático (lluvias/ 1, ya no se puede predecir el tiempo/las lluvias y conforme pasan los años es más difícil hacerlo, por lo que si el clima continúa cambiando ya no podrá sembrar en la época correcta), Enfermedades en su salud (2, si bien se considera una persona grande aún tiene la salud suficiente como para seguir trabajando, aunque en algún momento eso podría cambiar e impactar directamente en el cultivo de maíz porque si está enfermo dejaría de sembrar), MT (no lo considera un riesgo ya que él está seguro de que su semilla es criolla y siempre la va a conservar).</p> <p>► Participante 3: Economía (1, si no hay dinero no va a poder pagar la maquinaria ni el personal para cultivar maíz), Enfermedades de su salud (1, él se enfermó y no le pudo prestar atención a su maíz, por lo que si vuelve a recaer dejará de sembrar maíz y como no tiene quien lo ayude pues la maleza creció de más), Problemas familiares (1, si su familia tiene un problema él tendrá que prestarle menos atención a su maíz para enfocarse en solucionar los</p>
				<p>posibles problemas), MT (no lo considera como un riesgo porque sabe que en SAM no lo siembran).</p>

Los problemas y riesgos marcados con un "" son aquellos que los ponentes propusieron durante el grupo focal.

GRUPO	3. ¿Qué es el maíz transgénico (MT)?
GRUPO FOCAL 1	<p>► Participante 1: Es un maíz manipulado por el hombre, el cual busca la abundancia de rendimiento.</p> <p>► Participante 2: Un maíz modificado que resista los climas y produzca más.</p> <p>► Participante 3: No sabe, ya que no ha asistido a los talleres.</p>
GRUPO FOCAL 2	<p>► Participante 1: “No hay producción de MT en México, pero sí importamos de E.U. y también hay en nuestra comida. Se supone que no hay MT en México y no debe haber. El MT se cruza por polen. El MT no se ve, pero puede ser un riesgo”.</p> <p>► Participante 2: “No lo conocen en el pueblo. Aquí no hay MT, pero tal vez viene de las semillas de Diconsa. No sabemos cómo es el MT, blanco, amarillo, azul, rojo”.</p> <p>► Participante 3: “No lo conocemos porque no lo hemos usado. El presidente AMLO no lo quiere para México”.</p> <p>► Participante 4: “Maíz que produce enfermedad y que no se va a dar en SAM, es difícil que entre a la comunidad”. Está a favor de seguir defendiendo el criollo, con el apoyo principal de la juventud porque sin ellos el campo va a estar abandonado. El caso de algunos de sus hijos es el abandono al campo. 4</p>

GRUPO	4. ¿Cuáles son los objetivos del proyecto de investigación UNAM en SAM?	6. ¿Por qué no consideró al MT como un riesgo en el primer grupo focal si su nivel de interés en el proyecto es alto? (Pregunta dirigida).
GRUPO FOCAL 2	<p>► Participante 4: “Erradicar el MT que en el 2017 se encontró en SAM, el cual se cruza por polen. Colectar para analizar y después dar resultados, si son positivos entonces erradicarlo”. Quieren conocer el MT visualmente, que se lleve una muestra para verlo.</p>	<p>► Participante 4: Porque en el primer grupo focal no recordó el objetivo del proyecto ya que no lo repetimos, después pensó por qué llegamos a trabajar a SAM si no nos están pagando económicamente, finalmente llegó a la conclusión del por qué estamos ahí (Pregunta 4). “Estoy entendiendo poco a poco lo que están haciendo en SAM”. Si bien está agradecido con nuestra participación, le preocupa más el suelo, sea el maíz que sea no va a poder sembrarlo si suelo no es fértil.</p>

GRUPO	4. ¿Cuál es su nivel de interés en el proyecto? 1=alto, 2=medio, 3=bajo Escala 1-10, 10 es alto	5. En porcentaje, ¿cuál es el nivel de interés general de la comunidad en el proyecto? ¿Quiénes son algunas de las personas que usted cree podrían estar interesadas en el proyecto?	8. Después de la entrega de los resultados de transgénesis, ¿el nivel de interés en el proyecto UNAM aumentará? / En caso de aumentar, ¿por qué lo haría? ¿qué cambiaría en las personas a partir de la entrega de resultados?
GRUPO FOCAL 1	<p>► Participante 1: Nivel alto, está dispuesto en seguir participando en el proyecto, va a procurar su terreno y está dispuesto a recibir asesorías.</p> <p>► Participante 2: Nivel alto, va a seguir participando mientras sea gratis y lo invitamos, quiere aprender y despertar. Quiere saber qué maíz está usando, le preocupan sus vecinos y las personas a las que les dio semilla.</p> <p>► Participante 3: 2, está interesado en participar porque le parece importante continuar con el proyecto. Le gustaría que la comunidad esté unida para trabajar y formar un grupo de personas que tengan interés.</p>	<p>► Participante 1: Piensa que más de 60%. Identifica a Juan Andrés Hernández, Delfino Ramírez y Soledad Miguel como personas interesadas en el proyecto.</p> <p>► Participante 2: Cree que un 80%. No sabe de alguien específicamente y él no lo ha comentado con las personas de la comunidad ya que no sabe mucho sobre el MT.</p> <p>► Participante 3: No sabe de porcentajes porque no vive de base en SAM (vive en Nochixtlán), además cree que la mayoría tiene poco tiempo. Identifica a Soledad Miguel como un posible interesado.</p>	<p>► Participante 1: Sí, piensa que después de la entrega todos van a estar interesados.</p> <p>► Participante 2: Sí.</p> <p>► Participante 3: Sí.</p>
GRUPO FOCAL 2	<p>► Participante 1: 9 (Su interés es grande y quiere saber los resultados para conocer la realidad de la situación del MT en SAM).</p> <p>► Participante 2: 8 (Mucho interés porque no quiere el MT, desea conservar la semilla criolla).</p> <p>► Participante 3: 10 (Quiere esperar los resultados y sobre eso seguir trabajando. Tal vez no sembraría su semilla si le entrego resultados positivos antes de que lo haga).</p>	<p>► Participante 1: 80% (es un nivel de interés alto, pero se debe insistir más para que la gente participe más en las actividades).</p> <p>► Participante 2: Piensa que es más de la mitad, pero no sabe realmente.</p> <p>► Participante 3: No puede decir el interés de los demás porque no le corresponde, participar o no lo piensa como una decisión personal.</p>	<p>► Participante 1: Sí porque el daño ya estaría presente.</p> <p>► Participante 2: Sí habría mejoría, pero depende mucho de ellos si se acercan a las pláticas y al resto de actividades.</p> <p>► Participante 3: Sí, pero pensó que en ese grupo focal habría más gente participando.</p>
	► Participante 4: 10, es el agente		

GRUPO	9. ¿Cuáles son algunas de acciones para aumentar el interés de la comunidad en el proyecto UNAM? (Propuestas).	10. ¿Ustedes estarían dispuestos a implementar las posibles estrategias de bioseguridad de MT para intentar reducir, prevenir y eliminar su presencia en caso de que la haya? Ej. de estrategias: No introducir semilla de otros lugares, no intercambiar semilla durante un tiempo, colocar barreras vegetales o físicas para interceptar el polen.	11. ¿Cuál es su disposición de seguir trabajando en el proyecto UNAM a pesar de circunstancias como: trabajo independiente de la comunidad, trabajo en conjunto con otras/otros profesionistas?
GRUPO FOCAL 1	<p>► Participante 1: Sugiere más pláticas y quizá premiar económicamente a quienes participen (Ej. \$150). Lo mejor es animarlos a través de la palabra: platicarle a la familia sobre el interés en el proyecto; le interesa cuidar el bienestar del pueblo; involucrar a la juventud a través de concientización, que escuchen a los <u>ingés</u>, que si van a seguir en el pueblo que sepan qué maíz van a sembrar).</p> <p>► Participante 2: Propone invitar a la mayoría para que haya más probabilidad de asistentes.</p> <p>► Participante 3: También sugiere invitar a la mayoría.</p>	<p>► Participante 1: Sí.</p> <p>► Participante 2: Sí.</p> <p>► Participante 3: Sí.</p>	<p>► Participante 1: Sí estaría dispuesto siempre y cuando no los abandonemos, no importa si ve otras caras o son otras personas con las que deban trabajar. Le gustaría que en caso de que nos vayamos, les presentemos a <u>los próximos personas</u> con las que se va a trabajar.</p> <p>► Participante 2: Sí, desea que haya seguimiento y que los análisis sigan siendo gratis.</p> <p>► Participante 3: Sí, pero quiere que no se les abandone, ya que participó en el proyecto del INECC de 2017 y nunca le dieron resultados. Tiene el compromiso de no fallar, a menos de que se enferme u ocurra algo que se lo impida.</p>
GRUPO FOCAL 2	<p>► Participante 1: Seguir invitando a la gente, hacer pláticas para hacerles ver que es un tema de interés general, tanto para la alimentación como para el cultivo de maíz. Es un tema que impacta a las familias completas, por lo <u>tanto</u> a toda la comunidad.</p>	<p>► Participante 1: Sí, se va a deshacer de su semilla si tiene la certeza de que es transgénica porque no quiere que su familia se enferme.</p> <p>► Participante 2: No compraría semilla de otro lado, pero no cambiaría su semilla criolla, él la seguiría conservando porque</p>	<p>► Participante 1: Estaría dispuesto a seguir trabajando en el proyecto y en algunos otros que lleguen a SAM y beneficie a su agricultura ya que necesita asesoría en varios temas. "No se olviden de nuestra comunidad", "nos da gusto que haya gente que no se imaginan, gracias por acompañarnos".</p>

	<p>▶ Participante 2: Continuar invitando a la gente y entender cuando las personas no puedan asistir debido a sus actividades.</p> <p>▶ Participante 3: No sabe porque participar depende de <u>cada quien</u>.</p>	<p>siempre la recicla. Menciona que nunca ha usado semilla de otro lado (difiere de un comentario de una persona de la localidad, quien confirma que sí lo ha hecho).</p> <p>▶ Participante 3: Sí las aplicaría porque no quiere MT en SAM, no desea hacerse un mal al tenerla.</p> <p>▶ Participante 4: Sí, buscaría otra semilla, alguna que se tenga la certeza que es natural, pero tendría que saber en dónde comprarla. Si él resulta con presencia de MT sí la dejaría de sembrar.</p>	<p>▶ Participante 3: Se fue antes de que se realizara esta pregunta.</p> <p>▶ Participante 4: Respondió positivamente en el primer grupo focal.</p>
--	---	---	---

***NOTA:** Los problemas y riesgos marcados con un “*” son aquellos que los ponentes propusieron durante el grupo focal.

11.8. Anexo 8. Matriz comparativa de grupos focales

Tabla 9. Matriz comparativa de resultados entre grupos focales.

GRUPO FOCAL	PREGUNTA	SIMILITUDES	DIFERENCIAS
GRUPO 1	1. ¿Cuáles son los principales problemas actuales de su cultivo de maíz?	Plagas (gusano cogollero, gallina ciega, gorgojo), Sequías, Heladas, Lluvias excesivas, Malezas	Falta de nutrientes
GRUPO 2			x
GRUPO 1	1.1 ¿Cuál es el nivel de importancia de cada problema?	Sequías (1), Malezas (2)	Plagas (2,1,1), Heladas (2,2,2), Lluvias excesivas (2,2,2), Falta de nutrientes (2,1,2)
GRUPO 2	<i>1 es alto, 2 medio y 3 bajo</i>		Plagas (1,1,1), Heladas (1,1,1), Lluvias excesivas (1,1,1)
GRUPO 1	2. ¿Cuáles son los principales riesgos que presenta su cultivo de maíz?	Cambio climático, Falta de semilla, Enfermedades en su salud*, Dinero*, MT*	Escasez de lluvia
GRUPO 2			Maíz transgénico, Problemas familiares
GRUPO 1	1.1 ¿Cuál es el nivel de importancia de cada riesgo? <i>1 es alto, 2 medio y 3 bajo</i>	x	Escasez de lluvia (1,1,1), Cambio climático (2,2,1), Falta de semilla (1,1,1), Enfermedades en su salud (1,1,1), Dinero (1,2,1), MT* (1,1,1)
GRUPO 2			Heladas (1,1,1), Cambio climático (2,1,1), Falta de semilla (2,3,3), Pérdida de fertilidad (2,3,3), Enfermedades en su salud (1,2,1), Dinero (3,2,1), MT (2,0,0), Problemas familiares (2,1,1)
GRUPO 1	3. ¿Qué es el maíz transgénico (MT)?	Un participante sin conocimiento sobre el MT por falta de asistencia a los talleres	Modificación por el hombre para obtener una característica específica: rendimiento alto y resistencia a clima.
GRUPO 2			Está prohibido en México. No se distingue a simple vista. No se encuentra en la localidad, pero podría entrar. Se puede cruzar con criollos por polen. Deben defender el criollo. Puede afectar la salud humana.
GRUPO 2	¿Cuáles son los objetivos del proyecto de investigación UNAM en SAM?	x	"Erradicar el MT que en el 2017 se encontró en SAM, el cual se cruza por polen. Colectar para analizar y después dar resultados, si son positivos entonces erradicarlo".

GRUPO 2	¿Por qué no consideró al MT como un riesgo en el primer grupo focal si su nivel de interés en el proyecto es alto? (Pregunta dirigida).		Porque en el primer grupo focal no recordó el objetivo del proyecto ya que no lo repetimos, después pensó por qué llegamos a trabajar a SAM si no nos están pagando económicamente, finalmente llegó a la conclusión del por qué estamos ahí. Estoy entendiendo poco a poco lo que están haciendo en SAM". Si bien está agradecido con nuestra participación, le preocupa más el suelo, sea el maíz que sea no va a poder sembrarlo si suelo no es fértil.
GRUPO 1	4. ¿Cuál es su nivel de interés en el proyecto? <i>1=alto, 2=medio, 3=bajo Escala 1-10, 10 es alto</i>	Nivel de interés alto Quieren seguir participando en el proyecto Saber qué maíz están utilizando	Nivel alto mientras las actividades sean gratuitas. Trabajo con la comunidad.
GRUPO 2			Deseo de no tener MT y conservar el maíz criollo
GRUPO 1	5. En porcentaje, ¿cuál es el nivel de interés general de la comunidad en el proyecto? ¿Quiénes son algunas de las personas que usted cree podrían estar interesadas en el proyecto?	80% Más de la mitad, pero sin certeza Sin respuesta	Identifican a personas del Grupo Focal 2
GRUPO 2			Es una decisión personal
GRUPO 1	6. Después de la entrega de los resultados de presencia de secuencias transgénicas, ¿el nivel de interés en el proyecto UNAM aumentará? / En caso de aumentar, ¿por qué lo haría? ¿qué cambiaría en las personas a partir de la entrega de resultados?	Sí incrementará	x
GRUPO 2			El daño ya estará presente Sí habrá un aumento pero dependerá de cada quien seguir participando
GRUPO 1	7. ¿Cuáles son algunas de acciones para aumentar el interés de la comunidad en el proyecto UNAM? (Propuestas).	Seguir invitando Invitar a la mayoría para mayor probabilidad de asistencia Involucrar al resto de la comunidad, a la familia y a la juventud	Gratificación económica (\$150)
GRUPO 2			x
GRUPO 1	8. ¿Ustedes estarían dispuestos a implementar las posibles estrategias de	Sí hay disposición Cambio de semilla cuando haya certeza	x

GRUPO 2	bioseguridad de MT para intentar reducir, prevenir y eliminar su presencia en caso de que la haya? Ej. de estrategias: No introducir semilla de otros lugares, no intercambiar semilla durante un tiempo, colocar barreras vegetales o físicas para interceptar el polen.	de que es transgénica por temor a perjuicios	Aplicaría algunas: No cambiaría de semilla, pero no introduciría de otra localidad.
GRUPO 1	9. ¿Cuál es su disposición de seguir trabajando en el proyecto UNAM a pesar de circunstancias como: trabajo independiente de la comunidad, trabajo en conjunto con otras/otros profesionistas?	Sí hay disposición, siempre y cuando haya algún tipo de seguimiento (no al abandono absoluto)	Vincular con gente de confianza Continuidad gratuita Compromiso mutuo de trabajar (grupo de investigación-comunidad)
GRUPO 2			Deseo de más asesorías relacionadas a la agricultura