

MAÍZ TRANSGÉNICO EN SANTA CRUZ

Evidencias y futuro
del agro cruceño



tierra

MAÍZ TRANSGÉNICO EN SANTA CRUZ

Evidencias y futuro del agro cruceño



Este informe ha sido elaborado en el marco del proyecto interinstitucional “Agronegocios, pesticidas y derechos humanos en América Latina” coordinado por el Centro de Estudios Legales y Sociales - CELS (Argentina) con el apoyo de MISEREOR y del proyecto “Territorios resilientes ante la crisis climática: Fortaleciendo capacidades para la gestión de los recursos naturales en comunidades campesinas” ejecutado por TIERRA con el apoyo de Pan Para el Mundo - PpM.

DL: 4-1-6633-2025

ISBN: 978-9917-9749-6-3

© TIERRA, 2025

Primera edición, octubre de 2025

Coordinación:

Gonzalo Colque

Equipo de trabajo:

Jose Luis Eyzaguirre

Efraín Tinta

Paola Mamani

Análisis jurídico:

Jhovanna Morales

Trabajo de campo:

Fernando Rojas Noco, Franklin Ernesto Flores Cáceres,

Juan Pablo Rojas, Julio Egueza, Lorenzo Pino, Mary Luz Domínguez

Nieves Guzmán Garnica, Pablo Araúz, Víctor Ángel Sejas Ledezma

José Ignacio Coca Vásquez, María Isabel Vasques, Reynaldo Yubanure

Edición: TIERRA

Diseño y diagramación: TIERRA

Mapas: TIERRA

Calle Hermanos Manchego N° 2566

La Paz - Bolivia

Tel: (591) 2 243 2263

Email: tierra@ftierra.org

Sitio web: www.ftierra.org

Impreso en Bolivia

Contenido

PRESENTACIÓN.....	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
INTRODUCCIÓN.....	13
Consideraciones generales.....	13
Objetivos del estudio.....	15
Antecedentes de maíz GM en Bolivia.....	16
Marco legal sobre el uso de maíz GM.....	19
Contenido.....	22
PRIMERA PARTE	25
DETECCIÓN DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO.....	27
1. CONTEXTO DEL ESTUDIO.....	28
1.1. Evolución de producción de maíz.....	28
1.2. Principales zonas de producción.....	31
1.3. Exportaciones e importaciones.....	35
1.4. Comercialización de semillas.....	38
1.5. Tipos de maíz: convencional y transgénico.....	39
2. METODOLOGÍA.....	41
2.1. Diseño muestral y propósito del estudio.....	41
2.2. Selección de áreas de muestreo.....	41
2.3. Selección del tamaño de la muestra.....	42
3. TRABAJO DE CAMPO.....	44
3.1. Procesamiento y análisis.....	45
3.2. Registro y sistematización de los resultados.....	46
4. RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	47
4.1. Resultados positivos según tipo de proteína.....	49
4.2. Resultados por zonas.....	52
4.3. Resultados por tipos de productores.....	55
4.4. Consideraciones finales.....	57

5. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN.....	58
5.1. Respuesta de los productores frente a la alta presión de plagas.....	59
5.2. Falta de fiscalización y control.....	59
5.3. Riesgos de contaminación genética y pérdida de biodiversidad.....	60
5.4. Comercialización de maíz GM en Santa Cruz.....	60
SEGUNDA PARTE.....	69
EL FUTURO DEL AGRO CRUCEÑO: DESAFÍOS MÁS ALLÁ DE LA “BIOTECNOLOGÍA”	71
1. INTRODUCCIÓN.....	71
2. EL PROBLEMA: BAJOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS.....	73
3. RESPUESTA CENTRAL: “BIOTECNOLOGÍA”	75
4. EXPECTATIVAS Y REALIDADES EN TORNO A LA “BIOTECNOLOGÍA”	78
4.1 Promesas de saltos productivos.....	79
4.2 La incómoda realidad.....	82
5. MOTIVACIONES POR DETRÁS DE LA NARRATIVA	85
5.1 Arma de negociación política.....	86
5.2 Mecanismo de articulación de intereses.....	87
5.3 Cortina de negación del estancamiento agrícola.....	89
5.4 Proyecto político regionalista.....	90
6 PROBLEMAS DE ESTANCAMIENTO AGRÍCOLA.....	91
6.1 Rotación de cultivos.....	92
6.2 Siembra directa.....	93
6.3 Monocultivos sin bosques.....	95
6.4 Cambio del clima.....	97
7. BALANCE DE CIERRE.....	99
8. RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	115

PRESENTACIÓN

En las últimas décadas, el modelo agroproductivo boliviano ha experimentado una profunda transformación, especialmente en Santa Cruz, donde se ha consolidado un sistema agrícola mecanizado y orientado al agronegocio. Este proceso ha estado acompañado por la expansión de la frontera agrícola, la intensificación del uso de insumos externos y una creciente dependencia de la “biotecnología” como promesa de modernización y progreso económico.

Sin embargo, esta narrativa de avance esconde una realidad más compleja. A la par de ciertos logros aparentes, se evidencian signos claros de deterioro: suelos empobrecidos, estancamiento en los rendimientos, pérdida de diversidad agrícola y debilitamiento de los mecanismos de control público.

En este contexto, el documento “Maíz transgénico en Santa Cruz: evidencias y futuro del agro cruceño” que se encuentra en sus manos, ha sido elaborado por Fundación TIERRA como una respuesta a un vacío histórico de información y una apuesta por la transparencia. Su objetivo es ofrecer datos verificables sobre la presencia y expansión del maíz genéticamente modificado (GM) en el país, así como abrir un espacio de reflexión sobre sus implicaciones productivas, normativas y ambientales.

A través de un muestreo representativo en seis zonas productoras del departamento, la investigación confirma lo que se sospechaba en los últimos años: la siembra de maíz transgénico se ha extendido de manera generalizada, al margen de la legalidad y sin control estatal efectivo. Esta adopción irregular no responde únicamente a decisiones individuales, sino a causas estructurales: presión de plagas, ausencia de innovación pública y un modelo agrícola cada vez más dependiente de tecnologías externas.

No obstante, el valor del estudio no radica solo en la evidencia científica recolectada, sino en su capacidad de proponer una interpretación crítica. El informe cuestiona la creencia de que implementar y legalizar el uso de transgénicos resolverá los problemas del agro cruceño. Por el contrario, señala que los desafíos reales son más profundos: degradación de suelos, baja diversificación, debilitamiento institucional y falta de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad.

Fundación TIERRA reafirma con este trabajo su vocación con la investigación crítica y la acción comprometida. Este no es un documento técnico más: es una invitación a repensar de manera diferente el modelo de desarrollo agrícola en Santa Cruz y en Bolivia.

En tiempos marcados por la crisis climática y la polarización política, esta investigación no pretende cerrar un debate, sino abrirlo. Llama a autoridades, productores, sociedad civil y comunidad científica a asumir la responsabilidad colectiva de construir un futuro agrícola que sea viable, justo y sostenible.

El desafío no es legalizar lo ilegal, sino imaginar y construir una agricultura que alimente sin destruir, que produzca sin excluir y que respete los límites ecológicos ambientales del país.

Juan Pablo Chumacero Ruiz
Director Ejecutivo - Fundación TIERRA

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio elaborado por Fundación TIERRA tiene como propósito aportar al conocimiento sobre la presencia y producción de maíz genéticamente modificado (GM) en el departamento de Santa Cruz. Surge como respuesta a la ausencia de información documentada y actualizada, que es consecuencia del carácter ilegal que tiene este tipo de cultivos en Bolivia. Pese a que existen múltiples pistas y versiones que sugieren que sería un fenómeno bastante extendido o generalizado, persisten vacíos significativos que impiden ahondar en el entendimiento de sus implicaciones para el desempeño del agro cruceño en términos productivos y económicos.

La investigación tiene dos secciones centrales. La primera parte presenta los resultados obtenidos a partir de información primaria recolectada en seis zonas de producción de maíz. Para ello se analizaron 251 muestras recogidas en los campos de cultivos, aplicando pruebas de flujo lateral para la detección de material genético asociado a la presencia de hasta tres proteínas transgénicas.

La segunda parte plantea algunos elementos de análisis y reflexión sobre el futuro del agro cruceño, considerando que estamos frente a preocupantes señales de estancamiento e insostenibilidad en términos productivos, económicos y socioambientales. Se problematiza y cuestiona la premisa de que la legalización de cultivos GM o “biotecnología” conduciría automáticamente a dar grandes saltos productivos, considerando que, pese al uso generalizado de semillas transgénicas, persisten los problemas de bajos rendimientos agrícolas.

Principales hallazgos:

- El 83% de las muestras analizadas resultaron positivas para la presencia de una o más proteínas asociadas al maíz GM.
- El 17% de las muestras de maíz resultaron negativas, lo que indica ausencia de proteínas asociadas a maíz GM.
- De las 251 muestras, 208 dieron positivas para una o más proteínas transgénicas, observándose un claro predominio de “eventos apilados” que combinan la resistencia a glifosato (RR) con eventos que proporcionan protección contra insectos lepidópteros (Bt).
- La presencia de tres proteínas en la mayoría de las muestras sugiere que las semillas de maíz utilizadas son de recientes generaciones que integran tanto capacidades de resistencia contra herbicidas de amplio espectro, como avances de ingeniería genética para el control de plagas o insectos.

Entre las principales causas del uso generalizado de semillas transgénicas se identifican:

- Alta presión biológica de plagas y malezas en los campos de monocultivos, lo que aumenta los costos de producción y provoca pérdidas de cosechas.
- Falta de fiscalización y control de parte del Estado, debido a que las autoridades agroambientales no cuentan con mecanismos institucionales y operativos suficientes para regular el uso, comercialización y producción de maíz GM.
- Libre circulación de semillas GM de maíz, entre las cuales destacan marcas comerciales como Dekalb (parte de Bayer tras la compra de Monsanto), Biomatrix (parte de Syngenta con base en Brasil), Brevant (parte de Corteva Agriscience en Brasil), así como FertiSeed y Semeali, también de origen brasileño. Los principales países de origen son Brasil, Argentina y Paraguay.

Como conclusión, este estudio recomienda enfocarse en los desafíos estructurales que están por detrás de los bajos rendimientos agrícolas y el empobrecimiento de los suelos, más que en la legalización de cultivos GM. La práctica extendida de los monocultivos trae consigo problemas de sostenibilidad como la pérdida de fertilidad, plagas cada vez más resistentes, aumento del uso de plaguicidas y agroquímicos, disminución de las potencialidades productivas de la tierra y eventos climáticos extremos y erráticos, entre otros.

Los problemas de la agricultura cruceña requieren soluciones estructurales de mayor alcance, más allá de la simple legalización de nuevos eventos transgénicos.

INTRODUCCIÓN

Consideraciones generales

Los cultivos genéticamente modificados (GM) comenzaron a expandirse de manera generalizada en distintas regiones del mundo a partir de 1996, lo que marcó un punto de inflexión de alta relevancia para la agricultura contemporánea. Las semillas fueron desarrolladas en laboratorio mediante técnicas de ingeniería genética que permitieron introducir material genético con características específicas que son imposibles de lograr mediante métodos de mejoramiento genético convencional.

Las primeras generaciones comercializadas de semillas GM fueron de soya, maíz, canola y algodón. Fueron modificadas para que las plantas sean tolerantes a herbicidas de amplio espectro, en específico al glifosato. Esta característica, conocida como RR (por *Roundup Ready*, la marca más difundida de glifosato), permitía que los agricultores fumigaran o aplicaran herbicidas para controlar las malezas o malas hierbas sin dañar los cultivos GM. Posteriormente, los centros de investigación genética lograron introducir genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) para que las plantas produzcan una proteína tóxica para ciertos insectos, reduciendo así la necesidad de usar pesticidas o insecticidas. Con el tiempo, ambas modificaciones genéticas fueron combinadas en una sola semilla mediante los llamados “eventos apilados” o combinados (RR+Bt).

En la actualidad, los cultivos GM están adoptados por 28 países en el mundo, siendo Estados Unidos el principal protagonista, con 75,4 millones de hectáreas destinadas a cultivos transgénicos, lo que representa el 95% del total de cultivos de maíz, soya y algodón (Agbiolvestor, 2024). En segundo lugar, se ubica Brasil, con 67,9 millones de hectáreas para cultivos GM.

La suma de estas dos cifras representa el 71% del total de superficie cultivada con semillas GM a nivel mundial. Argentina ocupa el tercer lugar con 23,8 millones de hectáreas y en cuarto lugar está Canadá con una superficie cultivada de 11,7 millones de hectáreas.

La rápida expansión de los cultivos GM dio lugar a debates y polémicas de todo tipo, tanto científicos, agronómicos, económicos como socioambientales. Mientras sus defensores resaltan los beneficios productivos, rendimientos agrícolas o disminuciones del uso de agroquímicos, sus detractores sostienen que existen riesgos para la salud humana y la biodiversidad, además de que degradan los suelos, destruyen los bosques, aumentan la inseguridad alimentaria y la dependencia de grandes corporaciones del agronegocio (Anjaria, 2024).

En Bolivia, el único cultivo transgénico autorizado es la soya RR (evento 40-3-2), por una resolución biministerial aprobada en 2005 y elevada de rango mediante el Decreto Supremo N° 28225. Es la primera variedad resistente al glifosato desarrollada por Monsanto. Para 2024, este cultivo ocupaba 1,68 millones de hectáreas cultivadas, situando a Bolivia en el duodécimo lugar entre los principales productores mundiales de soya. Esta superficie representa el 37% del total de tierras cultivadas a nivel nacional y el 49% del departamento de Santa Cruz. Aunque existen algunos estudios que sugieren la presencia de otros eventos genéticos y cultivos GM, hasta ahora no existen autorizaciones legales para su uso, comercialización, siembra y cosecha. La Constitución Política del Estado (CPE), artículo 409, señala que “la producción, importación y comercialización de transgénicos será regulada por Ley”.

No existe autorización legal para las semillas GM de maíz en Bolivia, pero su presencia y uso, concretamente en Santa Cruz, ha sido reconocida abiertamente por los propios productores y gremios agropecuarios, e incluso por autoridades gubernamentales.

Si bien los estudios que existen al respecto reportan varias evidencias, presentan limitaciones a la hora de dimensionar los alcances o volúmenes de producción de maíz GM. Algunas estimaciones afirman que podría estar sobrepasando el 30% del total, mientras que otras sugieren que sería más de

la mitad con respecto al maíz convencional. Los datos siguen siendo escasos en cuanto al tamaño de este fenómeno y su distribución territorial, por lo que se desconoce si se encuentra extendido en todo el departamento de Santa Cruz o si su presencia está restringida a determinadas zonas o municipios.

Ante este vacío de información, la Fundación TIERRA realizó este estudio para responder a esta necesidad de interés general de contar con información y conocimiento actualizado sobre la presencia del maíz transgénico en los campos de cultivo del departamento de Santa Cruz. Sabiendo que la principal limitación es la ausencia de información de primera mano, los mayores esfuerzos se concentraron en el trabajo de campo para la recolección de muestras de maíz, aplicación de pruebas de detección de material genético, procesamiento de los resultados e interpretación de los hallazgos.

Objetivos del estudio

El objetivo principal de esta investigación es contribuir al conocimiento sobre la presencia del maíz GM en los campos de cultivo de Santa Cruz, mediante la recolección de muestras representativas en campo, la identificación de variedades transgénicas y la elaboración de informes técnicos.

El documento está organizado en dos partes que responden a los siguientes objetivos específicos:

- 1. Primera Parte:** Identificar la presencia de maíz GM en las áreas de agricultura mecanizada y comercial del departamento de Santa Cruz, mediante un muestreo representativo en terreno y el uso de pruebas de detección rápida de proteínas transgénicas.
- 2. Segunda Parte:** A la luz de los hallazgos de investigación, plantear elementos de análisis y reflexión sobre el futuro del agro cruceño, más allá de las expectativas sobredimensionadas en torno a la “biotecnología” como respuesta frente a los problemas de estancamiento e insostenibilidad en términos productivos y económicos.

Antecedentes de maíz GM en Bolivia

Las primeras señales de la presencia ilegal de maíz transgénico se remontan al año 2014. En el mes de agosto, el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE) informó que “actualmente se calcula que en el país hay cultivos ilegales de maíz transgénico estimados en 40.000 hectáreas”. En ese entonces, esta cifra representaba alrededor del 14% de la superficie cultivada de maíz en el departamento de Santa Cruz (IBCE, 2015)¹. En los años posteriores, las estimaciones fueron aumentando tanto en número de hectáreas cultivadas como en volúmenes de producción. En 2017, el periódico El Deber dio la noticia de que se habían cultivado alrededor de 62.550 hectáreas de maíz con semillas transgénicas traídas al país vía contrabando desde Argentina (CIPCA, 2018)². Ese mismo año, el presidente de la Cámara de Pequeños Productores del Oriente (CAPPO) declaró ante varios medios de comunicación que solo en el municipio de Cuatro Cañadas se habían sembrado 4.000 hectáreas de maíz transgénico, lo que representaba el 22% de la superficie de cultivos de maíz a nivel municipal (Cajigas, 2018).

Uno de los factores que aceleró la adopción ilegal de maíz GM fue la decisión del gobierno nacional de importar maíz desde Argentina. El 2 de agosto de 2016, el presidente Evo Morales promulgó el Decreto Supremo N° 2857 que autorizaba la compra con carácter temporal de miles de toneladas de maíz transgénico con el objeto de mitigar los efectos negativos de la sequía que había afectado seriamente tanto a los productores agropecuarios como a los consumidores debido a la escasez de alimentos de origen animal (pollo, carne de cerdo, huevos y leche). A los pocos meses, el gobierno reportó que

1 La Ley N.º 144 de Revolución Productiva, Comunitaria y Agropecuaria, promulgada en 2011, prohíbe explícitamente el uso de semillas transgénicas o genéticamente modificadas, con excepción de la soya. Sin embargo, se estima que actualmente existen en el país alrededor de 40.000 hectáreas de cultivos ilegales de maíz transgénico. Obtenido de <https://goo.su/ipmKz>

2 Según notas de prensa de El Deber, en la campaña agrícola 2016/2017 se cultivaron aproximadamente 62.550 hectáreas de maíz transgénico en el departamento de Santa Cruz (14/08/2017). Además, se reporta que en 2015 se importaron 87 Tm. de maíz amarillo transgénico proveniente de Argentina y que, para 2016, esta cifra aumentó drásticamente hasta alcanzar 98.000 toneladas. Por otra parte, una publicación del 29/09/2017 señala que “productores revelan uso de semilla de maíz transgénico de contrabando”, mientras que la Cámara de Pequeños Productores del Oriente (CAPPO) informó que sembraron 4.000 hectáreas de maíz transgénico en el municipio de Cuatro Cañadas.

se habían importado 98.000 toneladas de maíz transgénico, oficialmente destinadas a la alimentación animal en los sectores de producción avícola, porcina, ganadera. Sin embargo, en los hechos, no se implementaron medidas de fiscalización y control para impedir su uso como semillas en los campos de cultivo (El País, 2021).

Ese mismo año, la Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas (DGBAP) publicó uno de los primeros estudios basados en la recolección de evidencias en campo sobre la presencia de maíz transgénico (Rojas, 2016). Se reportó la recolección de 126 muestras en los municipios de Fernández Alonzo (20 parcelas con 39 muestras), San Pedro (10 parcelas con 18 muestras), San Julián (12 parcelas con 26 muestras), Cuatro Cañadas (5 parcelas con 11 muestras), Gutiérrez (10 parcelas con 20 muestras) y Cabezas (6 parcelas con 12 muestras). Los resultados fueron negativos o marginales para la mayoría de los municipios estudiados, excepto para San Julián. En este último, más del 80% de las muestras fueron identificadas como maíz transgénico resistente a lepidópteros o gusano cogollero y tolerante al glifosato.

En 2017, el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) y la institución de Productividad Biosfera Medio Ambiente (PROBIOMA) llevaron a cabo otro estudio, esta vez en la región del Chaco cruceño, con el propósito de documentar de forma sistemática la misma problemática. Recolectaron muestras de maíz de distintos centros de comercialización mayorista y casas comercializadoras de semillas en los municipios de Villamontes, Yacuiba, Camiri y Charagua. Luego de analizar la proteína CP4 en el material genético, confirmaron la presencia de maíz transgénico RR, evento NK603 (CIPCA, 2018). También detectaron prácticas artesanales de cruce con maíces híbridos comercializados en la colonia menonita Pinondi y zonas aledañas. Alertaron sobre los riesgos de contaminación que implicaba la presencia de transgénicos para las 18 variedades nativas de maíz existentes en la región de Chaco y comunidades guaraníes. Aunque este estudio no llegó a estimar en cifras la presencia de maíz GM, aportó evidencias sólidas sobre la expansión de la presencia de semillas transgénicas hacia una de las zonas de mayor importancia para el cultivo de maíz.

En los años recientes, diferentes instituciones de investigación, organizaciones ambientalistas y medios de comunicación denunciaron el crecimiento de la comercialización de semillas transgénicas, el contrabando y la superficie cultivada con maíz GM. Un hecho puntual, pero revelador, ocurrió a mediados de 2022, cuando la prensa y las redes sociales reportaron que decenas de camiones repletos de maíz estaban siendo bloqueados en el ingreso a los silos de acopio de la Empresa Estatal de Apoyo a la Producción de Alimentos (EMAPA) en el municipio de Pailón. Los bloqueadores eran productores agropecuarios cruceños, quienes denunciaron que dichos camiones transportaban maíz transgénico proveniente de Argentina de manera ilegal. Frente a las cámaras, se tomaron muestras de maíz, se aplicaron las pruebas de detección rápida y se mostraron los resultados a periodistas y reporteros. Las autoridades de EMAPA no negaron o confirmaron la denuncia, pero, unas semanas después, junto con la Aduana Nacional allanaron unos galpones y silos privados. En conferencia de prensa, informaron que en ese operativo, se decomisaron 620 toneladas de maíz y soya transgénicos. Para los productores agropecuarios, quienes protagonizaron el bloqueo de camiones, esta intervención fue interpretada como una represalia o un acto de revanchismo por haber develado la participación de las autoridades en la importación y comercialización ilegal de maíz transgénico (Erbol, 2022).

Este tipo de hechos no solo corroboran la existencia de maíz GM, sino que apoyan las estimaciones recientes que sugieren presencia mayoritaria. En 2022, Isidoro Barrientos, en calidad de presidente de CAPPO, afirmó que en Santa Cruz se estarían utilizando semillas transgénicas entre el 65% y 70% del área cultivada de maíz. Asimismo, Marín Condori, investigador agrónomo de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), señaló en más de una ocasión que entre el 70% y 80% la superficie cultivada está copada con variedades de maíz transgénico. Los gremios agropecuarios como la Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO), Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO) o CAPPO no confirmaron ni desmitieron el crecimiento de las siembras ilegales de maíz.

Marco legal sobre el uso de maíz GM

La Constitución Política del Estado (2009) establece el marco regulatorio de los cultivos GM en el Artículo 255 (parágrafo II, inciso 8) y el Artículo 409. El primero prohíbe la importación, producción y comercialización de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que dañen la salud y el medio ambiente, priorizando la seguridad y soberanía alimentaria. Sin embargo, el segundo estipula que la producción, importación y comercialización de transgénicos será regulada por ley, dejando así abierta la posibilidad de su adopción bajo ciertas condiciones.

Asimismo, Bolivia, al formar parte del Convenio sobre Diversidad Biológica (1994) y el Protocolo de Bioseguridad de Cartagena (2001), asume la obligación de realizar evaluaciones estrictas de los potenciales riesgos de los OGM y sus impactos negativos sobre la biodiversidad y el medio ambiente (Cartagena, 2022). Por esta razón, en 1997 se aprobó el reglamento de bioseguridad y la creación del Comité Nacional de Bioseguridad (CNB), para que mediante procedimientos técnicos y científicos se realicen evaluaciones de riesgos y posibles impactos sobre la salud humana, el medio ambiente, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico de la población.

La Ley 144 de 2011 fue la primera en desarrollar lo dispuesto en la CPE y activar el funcionamiento del CNB. Explícitamente, prohíbe la introducción de OGM en cultivos en que Bolivia es centro de origen o biodiversidad genética, como el maíz. Sin embargo, permite el uso de cultivos no nativos (como la soya) bajo estrictos procedimientos de evaluación. La Ley 300 de Madre Tierra de 2012 refuerza estos lineamientos, además de recomendar la eliminación gradual de las variedades ya autorizadas, como la soya RR. A pesar de estos antecedentes legales, el Decreto Supremo 2857 del año 2016 permitió por primera vez la importación de maíz duro amarillo desde Argentina, con el justificativo de paliar las pérdidas de las cosechas causadas por las sequías en la campaña agrícola de esa gestión.

La inclinación a favor de los OGM quedó en evidencia con la promulgación del Decreto Supremo 3874 del 2019 que autoriza al Comité Nacional de Bioseguridad (CNB) la adopción de procedimientos abreviados para evaluar dos nuevos tipos de soya GM (evento HB4 e Intacta) con el fin de

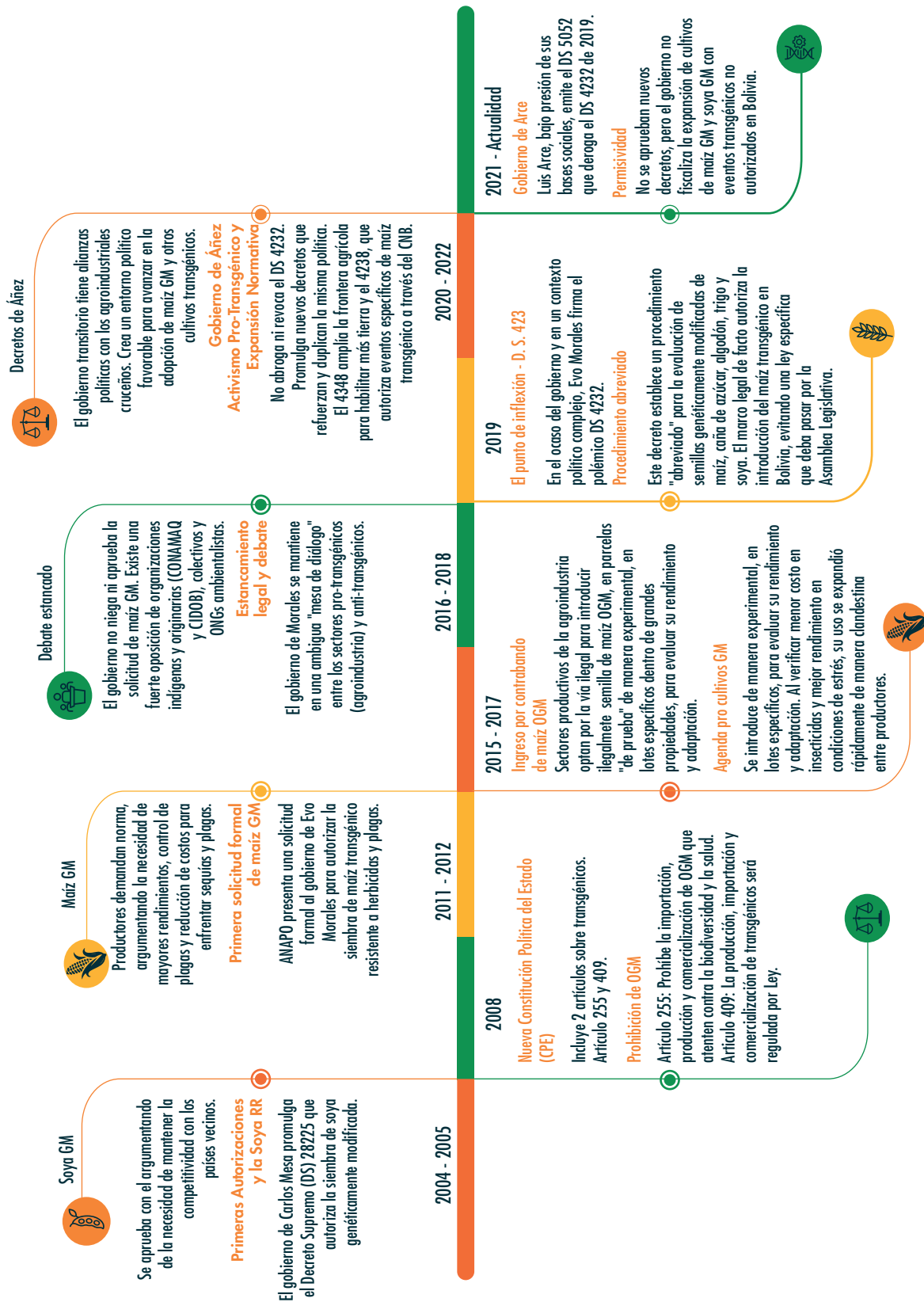
incentivar la producción de biodiésel. Si bien hasta este momento no existían disposiciones específicas sobre el maíz GM, estos decretos allanaron el camino para posteriores avances hacia la demanda de legalización de los transgénicos en Bolivia planteada por los agropecuarios cruceños.

Durante el gobierno transitorio de Jeanine Añez (2019-2020) se aprobaron dos decretos (4232 y 4348) autorizando nuevamente al CNB establecer procedimientos abreviados, pero ya no solo para soya, sino también para maíz, caña de azúcar, algodón y trigo. También se aprobaron zonificaciones para cultivos de maíz GM, dando por hecho que el CNB autorizaría o recomendaría su adopción comercial. Aunque estos decretos fueron abrogados posteriormente por el gobierno de Luis Arce, no hubo fiscalización y control estatal del contrabando, comercialización y uso de semillas transgénicas.

En los años recientes, los sectores agroindustriales, como la CAO y ANAPO, han ejercido presiones constantes para legalizar cultivos transgénicos como la soya HB4, la soya Intacta, el trigo HB4 y el maíz Bt, argumentando que representan grandes oportunidades de crecimiento económico y mejora de los rendimientos agrícolas. En 2023, el Ministerio de Medio Ambiente, a través del CNB, autorizó ensayos de evaluación para la soya HB4. Las reuniones entre este sector y el gobierno nacional en el contexto de la crisis económica estuvieron marcadas por los pedidos de legalización de la llamada “biotecnología”, que no es otra cosa que la exigencia de nuevas variedades y cultivos GM.

Finalmente, el Foro Agropecuario 2025, que reunió a los candidatos presidenciales mejor situados en las encuestas, agendó con fuerza la demanda del agro cruceño de legalización de cultivos GM, incluyendo el maíz transgénico y otros (CAO, 2025). Todos los candidatos sin excepción se comprometieron políticamente a aprobar con la mayor celeridad posible la adopción de transgénicos (Trigo, 2025). El principal argumento es que con esta modificación en la agricultura se podrían generar grandes oportunidades económicas, que son imprescindibles para la lucha contra la crisis económica en que se encuentra Bolivia y que las agroexportaciones son un componente fundamental de las respuestas para la generación de divisas internacionales (PubliAgro, 2025).

Figura 1. Cronología legal del uso de maíz Bt



Contenido

Este documento tiene dos partes. La primera está dedicada específicamente a los resultados obtenidos en trabajo de campo sobre la presencia de maíz transgénico. Luego de exponer antecedentes, contexto e información introductoria, esta sección ofrece explicaciones metodológicas y técnicas sobre la recolección de las muestras y los procedimientos aplicados para la detección e identificación de maíz transgénico. La exposición de los resultados es la sección central y se realiza con apoyo de cuadros, gráficos y mapas. Posteriormente, se ofrecen algunas interpretaciones cuantitativas y cualitativas, además de advertencias sobre la validez y limitaciones de los resultados. Finalmente, se extraen las principales conclusiones del trabajo.

La segunda parte aborda la problemática del agro cruceño y las implicaciones del uso ilegal de semillas transgénicas. El propósito central es valorar los alcances y el realismo de los potenciales cambios productivos que los gremios agropecuarios prometen con la legalización del maíz transgénico. Se hacen valoraciones comparativas de las proyecciones de producción con “biotecnología” y los resultados reales e históricos. Se problematiza la cuestión de por qué el uso ilegal de semillas no impulsó aumentos en los rendimientos productivos. A partir de estas consideraciones, se abordan e identifican posibles problemas estructurales de la agricultura cruceña más allá de argumento de que los bajos rendimientos se deben a la falta de autorización de semillas transgénicas.



PRIMERA PARTE
DETECCIÓN DE MAÍZ
GENÉTICAMENTE
MODIFICADO

DETECCIÓN DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADO

Pese a que la biodiversidad está protegida legalmente de OGM, existen fuertes presiones para la introducción, adopción y legalización de semillas transgénicas. Las corporaciones agro-biotecnológicas como Bayer, Syngenta, BASF, Dow-Dupont, entre otras, tienen aliados nacionales que promueven campañas comunicacionales, lobby y cabildeo para influir tanto en la opinión pública como en las decisiones gubernamentales.

Distintos estudios realizados por universidades, organismos no gubernamentales e incluso por instituciones públicas apuntan a que no solo hay presiones para la adopción legal, sino que existen cultivos transgénicos en las zonas de agricultura mecanizada de Santa Cruz. Frente a esta situación, la Fundación TIERRA realizó el presente estudio con la finalidad de corroborar la presencia o no de maíz genéticamente modificado, con información de primera mano.

Esta primera parte, presenta los resultados de la investigación realizada. El contenido fue estructurado en cuatro partes. Primero, se contextualiza la producción de maíz del departamento de Santa Cruz, mediante un breve balance de información histórica, antecedentes de cultivos GM, importaciones de insumos agrícolas e identificación de las principales zonas de producción. Segundo, se ofrecen explicaciones sobre la metodología empleada para la recolección de información primaria en campo, consistente en muestras de maíz que luego fueron analizadas empleando un test de detección de proteínas asociadas a los OGM. Posteriormente, se presentan los resultados de investigación resaltando los principales hallazgos. Finalmente, se presenta el apartado de interpretación y discusión que aborda algunas de las implicaciones de la presencia de maíz GM.

1. CONTEXTO DEL ESTUDIO

1.1. Evolución de producción de maíz

En 2004, mientras el 56% de la soya producida a nivel mundial era transgénica, el maíz modificado en laboratorio representaba tan solo el 14%. Sin embargo, tanto el maíz RR tolerante a herbicidas (glifosato) como el Bt (resistente a insectos) fueron ganando terreno en poco tiempo (Falck-Zepeda et al., 2009). Aunque Argentina, Brasil y Paraguay liberaron su uso, Bolivia no dio ese paso hasta la fecha.

En Bolivia, la historia del maíz GM está marcada por una tensión constante entre un marco legal restrictivo y el uso ilegal impulsado por el sector agroindustrial. Aunque la CPE de 2009 y la Ley 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria de 2011 prohíben explícitamente los OGM, las primeras evidencias de la presencia ilegal de maíz se remontan al menos a 2014. A pesar de los antecedentes sobre el uso de maíz transgénico, la producción de maíz estuvo marcada por un lento crecimiento, tanto en superficie cultivada como volúmenes de producción.

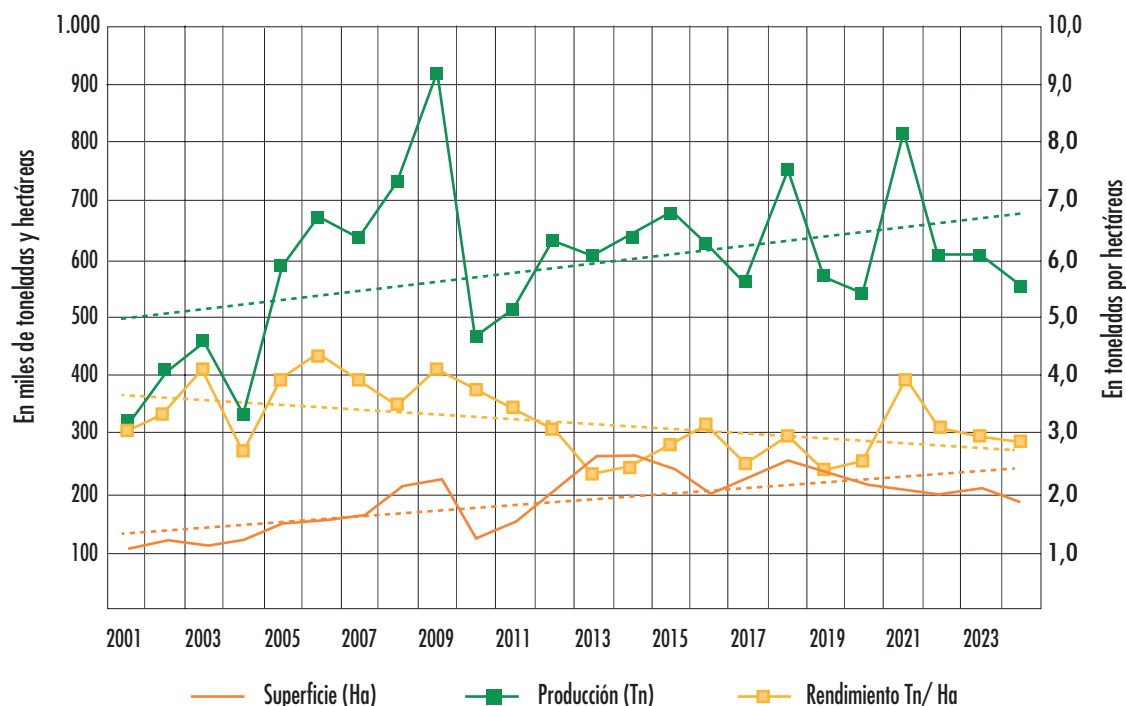
El Cuadro 1 presenta información de tres indicadores clave del periodo 2001-2024 en cuanto a superficie cultivada, volúmenes de producción y rendimientos por hectárea.

**Cuadro 1. Santa Cruz: Evolución de la producción de maíz
(2001-2024)**

Descripción	Superficie (ha)	Producción (tn)	Rendimiento (tn/ha)
2001	104.000	317.350	3,05
2002	122.500	404.680	3,30
2003	111.000	456.300	4,11
2004	122.500	330.150	2,69
2005	150.000	580.500	3,87
2006	153.000	663.750	4,34
2007	163.000	634.070	3,89
2008	204.473	724.399	3,54
2009	222.773	913.467	4,10
2010	123.817	464.133	3,75
2011	148.298	509.552	3,44
2012	201.950	630.084	3,12
2013	262.267	603.214	2,29
2014	267.378	643.725	2,41
2015	242.386	675.772	2,79
2016	197.077	624.904	3,17
2017	229.409	555.697	2,42
2018	255.800	753.784	2,95
2019	239.426	566.222	2,36
2020	213.578	536.357	2,51
2021	207.359	810.312	3,91
2022	196.693	601.188	3,06
2023	206.599	602.958	2,92
2024	189.535	552.302	2,91

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) 2024.

Gráfico 1. Santa Cruz: Evolución de la producción de maíz (2001-2024)



Fuente: Elaborado con base en datos del INE.

El cultivo de maíz dio un salto significativo durante el periodo 2001-2010. En promedio del primer quinquenio alcanzó 122.000 hectáreas a 173.413 hectáreas en la segunda mitad de la década, lo que representa un crecimiento del 42%. Entre los años 2011 y 2020, el cultivo alcanzó un promedio de 225.000 hectáreas. No obstante, tras el máximo histórico de 267.378 en 2014, el área comenzó a estabilizarse en torno a 215.000 hectáreas cultivadas en promedio hacia el 2024. El maíz pasó de ser el principal cultivo de rotación a uno necesario, pero secundario frente a otros como el sorgo.

En términos de producción, durante la década 2001-2010, el promedio pasó de 417.796 toneladas en el primer quinquenio a 679.964 toneladas en el segundo. Este crecimiento estuvo impulsado por el incremento de la superficie cultivada. A partir de 2011, la producción se caracterizó por altibajos y una tendencia descendente, con un promedio de 612.469 toneladas en el primer quinquenio y 607.393 toneladas hacia 2020. Aunque en 2021 se registró un repunte (810.312 toneladas), el promedio de 2022-2024 fue de apenas de 585.483 toneladas.

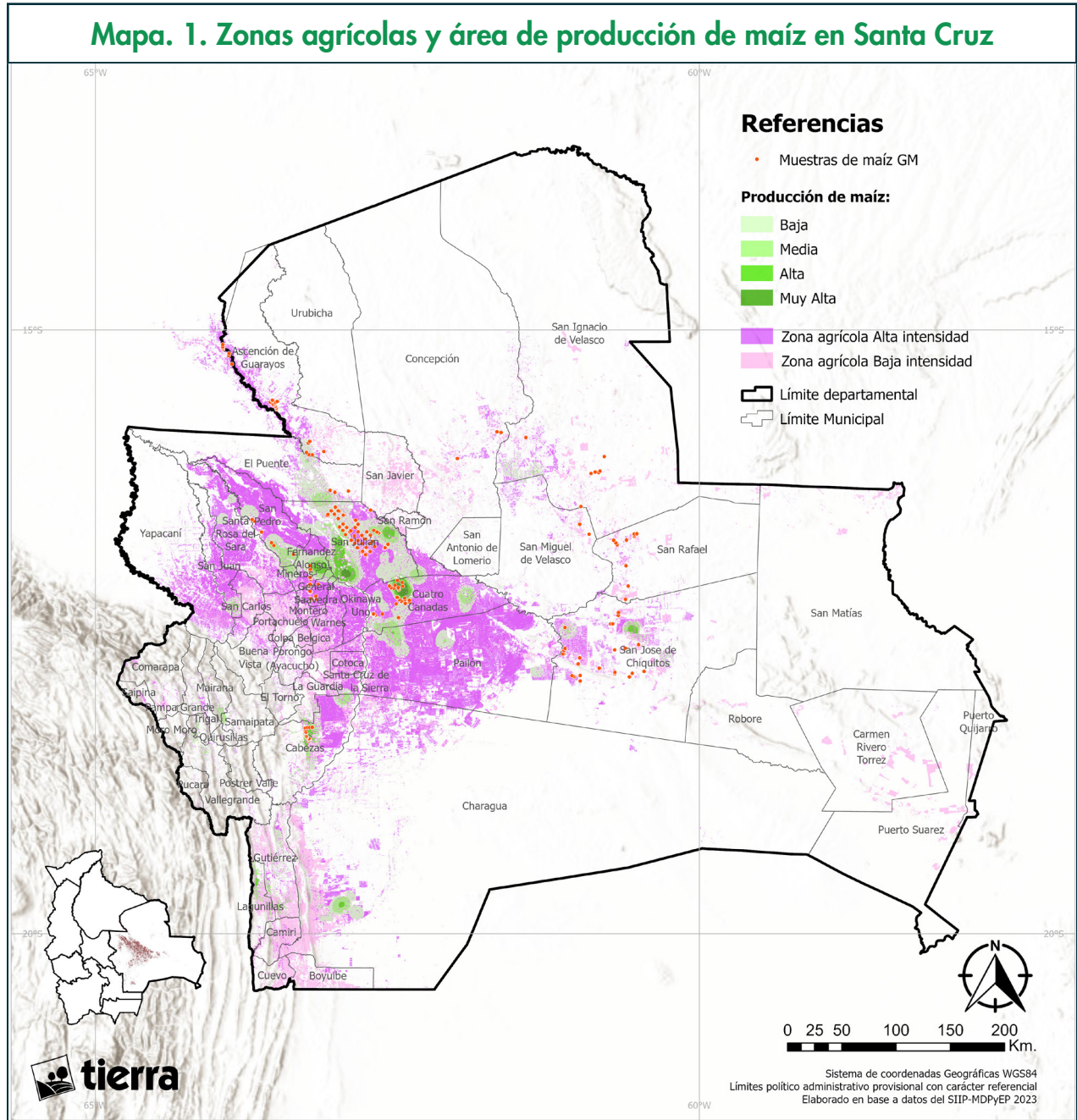
La productividad del maíz en Santa Cruz puede resumirse como sigue. En el período 2001-2010 marcó el máximo histórico con 3,7 toneladas por hectárea. Sin embargo, entre 2011 y 2020 se registró una caída significativa a 2,75 toneladas por hectárea. Finalmente, en el ciclo 2021-2024 los rendimientos mostraron una tendencia a la baja. Si bien en 2021 hubo una recuperación al alcanzar 3,9 toneladas por hectárea, el promedio de los años 2022 a 2024 fue de apenas 2,96 toneladas, lo que muestra un estancamiento de la capacidad productiva del sector.

En síntesis, mientras la superficie cultivada mantiene una tendencia ascendente a largo plazo, la producción y los rendimientos mostraron un quiebre a partir de 2010. La producción máxima de 2009 marcó un punto de inflexión que dio inicio a un periodo de lento descenso. Los incrementos de superficie cultivada no lograron sostener los niveles de rendimientos que finalmente pasaron de un promedio de 3,7 t/ha. (2001-2010) a 2,88 t/ha. (2011-2024).

Este comportamiento tendencial de los últimos 24 años (2001-2024) permite extraer las siguientes anotaciones generales: i) el principal cambio productivo se produjo durante la primera década, tanto en volúmenes de producción como en superficie cultivada, ii) la segunda década muestra un estancamiento recurrente, a pesar de leves aumentos de superficie cultivada y iii) los rendimientos agrícolas disminuyeron significativamente a partir de la segunda década del período.

1.2. Principales zonas de producción

Para una mejor comprensión de las áreas de producción de maíz en Santa Cruz (ver el Mapa 1) el Cuadro 2 identifica y muestra seis zonas principales, según importancia de área cultivada y volúmenes de producción.



Las seis zonas abarcan 19 de los 56 municipios del departamento de Santa Cruz que concentran la mayor parte de la producción de maíz de la región. Representan el 70% de la producción departamental y el 61% de la superficie cultivada (ver Cuadro 2).

La Zona Este se consolida como el principal productor, aportando 191 mil toneladas (30% del total departamental), teniendo mayor participación San Julián (138.782 Tn) y Cuatro Cañadas (49.504 Tn). Esta zona representa el centro de la agricultura mecanizada de maíz, con una superficie cultivada de 57 mil hectáreas que equivale al 26% del total departamental.

Le sigue en importancia la Zona de Cabezas, con una producción de 73 mil toneladas, es decir el 12% del total. En tercer lugar, está la Zona de Norte Integrado con una producción que ronda 66 mil toneladas entre los municipios de El Torno, Fernández Alonso, General Saavedra y Mineros. En términos porcentuales representa el 11% departamental, y el 8% de la superficie cultivada de maíz. Estas dos zonas juntos representan el 18% de la superficie cultivada de maíz.

Las otras tres zonas; Chiquitanía Sur (44.387 Tn), Guarayos (32.585 Tn) y; Chiquitanía Norte (27.984 Tn) presentan una estructura productiva fragmentada entre varios municipios y predios de producción de menor escala. La presencia de municipios con volúmenes marginales como Urubichá (34 Tn) y San Rafael (763 Tn) dentro de estas zonas refleja un sistema de producción a pequeña escala que en algunas zonas coexiste con la agricultura comercial. Las tres zonas tienen una participación de 17% en cuanto a hectáreas sembradas y 16% en volumen de producción (cifras promedio 2015-2024).

Los municipios productores de maíz no contemplados dentro de las seis zonas identificadas, no están estrechamente relacionadas con el objeto de estudio porque el maíz no es necesariamente un cultivo de rotación asociado a la soya y, especialmente en el la región del Chaco, todavía se cultiva el maíz como parte de la agricultura tradicional de familias campesinas.

Cuadro 2. Santa Cruz: Superficie cultivada de maíz por municipios (2015-2024)

Zona/Región	Producción (Tn) 2015-2024	Superficie (Ha) 2015 -2024
(1) Este	190.831	57.170
San Julián	138.782	39.081
Cuatro Cañadas	49.504	17.170
San Antonio de Lomerio	1.275	673
Montero	1.270	246
(2) Cabezas	73.457	22.253
Cabezas	73.457	22.253
(3) Norte Integrado	66.225	16.404
El Torno	30.290	7.470
Fernandez Alonso	23.929	6.185
General Saavedra	7.351	1.451
Mineros	4.655	1.298
(4) Chiquitanía Sur	44.387	15.982
San José	28.294	9.853
Pailón	16.093	6.129
(5) Guarayos	32.535	10.795
El Puente (SC)	27.265	9.165
Ascención de Guarayos	5.236	1.613
Urubichà	34	17
(6) Chiquitanía Norte	27.984	10.440
San Ignacio de Velasco	17.774	6.539
Concepción	4.196	1.610
San Miguel de Velasco	3.980	1.433
San Javier	1.271	520
San Rafael	763	339
Total, 6 zonas	435.419	133.046
Total, Santa Cruz	627.949	217.787
Total % (6 zonas)	70%	61%

Nota. Las estimaciones de superficie cultivada y producción de maíz en grano realizadas por el MDPyEP, presentan ciertas inconsistencias y/o omisiones a partir del año 2022. Mediante el análisis cruzado con registros históricos y geodatos disponibles en el Sistema Territorial de Apoyo a la Producción (<https://geodata-bolivia.produccion.gob.bo/mapstore/#/>), hemos identificado cambios abruptos y en direcciones opuestas en los registros correspondientes a los municipios de San Antonio de Lomerío y San Julián para el período 2022-2024. Luego de una valoración técnica, se optó por un ajuste cruzado, asumiendo que los datos de un municipio corresponden al otro.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP), 2024.

1.3. Exportaciones e importaciones

El panorama comercial del maíz nacional se caracteriza por desequilibrios entre exportaciones e importaciones. En el periodo 2015-2024, las exportaciones alcanzaron un total de 230,5 mil toneladas, con un valor de 91,8 millones de dólares, mientras que las importaciones sumaron 324,1 mil toneladas, por un valor de 96,5 millones de dólares. El maíz amarillo duro es el producto estrella que representa el 87% del total de importaciones, principalmente de Argentina, Brasil y Estados Unidos.

Las importaciones de maíz se dispararon durante el período 2005-2014, una situación alentado por los decretos que establecieron un arancel cero. Además, el gobierno intervino en el mercado, acopiando maíz de los pequeños productores y comercializando a precios subsidiados, lo que desincentivó la producción nacional.

Las exportaciones de maíz también fueron reguladas en los últimos años. El gobierno restringió la salida del grano a otros países para frenar la subida de precios, y disminuir la escasez y la especulación del producto en el mercado interno, en especial durante el año 2008.

El período 2011-2020 fue el que tuvo mayor actividad importadora, con 387 mil toneladas por un valor de 154,1 millones de dólares, pero también de extrema volatilidad. El maíz amarillo duro dominó claramente en cuanto a volumen (81% del total), mientras que el maíz para siembra, representando el 5% del volumen, capturó el 48% del importe total, mostrando su alto valor por tonelada.

Cuadro 3. Bolivia: Importación de maíz (2015-2024).

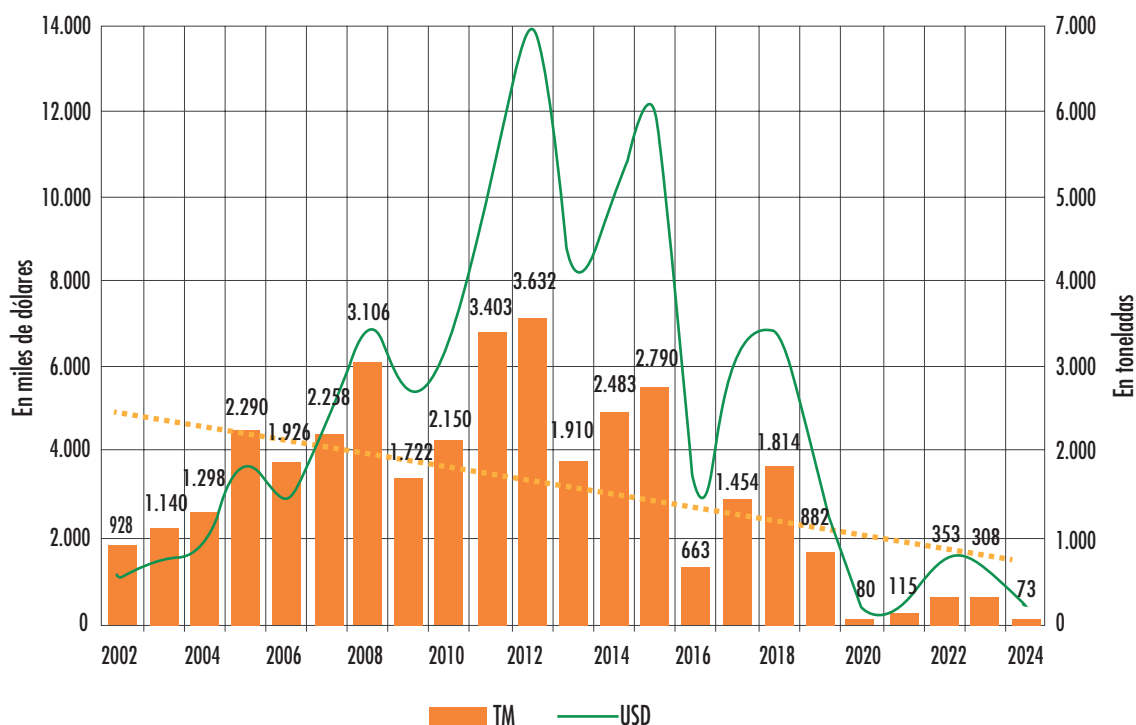
Producto	Maíz para siembra		Maíz amarillo duro		Otros		Total	
	TM	USD	TM	USD	TM	USD	TM	USD
2015	2.790	11.882.992	87	17.656	1.875	1.461.294	4.752	13.361.942
2016	663	3.122.797	101.287	16.694.222	4.390	1.848.165	106.340	21.665.184
2017	1.454	6.284.150	73.301	9.117.303	4.993	2.420.650	79.748	17.822.103
2018	1.814	6.717.527	21.656	2.315.924	5.684	2.468.101	29.154	11.501.552
2019	882	3.490.039	1.592	355.415	3.784	1.755.606	6.258	5.601.060
2020	80	359.145	58.898	8.522.056	4.154	2.535.653	63.132	11.416.854
2021	115	438.575	24.844	5.206.057	4.165	2.814.707	29.124	8.459.339
2022	353	1.490.932	1.678	459.683	1.599	1.497.813	3.630	3.448.428
2023	308	1.241.441	140	45.080	856	948.564	1.304	2.235.085
2024	73	395.296	0	0	674	673.826	747	1.069.122
Total, general	8.532	35.422.894	283.483	42.733.396	32.174	18.424.379	324.189	96.580.669

Fuente: Sistema Integrado de Información Productiva (SIIP).

Esta década estuvo marcada por picos históricos en el primer quinquenio entre 2011-2012; posteriormente se presentó un descenso del volumen importado hacia la última década. El precio promedio del maíz para siembra alcanzó los 3.900 dólares por tonelada, mientras que el maíz amarillo duro se mantuvo estable en alrededor de 150 dólares por tonelada.

En los últimos años, 2021-2024, se observa una etapa de contracción con 34.800 toneladas importadas por un valor de 15,2 millones de dólares. El maíz para siembra reduce su participación (2% del volumen, 23% del valor) mientras que el maíz amarillo duro aumenta (77% del volumen, 38% del valor). El precio promedio del maíz para siembra se disparó a 4.200 dólares la tonelada, mientras que el maíz amarillo duro también experimentó una subida de precio alrededor de 210 dólares la tonelada.

Gráfico 2. Bolivia: Evolución de la importación de semilla de maíz para siembra, 2002-2024



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

1.4. Comercialización de semillas

El sector de semillas de maíz ha experimentado picos notables. El año 2012 fue histórico con una importación que alcanzó un valor de 13,9 millones de dólares, superando por casi el doble el valor más alto alcanzado en los últimos 20 años (INE, 2024).

Aunque en los años posteriores los volúmenes importados no superaron las 3.600 toneladas (2012), la tendencia al alza refleja que, a pesar del desarrollo de híbridos nacionales, el sector maicero boliviano mantiene una dependencia de la importación de germoplasma de calidad para sostener los niveles de productividad. La dependencia expresada en las cifras oficiales podría estar subestimada debido al ingreso de semillas no reguladas.

La diferencia se hace evidente al contrastar la cantidad de semillas importadas con la demanda de semillas. Basta una aproximación rápida para verificar este hecho. Técnicamente, se estima que una tonelada de semilla de maíz cubre la siembra de aproximadamente 40-50 hectáreas. Por ejemplo, tomando como referencia la campaña 2023, cuando se cultivaron 480.377 hectáreas de maíz, se habrían necesitado aproximadamente 9.800 toneladas de semillas. Sin embargo, la importación anual no superó en promedio las 3.632 toneladas. Y para complicar, la Asociación de Productores de Semillas (ASOSEMILLAS, 2024) reportó que solo el 13% de las semillas se ofertan en el mercado formal, existiendo una brecha de 87% que evidencia la dependencia mayoritaria de mercados informales e ilegales.

Este reducido mercado formal de semillas se relaciona con lo que indica el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF, 2023): las empresas semilleras advierten que el registro de híbridos de maíz convencional refleja una alarmante contracción en el desarrollo genético nacional. Entre 2010 y 2018, el sector mantuvo registros fluctuantes que alcanzaron su punto máximo en 2016 con 24 variedades. Sin embargo, a partir de 2019 se observa un colapso de los híbridos registrados anualmente: 38 variedades en el periodo 2015-2018 y solo 20 entre 2019 y 2023. A la vez, Asociación de Productores de Semilla (ASOSEMILLA) indica que solo hay dos empresas semilleras locales que participan en el mercado nacional

con genética propia de maíz; y dos empresas nacionales han cerrado sus programas de investigación en maíz híbrido (ASOSEMILLA, 2024). La oferta certificada nacional de semillas, aunque importante, no parece alcanzar por sí sola a explicar la brecha con respecto a la demanda.

Para cerrar, los volúmenes de semillas producidos e importados legalmente no explican por completo la diferencia entre la cantidad técnicamente requerida para la siembra y la cantidad comercializada. Se constituye en un argumento a favor de la versión de que el contrabando de semillas opera a una escala muy grande.

1.5. Tipos de maíz: convencional y transgénico

El maíz experimentó una importante evolución que va desde la polinización libre, híbridos a partir de 1935 y genéticamente modificados (GM) desde 1996. Estados Unidos fue pionero de la búsqueda de alta productividad, principalmente a partir de corporaciones como Monsanto (Bayer AG) bajo el discurso de seguridad alimentaria. Las patentes sobre semillas y agroquímicos consolidaron un sistema de dependencia tecnológica (Curry, 2022; Matta, 2019).

Maíz convencional en Santa Cruz

La clasificación de los maíces bolivianos en complejos raciales y razas ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. La clasificación inicial de Cutler, en 1946, fue revisada en 1961 (Ramírez et al. 1961) y posteriormente complementada por Rodríguez (1968); Goodman y Stuber (1983) junto con Ávila y Brandolini (1990) concluyeron que los maíces bolivianos pertenecen a siete complejos raciales, 45 razas y centenares de variedades (Ávila, et al 1996).

Sin embargo, este material genético convencional está expuesto a la polinización y cruce entre individuos, lo que representa un riesgo significativo de mezclas genéticas no deseadas. Como señala la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el maíz es una especie con un sistema de reproducción que favorece el intercambio genético, lo que significa que características de variedades modificadas

pueden transferirse accidentalmente a cultivos convencionales o nativos, incluso entre campos agrícolas separados o alejados. Este problema, documentado en varias investigaciones especializadas, representa una amenaza real por los limitados sistemas de seguimiento y regulación.

Maíz transgénico

El maíz transgénico es el resultado de técnicas de ingeniería genética empleadas para introducir genes de otras especies, con el fin de añadir características agronómicas específicas como la tolerancia a herbicidas y la resistencia a plagas.

La tolerancia a herbicidas de amplio espectro (RR glifosato) fue posible por medio de la introducción de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, de donde deriva una enzima (CP4, EPSPS) que hace posible el control de las malezas sin dañar las plantas GM. Monsanto introdujo esta innovación a nivel comercial, cambiando así la manera de eliminar tanto malezas de hoja ancha como estrecha, en cultivos anuales o perennes. En los años recientes, Bayer Crop Science desarrolló el sistema *Liberty Link*, que otorga resistencia al glufosinato de amonio, otro herbicida de amplio alcance. Si bien estas modificaciones permitieron el manejo de malezas en condiciones ventajosas, también motivaron preocupaciones sobre la propagación de malezas cada vez más resistentes, la dependencia de agroquímicos y los impactos ambientales.

La resistencia a insectos es el resultado de investigaciones genéticas que lograron introducir genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) para hacer posible que las plantas produzcan una proteína tóxica para ciertos insectos. Permiten el control de las plagas que representan las mayores amenazas como los lepidópteros y coleópteros (Ávila, 2014.). Para los agricultores, las ventajas consisten en la menor necesidad de usar pesticidas o insecticidas. Hoy en día, ambos tipos de modificaciones genéticas están combinadas en una sola semilla mediante los llamados “eventos apilados” o combinados (RR+Bt).

Finalmente, cabe mencionar que entre las principales empresas relacionadas con las modificaciones genéticas destaca Monsanto (hoy Bayer Crop Science), con híbridos como YieldGard Corn Borer (MON810); YieldGard

Rootworm (MON863) que expresa Cry3Bb1 contra gusanos de la raíz; y combinaciones como YieldGard VT Triple y YieldGard Plus que incorporan ambos genes. Asimismo, Dow AgroSciences (hoy Corteva Agriscience) desarrolló la línea Herculex, que combina varias proteínas contra insectos barrenadores, cogolleros y gusanos trazadores.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño muestral y propósito del estudio

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de identificar la presencia de maíz genéticamente modificado (GM) en las áreas de agricultura mecanizada y comercial del departamento de Santa Cruz, mediante un muestreo representativo en terreno y el uso de un test de detección rápida de proteínas transgénicas. Para ello, se definió un diseño de estudio de tipo exploratorio-descriptivo para reconocimiento de las zonas de trabajo antes de determinar el tamaño muestral. Para la detección de maíz GM se empleó el *kit ImmunoStrip STX 51001* (Agdia, 2024), diseñado para la detección visual de proteínas transgénicas que contienen los granos de maíz GM.

2.2. Selección de áreas de muestreo

Para el levantamiento de muestras, se identificaron y delimitaron las principales zonas productoras de maíz del departamento de Santa Cruz, teniendo como criterio general la priorización de los municipios de agricultura comercial asociados a la producción de maíz amarillo duro como cultivo de rotación o complementario a la soya.

Para garantizar la representatividad de las principales zonas productoras, se seleccionaron tomando en cuenta tres criterios clave: (1) el promedio histórico de superficie cultivada a nivel municipal durante la última década (2014–2024); (2) la distribución espacial de las parcelas de producción según reportes, de los propios gremios de productores como la ANAPO y otros; y (3) los antecedentes sobre la probabilidad de la presencia de OGM, clasificando como probabilidad alta, media y baja. El resultado fue la identificación y estratificación del área de trabajo en 6 zonas de producción comercial de maíz amarillo duro en Santa Cruz (ver Cuadro 2, pág 32).

2.3. Selección del tamaño de la muestra

Para la determinación del número de muestras, se optó por un procedimiento estadístico basado en la fórmula de Yamane (Yamane, 1967) que se utiliza con bastante frecuencia en investigaciones agronómicas. Permite estimar un tamaño mínimo representativo dentro de un nivel de confianza y un margen de error predefinidos.

Esta fórmula válida para números grandes se adecua a este estudio, cuyo tamaño de población está representado por cerca de 133.000 hectáreas como superficie cultivada de maíz en Santa Cruz. Para un margen de error de 5% (0,05), el resultado obtenido fue de 369 muestras para representar adecuadamente el objeto de estudio (Ver Anexo 1, pag 115).

Sin embargo, debido a la necesidad de minimizar los costos de adquisición de los kits de detección, se optó por aplicar un esquema de muestreo estratificado mediante el método de asignación óptima de Neyman, un procedimiento estadístico que permite determinar un tamaño menor de muestra sin perder representatividad, además de reflejar la diversidad de cada una de las seis zonas productoras de maíz.

El procedimiento y los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Ecuación 1: Muestreo estratificado con asignación óptima de Neyman

$$n = \frac{Z^2}{e^2} \left(\sum_{h=1}^H W_h * S_h \right)^2$$

Donde:

$Z=1,96$

$e = \text{error } 5\% = 0.05$

$N = \text{muestra total}$

$n = \text{muestra por estrato (zona)}$

$W_h = \text{proporción de superficie cultivada de maíz en determinada zona(h), de acuerdo con promedio de datos del periodo 2014-2024.}$

$p = \text{la probabilidad de la presencia esperada de maíz transgénico en determinada zona.}$

Factor de probabilidad de presencia de OGM:

0,10 Extremadamente bajo	0,40 Moderadamente bajo	0,70 Alto
0,20 Muy bajo	0,50 Bajo	0,80 Muy alto
0,30 Bajo	0,60 Moderadamente alto	0,90 Extremadamente alto

$q = (1-p)$ probabilidad esperada de ausencia

$S_h = \sqrt{P_h * q_h}$

Luego de las operaciones explicadas en el Anexo 2, se determinó como tamaño de la muestra 251 unidades con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La distribución de las muestras según las seis zonas se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Estimación de muestra estratificada por zonas.

Zona	Factor presencia esperada	p	q	S_h	W_h	W_s	n
(1) Este	Muy alto	0,80	0,20	0,16	0,41	0,16	102
(2) Norte integrado	Muy alto	0,80	0,20	0,16	0,12	0,05	32
(3) Cabezas	Extremadamente alto	0,92	0,08	0,07	0,14	0,04	24
(4) Chiquitanía norte	Moderadamente alto	0,60	0,40	0,24	0,11	0,05	33
(5) Chiquitanía sur	Alto	0,75	0,25	0,19	0,10	0,04	27
(6) Guarayos	Medio	0,60	0,40	0,24	0,11	0,05	33
Total, general		4,37	1,63	1,07	1,00	0,41	251

Fuente: Elaboración propia.

3. TRABAJO DE CAMPO

Previamente a la recolección de las 251 muestras, se realizaron recorridos de reconocimiento de las zonas y parcelas de cultivos de maíz, con equipos de trabajo integrados por miembros del equipo de investigación y facilitadores locales previamente seleccionados y capacitados para la recolección de muestras.

Posteriormente, las personas asignadas por zonas de muestreo, recolectaron las muestras en varios momentos durante el periodo de cosecha entre los meses de abril y mayo de 2025. En cada zona, los métodos empleados para la selección aleatoria consistieron en reconocimiento en terreno de las principales subzonas de recolección y selección de parcelas con criterios de distribución espacial. Las condiciones reales en terreno motivaron ajustes menores para completar satisfactoriamente los trabajos de recolección, pero sin perder validez estadística dados los parámetros de confianza y márgenes de error que aseguran la representatividad de la información primaria.

En cada punto, se recolectaron las mazorcas de maíz directamente de las plantas, utilizando guantes para evitar cualquier tipo de contaminación. Las muestras fueron almacenadas en bolsas de papel *kraft*, debidamente etiquetadas con información básica: coordenadas GPS, fecha de recolección y un número de identificación. Este protocolo se benefició del uso de herramientas tecnológicas como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, *Global Positioning System*, por sus siglas en inglés) garantizando que las muestras fueran representativas, trazables y recolectadas en condiciones óptimas para su análisis.

El resultado del trabajo de campo fue la recolección de 251 muestras y 15 muestras extras a modo de margen de holgura, lo que indica una implementación acorde a lo planificado. A nivel de las zonas, existen variaciones menores entre lo planificado y obtenido. En la Chiquitanía Norte, se tomaron 33 muestras en lugar de las 29 previstas; mientras que en Cabezas, se recolectaron 21 en lugar de las 24 planeadas. Estas variaciones no se consideran como significativas para la representatividad.

3.1. Procesamiento y análisis

Se emplearon los kits ImmunoStrip que funcionan de manera similar a una prueba rápida de diagnóstico (por ejemplo, tipo test de embarazo) que consta de tiras reactivas inmunocromatográficas³ y un buffer de extracción preparado mediante la restitución de un reactivo en polvo con agua destilada. Cada tira reactiva está diseñada para detectar simultáneamente hasta tres proteínas presentes en las semillas de maíz GM, siendo estas:

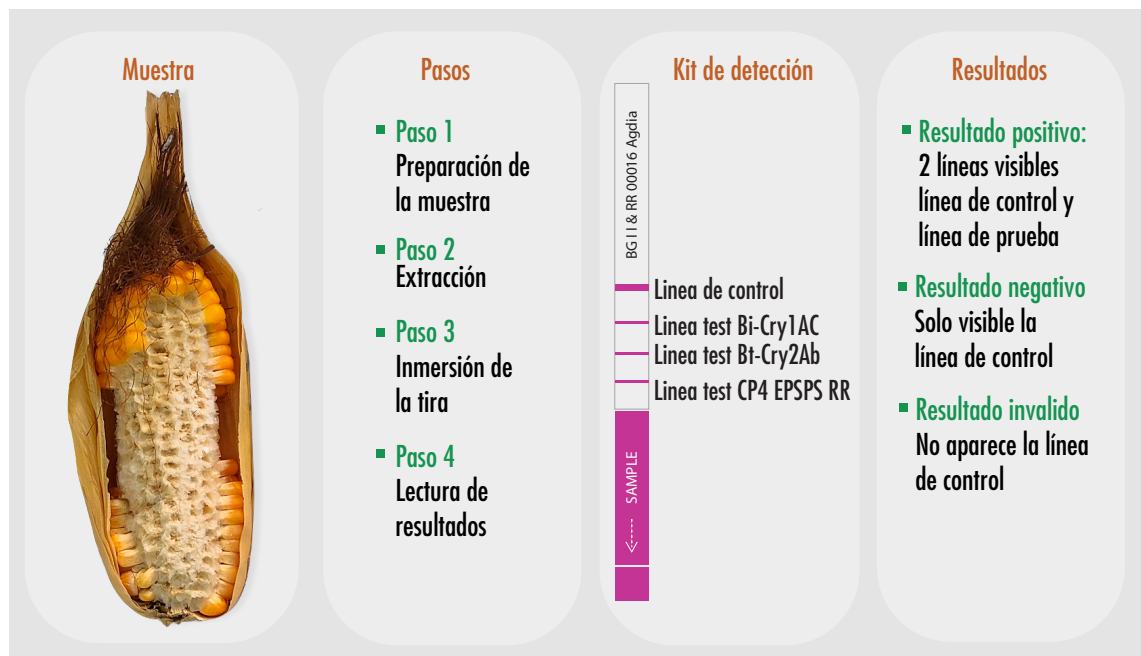
- **CP4 EPSPS:** Es una enzima derivada de *Agrobacterium sp. strain* CP4, introducida en plantas para conferir resistencia al herbicida glifosato (*Roundup Ready*).
- **Cry1Ab/Ac:** Son toxinas cristalinas (delta-endotoxinas) producidas por *Bacillus thuringiensis* (Bt), que actúan como insecticidas naturales al unirse a receptores en el intestino de larvas de lepidópteros (como gusanos barrenadores).
- **Cry2Ab:** Otra toxina Bt similar a Cry1Ab/Ac, efectiva contra larvas de lepidópteros.

Cada tira de ensayo tiene una banda de control que confirma la validez de la prueba, y tres bandas para confirmar o descartar la presencia de cada una de las tres proteínas.

Aunque el método de detección es rápido y de relativa sencillez operativa, su correcta aplicación exige condiciones específicas de manipulación y una limpieza exhaustiva de los instrumentos utilizados. Estas condiciones operativas solo podían asegurarse con acceso permanente a energía eléctrica, agua y otros recursos básicos para cumplir con los estándares de esterilidad y evitar posibles contaminaciones cruzadas.

³ El principio básico de la inmunocromatografía consiste en la interacción específica entre un antígeno y su anticuerpo correspondiente, lo que da lugar a la formación de una línea de prueba visible cuando la sustancia diana está presente en la muestra. Esta interacción ocurre en una membrana porosa, generalmente dentro de una tira reactiva, y produce un cambio de color fácilmente observable a simple vista (LabsMedical, 2025).

Ilustración 1. Aplicación del kit ImmunoStrip STX 51001 en una de las muestras



Por estas razones y para garantizar la máxima confiabilidad de los resultados, esta fase de la investigación contó con el apoyo del personal especializado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), quienes realizaron todos los procesos de testeo en las instalaciones del Laboratorio de Fisiología. Se firmó un convenio de colaboración entre dicha universidad y la Fundación TIERRA, lo que permitió reunir las condiciones óptimas requeridas para el análisis, como equipos, cadena de frío para conservación de los kits de detección y las muestras, control de humedad ambiental y otras medidas de bioseguridad e inocuidad necesarias (ver Anexo 4, pag 131).

3.2. Registro y sistematización de los resultados

Los resultados obtenidos fueron registrados en una base de datos estructurada, siguiendo las recomendaciones establecidas en el manual de protocolos para este tipo de métodos de detección. Incluye códigos de muestra, fechas de análisis y resultados. Se utilizó una hoja de cálculo en Excel para registrar y organizar la información recolectada. La base de datos incluye columnas

para registro de código de la muestra, ubicación geográfica (zona o municipio), fecha del análisis, y resultados obtenidos para cada uno de los tres eventos transgénicos analizados (CP4 EPSPS, Bt-Cry2A y Bt-Cry1Ac).

Los resultados se clasificaron como positivos (+), negativos (-) y débilmente positivos (+-) según la intensidad de las bandas obtenidas en la lectura del dispositivo de flujo lateral, de acuerdo al protocolo del kit ImmunoStrip. Se revisaron todas las hojas de campo y fotografías de los resultados para asegurar coherencia entre los registros físicos y digitales. En los casos con ambigüedad visual, se consultó con el equipo técnico para confirmar el resultado final.

Posteriormente, los datos fueron organizados por zonas de trabajo (Este, Norte Integrado Chiquitania, etc.) y se elaboraron reportes iniciales o referenciales para la visualización de los resultados.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

Los datos obtenidos corresponden a 251 muestras de maíz recolectadas en seis zonas agrícolas del departamento de Santa Cruz, con el objetivo de identificar proteínas asociadas a la presencia de genes modificados en laboratorio. Para ello se aplicaron pruebas de dispositivos de flujo lateral que permiten la detección de hasta tres proteínas transgénicas.

Los análisis realizados arrojaron los siguientes resultados generales:

- **El 83% de las muestras resultaron positivas** para la presencia de una o más proteínas asociadas a maíz genéticamente modificado.
- **El 17% de las muestras resultaron negativas**, lo que indica ausencia de proteínas asociadas a maíz genéticamente modificado.

Estos resultados se presentan en el Cuadro 5:

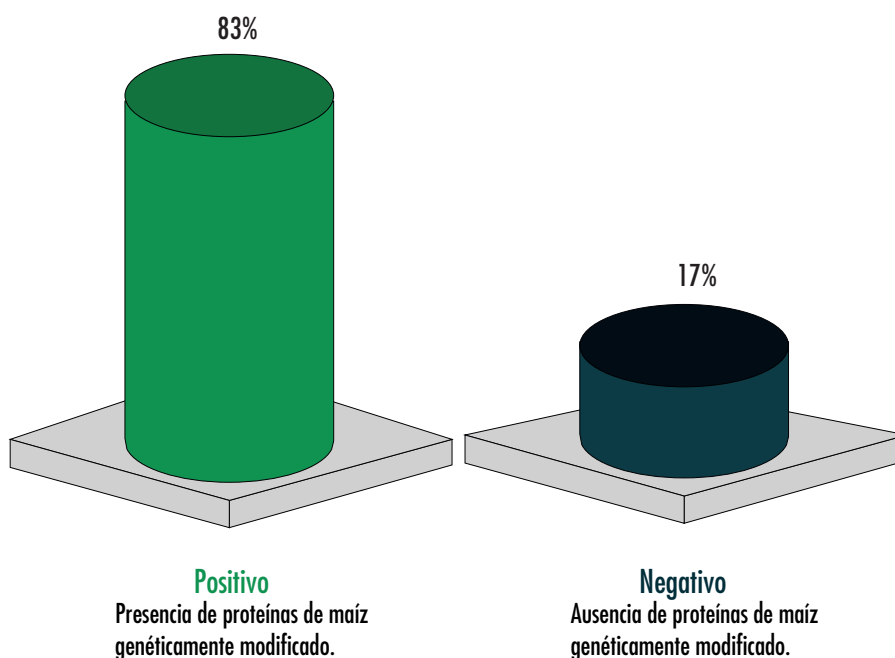
Cuadro 5. Resultados del análisis por flujo lateral para la detección de OGM

Zona	Positivo		Negativo		Total
	Nº casos	%	Nº casos	%	
(1) Este	99	95%	5	5%	104
(2) Norte Integrado	14	44%	18	56%	21
(3) Cabezas	21	100%	0	0%	21
(4) Chiquitanía Norte	19	66%	10	34%	29
(5) Chiquitanía Sur	21	75%	7	25%	28
(6) Guarayos	34	92%	3	8%	37
Total general	208	83%	43	17%	251

Fuente: Elaboración propia.

Este hallazgo de investigación evidencia una alta presencia de maíz genéticamente modificado en las zonas de agricultura mecanizada del departamento de Santa Cruz. Este alto grado de adopción no autorizada de semillas transgénicas no se presenta como un fenómeno aislado, sino como una práctica ampliamente propagada en las áreas productoras de maíz del departamento. En consecuencia, este resultado sugiere la necesidad de abandonar la idea de que el maíz GM tiene una presencia minoritaria y localizada en algunas zonas y, por el contrario, reconocer su uso generalizado como punto de partida para la discusión y elaboración de políticas públicas sobre los cultivos de maíz GM y los cultivos transgénicos en general.

Gráfico 3. Presencia de maíz transgénico en Santa Cruz



4.1. Resultados positivos según tipos de proteína

De las 251 muestras testeadas, 208 dieron positivas para la presencia de una o más proteínas transgénicas. Al interior de este grupo, se observa un claro predominio de eventos apilados que combinan la resistencia a glifosato (RR) con eventos que proporcionan protección o resistencia contra insectos lepidópteros (Bt):

- El 81% de las muestras positivas tienen presencia simultánea de las tres proteínas (CP4 EPSPS, Cry1Ac/1A105 y Cry2Ab2)
- El 9% de las muestras positivas tienen presencia de sólo una proteína asociada al uso de glifosato (CP4 EPSPS).
- El 7% de las muestras positivas tienen presencia de la proteína asociada a RR en combinación con una de las proteínas de tipo Bt.
- El 3% de las muestras positivas tienen presencia sólo de una proteína asociada a Bt.

Cuadro 6. Presencia de proteínas OGM en maíz (n=208)

Presencia	Nº casos	%
CP4 EPSPS + Cry1Ac/1A105+ Cry2Ab2	168	81%
CP4 EPSPS	18	9%
CP4 EPSPS + [Cry1Ac/1A105 ó Cry2Ab2]	15	7%
Cry1Ac/1A105	7	3%
Total	208	100%

Fuente: Elaboración propia con base en información primaria.

La presencia de las tres proteínas en la mayoría de las muestras sugiere que las semillas de maíz utilizadas son de recientes generaciones que se caracterizan por los eventos apilados (RR+Bt), que integran tanto a capacidades de resistencia contra el herbicida glifosato como a los avances de ingeniería genética para el control de múltiples plagas o insectos.

Asimismo, la proteína CP4 EPSPS se detectó en 201 de las muestras, lo que representa el 97% del total de positivos. Esto evidencia que existe un uso intensivo de glifosato en el manejo agronómico del maíz GM en las zonas de producción del departamento cruceño.

Veamos cada uno de los resultados positivos según las proteínas detectadas.

1. Proteína CP4 EPSPS (tolerancia a glifosato, RR)

La capacidad de tolerancia de las plantas de maíz al herbicida de base glifosato (más conocida como RR por el *Roundup Ready*, el herbicida más popular de este tipo) deriva de la introducción de una enzima de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* mediante técnicas de ingeniería genética. En la práctica, permite el uso de herbicidas de amplio espectro que reducen la necesidad de usar varios tipos de herbicidas y simplifican los trabajos de control de malezas.

El hecho de que la enzima CP4 EPSPS se haya detectado en el 9% de las muestras como evento simple, es decir, sin apilados o presencia de Bt, es una observación consistente

con la realidad actual dominada por eventos apilados. El maíz GM que solo contenía el evento RR se comercializó en el mundo desde mediados de los 90 hasta mediados de 2000, y en adelante fue desapareciendo del mercado debido a la adopción creciente de eventos apilados. Hoy en día, casi todas las semillas comerciales incluyen CP4 EPSPS como base para las combinaciones con nuevos eventos transgénicos.

Bajo este entendido, caben dos posibles explicaciones del 9% de positivos solo para CP4 EPSPS. Podrían tratarse de rastros residuales del uso de maíz RR en los inicios y probablemente fueron multiplicados por los propios productores. Incluso podría tratarse de las semillas híbridas o mejoradas, consideradas como convencionales o nativas, pero que en realidad estarían contaminadas. También podrían tratarse de semillas GM que no incluyen resistencia a lepidópteros (Cry1A.105 y Cry2Ab2), pero sí a eventos más actuales como MIR604 enfocados específicamente en la protección contra coleópteros.

2. Proteína Cry1Ac

Fue una de las primeras asociadas a Bt que se utilizó en los cultivos transgénicos para protección de lepidópteros (orugas, barrenadores, gusanos cogolleros). Originalmente fue introducida en algodón, cuya variante Cry1A.105, es lo que en realidad existe en el maíz GM (Blaise & Kranthi, 2011). El kit STX 51001 utilizado para detectar Cry1Ac, siendo precisos, reconoce epítomos presentes en Cry1A.105, que hoy es el pilar central de los híbridos Bt más usados en Argentina, Brasil y Paraguay.

El dato del 3% de muestras con presencia de epítomos de Cry1A.105, pero sin combinación con Cry2Ab, se presta a dos posibles explicaciones. Primera, el 3% está dentro del margen de error estimado entre 2-3% por los fabricantes del kit de detección empleado. Por lo tanto, no se trataría de muestras que contienen un solo evento (Bt1). Segunda, está la posibilidad

que sean residuos o rastros de semillas multiplicadas a partir de las primeras semillas Bt.

Tampoco habría que descartar que sea un error técnico, teniendo en cuenta que la capacidad de detección de Cry1Ac de los kits STX 51001 está optimizada para algodón y secundariamente para el maíz. Por lo tanto, es plausible que la explicación esté también en esta limitación técnica.

3. Proteína Cry2Ab

Esta proteína insecticida derivada de *Bacillus thuringiensis* (Bt) y perteneciente a la familia Cry2 (distinta de Cry1) protege contra lepidópteros (plagas como *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*) o gusanos cogolleros que atacan a las plantas de maíz en desarrollo. A partir de 2009, fue introducido en el maíz mediante el evento MON89034 desarrollado por Monsanto (ahora Bayer) que combina Cry2Ab2 y Cry1A.105 como dos eventos Bt apilados. Los beneficios para el productor están en que amplía el espectro de control de plagas y mejora la efectividad del maíz Bt.

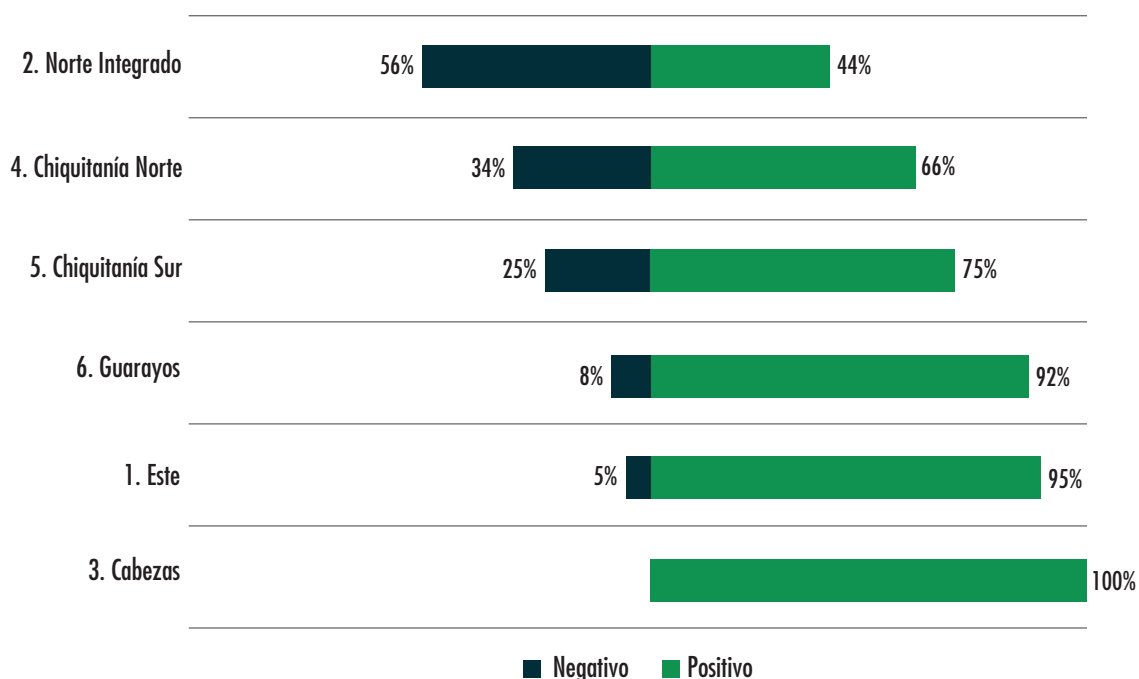
Los resultados de este estudio son consistentes con los antecedentes de uso combinado del Cry2Ab2 con proteínas de la familia Cry1A.105 y CP4 EPSPS. Excepto las muestras solo RR o sólo Bt1, el resto dio positivo para la presencia de esta proteína, lo que corrobora que las semillas GM presentes en Santa Cruz están entre las últimas generaciones que se caracterizan por múltiples eventos apilados que utilizan como base las proteínas CP4 EPSPS y Cry1A.105.

4.2. Resultados por zonas

El estudio de muestras de maíz recolectadas en seis zonas agrícolas del departamento de Santa Cruz revela una presencia generalizada de OGM, aunque con algunas diferencias entre zonas. Los resultados también reflejan que el maíz GM está asociado directamente a factores como la

especialización agrícola regional, el avance de la frontera agrícola, las condiciones económicas de los productores y el régimen de propiedad de la tierra. Los resultados a nivel zonal son referenciales, pero proporcionan una aproximación valiosa a la realidad productiva del cultivo de maíz en esta región.

Gráfico 4. Presencia de maíz GM según las seis zonas de estudio



Fuente: Elaboración propia con base en información primaria.

- **Zona Cabezas.** El 100% de las muestras analizadas resultaron positivas para OGM, lo que indica una adopción total de variedades transgénicas en esta región, caracterizada por su fuerte especialización en la producción de maíz.
- **Zona Este.** (Cuatro Cañadas y San Julián). El 95% de las muestras fueron positivas. Aunque históricamente esta zona ha sido un núcleo importante de producción de maíz —como lo reflejan las estadísticas oficiales—, actualmente se observa una disminución significativa de este cultivo y un marcado incremento de la soya, especialmente durante la campaña de verano.

- **Zona de Guarayos.** La detección de maíz transgénico alcanzó un 92% en las muestras. Sin embargo, la probabilidad esperada de presencia era menor. Los resultados muestran un proceso acelerado de adopción, lo que podría tener relación con el crecimiento acelerado de la frontera agrícola y el asentamiento de nuevas comunidades interculturales en esta región o zona.
- **Zona Chiquitanía Sur.** El 75% de las muestras analizadas resultaron positivas para OGM. Este alto nivel de adopción está principalmente asociado a la presencia de colonias menonitas y propiedades de carácter individual. En contraste, las comunidades de origen indígena presentan una menor incorporación de cultivos transgénicos en sus sistemas agrícolas (ver siguiente sección).
- **Zona Chiquitanía Norte.** El 66% de las muestras dieron positivo. La producción de maíz está asociada principalmente a colonias menonitas, pero también a propiedades individuales en distintas escalas (pequeñas, medianas, empresas agropecuarias). También, se ha detectado el uso de semillas transgénicas en comunidades indígenas y campesinas tradicionales. Pero el margen de resultados negativos expresa la persistencia de familias productoras que continúan utilizando variedades convencionales, posiblemente debido a limitaciones económicas para acceder a semillas e insumos biotecnológicos.
- **Zona Norte Integrado.** Solo el 44% de las muestras fueron positivas y es la proporción más baja entre las seis zonas evaluadas. Este resultado contrasta con las probabilidades y proyecciones de alta adopción, dada la mecanización temprana y el enfoque comercial de la producción. Las observaciones de campo sugieren que el cultivo de maíz se restringe, principalmente, a huertos familiares o bordes de grandes parcelas, evidenciando una transición hacia el cultivo de soya y reducción del área dedicada al maíz en general.

4.3. Resultados por tipos de productores

Para determinar los tipos de productores, se aplicaron tres criterios: el tipo de propiedad, las observaciones de campo durante la recolección y la verificación de la cobertura del suelo y uso de la tierra mediante imágenes satelitales. Esta triangulación permitió discernir cinco clases de productores agrupadas en dos grandes categorías. La categoría de propiedad comunitaria incluye a las comunidades campesinas tradicionales, a las comunidades indígenas de tierras bajas o aquellas que están en Tierras Comunitarias de Origen (TCO) y a las comunidades interculturales, que son nuevos asentamientos productivos. La categoría de propiedad individual incluye a los pequeños productores que poseen hasta cincuenta hectáreas, medianos productores, y las empresas agropecuarias que tienen superficies mayores, además de colonias menonitas.

Establecida esta clasificación, en las colonias menonitas se observa una adopción del 100%, de maíz transgénico —como se muestra en el siguiente cuadro—. Este fenómeno es coherente con su enfoque de producción que prioriza la uniformidad y la eficiencia en la agricultura. Las colonias menonitas han sido pioneras en la adopción de tecnologías que intensifican la producción y la introducción de la soya GM incluso antes de su aprobación en 2005.

Los pequeños productores (definidos como aquellos que trabajan la tierra con su familia) adoptaron el maíz GM en un 87%, una cifra inesperadamente alta que implica un notable uso de maquinaria y agroquímicos. Por su parte, las empresas y propiedades medianas registran un nivel de adopción del 78%, lo que contradice las versiones de que tienen una tasa superior de adopción en comparación con los pequeños productores. En parte, esto se explicaría porque el maíz no es el principal cultivo durante la temporada de verano, sino la soya.

Cuadro 7. Presencia de maíz GM por tipos de productores

Categorías	Tipo de productor	Positivos		Negativos		Total, general
		Nº casos	%	Nº casos	%	
Propiedades comunitarias	Com. Campesina	13	62%	8	38%	21
	Com. Indígena	10	48%	11	52%	21
	Com. Intercultural	26	90%	3	10%	29
Propiedades individuales	Empresa/Mediana	18	78%	5	22%	23
	Menonita	33	100%	0	0%	33
	Pequeña	108	87%	16	13%	124
Total general		208	83%	43	17%	251

Fuente: Elaboración propia con base en información primaria.

Por otro lado, aunque se esperaría que las comunidades interculturales están orientadas hacia modelos de agricultura familiar a pequeña escala, en los asentamientos productivos nuevos se observa una marcada preferencia por el cultivo de maíz transgénico, con una tasa de positivos que alcanza el 90%. Esta elección responde a la implementación de prácticas agrícolas mecanizadas y a una estrategia productiva claramente enfocada en el mercado y uso intensivo del recurso tierra.

Si bien se esperaría que las comunidades indígenas y campesinas tradicionales se resisten al uso de semillas transgénicas, los niveles de adopción registrados son significativos: 62% en comunidades campesinas y 48% en comunidades indígenas. La menor presencia de maíz transgénico en estos grupos podría estar relacionada con una historia previa de resistencia cultural y organizativa, pero, por otra parte, la gestión colectiva de la tierra tiende a ser una limitante para sustituir las prácticas agrícolas tradicionales por monocultivos. No obstante, la expansión de los transgénicos es un hecho que logra penetrar incluso a tierras comunitarias e indígenas.

Es relevante subrayar que las comunidades campesinas, indígenas y pequeños productores con propiedad individual enfrentan crecientes presiones económicas, lo que los obliga a reconsiderar sus estrategias productivas y relación con la tierra y el territorio. La necesidad de generar ingresos y acceder a liquidez ha llevado, en ciertos casos, a una conversión

gradual de la agricultura tradicional a monocultivos mecanizados de soya y maíz.

Asimismo, sostener los cultivos tradicionales o diversificados representa un desafío cada vez mayor. Estos sistemas agrícolas, al conservar la cobertura vegetal, suelen funcionar como corredores ecológicos o refugios que atraen fauna silvestre desplazada desde zonas deforestadas destinadas al monocultivo. Esta dinámica afecta tanto la expectativa de cosechas o los rendimientos, así como la estabilidad de los sistemas tradicionales.

Es fundamental señalar que estos porcentajes reflejan la adopción según los tipos de productores y no según el tamaño de superficie cultivada. Por lo tanto, aunque las comunidades campesinas e indígenas tienen altas tasas de adopción de maíz transgénico, su participación sobre los volúmenes de producción y superficie cultivada es minoritaria. La producción de maíz transgénico está concentrada en grandes propiedades agrícolas.

4.4. Consideraciones finales

En suma, los resultados de esta investigación señalan que la presencia de maíz GM alcanza al 83% del total de cultivos de maíz y el restante 17% corresponde a maíz convencional. Asimismo, se evidenció que el 81% de las muestras positivas son eventos apilados que contienen las tres proteínas transgénicas identificadas con los kits de detección empleados. El restante 19% está distribuido entre maíz transgénico resistente sólo para RR (9%), maíz RR combinado con Bt1 o Bt2 (7%), y maíz solo con presencia de Bt1 (3%).

A nivel de las seis zonas analizadas, la región de Cabezas presenta una adopción total de maíz transgénico; la zona de Guarayos y la zona Este muestran niveles de adopción elevados; mientras que en la Chiquitanía la adopción es moderadamente alta. En contraste, el Norte Integrado registra el nivel más bajo, con un 44% de adopción.

Por otro lado, los resultados según tipos de productores deben interpretarse como indicativos o complementarios, ya que el diseño muestral no fue concebido para representar específicamente esta variable, sino para reflejar

las zonas productivas del departamento de Santa Cruz, con un margen de error del 5%. Bajo esa consideración metodológica, se observa que el maíz transgénico está presente entre todos los tipos de productores, aunque con una menor incidencia en territorios de comunidades indígenas y campesinas tradicionales.

5. INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

Según estimaciones preliminares realizadas por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Santa Cruz (CINACRUZ) en 2017, aproximadamente el 33% de la superficie cultivada en ese departamento correspondía a maíz GM. Asimismo, diagnósticos posteriores proyectaban que para el año 2020 dicha superficie alcanzaría el 50% (INIAF, 2020).

En este informe, el principal hallazgo es la detección de eventos GM en el 83% de las muestras de maíz amarillo duro recolectadas en las principales zonas de producción del departamento de Santa Cruz. Aunque en Bolivia la introducción, multiplicación, comercialización y uso de maíz GM no es legal, este hallazgo evidencia o se constituye en una prueba del uso mayoritario y generalizado de semillas de maíz transgénico en los campos de monocultivo.

Se observa la presencia de maíz GM con eventos “apilados”, es decir, que incorpora dos o más modificaciones genéticas. El evento principal está vinculado a la tolerancia al herbicida glifosato (RR), mientras que los eventos Bt confieren resistencia frente a insectos lepidópteros, como el cogollero. Aunque en algunas muestras aún se identifican eventos simples, desde mediados de la década del 2000 las semillas con doble apilamiento comenzaron a dominar el mercado internacional. Como resultado, el maíz RR+Bt se ha convertido en la variedad más ampliamente distribuida en países vecinos como Brasil, Argentina y Paraguay.

A continuación, ofrecemos algunas consideraciones complementarias a los resultados expuestos en el apartado anterior.

5.1. Respuesta de los productores frente a la alta presión de plagas

Los productores afectados por el aumento de plagas, malezas, sequías y bajos rendimientos agrícolas consideran que el maíz GM es una solución para mitigar los impactos negativos y brindar viabilidad económica de las unidades de producción. Estas circunstancias los llevan a adoptar y usar las semillas de maíz GM ilegalmente.

Debido a que el maíz GM ofrece ventajas agronómicas para el control de las plagas y malezas, representa una ventaja productiva y económica comparada con los cultivos convencionales. Además, debido a que predomina en los países vecinos, y Bolivia incluso importa maíz GM, la producción convencional tiene desventajas en el mercado con respecto a los productores que usan material genético modificado.

Las implicaciones de la adopción masiva y descontrolada están relacionadas con la existencia de mercados informales de semillas GM sin políticas públicas ni medidas de fiscalización, tanto para hacer cumplir la ley como para mitigar los riesgos que conlleva el uso de semillas transgénicas.

5.2. Falta de fiscalización y control

La alta prevalencia de maíz GM, 83% del total, es una señal inequívoca de que el Estado definitivamente no tiene capacidades ni mecanismos institucionales o procedimentales para controlar el uso, comercialización y producción de este producto. A pesar de que existen antecedentes de algunos operativos dirigidos por las autoridades para el decomiso de semillas transgénicas, la magnitud del problema rebasa hasta el punto que las autoridades gubernamentales no tienen capacidades instaladas para hacer cumplir el mandato constitucional en cuanto a los cultivos GM.

El marco normativo es prohibitivo para el uso de transgénicos, pero no existen mecanismos y procedimientos específicos de fiscalización. El CNB no ha emitido recomendaciones en este sentido y entiende que su labor se limita a la evaluación de eventos transgénicos a solicitud de los productores interesados.

La falta de control y fiscalización facilita el uso ilegal y dificulta la trazabilidad de los eventos transgénicos situación que no solo implica consecuencias ambientales y problemas de salud, sino también conlleva riesgos de contaminación genética de variedades nativas no solo dentro del departamento de Santa Cruz, sino en otros departamentos productores de maíz nativo y convencional.

5.3. Riesgos de contaminación genética y pérdida de biodiversidad

La presencia masiva de maíz GM pone en riesgo las variedades híbridas, mejoradas y nativas de maíz existentes en el departamento de Santa Cruz. En un estudio anterior, el CIPCA (2018) confirmó los riesgos por la polinización cruzada en las comunidades guaraníes y otras zonas productoras del Gran Chaco donde se estima que existirían 16 variedades de maíz.

Por otro lado, Bolivia está reconocida como un centro de diversidad biológica para el maíz con al menos nueve complejos raciales, 49 razas nativas y se han registrado 71 variedades por la Dirección Nacional de Semillas (INIAP, 2024). Debido a que tanto la polinización cruzada como el uso ilegal de semillas GM pueden afectar cultivos colindantes, existen riesgos de contaminación de las variedades convencionales, lo que puede reducir la diversidad genética e incluso afectar negativamente los sistemas de producción campesina a pequeña escala y la soberanía alimentaria de las comunidades campesinas e indígenas.

El consumo de maíz GM no regulado plantea dudas sobre la eficiencia de la Ley 144 y su Decreto Supremo 2452 que dispone el etiquetado de alimentos OGM como una respuesta gubernamental ante las preocupaciones de los bolivianos en cuanto a sus posibles efectos negativos sobre la salud humana.

5.4. Comercialización de maíz GM en Santa Cruz

El Cuadro 8 presenta información complementaria sobre la comercialización de maíz en el departamento de Santa Cruz. Los datos provienen de una búsqueda exploratoria realizada en redes sociales, enfocada en anuncios

de venta de semillas de maíz. A partir del análisis de 30 publicaciones realizadas entre julio y agosto de 2025, se constató que casi la totalidad de los anuncios corresponde a semillas de maíz genéticamente modificado (GM), ofrecidas bajo diversas marcas comerciales.

Tal como se muestra en el Cuadro 8, los tres nombres comerciales más recurrentes en los anuncios son: Dekalb DKB 255 PRO4, Biomatrix BM990 VIPTERA 3 y Dekalb DKB 265 PRO3, que concentran 16 de los 30 avisos analizados. Las dos variedades de Dekalb incorporan las tres proteínas evaluadas en el estudio, mientras que Biomatrix representa una tecnología más reciente, que incluye la proteína Vip3Aa20 y ofrece tolerancia al herbicida glufosinato de amonio.

Llama la atención que la mayoría de las marcas comerciales no solo contienen los eventos apilados RR+Bt testeados en esta investigación, sino otros eventos genéticos de reciente generación. Las tecnologías VT PRO4, Agrisure Viptera 3 o PowerCore Enlist, contienen eventos genéticos que proporcionan resistencias adicionales a plagas antiguas y nuevas, y en algunos casos tolerancia al glufosinato de amonio.

Los principales países de procedencia son Brasil, Argentina y Paraguay. Se sobreentiende que no son semillas importadas legalmente, sino contrabando. No tenemos evidencias de probables nexos que pudieran existir con las autorizaciones del gobierno nacional para importar maíz GM con fines de comercialización como producto final o insumo para el preparado de alimentos balanceados en los centros de producción avícola y similares.

Las principales marcas comerciales son Dekalb (parte de Bayer tras la compra de Monsanto), Biomatrix (parte de Syngenta con base en Brasil), Brevant (parte de Corteva Agriscience en Brasil) y empresas brasileñas como FertiSeed y Semeali. Al parecer, el principal país de origen del maíz GM que se comercializa en Santa Cruz es Brasil, seguido por Argentina y Paraguay.

Cuadro 8. Principales marcas de semillas de maíz GM comercializadas en Santa Cruz

Nombre comercial	N° de veces	Fabricante	Eventos genéticos	País de origen	Características/ Relación con las muestras estudiadas
1. Dekalb DKB 255 PRO4	6	Bayer (Dekalb es una marca comercial de Bayer tras la compra de Monsanto).	Tecnología VT PRO4, contiene eventos: MON 89034 x MIR162 x NK603.	Brasil, Argentina, Paraguay	MON 89034: Proporciona resistencia a insectos lepidópteros, como gusano cogollero, barrenador del tallo y otros. Contiene Cry1A.105 y Cry2Ab2. MIR162: Aporta resistencia adicional a lepidópteros. Contiene proteína Vip3Aa20. NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS. Además de las tres proteínas estudiadas, contiene Vip3Aa20
2. Biomatrix BM990 VIPTERA 3	5	Syngenta (Biomatrix es su marca comercial en Brasil).	Tecnología Agrisure Viptera 3, contiene MIR162 (Vip3Aa20) x NK603 (CP4 EPSPS) x MIR604.	Brasil, Argentina, Paraguay	MIR162 (Vip3Aa20): Resistencia a lepidópteros, como gusano cogollero, oruga de la espiga, barrenador del tallo y otros. NK603 (CP4 EPSPS): Tolerancia a glifosato. MIR604: Resistencia a lepidópteros (complementa la protección de MIR162). En lugar de Cry1A.105 y Cry2Ab2, contiene proteína Vip3Aa20. Además, incluye tolerancia al herbicida glufosinato de amonio.

Continúa en la siguiente página...

Nombre comercial	N° de veces	Fabricante	Eventos genéticos	País de origen	Características/ Relación con las muestras estudiadas
3. Dekalb DKB 265 PRO3	5	Bayer (Dekalb es una marca comercial de Bayer tras la compra de Monsanto).	Tecnología VT PRO3, contiene eventos: MON 89034 x NK603.	Brasil, Argentina, Paraguay	MON 89034: Proporciona resistencia a insectos lepidópteros, como gusano cogollero, barrenador del tallo y otros. Contiene Cry1A.105 y Cry2Ab2. NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS. Contiene las tres proteínas estudiadas.
4. Agreste FS 100M30 PRO3	4	FertiSeed (Empresa brasilera).	Tecnología VT PRO3 incluye eventos: MON 89034 x NK603.	Brasil	NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS. Contiene las tres proteínas estudiadas. Semilla adaptada para regiones específicas como el Cerrado brasileño.
5. Brevant B2702	3	Brevant (marca de Corteva Agriscience en Brasil).	Tecnología PowerCore Enlist o Vorceed Enlist, contiene eventos MON 89034 x TC1507 x NK603.	Brasil	MON 89034: Proporciona resistencia a insectos lepidópteros, como gusano cogollero, barrenador del tallo y otros. Contiene Cry1A.105 y Cry2Ab2. TC1507 (expresa Cry1F): Resistencia adicional a lepidópteros. NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS. Posiblemente MIR162: Expresa proteína Vip3Aa20. Además de las tres proteínas estudiadas, contiene Cry1F y posiblemente Vip3Aa20.

Continúa en la siguiente página...

Nombre comercial	Nº de veces	Fabricante	Eventos genéticos	País de origen	Características/ Relación con las muestras estudiadas
6. Biomatrix BM709 PRO2	3	Syngenta (Biomatrix es su marca comercial en Brasil).	Tecnología Agrisure GT/RW, contiene eventos MIR604 x NK603.	Brasil, Argentina, Paraguay.	MIR604: Expresa mCry3A. Resistencia a coleópteros (gusano de la raíz). NK603: Expresa CP4 EPSPS. Tolerancia al glifosato. No contiene proteínas Cry1A.105 y Cry2Ab2. Se enfoca específicamente en la protección contra coleópteros y tolerancia a glifosato, sin incluir resistencia a lepidópteros.
7. KWS Agrisure Viptera 3	2	KWS Semences (Filial de la empresa alemana KWS SAAT SE & Co. KGaA).	Tecnología Agrisure Viptera 3, contiene eventos MIR162 x Bt11 x NK603 x T25.	Brasil y Argentina.	MIR162 (Vip3Aa20): Resistencia a lepidópteros, como gusano cogollero, oruga de la espiga, barrenador del tallo y otros. Bt11: Expresa Cry1Ab. Resistencia adicional a lepidópteros. NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS. T25: Expresa PAT. Tolerancia a glufosinato de amonio. En lugar de Cry1A.105 y Cry2Ab2, contiene proteína Vip3Aa20 y Cry1Ab. Además, incluye tolerancia al herbicida glufosinato de amonio.

Continúa en la siguiente página...

Nombre comercial	N° de veces	Fabricante	Eventos genéticos	País de origen	Características/ Relación con las muestras estudiadas
8. Semeali XB 8018	2	Semeali (empresa y marca brasilera)	Tecnología como VT PRO3 o VT PRO4 de Bayer, contiene MON 89034 x NK603. Posiblemente MIR162.	Brasil	MON 89034: Proporciona resistencia a insectos lepidópteros, como gusano cogollero, barrenador del tallo y otros. Contiene Cry1A.105 y Cry2Ab2. NK603: Tolerancia al herbicida glifosato. Contiene proteína CP4 EPSPS Si utiliza VT PRO4, podría contener MIR162 (proteína Vip3Aa20, que amplía protección contra lepidópteros.
Total	30				

Fuente: Con base en la sistematización de 30 anuncios publicados en Marketplace.

En suma, la presencia generalizada de maíz GM en las zonas de agricultura mecanizada de Santa Cruz, al margen de las implicaciones en cuanto a su ilegalidad, responde a una serie de factores, como el contrabando e importación de maíz de Argentina, Brasil y Paraguay, la presión biológica ocasionada por las plagas y malezas cada vez más resistentes a los agroquímicos, las necesidades de mitigar los problemas relacionados con los bajos niveles de rendimiento agrícola, la falta de conservación de la fertilidad de los suelos, entre otros.

Es evidente que los OGM han logrado una amplia penetración en el cultivo de maíz, alcanzando a todo tipo de productores. Esto incluye desde agricultores en propiedad individual —ya sean pequeños, medianos o grandes— hasta propiedades comunitarias, comunidades campesinas e indígenas que operan a menor escala. En lugar de observarse una resistencia activa, lo que predomina es una adaptación gradual a este modelo de producción. Esta transición parece estar impulsada tanto por la contaminación cruzada como por la necesidad de evitar que sus parcelas se conviertan en refugio de plagas del maíz, que migran desde terrenos vecinos donde ya se cultivan variedades transgénicas.

Tomando en cuenta que la adopción alcanza un 83% y que se comercializa maíz GM con eventos genéticos de última generación, podemos concluir que no tienen sustento real las afirmaciones de que Santa Cruz produce maíz en condiciones desventajosas o tiene grandes rezagos en el uso de tecnologías GM con respecto a los sistemas productivos de Brasil, Argentina y Paraguay. Prácticamente, las diferencias son mínimas, excepto que en Bolivia es una práctica ilegal y sin fiscalización de los riesgos relacionados con el uso de semillas transgénicas.



SEGUNDA PARTE
EL FUTURO DEL AGRO
CRUCEÑO: DESAFÍOS
MÁS ALLÁ DE LA
“BIOTECNOLOGÍA”

EL FUTURO DEL AGRO CRUCEÑO: DESAFÍOS MÁS ALLÁ DE LA “BIOTECNOLOGÍA”

1. INTRODUCCIÓN

Existen señales preocupantes de que el agro cruceño atraviesa un periodo de estancamiento —incluso de retroceso— en términos de desempeño productivo y viabilidad económica. Lejos de consolidarse como un modelo sostenible, la agricultura de Santa Cruz parece haber alcanzado su techo productivo. En los últimos 15 años, los rendimientos de los principales cultivos se han mantenido prácticamente invariables y, en los últimos cuatro años, la tendencia a la baja es recurrente.

Los productores agropecuarios reconocen esta realidad sectorial, pero también creen que es posible revertirla con relativa facilidad. Según los principales representantes de la CAO y de la ANAPO, la principal causa está en las barreras legales que impiden el uso de semillas transgénicas o lo que prefieren llamar como “biotecnología”. Y, ciertamente, Bolivia es el único país entre los productores de soya de Sudamérica donde solo está legalizada la soya RR, y no los demás eventos y variedades de cultivos transgénicos (Fundación Solón, 2021). Al mismo tiempo, también es el país con los rendimientos agrícolas más bajos de la región.

Según el razonamiento de los representantes del agro cruceño, la coexistencia de restricciones legales para el uso de semillas transgénicas y bajos rendimientos agrícolas no es una casualidad. Están convencidos de que la falta de biotecnología es la causa principal de los bajos rendimientos.

Creer firmemente que la introducción de nuevos cultivos GM aumentará las cosechas, hasta el punto de que las agroexportaciones pueden llegar a jugar un rol estratégico y decisivo para el desarrollo y crecimiento económico, no solo de Santa Cruz, sino de toda Bolivia (TIERRA, 2024).

Sin embargo, también existen estudios y evidencias que ponen en duda esta forma de entender la realidad del agro cruceño. Más allá de las limitaciones legales para el uso de transgénicos, existen causas multifactoriales de fondo, como las malas prácticas agrícolas, la falta de inversión en mejoras de los predios productivos, la sobreexplotación de suelos frágiles, la expansión de la frontera agrícola hacia tierras con baja aptitud productiva o la pérdida de fertilidad por incumplimiento de las medidas de protección agroambiental. La narrativa centrada en la “biotecnología” no solo simplifica el diagnóstico, sino que invisibiliza la necesidad de debatir abiertamente sobre los múltiples factores que explican el estancamiento sectorial. Abordar los problemas de sostenibilidad del agro cruceño en toda su complejidad sigue siendo un desafío pendiente.

Bajo este entendido, esta segunda parte está dedicada a plantear algunos elementos para el análisis y la reflexión crítica sobre la sostenibilidad de la agricultura de monocultivos en Santa Cruz. A partir de los hallazgos de investigación sobre el maíz GM, se pone en duda la versión de los agropecuarios según la cual los bajos rendimientos agrícolas se revertirán con la sola legalización de transgénicos. Se plantea la necesidad de prestar mayor atención a temas que la agenda de “biotecnología” desplaza del foco de atención a la hora de elaborar políticas públicas, como son la degradación de los suelos, las malas prácticas en la rotación de cultivos, las prácticas depredadoras en zonas de expansión de la frontera agrícola o la dependencia excesiva de insumos químicos importados. Postula también la idea de que, si no se abordan de forma integral éstos y otros temas de fondo, el agro cruceño no podrá superar las limitaciones técnicas, económicas y ecológicas que ya existen al día de hoy.

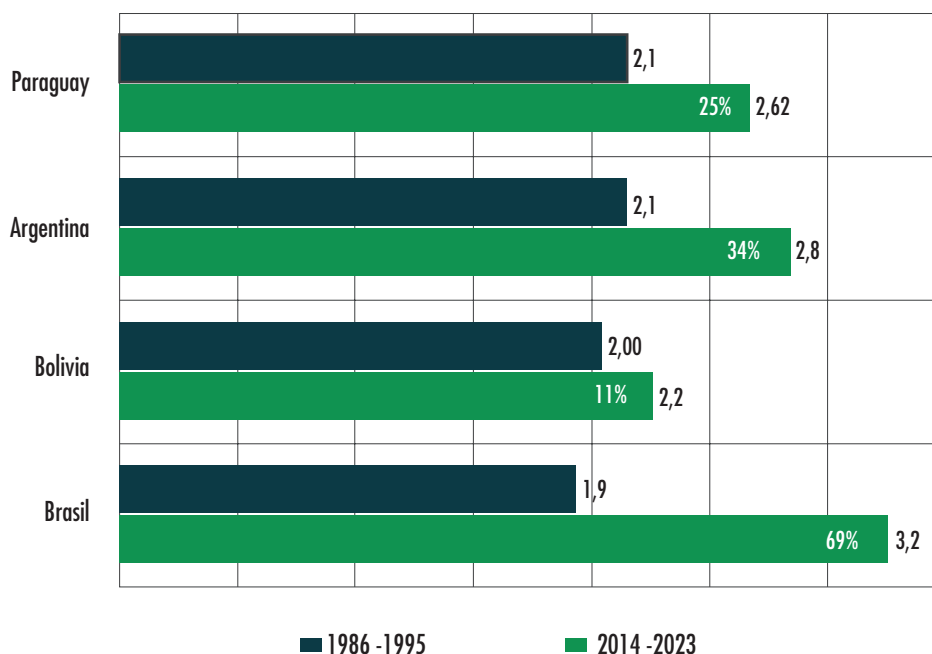
2. EL PROBLEMA: BAJOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS

El estancamiento del agro cruceño tiene un indicador clave: los bajos rendimientos agrícolas. Lo que sucede con la soya ilustra bastante todas las dificultades productivas que atraviesa el modelo de monocultivos. Es el cultivo de mayor importancia, tanto por su participación mayoritaria en cuanto a tierras cultivadas, como por su rol protagónico dentro del modelo agroexportador. En el periodo 2014-2024, el rendimiento promedio se mantuvo en torno a 2,20 toneladas de soya por hectárea, con un pico máximo de 2,51 t/ha en 2021, y un mínimo de 1,92 t/ha en 2024 (INE, 2024). El rango de variación entre el dato promedio y los registros más altos y bajos oscila entre -8% y +9%. Es decir, tiene un desempeño relativamente estable en el tiempo.

Este nivel de rendimiento contrasta, de forma notable, con respecto a los registros de los países vecinos que practican el mismo sistema agrícola. En Brasil, los rendimientos de soya oscilan en torno a 3,2 toneladas por hectárea; mientras que en Argentina y Paraguay están por encima de 2,7 toneladas (USDA, 2024). Las diferencias con respecto a Bolivia alcanzan 45% y 23%, respectivamente. Ciertamente, los países vecinos tienen mayor acceso a eventos transgénicos, pero tampoco debemos perder de vista que la baja productividad de la soya boliviana no es un fenómeno reciente, o posterior a la adopción de soya RR, sino que ya existía desde un inicio, desde el surgimiento del modelo de monocultivos de soya convencional.

Los principales cultivos de rotación también han registrado desempeños productivos por debajo de los observados en los países en cuestión. El maíz, el sorgo, el trigo y el girasol forman parte del mismo modelo sojero. En el caso del maíz, que durante la primera década del nuevo milenio alcanzó rendimientos cercanos a cuatro toneladas por hectárea, ha ido experimentando una caída hasta descender a tres toneladas por hectárea. Otros cultivos de rotación como el trigo y el girasol también tienen limitaciones productivas. En Santa Cruz, la producción triguera está alrededor de las 1,5 toneladas por hectárea y el girasol en torno a 1,2 toneladas por hectárea. Estas cifras están entre las más bajas en comparación con los países mencionados (MDRyT, 2024).

Gráfico 5. Rendimientos de soya antes y después de la liberación de eventos transgénicos (1986-1995 y 2014-2023)



Fuente: FAOSTAT 2025, elaborado con promedios de 10 años para los periodos: 1986-1995 y 2014-2023.

Ante el declive del rendimiento de maíz, el sorgo emergió gradualmente como el cultivo de rotación de mayor importancia. En poco tiempo, sustituyó al maíz por su mayor capacidad de adaptarse a contextos adversos. Rinde en promedio 2,17 toneladas por hectárea en el suelo cruceño, mientras que en Brasil ronda las tres toneladas; en ambos casos, utilizando semillas convencionales. Su adopción en lugar del maíz, que es un cultivo más exigente en humedad y nutrientes, es una muestra más del empeoramiento de las condiciones agroclimáticas en general.

El punto es que los rendimientos agrícolas son persistentemente bajos en la agricultura cruceña, tanto durante la era de semillas convencionales como después de la adopción legal de semillas transgénicas. Antes de la adopción de cultivos GM en 1996, los rendimientos de la soya boliviana estaban rezagados con respecto a Brasil, Argentina y Paraguay. Después, mejoraron alcanzando un crecimiento del 11%, mientras que fueron mayores en los

países vecinos, entre 25% y 69%. Las diferencias se deben, en parte, a que cuentan con varios eventos liberados, pero también alcanzaron rendimientos mayores en cultivos con semillas convencionales como el trigo, girasol y sorgo.

En suma, mientras en Santa Cruz se producen 2,2 toneladas de soya por hectárea, en Paraguay, Argentina y Brasil esta cifra fluctúa entre 2,7 y 3,2 toneladas. En el caso del maíz, Bolivia produce cerca de 3 toneladas por hectárea, Brasil ronda las 5,5 toneladas, Argentina se sitúa por encima de 7,0 toneladas y Paraguay produce más de 5 toneladas por hectárea. Las brechas en cuanto a rendimientos de maíz son mucho mayores que en el caso de la soya (USDA, 2024).

3. RESPUESTA CENTRAL: “BIOTECNOLOGÍA”

La agricultura cruceña ciertamente atraviesa una etapa compleja debido a la creciente presión de plagas y malezas. En la última década, los productores han visto incrementarse no sólo las pérdidas de cosechas, sino también los costos de producción debido, principalmente, al uso intensivo de herbicidas, insecticidas, funguicidas, maquinaria agrícola y combustibles. A medida que las plagas se hacen más resistentes a los agroquímicos, los productores se han visto obligados a aumentar la frecuencia y la intensidad de las fumigaciones y pulverizaciones (Zhao & Ho, 2018). Pierden cosechas y aumentan los costos de producción.

En este contexto, la demanda por el acceso a “biotecnología” —semillas transgénicas— ha tomado fuerza como una respuesta lógica y coherente con las necesidades del sector agropecuario. Los productores de soya comenzaron hace varios años a buscar soluciones agronómicas para hacer frente a las presiones biológicas que ponen en riesgo la viabilidad económica de sus monocultivos. Hoy en día, mayormente están interesados en adoptar las semillas “apiladas” (RR+Bt), que combinan la tolerancia a herbicidas (RR) con resistencia a insectos (Bt). Las ventajas agronómicas son la reducción del uso de plaguicidas y minimización de las pérdidas causadas por las plagas y malezas. Recientemente, ampliaron sus demandas a la adopción de semillas HB4 que, según sus creadores, otorga a las plantas tolerancia frente a condiciones de estrés hídrico y sequías.

Sin embargo, la demanda de “biotecnología” ha sido promovida públicamente con argumentos muy diferentes a los beneficios agronómicos asociados a los cultivos GM. En los espacios públicos, los gremios cruceños sostienen que la aprobación o liberación de los transgénicos en Bolivia aumentará radicalmente los rendimientos agrícolas actualmente estancados o en declive, y tendrá múltiples efectos multiplicadores de interés nacional. Los aumentos en la producción agrícola garantizarán la seguridad alimentaria de todos los bolivianos y las agroexportaciones en mayor volumen contribuirán al crecimiento de la economía nacional.

No hay duda de que estos argumentos son bastante persuasivos, pero lo problemático de esta versión a favor de los transgénicos es que confunde dos elementos centrales pero distintos: si bien las semillas GM aumentan la resistencia a las plagas y tolerancia a las malezas, no mejoran el potencial genético que en última instancia determina los rendimientos agrícolas (FAO, 2005).

En efecto, las tecnologías transgénicas no están diseñadas para aumentar la productividad en condiciones óptimas, sino para reducir las pérdidas en condiciones adversas (Greenpeace, 2015). En un hipotético entorno controlado, sin plagas ni malas hierbas, los rendimientos serían los mismos entre semillas transgénicas y convencionales de la misma variedad. En otras palabras, los cultivos GM no están programados para rendir más granos por hectárea, sino para evitar que rindan menos en contextos de presión biológica. Esta distinción no es un tema de menor relevancia. Decir que rinde más es una sobrevaloración de los efectos positivos de las semillas GM en cuanto al control de plagas y malezas.

La exigencia de “biotecnología” no tiene como argumento principal la legítima preocupación de los agricultores por frenar la proliferación de plagas y las pérdidas de cosechas, sino se sustenta en el supuesto de que los transgénicos aumentan radicalmente los rendimientos y, con ello, traerán beneficios productivos y económicos de alcance nacional.

A esta narrativa de grandes beneficios de interés para los bolivianos, los agropecuarios cruceños han sumado otras justificaciones relacionadas con temas ambientales. Sostienen que el uso de semillas transgénicas contribuirá

al avance de una agricultura cada vez más sostenible, debido a que reduce la utilización de agroquímicos, disminuye el consumo del diésel y mitiga la presión sobre el uso del suelo. La menor frecuencia del uso de herbicidas en los campos de cultivo conllevaría un menor uso de agua en la preparación de las aplicaciones (Pérez, 2020). La reducción del consumo de combustibles es considerada como un cambio deseable porque representa menores tasas de emisiones de dióxido de carbono CO₂. Técnicamente, este tipo de afirmaciones son lógicas y razonables, pero los beneficios ambientales no pueden asumirse como automáticos y significativos. Las disminuciones en el uso del agua o emisiones de carbono son marginales con respecto a los elevados costos ambientales que tiene la agricultura mecanizada. Además, los efectos benéficos para mitigar el cambio climático dependen de múltiples factores que no están considerados en los estudios publicados por el agro cruceño (Los Tiempos, 2020).

En suma, el aumento de la presión biológica por la aparición de plagas y malezas cada vez más resistentes a los agroquímicos ha llevado al sector agropecuario a exigir la adopción de “biotecnología” con carácter de urgencia. Ciertamente, enfrentan problemas crecientes en cuanto a productividad, rentabilidad y sostenibilidad. Sin embargo, la búsqueda de respuestas centradas en “biotecnología”, comprensible desde el punto de vista agroempresarial, ha sido acompañada por una narrativa que oculta las verdaderas razones de los agricultores en apuros, apelando a grandes promesas de desarrollo para todos los bolivianos, con argumentos productivos, económicos y ambientales. Como toda innovación tecnológica, las semillas transgénicas están impulsadas por intereses específicos, en este caso, de las multinacionales del agronegocio, cuyas consecuencias reales, directas e indirectas, si bien pueden ser positivas para los agropecuarios sojeros, pueden ser lo opuesto para el conjunto de la economía y sociedad boliviana.

4. EXPECTATIVAS Y REALIDADES EN TORNO A LA “BIOTECNOLOGÍA”

La idea de que la “biotecnología” tiene potencialidades para generar beneficios productivos de alcance nacional no se ha quedado sólo en el discurso. Los gremios agropecuarios se encargaron de convertirla en promesas de cambios cuantificables. La presentación de proyecciones de crecimiento productivo y económico se volvió habitual, mediante eventos y actividades permanentes de tipo académico, empresarial, político y de divulgación de políticas públicas. Estas acciones y estimaciones funcionan como mecanismos de lobby y cabildeo ante el gobierno nacional. Además, las estadísticas y proyecciones se emplean para moldear corrientes de opinión pública, procurando instalar percepciones favorables —o al menos neutrales— con respecto a la demanda de legalizar o liberar los cultivos transgénicos.

Sin embargo, las estimaciones divergen casi siempre de la realidad sectorial. En términos productivos, los impulsores de la agenda de “biotecnología” proyectaron cambios de gran alcance en cuanto a la mejora de los rendimientos agrícolas, pero los resultados de la adopción de semillas transgénicas han sido más bien modestos. Una muestra de ello, precisamente, es que las cosechas de maíz por hectárea no han aumentado con el uso generalizado del maíz GM en los últimos años. En términos económicos, los resultados alcanzados han seguido una ruta diferenciada con relación a las estimaciones optimistas de valor de producción y volúmenes de exportación. A pesar de un historial marcado por desaciertos de relevancia, las estimaciones de cambios a futuro siguen sobredimensionando los resultados esperados a partir de la liberación y adopción de cultivos GM.

A continuación, ampliamos estos planteamientos sobre las expectativas creadas a partir de estimaciones de cambios cuantitativos resultantes de la adopción de “biotecnología”. Posteriormente, contrastamos las promesas de saltos productivos con datos empíricos, poniendo énfasis en las posibles motivaciones de la narrativa de grandes beneficios, más allá de las deficiencias técnicas y metodológicas de las estimaciones y proyecciones en cuestión.

4.1 Promesas de saltos productivos

En el marco de la Cumbre Agropecuaria “Sembrando Bolivia” de 2015, el IBCE presentó al gobierno nacional un estudio de proyecciones del sector agrícola para el periodo 2015-2025. Este estudio fue entregado por la CAO a las autoridades nacionales como un insumo técnico para las negociaciones de las demandas del sector agroempresarial en el marco de los planes gubernamentales para celebrar el Bicentenario de Bolivia con grandes logros económicos (IBCE, 2015). La agenda del agro cruceño giraba alrededor de cuatro demandas centrales: seguridad jurídica sobre la tenencia de la tierra, suspensión de la Función Económico Social (FES), autorización del uso de biotecnología y eliminación de las restricciones a las agroexportaciones (MDPyEP, 2015).

El documento de IBCE presentaba un panorama altamente optimista en términos productivos y económicos. En el caso específico de maíz, proyectaba un incremento en el rendimiento promedio de 3,3 toneladas por hectárea a 3,9 para el año 2025, lo que representaba un crecimiento porcentual del 18%. Un año después (2016), el mismo instituto publicó un documento ampliado que ratificaba la validez de las proyecciones, teniendo como referencia la experiencia de Paraguay que había arrojado resultados en un rango entre 15% a 25% (IBCE, 2016). Los autores del estudio ampliado tomaron como base referencial el rango inferior (15%) para estimar los impactos productivos de la adopción de maíz GM en Santa Cruz. La principal conclusión fue que el rendimiento promedio aumentaría de 3,15 a 3,62 toneladas por hectárea para fines de 2025 (ibid).

Sin embargo, con el paso de los años, estos estudios y estimaciones iniciales de cambios productivos modestos, pero realistas, fueron reemplazados por otros cada vez más ambiciosos y más aceptados por los gremios agropecuarios de Santa Cruz. En 2020, con la llegada del gobierno transitorio de Jeanine Añez, el agro cruceño se convirtió en un aliado político de primera línea para las nuevas autoridades. En ese marco, tomó control directo del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), poniendo el instituto a cargo de nuevas autoridades, con el encargo de impulsar la demanda de “biotecnología”. El resultado fue la publicación del “Estudio

de zonificación para el uso del maíz GM en Bolivia”, que presenta nuevas estimaciones y proyecciones de la liberación y uso de maíz GM (MDRyT, 2020). La principal conclusión de este estudio fue que los rendimientos de maíz podrían aumentar en un 84,7%, pasando de 2,74 a 5,06 toneladas por hectárea. Estas nuevas cifras o estimaciones fueron utilizadas para justificar la aprobación de tres decretos supremos del gobierno de Añez para abreviar los procedimientos y tiempos de validación y legalización de varios eventos transgénicos y nuevos cultivos GM en Bolivia (Silvestre, 2021). También fueron ampliamente difundidas en medios de comunicación, eventos públicos y espacios de incidencia política, consolidando el discurso sectorial que asociaba la “biotecnología” directamente con una transformación radical del aparato productivo.

En 2022, la UAGRM publicó el documento “Posición de la UAGRM sobre el uso de cultivos genéticamente modificados en Bolivia”, prácticamente ratificando los resultados presentados en el estudio de INIAF de 2020. También pronosticó un incremento de 84,7% con la adopción de maíz GM y elevó las expectativas al concluir que el rendimiento promedio alcanzaría a 5,63 toneladas por hectárea.

Cuadro 10. Estimación del incremento de rendimiento de maíz en Bolivia, según estudio de UAGRM

País	Rendimiento (t/ha)		
	Promedio maíz no GM	Promedio maíz GM	% Crecimiento
Argentina	4,34	7,30	68,30%
Brasil	3,46	5,22	50,80%
Paraguay	2,31	5,35	131,60%
Uruguay	3,40	6,40	88,10%
Promedio			84,70%

Fuente: UAGRM 2022. Las cifras iniciales corresponden a promedios de cuatro años que varían entre 1992 y 2003 y las finales son promedios de 2015 a 2019.

Una revisión más detallada devela que ambos estudios (INIAF 2020 y UAGRM 2022) fueron realizados por el mismo equipo técnico, principalmente profesionales y técnicos vinculados o relacionados con la Facultad de Ciencias Agrícolas de la universidad pública cruceña. Cuando los miembros

clave de este equipo técnico estuvieron al mando de INIAF, las proyecciones y estimaciones de cambios productivos fueron divulgadas como estadísticas y políticas oficiales del gobierno de Bolivia, y cuando se replegaron a la universidad, fueron difundidas como un estudio científico, independiente y sin conflictos de intereses.

A pesar de que estas cifras fueron cuestionadas por falta de realismo y rigurosidad metodológica por algunos centros de investigación no vinculadas (Molina, 2020), el agro cruceño siguió impulsando la narrativa de grandes transformaciones productivas si el gobierno nacional aceleraba la liberación y legalización de la “biotecnología”. Organizaciones como la CAO, ANAPO, Asociación de Proveedores de Insumos Agropecuarios (APIA) y otros han seguido impulsando campañas comunicacionales y negociaciones políticas, argumentando que los beneficios productivos y económicos están suficientemente demostrados y tienen efectos multiplicadores de alto impacto económico para la región y la economía nacional (Cauthin 2021, McKay 2018).

El escenario político-electoral de 2025 también reavivó el uso y la difusión de las promesas de grandes saltos productivos. Durante el Foro Agropecuario, que reunió a tres candidatos presidenciales, el presidente de la CAO expuso datos y estimaciones de escenarios futuros basados en los estudios mencionados. Las proyecciones para el periodo 2023-2033 fueron presentadas bajo el supuesto de qué sucedería con la legalización de los cultivos GM. En cuanto al maíz, Santa Cruz, sin necesidad de incrementar el área cultivada, pasaría de producir 566 mil toneladas de maíz a 1,71 millones de toneladas anuales. Esto representa un crecimiento por encima del 200% (Silva 2025). Si tomamos como punto de partida un rendimiento promedio de tres toneladas por hectárea, la CAO asume que el mismo escalaría hasta nueve toneladas por hectárea para el año 2033.

A partir de cambios productivos de estas proporciones, las proyecciones de beneficios económicos que la CAO mostró en el foro fueron espectaculares. El maíz GM, no solo resolvería problemas de tipo estructural como el déficit de maíz en el mercado interno, que ronda unas 400 mil toneladas anuales, sino que llegaría a generar excedentes para la exportación.

Al actual precio internacional de maíz, la producción incremental (1,15 millones de toneladas) tendría un valor aproximado de 240 millones de dólares.

Las previsiones de mejoras productivas y económicas son similares para la soya, trigo y algodón, de modo que la sumatoria de beneficios trasciende lo sectorial y departamental. Otro planteamiento dado a conocer en el Foro Agropecuario, tiene relación con el comercio exterior. El uso de semillas GM haría posible transitar desde las actuales agroexportaciones desde 2,4 mil millones de dólares (2024) a 13,3 mil millones para el 2033, un crecimiento porcentual de 454% en un periodo de 10 años. En términos de economía agregada, el aporte sectorial al PIB nacional pasaría de una participación porcentual de cerca del 5% a 30% de la economía boliviana (CAO, 2025). Si estas cifras y estimaciones fueran reales, Bolivia, sin duda, estaría frente a una revolución agropecuaria y económica sin precedentes.

4.2 La incómoda realidad

Cuando el agro cruceño y el gobierno nacional alcanzaron acuerdos en la Cumbre Agropecuaria “Sembrando Bolivia” de 2015, los rendimientos promedios habían comenzado a declinar con respecto a los años anteriores. En el caso del maíz de Santa Cruz, el promedio del quinquenio 2011-2015 se situó en 2,81 toneladas por hectárea, y que bajó a 2,68 toneladas en la segunda mitad de la misma década. En el periodo 2021-2024, la tendencia se tornó favorable con un promedio de 3,20 toneladas por hectárea, influenciado fuertemente por las cosechas de la temporada 2020-2021, que alcanzaron 3,91 toneladas por hectárea de maíz.

El 2015 no hubo acuerdos para la aprobación de cultivos GM, pero sí en cuanto a las otras tres demandas del sector agroempresarial, fundamentalmente referidas a la ampliación de la frontera agropecuaria, seguridad jurídica y flexibilización de las protecciones ambientales. Las autorizaciones por decreto de la importación de maíz GM para el abastecimiento del consumo interno de 2016 y 2017 también facilitaron el acceso a semillas transgénicas y su uso ilegal en los campos de cultivos.

Pese a estos avances alineados con las demandas de “biotecnología”, durante el quinquenio 2016-2020, los rendimientos de maíz se han mantenido estables y sin grandes cambios interanuales. Si bien las principales explicaciones están relacionadas con múltiples variables agroclimáticas, estudios de CIPCA y PROBIOMA sugieren que el uso de semillas GM no estaba muy extendido en este periodo (Cuellar, 2017). En todo caso, tanto la permisividad gubernamental como las importaciones legales e ilegales de maíz transgénico podrían sugerir que hubo avances en la sustitución de las semillas convencionales por las modificadas en laboratorio.

Los incrementos de rendimientos más llamativos se presentaron durante dos años consecutivos: 3,91 toneladas de maíz por hectárea en la temporada 2020-2021, y 3,06 para 2021-2022 (SIIP, 2024). Son los registros más altos conocidos desde los acuerdos de la cumbre agropecuaria de 2015. Sin embargo, en los siguientes dos años bajaron (2,92 y 2,91), pero todavía bordeando las tres toneladas por hectárea. También en este periodo se incorporaron nuevas áreas de producción, de modo que algunos estudios sugieren que ello habría contribuido a la mejora de las cosechas (MDPyEP 2024). Al margen de ello, las buenas cosechas del período 2020-2021 siguen siendo una de las variables explicativas de mayor incidencia para entender el comportamiento productivo del período 2021-2024.

La constatación de este estudio, de que el 83% de los cultivos de maíz es transgénico, introduce una variable explicativa novedosa para una mayor problematización del tema. El hecho concreto es que la mejora productiva de los últimos cuatro años se produjo en un contexto de uso generalizado de maíz GM. En consecuencia, los aumentos de los rendimientos pueden interpretarse como una consecuencia razonable relacionada con el uso de semillas transgénicas. Es decir, las pérdidas de cosechas han tenido que disminuir con los cultivos ahora más resistentes y tolerantes a las plagas y malezas.

Aunque en términos analíticos no sería correcto atribuir los incrementos a una sola variable, como es el maíz GM, es posible tener más elementos orientativos a partir de un ejercicio comparativo. El cambio porcentual entre el promedio de los últimos cuatro años (3,20 toneladas/ha, 2021-2024) y el quinquenio precedente es de 19,2% (0,52 toneladas adicionales).

Y comparado con el quinquenio 2011-2015 representa un crecimiento del 13,8% (0,39 toneladas). El punto medio entre ambos valores porcentuales es 16,5%. Nótese que este último dato es bastante cercano al 15% estimado en el estudio presentado por el IBCE en la Cumbre Agropecuaria del 2015. Es una pista que podría sugerir mayor consistencia de las estimaciones que existían antes de los cambios porcentuales posteriores presentados por UAGRM e INIAF (84,6%). Si se confirmara esta tendencia, al menos existen dos implicaciones de consideración.

Por un lado, las estimaciones y proyecciones al 2033 presentadas por la CAO en el Foro Agropecuario 2025 son irreales y no tienen sustento en metodologías consistentes y evidencia empírica. El modesto incremento productivo durante los recientes años de uso generalizado de maíz transgénico sugiere que no sería posible alcanzar incrementos en cerca del 84,6% en el rendimiento del maíz, y mucho menos materializar saltos productivos en torno a cosechas de 9,0 toneladas de maíz por hectárea para el 2033. Es más, los beneficios productivos del maíz GM esperados a futuro, en realidad ya estarían presentes o incorporados en los rendimientos



Fotografía: CAO

agrícolas de los últimos años, de modo que una eventual legalización tendría un impacto marginal o incluso nulo.

Por otro lado, la incorporación de semillas transgénicas estaría consolidando el rendimiento del maíz en torno a 3,0 toneladas por hectárea. Las mejoras observadas entre los años 2021 y 2024 lograron frenar la tendencia histórica a la baja, pero tampoco parecen suficientes como para marcar un nuevo hito o punto de quiebre para inaugurar una etapa de crecimiento sostenido para los próximos años. Tal como se señaló al inicio de esta sección, los mayores beneficios tienen relación con la reducción de costos de producción, menor uso de agroquímicos y reducción de labores agrícolas asociadas. Comparada con los desempeños productivos de los países vecinos como Brasil, Argentina e incluso Paraguay, la baja productividad de maíz en Bolivia se mantiene como una característica central, tanto antes de la adopción de cultivos GM como durante su uso ilegal.

Los resultados de esta investigación introducen una variable de alta relevancia (83% de maíz GM) que pone en duda las promesas de grandes beneficios productivos, económicos y ambientales a partir de la aprobación de nuevos eventos y cultivos GM.

5. MOTIVACIONES POR DETRÁS DE LA NARRATIVA

Las promesas de beneficios extraordinarios del maíz GM no deberían tratar de entenderse únicamente desde una lógica productiva y económica. Es necesario interpretarlas como parte de una narrativa o discurso intencionado para articular intereses en torno a los gremios agropecuarios cruceños. También forman parte de construcciones culturales de tipo regionalista que surgen a contracorriente de las visiones de unidad nacional. Incluso se pueden interpretar como reflejos de dinámicas institucionales fuertemente arraigadas en el tiempo. Las brechas demasiado grandes entre estimaciones optimistas —como el aumento del 84,7% en los rendimientos de maíz— y datos empíricos, estarían revelando no solo errores de cálculos o falencias técnicas en el análisis agronómico y económico, sino también reproducciones de narrativas enraizadas en múltiples elementos de la sociedad cruceña y su relación con el resto del país.

5.1 Arma de negociación política

Una primera explicación apunta al uso de “biotecnología” como discurso estratégico para relacionarse con el Estado. Existen antecedentes de que las expectativas exageradas en torno a los cultivos GM funcionaron como un arma o instrumento de presión política para las negociaciones económicas con el nivel central. Tal como plantean varios estudios sobre el regionalismo cruceño, la narrativa de modelo productivo exitoso a menudo se utiliza para exigir decisiones e intervenciones del gobierno nacional en función a intereses predefinidos (Soruco et al., 2008; Molina, 2024). En este caso, las cifras abultadas contribuyen a sostener la idea de que la legalización de los transgénicos no solo sería una demanda sectorial, legítima y justificada, en términos agroproductivos, sino una respuesta impostergable frente a los problemas económicos nacionales después del agotamiento de la renta del gas natural. Las promesas infladas funcionan como un capital simbólico y legítimo frente al Estado y la opinión pública.

Así, durante el Foro Agropecuario 2025, el presidente de la CAO señaló:

“Sí en ocho años podemos generar lo que el gas en su momento produjo, lo podemos duplicar. El gas en su mejor momento exportó 6.113 millones de dólares. Nosotros al 2033 proyectamos que todo el aparato productivo nacional puede llegar a generar 13.331 millones de dólares. Y ¿saben qué?, al Estado no le cuesta ni un solo boliviano, son políticas del sector agropecuario que tiene la capacidad de hacerlo”(CAO, 2025).

Esa supuesta posibilidad de duplicar los ingresos del gas natural fue aplaudida por la audiencia, no fue cuestionada y todos los candidatos presidenciales que participaron del evento se comprometieron en aprobar la “biotecnología” con carácter de alta prioridad e interés nacional.

La crisis económica que actualmente atraviesa Bolivia se constituye en un entorno favorable para aumentar el poder de negociación de los agropecuarios. Los candidatos con mayores posibilidades para ganar las elecciones han estado firmemente comprometidos con priorizar la autorización de cultivos GM. El agro cruceño es considerado como uno de los

principales motores económicos para los planes de crecimiento económico y comercio exterior. Junto a ello, también ganaron terreno las demandas de seguridad jurídica para la tenencia de la tierra y la inversión privada, la suspensión de mecanismos de fiscalización sectorial como la Función Económico Social (FES) y la libre exportación de productos agrícolas y carne vacuna (TIERRA, 2022; CEDLA, 2018).

De forma indirecta, el discurso de grandes réditos productivos y económicos también contribuye a la preservación de privilegios tributarios y económicos de larga data. Concretamente, el principal es el Régimen Agrario Unificado (RAU), una modalidad diferenciada que sustituye al Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto a las Transacciones (IT) y el Impuesto a las Utilidades de las Empresas (IUE). En lugar de todas estas obligaciones tributarias, el RAU fija una alícuota anual mínima que se traduce en recaudaciones ínfimas para el Estado. A pesar de que es una distorsión indefendible, este tipo de privilegios no son objeto de revisiones al momento de discusiones sobre reformas tributarias (Laserna, 2024). Existen también beneficios similares con la devolución de los impuestos a las agroexportaciones o la liberación de aranceles para importaciones destinadas al sector agroexportador. Las escasas observaciones que existen sobre este tipo de privilegios son descalificadas con argumentos simplificados como que equivalen a ataques malintencionados a uno de los motores económicos fundamentales del país (CAO, 2022).

5.2 Mecanismo de articulación de intereses

Una particularidad del modelo sojero de Bolivia es que los grandes productores coexisten con numerosos pequeños sojeros en las zonas de colonización tradicional. Los campesinos migrantes de primera generación de las tierras altas comenzaron a incursionar en la producción de la soya y monocultivos desde los núcleos de colonización de San Julián, Cuatro Cañadas y Norte Integrado. Abandonaron paulatinamente la producción diversificada de base campesina, reemplazándola por soya y cultivos asociados. Según algunos estudios, los pequeños agricultores representan el 82,9% del total de propietarios de tierras, pero solo controlan el 16,9% de la superficie, mientras que los medianos y grandes propiedades representan

el 12% de los propietarios y controlan el 61,6% de las tierras (Colque et al., 2016, pp. 200-201).

Ante esta realidad, los grandes productores se han visto en la necesidad de construir mecanismos de articulación y puentes de entendimiento con los numerosos pequeños productores sojeros. La ANAPO y la CAPPO están entre los interlocutores más conocidos que interactúan con diferentes gremios del agro cruceño, en representación de los intereses de las colonias campesinas convertidas en tierras de monocultivos. Y la narrativa de grandes beneficios con los cultivos GM ha servido, precisamente, de bisagra para construir agendas de común interés entre pequeños y grandes productores sojeros.

La ANAPO jugó un papel decisivo para la legitimación de la agenda del agro cruceño, particularmente en la exigencia de autorizaciones para el uso de transgénicos. Casi todas las solicitudes ante el CNB han sido presentadas formalmente a nombre de ANAPO, en representación de todos los productores de Santa Cruz. La Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO) y otros que representan a los principales interesados, colaboran estrechamente con la asociación de los pequeños productores para impulsar los pedidos de aprobación de procedimientos abreviados para evaluar la adopción de nuevos eventos y cultivos GM (El Deber 2025, ANF 2024).

En un contexto regional y nacional, donde la investigación independiente sobre la biotecnología es escasa y el debate es polarizado, los pequeños agricultores reciben información directamente de los distribuidores y proveedores de insumos agrícolas o instituciones cruceñas que impulsan la narrativa de grandes beneficios. De esa manera, construyen una corriente de opinión alineada con una visión tecnocientífica donde la adopción de transgénicos equivale a mayor producción y rentabilidad económica, dejando de lado los factores climáticos o la necesidad de manejo sostenible de las tierras agrícolas. La articulación de intereses entre grandes y pequeños hace posible que la "biotecnología" sea vista como un avance científico al que oponerse es una irracionalidad y una negación de la modernidad.

La articulación de intereses también involucra a las instituciones privadas y públicas que hacen el papel de centros de investigación agrícola. Tal como hemos explicado arriba, los estudios de la UAGRM o los publicados en alianza

con el INIAF, que luego fueron usados por la CAO como respaldos técnicos y científicos, extrapolan los crecimientos productivos de países vecinos como Brasil, Argentina y Paraguay a la realidad boliviana y regional, atribuyendo todas las mejoras productivas a las semillas GM, cuando es sabido que obedecen a varios otros factores como la existencia de semillas híbridas, manejo de insumos, mejoras en manejo agronómico, asistencia técnica, entre otros. Las estimaciones no están basadas en datos empíricos, pero son divulgadas como investigaciones académicas “neutrales”. Los pequeños sojeros reciben este tipo de información mediante cursos de capacitación técnica, asesoría agrícola o apoyos de fortalecimiento institucional. Al no tener acceso a información de contrapeso, no se preguntan si hay una probable instrumentalización del conocimiento técnico en función de las agendas e intereses de quienes tienen control mayoritario de los cultivos GM.

5.3 Cortina de negación del estancamiento agrícola

La tendencia a buscar soluciones tecnológicas, casi milagrosas, también podría estar expresando las limitaciones que tienen los productores agropecuarios ante la complejidad de la problemática agraria en términos de erosión y degradación de suelos, pérdida de fertilidad o capacidad productiva o los impactos negativos del cambio climático. La promesa de que una nueva semilla resolverá todos los males productivos podría estar actuando como un mecanismo de negación del estancamiento del agro cruceño. Sería una manera de escapar de la necesidad de planear y llevar adelante reformas de gran alcance. Asimismo, parece ser un mecanismo de defensa ante las críticas públicas por la baja productividad y las deficiencias que existirían en el manejo sostenible de las tierras.

La respuesta fácil, de que la solución está en las semillas GM soslaya la urgencia de enfrentar múltiples problemas agroambientales como la sobreexplotación de suelos, el abandono de prácticas de rotación de cultivos o de siembra directa, o la eliminación de bosques de protección y cortinas rompevientos o forestales. Las intervenciones agrícolas que buscan maximizar los beneficios económicos a corto plazo, minimizan los costos asociados al manejo sostenible, al igual que las reinversiones de

beneficios económicos que se necesitan para la conservación de la fertilidad y capacidad productiva de los suelos.

La discusión de políticas agrícolas centrada en “biotecnología” también está desviando la atención de un fenómeno cada vez más extendido que podríamos denominar como “agricultura nómada”. Muchos de los desmontes para la puesta en producción de nuevas áreas están siendo usados como sustitutos de tierras sobreexplotadas o degradadas. Por lo general, las nuevas áreas son rentables en el corto plazo, pero no tienen aptitud para el uso agrícola intensivo y permanente. En consecuencia, después de unos tres años, también son abandonadas y reemplazadas por nuevos desmontes y áreas de producción en zonas con similares limitaciones para la agricultura de monocultivos (TIERRA, 2023). En estos casos, la rápida pérdida de rendimientos no se debería a la ausencia de semillas transgénicas, sino al cambio del uso del suelo en zonas de bosques protegidos y tierras con baja aptitud para el uso agrícola permanente e intensivo.

5.4 Proyecto político regionalista

En Santa Cruz, el agro no es visto solamente como una actividad económica o productiva, sino también como un proyecto político regional para diferenciarse del resto del país. Desde esta perspectiva, la narrativa de “biotecnología” cumple una función movilizadora y articuladora, porque no solo promete beneficios para los productores agropecuarios, sino que ofrece una visión de modernización donde la agroindustria es considerada como el eje articulador de un modelo de desarrollo cruceño exitoso que contrasta con el resto del país concebido desde la cruceñidad como atrasado y estorbo para el crecimiento económico (IBCE, 2021). Esta idea fue ganando aceptación entre la opinión pública porque se construye a partir de hechos tangibles como el crecimiento de la agroexportación basada en iniciativa privada y puesta en producción de grandes propiedades de tierra de familias cruceñas tradicionales.

Las promesas de crecimiento exponencial gracias a la “biotecnología” refuerzan proyectos regionalistas de larga data. El agro cruceño se vendió como una “locomotora” independiente de los proyectos nacionalistas, basada en inversión privada, libertad económica y competitividad internacional

(McKay, 2018; Colque, 2022). La actualidad de esta visión está expresada, por ejemplo, en los planes del Comité Cívico de establecer una “nueva relación con el Estado” para afianzar el alejamiento de Santa Cruz del “centralismo” y consolidar su “camino hacia la libertad” y modernidad.

Las promesas de cambios revolucionarios con la adopción de cultivos GM están direccionadas tanto a convencer a las autoridades del gobierno nacional en las mesas de negociación política, como a reforzar el imaginario de Santa Cruz como uno de los motores principales, sino el principal, del desarrollo económico de Bolivia.

En suma, las expectativas creadas en torno al maíz GM no solo son un reflejo de desconocimientos técnicos o falencias metodológicas que están por detrás de las proyecciones y estimaciones, sino que forman parte de una construcción discursiva que combina intereses económicos sectoriales, estrategias políticas y aspiraciones regionales. Desentrañar estos elementos desde diferentes perspectivas es una de las tareas fundamentales para seguir problematizando y profundizando nuestro entendimiento sobre por qué la agenda de legalización de cultivos transgénicos se ha convertido en un tema de alcance nacional, más allá de las discusiones en torno al tema agropecuario.

6. PROBLEMAS DE ESTANCAMIENTO AGRÍCOLA

La soya se convirtió en el cultivo predominante en 1985, cuando sobrepasó el 50% de la superficie cultivada de Santa Cruz (USDA, 2024). En adelante, mantuvo una tendencia ascendente, hasta alcanzar un tope de 57% con respecto al total del área cultivada en 2005. De esta manera, se constituyó en el elemento organizador del modelo agrícola intensivo basado en el monocultivo de grandes extensiones de tierra. Su consolidación fue una consecuencia directa tanto por el aumento de la demanda internacional de commodities agrícolas como por la mecanización y estandarización de la agricultura a gran escala o, también llamada, la “revolución verde de segunda generación” (Acción por la Biodiversidad 2020).

La práctica extendida de los monocultivos trajo consigo desafíos para la sostenibilidad del modelo productivo en permanente expansión. La pérdida

de fertilidad, las plagas cada vez más resistentes, el aumento del uso de plaguicidas y agroquímicos, la disminución de las potencialidades productivas de la tierra, los eventos climáticos extremos, entre otros, fueron escalando con los años, hasta convertirse en problemas estructurales y complejos en términos productivos y económicos.

A continuación, vamos a presentar un punteo de los principales desafíos que enfrenta este modelo de agricultura y que se traducen en problemas de estancamiento productivo e insostenibilidad en el mediano y largo plazo.

6.1 Rotación de cultivos

El maíz ha sido utilizado como el principal cultivo de rotación de la soya. Técnicamente, se entiende que a mayor presencia de cultivos de rotación, las condiciones productivas mejoran para los cultivos de soya. En 2015, se sembraban 5,5 hectáreas de soya por cada hectárea de maíz, pero en adelante la tendencia fue disminuyendo, ya que para 2024, se sembraban 8,0 hectáreas de soya por cada una de maíz. Esto significa que el índice de rotación de cultivos sufre un cambio negativo o indeseado, lo que a su vez tiene varias explicaciones relacionadas fundamentalmente con las condiciones productivas cada vez más adversas, sequías persistentes y pérdidas de humedad. Esta situación también estuvo influenciada por factores económicos como los bajos precios de mercado del maíz y los altos costos de producción.

Entonces el sorgo se posicionó como la alternativa emergente frente al maíz. Es considerado un cultivo de rotación de buena adaptabilidad al nuevo contexto adverso, debido a su mayor tolerancia a las condiciones de sequía o estrés hídrico y por su adaptabilidad a suelos menos fértiles. En 2015, se sembraban 4,6 hectáreas de soya por cada hectárea de sorgo, lo que disminuyó sistemáticamente hasta llegar a 3,0 hectáreas para 2024 (INE, 2024). Está claro que esta respuesta adaptativa no resuelve los problemas de fondo, pero se constituye en una evidencia empírica de las limitaciones productivas y dificultades agroclimáticas que enfrenta el sector sojero. La rotación de los cultivos de soya con sorgo mitiga las condiciones adversas, pero no es una alternativa más eficiente con respecto a las prácticas de rotación con maíz.

Tomando en conjunto al sorgo, maíz, girasol y trigo como los cultivos de rotación de soya podemos observar un estancamiento persistente en los últimos años. Para 2015, el índice de rotación estaba por encima de 2,0 hectáreas, lo que mejoró en 2024 hasta llegar a 1,6 hectáreas de soya por una hectárea del total de cultivos de rotación. El sorgo contribuyó para esta leve mejora de la rotación en términos cuantitativos, aunque cualitativamente no es muy significativo debido a que el cambio se produce en un contexto agroclimático adverso. Además, hay que tener en cuenta que los cultivos de rotación tienden a concentrarse en tierras marginales o en tierras que no se usan necesariamente para cultivos de soya, por lo que los efectos regenerativos de la rotación siguen siendo en términos proporcionales.

6.2 Siembra directa

En cuanto al sistema de siembra directa, también conocido como labranza cero, la agricultura cruceña avanzó significativamente desde los años 90, hasta la actualidad. Mediante la asistencia técnica brindada por varias organizaciones del sector, se difundieron las prácticas de sembrar sin



remover los suelos y conservando los rastrojos de las cosechas anteriores como coberturas vegetales para retener la humedad del suelo y microorganismos. Según ANAPO, el 80% de los sojeros cultivan bajo este sistema considerado como una práctica de conservación compatible con la agricultura intensiva y mecanizada. La sostenibilidad de esta práctica depende del manejo adecuado de la cobertura vegetal, capacitaciones técnicas de los productores y trabajadores del agro, control integrado de plagas, fertilización y rotación de cultivos, entre otros. Los manuales de buenas prácticas recomiendan una planificación cuidadosa de los ciclos agrícolas y productivos (SENASAG, 2014).

Sin embargo, según algunos estudios al respecto, la siembra directa también tiene algunas desventajas para el productor como el incremento de malezas de hoja ancha (CIAT 2019, CIPCA). Esto induce al aumento e incluso uso indiscriminado de herbicidas, especialmente entre los pequeños agricultores sin suficiente capacitación técnica, lo que provoca, con el tiempo, la presencia de malezas más resistentes a las aplicaciones de herbicidas. Por lo tanto, los costos de producción aumentan y pueden incluso inviabilizar la sostenibilidad de este sistema de manejo. Una manera que encontraron muchos agricultores para contrarrestar los efectos negativos es la remoción del suelo o siembra convencional cada cinco años para reiniciar una nueva etapa de siembra directa.

La siembra directa se caracteriza también por arrojar bajos rendimientos durante los primeros dos o tres años, pero estos van mejorando después. Es una inversión a mediano y largo plazo que no se ajusta a la realidad de todos los productores. La siembra directa es mucho más viable cuando existe seguridad jurídica sobre las tierras o en zonas de producción consolidadas, pero no así en áreas o zonas de alta conflictividad o tierras con baja aptitud productiva. En estos casos, los productores no tienen incentivos y razones para implementar sistemas de siembra directa, porque la falta de derechos de propiedad consolidados no garantiza la producción agrícola por varios años consecutivos. De manera similar, en los casos de nuevas áreas que tienen potencial productivo limitado, las mejores cosechas se obtienen durante los primeros dos o tres años de uso agrícola y luego, la producción declina severamente, lo que es incompatible con el sistema de siembra directa (TIERRA, 2023).

Dicho de otra forma, existen incentivos extra agrícolas perversos para no aprovechar los beneficios potenciales de la siembra directa. En el contexto cruceño, muchos productores optan por habilitar nuevas áreas de monocultivos en lugar de apostar por la conservación de las tierras en producción, debido a que lo primero tiene costos económicos menores frente a la costosa alternativa de conservación (UNCCD, 2022). Existen evidencias de que las nuevas áreas desmontadas y puestas en producción son destinadas a sustituir las tierras sobreexplotadas, lo que explicaría por qué la superficie cultivada crece por debajo de la superficie desmontada con fines agropecuarios (Mamani, 2022). En muchos casos, los costos de incorporar y desmontar nuevas áreas de producción llegan a ser mucho menores a los costos de apostar por la agricultura de conservación, en gran medida, gracias a las reducidas multas y sanciones económicas por daños ambientales y los precios bajos de las tierras traficadas en el mercado informal (Colque, 2022).

6.3 Monocultivos sin bosques

La expansión de monocultivos ha debilitado drásticamente la conservación de bosques y el uso sostenible del suelo regulado por instrumentos de planificación territorial, principalmente por el Plan de Uso del Suelo (PLUS). El crecimiento de los monocultivos a expensas de bosques primarios, bosques protegidos y ecosistemas diversos ha tenido consecuencias contraproducentes para la propia agricultura mecanizada, y también para agriculturas alternativas y ecosistemas agrobiodiversos. Asimismo, ha provocado alteraciones en las dinámicas socioeconómicas de las poblaciones locales, principalmente entre los pequeños agricultores, además de afectar a las ganaderías comunitarias, agroforesterías y sistemas silvopastoriles que practican las comunidades indígenas de las tierras bajas.

En varios municipios cruceños y también algunos benianos y del norte de La Paz, la presión por la ampliación de tierras agrícolas condujo a la eliminación o adelgazamiento de “cortinas rompevientos” que contribuían a la lucha contra el cambio climático e influían positivamente en la producción y productividad agrícola. Las recomendaciones técnicas sobre la necesidad de conservar áreas boscosas resaltan que la coexistencia de agricultura y

bosques reduce e incluso podría llegar a revertir los procesos de desertificación y pérdida de fertilidad de los suelos (TIERRA, 2023). Santa Cruz, al estar expuesto a corrientes de vientos que corren por la llanura, es particularmente sensible a los efectos negativos de la pérdida de cortinas forestales.

En las zonas tempranamente incorporadas al modelo de monocultivos, las áreas boscosas ocupan espacios territoriales marginales. La zona integrada o central, el norte integrado y las zonas de colonización se caracterizan por el predominio de extensos campos de agricultura, tanto que en varias propiedades desaparecieron las cortinas rompeviento que deben conservarse según las normas agroambientales (FCBC, 2015). Según las resoluciones de la ABT, en casos de bosque natural, la cortina no deberá ser inferior a 30 metros de ancho, y en áreas sin cobertura forestal debería implementarse mediante reforestación de modo que no sea inferior a 10 metros de ancho y preferentemente estableciendo arreglos o diseños forestales de tres bolillos y enriquecimiento con especies nativas de las zonas (ABT, 2020).

Las vulneraciones de las medidas de protección establecidas en el Plan de Uso del Suelo (PLUS) son permanentes. Las categorías más afectadas son los Bosques de Conservación y Manejo Sostenible (categoría B-C) y las de Tierras de Producción Forestal Permanente (TPFP). En este tipo de zonas, la actividad agrícola sólo está permitida a pequeña escala, de manera manual y únicamente bajo sistemas agrosilvopastoriles. Sin embargo, los Planes de Ordenamiento Predial (POP) otorgados y a menudo modificados por la ABT se están traduciendo en permisos de desmontes para miles de hectáreas que vulneran lo establecido en el PLUS (TIERRA, 2025). Adicionalmente, aunque varios POP aprobados no autorizan los monocultivos de maíz o soya, no existen controles y fiscalizaciones por las instancias estatales correspondientes. El problema de fondo es una muy débil institucionalidad estatal acompañada por un marco normativo agroambiental demasiado permisivo, ambiguo y manipulable al calor de los intereses económicos y políticos.

Un ejemplo concreto de cómo se legalizan los desmontes de bosques protegidos es el llamado “estudio de microcaracterización”. Se entiende que es un instrumento técnico y legal para precisar los trabajos de zonificación a escala de predios individuales o propiedades comunitarias, pero en los

hechos sirve para justificar la conversión de los bosques protegidos en monocultivos. Su razón de ser está en que Santa Cruz carece de zonificaciones que determinen técnica, ambiental y económicamente, hasta dónde están permitidos los monocultivos y dónde no es posible. Las soluciones pasan por poner límites a esta permisividad legal y finalmente delimitar en terreno las zonas admisibles para los monocultivos, sin condicionamientos a tipos de propiedad agraria y tipos de propietarios de la tierra y bosques.

El desafío emergente es apostar por la coexistencia entre agricultura y bosques, es decir, integrar e intercalar las tierras agrícolas y los bosques en todos los espacios territoriales: nivel micro, local y regional. Sabemos que juntos cumplen funciones ambientales, productivas y climáticas que exceden la suma de los beneficios económicos y servicios ecosistémicos del actual modelo de monocultivos sin biodiversidad. La integración implica también transitar hacia un sistema de agricultura sostenible y beneficioso por igual para los productores agropecuarios y la sociedad.

6.4 Cambio del clima

Según varios estudios, entre ellos uno reciente de Fundación TIERRA, las variables agricultura, deforestación y clima están estrechamente interconectadas y tienen interdependencias de diversa índole en el contexto del departamento de Santa Cruz (TIERRA, 2023). La explicación básica es que, en los hechos, las tierras tropicales son trabajadas mediante usos considerados como mutuamente excluyentes o competitivos entre sí: agricultura o bosques.

El nexo principal es la deforestación motivada por el crecimiento de los monocultivos, lo que a su vez conlleva cambios en el clima. La transformación del paisaje de forma permanente, acumulativa y acelerada tiene un efecto de retroalimentación amplificadora con connotaciones negativas sobre los rendimientos agrícolas, la fertilidad de los suelos y otros conexos. Una evidencia de ello es que el número de hectáreas desmontadas supera al número de hectáreas puestas en producción, cuya explicación está en que una parte significativa de los desmontes están destinados a la sustitución de los suelos degradados y descertificados (Vos et al., 2020).

El mencionado estudio señala que, en cuatro décadas, mientras el calentamiento global aumentó en 0,6 °C, la temperatura promedio de Santa Cruz se incrementó en 1,1 °C, desde una media anual de 24,7 °C hasta 25,8 °C (TIERRA, 2023). Asimismo, concluye que actualmente llueve 27% menos que hace 40 años. La precipitación bajó de 1.446 mm a 1.050 mm anuales. La tendencia a la baja es sostenida en el tiempo y está acompañada por eventos extremos de inundaciones a consecuencia de lluvias concentradas en pocos días y sequías prolongadas por ausencia de precipitación. La Chiquitanía es el territorio más afectado por los eventos climáticos extremos y erráticos. Tanto el aumento de la temperatura media como la caída de la precipitación se habrían producido en momentos y lugares con mayor presencia de deforestación. El cambio de clima tiende a agravarse cuando la deforestación avanza hacia regiones con baja aptitud para la actividad agropecuaria o son más sensibles a la pérdida de bosques, como San Ignacio de Velasco, Guarayos o el corredor chiquitano San José de Chiquitos-San Rafael de Velasco-San Ignacio de Velasco (Ibid).

Las implicaciones para la agricultura son evidentes. La combinación de incremento de la temperatura y disminución de la precipitación está ampliando la duración y profundidad del déficit hídrico en los meses de la estación seca. Santa Cruz pasó de ser una región con un solo mes seco (agosto) a una región con tres meses secos. Los cambios de clima están provocando evaporaciones de mayor magnitud que, a su vez, aceleran la transición del clima húmedo o semihúmedo a clima semiárido o árido. Se estima que para el año 2060, Santa Cruz tendría cerca de 40 días consecutivos de sequías, y se atrasarían los periodos de transición entre la estación seca y la estación húmeda. Es decir, el inicio de la temporada de lluvias será más tarde, desplazándose hacia el último trimestre del año. Los meses de septiembre, octubre, noviembre e incluso parte de diciembre se están convirtiendo en los meses de transición más calurosos del año y los menos lluviosos.

En este contexto, el principal desafío que enfrenta la agricultura de Santa Cruz es preservar la capacidad productiva de las tierras agrícolas. Entre las recomendaciones se pueden anotar: i) la creación de un plan de gestión y uso sostenible de los suelos; ii) la adopción de un modelo de coexistencia entre

agricultura y bosques; iii) la adaptación a las alteraciones del calendario agrícola, y iv) la implementación de medidas de mitigación frente al retraso de la temporada de lluvias que extiende la duración de los meses secos hasta noviembre o incluso diciembre de cada año.

Para avanzar en estos temas se requieren la elaboración de estudios técnicos para la identificación y cuantificación de tierras agrícolas degradadas y descertificadas, la zonificación según potencialidades productivas, la regulación de prácticas agrícolas de sobreexplotación de suelos y bosques, el apoyo a sistemas agrícolas alternativos, entre varios otros.

La adaptación a las alteraciones del calendario agrícola es otra necesidad urgente para los productores agropecuarios. Las medidas de mitigación, frente al retraso de la temporada de lluvias y mayor duración de la época seca, no pueden estar restringidas al acceso a semillas transgénicas, sino que deben traducirse en nuevas prácticas agrícolas dirigidas a reducir drásticamente la humedad de los suelos y mejorar las actividades pre siembra y preparación de los suelos.

Por lo tanto, las estrategias de superación de los problemas de tipo estructural requieren medidas y acciones que vayan más allá de la simple exigencia de legalización y adopción de nuevos cultivos transgénicos.

7. BALANCE DE CIERRE

La agricultura de monocultivos que rige en Santa Cruz es intrínsecamente insostenible y dependiente de semillas transgénicas, agroquímicos y uso intensivo de maquinaria agrícola. Forma parte del mismo sistema de agricultura que predomina en Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. El principal cultivo es la soya, tanto en términos productivos como económicos. Aunque Bolivia sigue siendo un socio minoritario del club de productores de cultivos GM de Sudamérica, la agricultura cruceña representa el 70% de la superficie cultivada de Bolivia. Es decir, juega un papel influyente a nivel sectorial y nacional.

Uno de los principales cuestionamientos gira en torno a que los monocultivos agotan los nutrientes del suelo, la maquinaria pesada compacta la tierra

y los agroquímicos contaminan el suelo, el aire y el agua. La erosión y la degradación de los suelos reducen los rendimientos agrícolas, por lo que aumenta el uso de insumos químicos y las presiones para la expansión de la frontera agrícola, de modo que se perpetúa la reproducción del círculo vicioso de insostenibilidad (CIPCA, 2015).

De igual forma, la presión biológica por la aparición de plagas cada vez más resistentes es otro de los temas centrales asociados a este modelo de agricultura. De hecho, la principal queja de los productores sojeros es la ineffectividad de los plaguicidas y la necesidad de tener que fumigar múltiples veces para combatir la proliferación de las plagas y enfermedades (IBCE, 2021). Las consecuencias son directas y palpables porque se traducen en el aumento de los costos de producción debido al uso de más agroquímicos y pérdidas de cosechas. Precisamente, la aparición y demanda de nuevos eventos transgénicos responde a esta problemática agrobiológica. Sirven para combatir la presión biológica, reducir las pérdidas de cosechas y los costos de producción, pero en última instancia, no frenan la tendencia ascendente de la presión biológica, ni la reproducción del círculo vicioso de insostenibilidad.

8. RECOMENDACIONES

El agro cruceño es un pilar productivo y económico fundamental para la región y el país, pero enfrenta desafíos de gran magnitud para escapar de la actual tendencia hacia el estancamiento y retroceso. Para su sostenibilidad más allá de la simple adopción de nuevas semillas y eventos transgénicos, requiere de políticas, estrategias y acciones integrales para optimizar las capacidades productivas sin agravar los costos ambientales.

A continuación, presentamos algunas recomendaciones basadas en principios de agricultura sostenible adaptadas al contexto cruceño que se caracteriza por clima tropical, suelos frágiles y alta presión por expansión de la frontera agrícola.

- 1. Promover la rotación de cultivos y diversificación.** El monocultivo que gira en torno a un cultivo estrella, como la soya, agota nutrientes, aumenta la propagación de plagas y malezas

y debilita la resistencia frente al cambio climático. El maíz ha dejado de ser el principal cultivo de rotación debido al empeoramiento de las condiciones agroclimáticas, razón principal del su reemplazo por sorgo. Sin embargo, este cambio de cultivo de rotación no es una solución definitiva, sino una medida de mitigación que refleja varios problemas de fondo relacionados con la pérdida de la fertilidad del suelo o la insuficiencia del sistema de siembra directa para preservar los nutrientes (nitrógeno fijado por leguminosas), fomentar cultivos de cobertura, reducir erosión o aumentar materia orgánica.

- 2. Fomentar la restauración de cortinas rompeviento y corredores biológicos.** Recuperar los bosques degradados o eliminados es un desafío clave para la sostenibilidad integral del agro cruceño. Recuperar los corredores biológicos entre los linderos de las tierras cultivadas y restaurar las áreas o islas de fauna y bosque, son acciones fundamentales para revitalizar las zonas de producción severamente afectadas por pérdidas de humedad y fertilidad. Asimismo, reforestar los márgenes de ríos, las cuencas hídricas y pendientes, son fundamentales para la coexistencia entre la agricultura y los bosques.
- 3. Apoyar a los pequeños productores.** Especialmente los pequeños sojeros de las zonas de colonización tradicional están siendo severamente afectados por el estancamiento de los rendimientos agrícolas y la presión biológica causada por plagas y malezas cada vez más resistentes a los plaguicidas. Las respuestas reactivas han sido el abandono de las tierras degradadas y sustitución por nuevas tierras desmontadas en las mismas zonas o en los límites de las brechas de expansión de la frontera agrícola. También se han combatido las plagas masificando el uso de agroquímicos o la adopción de maíz transgénico sin seguir los protocolos de seguridad y al margen de las prohibiciones legales.

La creencia de que los problemas productivos se solucionarán con la “biotecnología” está postergando y soslayando la

importancia de tomar acciones correctivas para frenar la reproducción del círculo vicioso de insostenibilidad. Las sobreexpectativas con respecto a la “biotecnología” tienen efectos negativos para actuar oportunamente y bloquean las iniciativas de los productores para introducir cambios trascendentales en las parcelas.

- 4. Impulsar la investigación técnica e independiente.** Los estudios orientados a validar las narrativas de grandes saltos productivos no responden del todo a las necesidades de Santa Cruz de contar con investigaciones multidisciplinarias que desde distintos enfoques cubran vacíos de información y conocimiento. En buena medida, la adopción de prácticas sostenibles no avanza por falta de datos estadísticos, información técnica, medios de monitoreo de suelos o tecnologías como sensores remotos o drones para mapear las potencialidades agrícolas. Las alianzas con organismos internacionales y centros de investigación públicas y privadas pueden contribuir significativamente a la generación de conocimiento actualizado y datos abiertos para el diálogo informado y elaboración de políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

- AgBioInvestor-GM. (2024.). GM production, 1996-2024. Obtenido de <https://gm.agbioinvestor.com/>
- Agencia de Noticias Fides, ANF (2022). *IBCE y pequeños productores sugieren usar maíz transgénico para garantizar abastecimiento*. Agencia De Noticias Fides - Bolivia. Obtenido de <https://www.noticiasfides.com/economia/ibce-y-pequenos-productores-sugieren-usar-maiz-transgenico-para-garantizar-abastecimiento-415375>
- Agencia de Noticias Fides, ANF. (2024, 25 de febrero). *Anapo reitera la necesidad del uso de biotecnología para aumentar la producción de soya*. Noticias Fides. <https://www.noticiasfides.com/economia/anapo-reitera-la-necesidad-del-uso-de-biotecnologia-para-aumentar-la-produccion-de-soya>
- AgroNews. (2023). *ANAPO pide usar biotecnología luego de descubrirse camiones con maíz transgénico para EMAPA*. Obtenido de <https://agronews.com.bo/en-redes/1071-anapo-pide-usar-biotecnologia-luego-de-descubrir-camiones-con-maiz-transgenico-para-emapa>
- Anjaria P, Vaghela S. Toxicity of agrochemicals: *Impact on environment and human health*. *Journal of Toxicology*. 2024; 2(1): 250. Obtenido de <https://doi.org/10.59400/jt.v2i1.250>
- Aranda, D. (Comp.), Vicente, L. M. (Coord.), Vicente, C. A., & Acevedo, C. (2020). *Atlas del agronegocio transgénico en el Cono Sur: monocultivos, resistencias y propuestas de los pueblos* (1.º ed. ilustrada). Acción por la Biodiversidad.

- Asian Productivity Organization. (2004). *Agricultural diversification and international competitiveness: Report of the APO Study Meeting on Agricultural Diversification and International Competitiveness, Tokyo, 16-23 May 2001* (M. Ali, Ed.) [e-book]. Asian Productivity Organization.
- Asociación de Productores de Semillas, ASOSEMILLAS (2024). *Congreso internacional agropecuario: Situación semillera de Bolivia, 2024*. Obtenido de https://drive.google.com/drive/folders/1xBng_dCpdd0AEEODnP6aDbfl1yokD93E
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, ABT. (2020). *Manual de elaboración de planes de ordenamiento predial*. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, MDRyT.
- Avila Miramontes, J. A., Avila Salazar, J. M., Martinez Heredia, D., & Rivas Santoyo, F. J. (2014). *El cultivo del maíz: Generalidades y sistemas de producción en el noroeste*. Universidad de Sonora, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Agricultura y Ganadería.
- Ávila, F. & Brandolini, A. (1998). *Clasificación de los maíces bolivianos*. Centro de Investigación Panurimi, Fundación Patiño. Cochabamba, Bolivia.
- BioChile (2025). *Récord de adopción: los cultivos transgénicos alcanzan los 210 millones de hectáreas en 2024*. ChileBIO. <https://chilebio.cl/2025/06/23/record-de-adopcion-los-cultivos-transgenicos-alcanzan-las-210-millones-de-hectareas-en-2024/>
- Blaise, D., & Kranthi, K. (2011). *Expresión de Cry1Ac en transgénicos Bt híbridos de algodón está influenciado por la humedad y la profundidad del suelo*. Ciencia Actual.
- Cajigas, E. (2018, April 28). *El maíz transgénico amenaza la riqueza genética del Chaco boliviano*. Ecoportal. <https://www.ecoportal.net/paises/el-maiz-transgenico-amenaza-la-riqueza-genetica-del-chaco-boliviano/>

- Cámara Agropecuaria del Oriente, CAO. (2022). *Sector productivo rechaza modificación de la normativa agraria y forestal*. CAO. <https://cao.org.bo/2022/08/31/sector-productivo-rechaza-modificacion-de-la-normativa-agraria-y-forestal/>
- Cámara Agropecuaria del Oriente. (2025). *La CAO lanza el Foro Agropecuario*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=U4qUqgVsZAY>
- Cartagena, P. (2022). *Producción de transgénicos en Bolivia: Expectativas y problemas*. CIPCA, Bolivia.
- Cauthin, M. (2021) *La república "consentida" de la soya: promesas cumplidas y pendientes en la agenda del agronegocio cruceño*. Fundacionsolon.org.
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, CIPCA. (2015). *La frontera agrícola en Bolivia: Transgénicos, deforestación y seguridad alimentaria*. CIPCA Notas. Obtenido de <https://cipca.org.bo/analisis-y-opinion/cipca-notas/la-frontera-agricola-en-bolivia-transgenicos-deforestacion-y-seguridad-alimentaria>
- Centro De Investigación y Promoción Del Campesinado, CIPCA (2018). *Del Maíz Transgénico En Bolivia: efectos del maíz transgénico*. https://www.facebook.com/CIPCA_Bolivia-114876261976070/. <https://cipca.org.bo/noticias/productores-y-sociedad-civil-analizaran-los-efectos-del-maiz-transgenico-en-bolivia-el-16-de-mayo-en-santa-cruz>
- Centro De Investigación y Promoción Del Campesinado, CIPCA (2018). *El maíz transgénico amenaza la riqueza genética del Chaco boliviano*. Obtenido de <https://cipca.org.bo/analisis-y-opinion/cipca-notas/el-maiz-transgenico-amenaza-la-riqueza-genetica-del-chaco-boliviano>
- Colque, G. (2022). *Palma Aceitera en Bolivia*. Obtenido de <https://youtu.be/2c9xZ99>

- Colque, G. (2022). *Los costos ocultos de la agricultura dominante. Bolivia, Fundación TIERRA*. Obtenido de <https://www.ftierra.org/index.php/opinion-y-analisis/1068-costos-ocultos-de-la-agricultura-dominante>
- Comercio exterior, COMEX (2024). *Flujo de Comercio exterior del maíz: Exportación e importación, 2001-2024*. Obtenido de <http://web3.ine.gob.bo:8082/comex/Main>
- Cuéllar Álvarez, N. (2018). *El maíz transgénico amenaza la riqueza genética del Chaco boliviano*. CIPCA Notas. <https://cipca.org.bo/analisis-y-opinion/cipca-notas/el-maiz-transgenico-amenaza-la-riqueza-genetica-del-chaco-boliviano>
- Cuellar, N. (2017). *Denuncia de cultivo de maíz transgénico en el Chaco*. S.O.S. Maíz. CIPCA
- Curry H. A. (2022). *Hybrid Seeds in History and Historiography. Isis; an international review devoted to the history of science and its cultural influences, 113(3)*, 610–617. <https://doi.org/10.1086/721075>
- Cutler, H. C. (1946). *Races of maize in South América-Bot Mus*. Leaflets Har.
- El Deber. (2025). *ABT admite que autorizó 38.000 hectáreas para desmonte y solo se ejecutó la mitad*. El Deber. Obtenido de https://eldeber.com.bo/santa-cruz/abt-admite-que-autorizo-38000-ha-para-desmonte-y-solo-se-ejecuto-la-mitad_511635/
- El País (2021). *Reportaje: 98 toneladas de maíz fueron comisadas en Tarija por la Aduana Nacional*. El País Tarija. Obtenido de https://elpais.bo/tarija/20210129_98-toneladas-de-maiz-fueron-comisadas-en-tarija-por-la-aduana-nacional.html
- El País. (2020). *300 organizaciones y 14 mil ciudadanos rechazan eventos transgénicos aprobados por Jeanine Áñez*. https://elpais.bo/nacional/20200519_300-organizaciones-y-14-mil-ciudadanos-rechazan-eventos-transgenicos-aprobados-por-jeanine-anez.html
- Erbol. (2022, August 18). *Incautan más de 620 toneladas soya y maíz transgénicos en Santa Cruz*. Obtenido de: <https://erbol.com.bo/econom%C3%ADa/incautan-m%C3%A1s-de-620-toneladas-soya-y-ma%C3%ADz-transg%C3%A9nicos-en-santa-cruz>

- Falck-Zepeda, J., Falconi, C., Sampaio-Amstalden, M. J., Solleiro Rebolledo, J. L., Trigo, E., & Verástegui, J. (2009, mayo). *La biotecnología agropecuaria en América Latina: una visión cuantitativa*. International Food Policy Research Institute (IFPRI). <https://doi.org/10.2499/9780896291648RR153>
- Food and Agriculture Organization. (2004). *Desarrollo de la siembra directa en el Brasil tropical: La historia de las actividades exitosas de una ONG* (Capítulo 4). En *Desarrollo de sistemas de producción de granos sin labranza* (Documento FAO 147). FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/4/y2638s/y2638s04.htm>
- Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. (2015). *Reservas forestales: Una oportunidad para la producción y conservación en la Chiquitanía*. <https://www.fcabc.org.bo/wp-content/uploads/2021/07/ReservasForestales.pdf>
- Fundación Solón. (2021, 28 de abril). *¿Cómo salir de los transgénicos en Bolivia?* Obtenido de <https://fundacionsolon.org/2021/04/28/como-salir-de-los-transgenicos-en-bolivia/>
- Goodman, M. M y C. W. Stuber, 1983. *Races of Maize VI. Isozyme Variation Among Races of Maize in Bolivia*. Maydica.
- Greenpeace International. (2015). *Twenty years of failure: Why the GM revolution has stalled* Obtenido de <https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2015/11/7cc5259f-twenty-years-of-failure.pdf>
- Grobmana, A. y D. Bonavia. (1978). *Pare-ceramic maize on the north-central coast of Perú Nature*. Vol 276. N° 5686. Pp 3869-387.
- IBCE (2016). *Impacto socioeconómico y medioambiental en Bolivia a partir de la soya y maíz genéticamente mejorados*. Santa Cruz, Bolivia. Comercio exterior, No. 248.
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior - IBCE. (2022). *Impacto socioeconómico de la agricultura comercial en Bolivia: Un análisis regional* (Estudio de Caso No. CE-248). AgroAvances. Obtenido de https://agroavances.com/img/publicacion_documentos/ce-248-Impacto-Socioeconomico.pdf

- Instituto Boliviano de Comercio Exterior, IBCE. (2015). *Cumbre agropecuaria "Sembrando Bolivia" Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz*. Obtenido de https://agroavances.com/img/publicacion_documentos/CUMBRE-AGROPECUARIA-GAR-21.ABR.2025-FINAL.pdf
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior, IBCE. (2021). *Se triplica uso de agroquímicos en cultivos*. Obtenido de, <https://ibce.org.bo/principales-noticias-bolivia/noticias-nacionales-detalle.php?id=75968>
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior, IBCE. (n.d.). *Modelo de desarrollo cruceño* [PDF]. IBCE. https://ibce.org.bo/images/publicaciones/Libro_Modelo_Desarrollo_Cruceno.pdf
- Instituto Boliviano del Comercio Exterior (2015). *Reabren debate sobre uso de biotecnología agrícola*. IBCE. <https://ibce.org.bo/principales-noticias-bolivia/noticias-nacionales-detalle.php?id=60889&idPeriodico=3&fecha=2015-12-21>
- Instituto Nacional de Estadística, INE (2024). *Estadísticas económicas agrícolas: Cuadros de producción, superficie cultivada y rendimiento en Bolivia, 2001-2024*. Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020). *Estadísticas de Comercio Exterior - INE*. INE. <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/comercio-exterior/estadisticas-basicas/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2025, April 21). *Agricultura: Superficie cultivada, producción y rendimiento agrícola*. Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>
- Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, INIAF (2024). *Registro nacional de variedades y de variedades protegidas 2024*. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra. Obtenido de <https://iniaf.gob.bo/wp-content/uploads/2025/09/REGISTRO-NACIONAL-DE-VARIEDADES-Y-DE-VARIEDADES-PROTEGIDAS-2024.pdf>

- James, Clive. (2014). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014*. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY.
- LabsMedical. (15 de 8 de 2025). *Inmunocromatografía: Introducción, Principio, Procedimiento, Interpretación de Resultados, Usos y Notas Clave*. Obtenido de medicallabnotes: https://medicallabnotes-com.translate.google.com/immunochemistry-introduction-principle-procedure-result-interpretation-uses-and-keynotes/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- Laserna, R. (2024). Coy 502 – Nueva Reforma Tributaria. Bajar impuestos, subir recaudación. Fundación Milenio. <https://fundacion-milenio.org/coy-502-nueva-reforma-tributaria-bajar-impuestos-subir-recaudacion/>
- Los Tiempos. (2020). Transgénicos: *Crece el debate en Bolivia sobre el impacto ante un posible uso*. [Especial multimedia]. <https://www.lostiempos.com/especial-multimedia/20200525/transgenicos-crece-debate-bolivia-impacto-posible-uso>
- Li, Z., Zou, H., Lai, Z., Zhang, F., & Fan, J. (2023). *Optimal Drip Fertigation Regimes Improved Soil Micro-Environment, Root Growth and Grain Yield of Spring Maize in Arid Northwest China*. *Agronomy*, 13(1), 227. <https://doi.org/10.3390/agronomy13010227>
- Matta, D., Matta, D., & Matta, D. (2024, August 21). *Farmers can't rely on corporate-controlled GM crops for climate solutions*. CCPA -. <https://www.policyalternatives.ca/news-research/farmers-cant-rely-on-corporate-controlled-gm-crops-for-climate-solutions/>
- Mamani I. (2022). *Tierras, deforestación y degradación de bosques en Bolivia*. Bolivia, Fundación TIERRA. Obtenido de <https://www.ftierra.org/index.php/opinion-y-analisis/1087-tierras-deforestacion-degradacion-bolivia-bosques>
- McKay, B. (2018). *Extractivismo agrario: dinámicas de poder, acumulación y exclusión en Bolivia*. La Paz: TIERRA.

- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. (2015). *Cumbre agropecuaria "Sembrando Bolivia"* (Boletín de Coyuntura, No. 06-2015). Sistema de Información e Indicadores de la Producción (SIIP). https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/123_04052015dddoc_BOLETIN%2006-2015_v2.pdf
- Ministerio de Desarrollo Productivo. (20 de 7 de 2025). *Sistema de Integrado de Información Productiva*. Obtenido de https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/formulario_mdryt2.php
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras Y Viceministerio de Comercio Interno y Exportaciones. (2024). *Sistema de Información e Indicadores de la Producción (SIIP)*. Obtenido de https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/formulario_mdryt2.php
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. (2023). *Plan sectorial de desarrollo integral del sector rural y tierras 2021-2025: "Hacia la soberanía alimentaria y la transformación rural"*. Obtenido de Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2021). *Guía para la detección cualitativa de organismos genéticamente modificados (OGM) vegetales a través de dispositivos de flujo lateral*. La Paz: MAMyA.
- Odhiambo, C. R. (2022). *Up to half of tropical forestland cleared for agriculture isn't put to use, research shows*. Mongabay. Recuperado de <https://news.mongabay.com/2022/12/half-of-tropical-forestland-cleared-for-agriculture-isnt-put-to-use-research-shows/>
- Ormachea Saavedra, E. (2018). *Revista fiscal 28: Tierras y producción agrícola. A 13 años del gobierno del MAS*. CEDLA. <https://cedla.org/producto/revista-fiscal-28-tierras-y-produccion-agricola-a-13-anos-del-gobierno-del-mas/>
- Ormachea, E., & Ramírez, N. F. (2013). *Políticas agrarias del gobierno del MAS o la agenda del "poder empresarial-hacendal"*. (Documento de coyuntura n° 19). Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA). http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cedla/20171020043710/pdf_243.pdf

- Pérez, E. (2020). *Los 10 argumentos a favor y en contra de los transgénicos*. El Deber. https://eldeber.com.bo/dinero/los-10-argumentos-a-favor-y-en-contra-de-los-transgenicos_178692/
- Phelps, J., Carrasco, L. R., Webb, E. L., Koh, L. P., & Pascual, U. (2013). *Agricultural intensification escalates future conservation costs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(19), 7601–7606. <https://doi.org/10.1073/pnas.1220070110>
- Pruden, H. (2021). **De cruceños a cambas: Regionalismo y nacionalismo revolucionario en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (1935-1959)**. Editorial Dum Dum.
- Publiagro. (2024). CAO: “El agro es la solución a la crisis económica de Bolivia”. Publiagro. Obtenido de <https://publiagro.com.bo/2024/04/cao-el-agro-es-la-solucion-a-la-crisis-economica-de-bolivia/>
- Quiroz Terán, M. (2025). *Anapo plantea a Tuto y Rodrigo permitir el uso de biotecnología*. El Deber. https://eldeber.com.bo/pais/anapo-plantea-tuto-y-rodrigo-permitir-el-uso-de-biotecnologia_531200
- Ramirez, R; D. Timothy, E. Díaz y U. Grant (1961). *Razas de maíz en Bolivia*. Editorial ABC. Bogotá.
- Rodriguez, A; M. Romerio; J. Quiroga y G. Ávila; A. Brandolini (1968). *Maíces Bolivianos*. FAO, Roma, Italia.
- Rojas H., D. (2016). *Detección de organismos genéticamente modificados (transgénicos) en cultivos de maíz (Zea mays) mediante la técnica del inmunostrip en algunos municipios productores del departamento de Santa Cruz*. Universidad Mayor de San Andrés, Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas. La Paz, Bolivia.
- Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, SENASAG. (2021). *Manual ilustrado buenas prácticas agrícolas para producir con inocuidad*. Gobierno de Bolivia. Obtenido de, https://www.senasag.gob.bo/images/ia/programa_agroalimentaria/manuales/MANUAL%20ILUSTRADO%20BUENAS%20PRACTICAS%20AGRICOLAS%20PARA%20PRODUCIR%20CON%20INOCUIDAD.pdf

- Silvestre, M. (2021). *Se abrogan "Decretos transgénicos" de Añez y el agronegocio*. <https://fundacionsolon.org/2021/04/22/se-abrogan-decretos-transgenicos-de-anez-y-el-agronegocio/>
- Sistema Integral de Administración Tributaria, SIAT. (2025). *Régimen Agropecuario Unificado (RAU)*. Servicio de Impuestos Nacionales de Bolivia. Obtenido de <https://siatinfo.impuestos.gob.bo/index.php/regimenes-tributarios/regimenes-especiales/regimen-agropecuario-unificado-rau>
- Soria, V. (2025). *Cara a cara con Samuel, Tuto y Manfred: arranca Foro Agropecuario en Santa Cruz*. Opinión Bolivia. <https://www.opinion.com.bo/articulo/pais/cara-cara-4-candidatos-presidenciales-arranca-foro-agropecuario-santa-cruz/20250625093954975239.html>
- Soruco, X., Plata, W. & Medeiros, G. (2008). *Los barones del Oriente: El poder en Santa Cruz ayer y hoy*. Bolivia, TIERRA.
- TIERRA. (2020). *Los cultivos genéticamente modificados no contribuirán a resolver la crisis económica de Bolivia*. Bolivia, TIERRA. Obtenido de <https://goo.su/L2PDHJ>
- TIERRA (2022). *Deforestación 2016-2021. El pragmatismo irresponsable de la "Agenda Patriótica 2025"*. Bolivia, TIERRA. Obtenido de <https://ftierra.org/index.php/publicacion/documentos-de-trabajo/237-deforestacion-2016-2021-el-pragmatismo-irresponsable-de-la-agenda-patriotica-2025>
- TIERRA (2023). *Cambio climático en Santa Cruz. Nexos entre clima, agricultura y deforestación*. Obtenido de <https://www.ftierra.org/index.php/publicacion/documentos-de-trabajo/245-cambio-climatico-en-santa-cruz-nexos-entre-clima-agricultura-y-deforestacion>
- TIERRA (2024). *Incendios forestales 2024. Tras las huellas del fuego*. Obtenido de: <https://www.ftierra.org/index.php/publicacion/libro/258-incendios-forestales-2024-tras-las-huellas-del-fuego>

- TIERRA. (2025). *Pronunciamiento institucional: A propósito del predio "Adán y Eva", propiedad del hijo del presidente*. Bolivia, TIERRA. Obtenido de <https://www.ftierra.org/index.php/tema/tierra-territorio/1318-pronunciamiento-institucional-a-proposito-del-predio-adan-y-eva-propiedad-del-hijo-del-presidente>
- Trigo, M. S. (2025). *Seguridad jurídica y luz verde a los transgénicos: los candidatos de Bolivia debatieron en foro agropecuario*. Infobae. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/america-latina/2025/06/25/seguridad-juridica-y-luz-verde-a-los-transgenicos-los-candidatos-de-bolivia-en-el-foro-agropecuario/>
- Trigo, M. S. (2025, 25 de junio). *Seguridad jurídica y luz verde a los transgénicos: los candidatos de Bolivia en el foro agropecuario*. Infobae América. <https://www.infobae.com/america/america-latina/2025/06/25/seguridad-juridica-y-luz-verde-a-los-transgenicos-los-candidatos-de-bolivia-en-el-foro-agropecuario/>
- U.S. Department of Agriculture. (2024). *Corn production, supply, and distribution. Foreign Agricultural Service*. Obtenido de <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Corn>
- United Nations Convention to Combat Desertification. (2022). *Global working paper on incentive-based instruments for sustainable land management (GLO WP on incentives)*. UNCCD. Recuperado de <https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-03/UNCCD%20GLO%20WP%20incentives.pdf>
- Unitel Bolivia (2025). *FORO AGROPECUARIO*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=8dX0HkBL1Y&t=1388s>
- Unitel. (2022). *Con reglas claras y voluntad del Gobierno, el agro puede generar exportaciones que superen los US\$ 13.000 millones, según la CAO*. <https://unitel.bo/canal-rural/con-reglas-claras-y-voluntad-del-gobierno-el-agro-puede-generar-exportaciones-que-superen-los-us-13000-millones-segun-la-cao-EH16445607>

- Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (2024). *Impacto de la soya y el maíz genéticamente modificados en Bolivia*. Ciencias Agrícolas: U.A.G.R.M. obtenido de <https://www.facebook.com/FacultadDeCienciasAgricolasOficial/videos/713388830923607>
- US Department of agriculture, USDA (2024). *Brazil corn area, yield and production*. Obtenido de <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Corn>
- Vos, V. A., Gallegos, S. C., Czaplicki-Cabezas, S., & Peralta-Rivero, C. (2020). *Biodiversidad en Bolivia: Impactos e implicaciones de la apuesta por el agronegocio*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). https://cipca.org.bo/docs/publications/es/236_-biodiversidad-en-bolivia-impactos-e-implicaciones-de-la-apuesta-por-el-agronegocio.pdf
- Zhao, J.-H. y Ho, P. (2018). A developmental risk society? The politics of genetically modified organisms (GMOs) in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29971903/>

ANEXOS

Anexo 1. Identificación del área de estudio

El estudio define como área de estudio las tierras agricultura mecanizada del departamento de Santa Cruz, donde el maíz generalmente es un cultivo de rotación junto con la soya y otros que se producen a escala comercial.

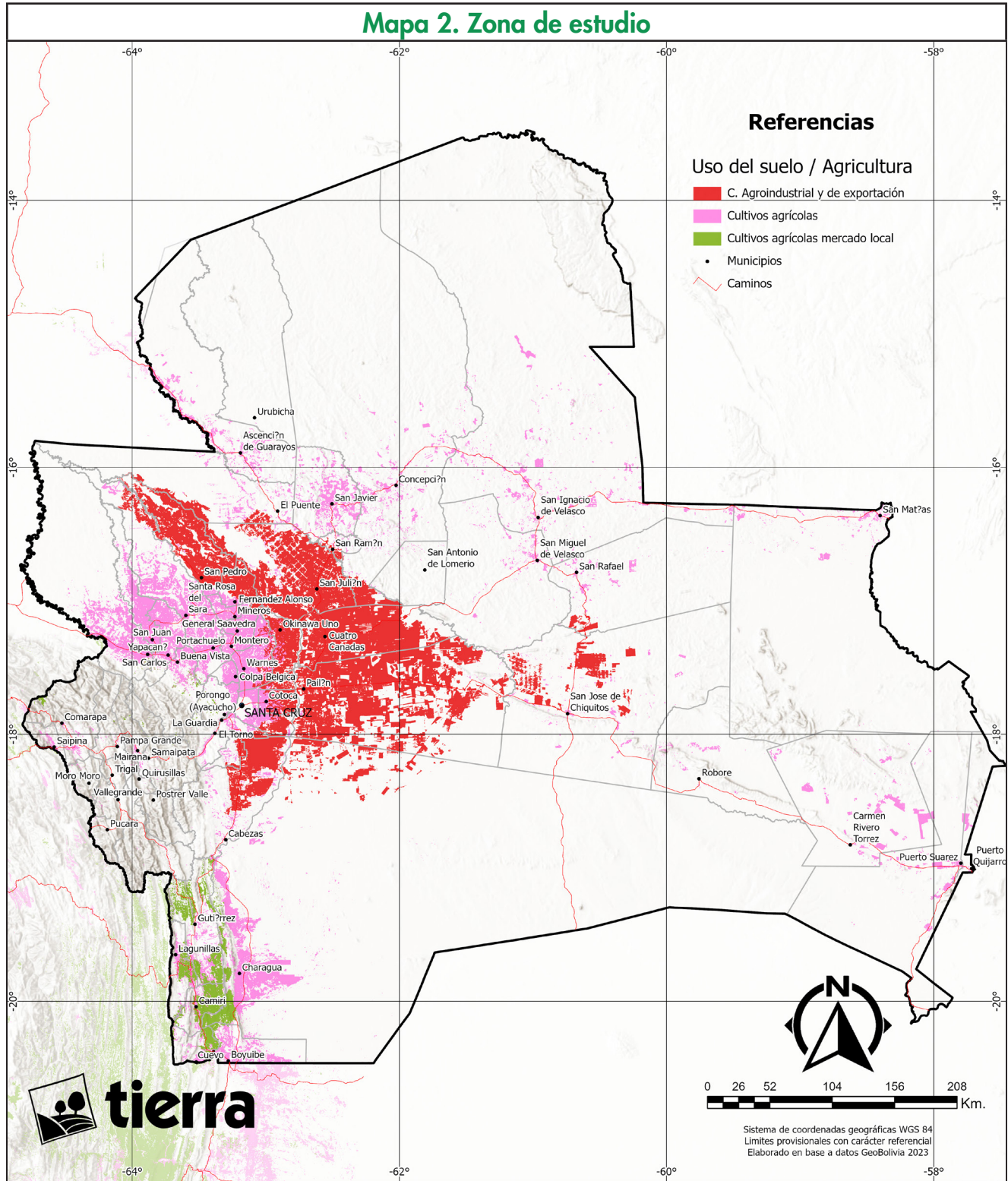
1. Información geográfica

- Departamento: Santa Cruz
- Cartografía base: uso agropecuario del suelo, áreas de agricultura mecanizada.
- Coordenadas geográficas: 17°48'02"S; 63°10'41"O (latitud sur y longitud oeste)

2. Determinación de zonas de estudio

Criterios de uso de suelo:

- Áreas de monocultivos a escala comercial: soya, maíz, sorgo, girasol, otros.
- Información geográfica (SIG) sobre presencia de monocultivos y/o agricultura mecanizada.
- Zonas agrícolas y productivos tradicionales.
- Criterios socioeconómicos.
- Municipios productores de maíz.
- Registros históricos de producción y superficie cultivada de maíz amarillo.
- Tenencia de la tierra: formas de propiedad relacionadas con uso agrícola de la tierra.
- Reportes de antecedentes y presencia de maíz GM.



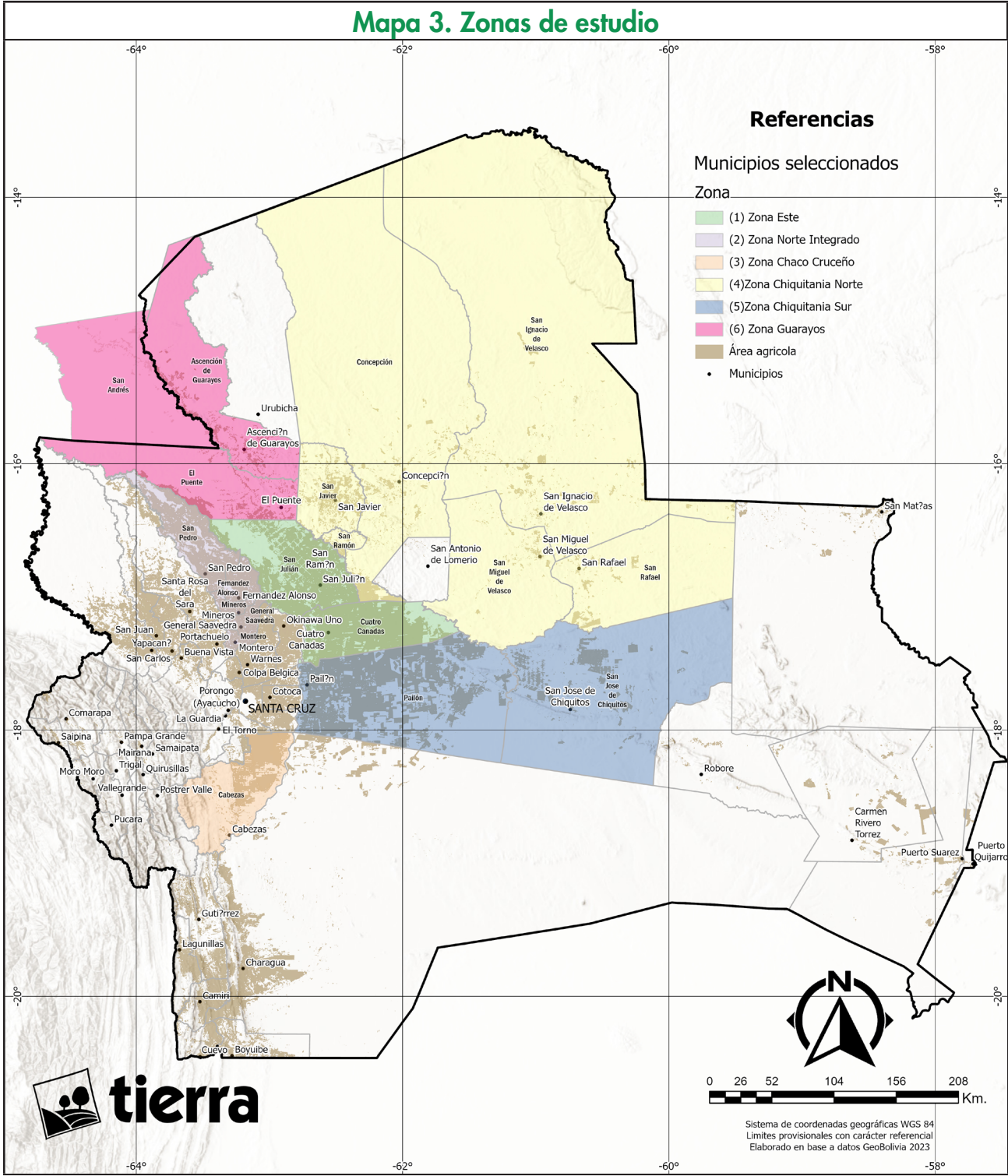
3. Proceso de zonificación

Luego de la recopilación de datos, se elaboraron mapas base con datos de uso del suelo, socioeconómicos y otros. Inicialmente se realizó una delimitación preliminar de las zonas homogéneas relacionadas con la producción de maíz, utilizando para ello la información recopilada y los criterios establecidos.

Para el análisis a detalle y mapeo, se utilizaron sistemas de información geográfica (SIG) para generar capas de mapas y combinar las variables. Los ajustes o modificaciones y la consolidación de las delimitaciones de zonas se socializaron con el equipo de investigación e informantes clave. En esta etapa se empleó los criterios de clasificación de presencia esperada de maíz GM para el muestreo estratificado.

El resultado es la clasificación del área de estudio en seis zonas, cuyos nombres fueron adoptados libremente, según ubicación y características geográficas. No pretende ser una zonificación de referencia, sino práctico y adaptado a las necesidades de este estudio y el muestreo estratificado por zonas.

3.1. Zonificación de las áreas productoras de maíz para el muestreo estratificado



3.2. Principales características de las seis zonas identificadas

N°	Zonas	Municipios	Superficie cultivada (aprox. en ha)	Presencia esperada de maíz GM	Descripción general de la zona
1	Este	Cuatro Cañadas, San Julián, San Antonio de Lomerío y Montero	57.170	Muy alto	Alta presencia de pequeños productores de las zonas de colonización tradicional
2	Cabezas	Cabezas	22.253	Extremadamente alto	Producción tradicional de maíz a pequeña escala y recientemente zona de crecimiento de cultivos mecanizados a mediana y gran escala.
3	Norte integrado	El Torno Fernández Alonso General Saavedra Mineros	16.404	Muy alto	Agricultura intensiva de soya, cultivos de rotación, caña de azúcar y otros. Condiciones agroclimáticas favorables.
4	Chiquitanía Sur	San José Pailón	15.982	Alto	Otra de las principales brechas de expansión, donde destaca la presencia de colonias menonitas dedicadas a la soya y cultivos asociados.
5	Guarayos	El Puente (SC) Ascención de Guarayos Urubichá	10.795	Medio	Zona de conversión acelerada de conversión e bosques y tierra de ganadería extensiva a cultivos intensivos y mecanizados
6	Chiquitanía Norte	San Ignacio de Velasco Concepción San Miguel de Velasco San Javier San Rafael	10.440	Moderadamente alto	Parte de las principales brechas de expansión de la frontera agrícola, con alta presencia de medianos y grandes productores de soya y cultivos de rotación.

Anexo 2. Cálculo del tamaño de la muestra

1. Objetivo del cálculo

El objetivo de este anexo es detallar el cálculo estadístico utilizado para determinar el tamaño de la muestra del estudio, con el fin de obtener resultados representativos y válidos para la población objetivo.

2. Parámetros establecidos

Población: 140.00 hectáreas/552.000 toneladas de maíz (2024)

Nivel de confianza ($Z=1,96$): 95%

Margen de error: 5% = 0.05

Proporción esperada (p): 60%) = 0,6, como probabilidad asumida basado en estimaciones preliminares realizadas por el Colegio de Agrónomos de Santa Cruz. Proporción no esperada (q): $1-p=1-0,6=0,4$

3. Cálculo de muestra según Yamane

Debido a que el tamaño de la población es conocido, se emplea la fórmula Yamane 1967, que es un método sencillo y ampliamente utilizado en estudios agronómicos a partir de una población conocida y un margen de error predefinido. Permite obtener una muestra (n) representativa y confiable para que las conclusiones puedan generalizarse para toda la población del estudio. La fórmula viene dada por:

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Sustituyendo valores y haciendo operaciones matemáticas

$$n = \frac{1.96^2 (0.6 \cdot 0.40)}{(0.05)^2} \approx 369$$

4. Cálculo de muestra con asignación óptima de Neyman

Debido a la necesidad de minimizar los costos de adquisición de los kits de detección, se optó por aplicar un esquema de muestreo estratificado mediante el método de asignación óptima de Neyman, un procedimiento estadístico que permite determinar un tamaño menor de muestras sin perder representatividad, además de reflejar la diversidad de cada una de las seis zonas productoras de maíz. La fórmula viene dada por:

$$N = \frac{Z^2}{e^2} \left(\sum_{h=1}^6 W_h S_h \right)^2$$

Donde:

Z=1,96

e =error 5%=0.05

N=muestra total

W_h= 0.40, proporción de superficie cultivada de maíz en determinada zona(h), de acuerdo con promedio de datos

S_h=√(p_h * q_h)

$$N = \frac{1,96^2}{0.05^2} (0.40)^2 \approx 251$$

5. Muestreo por tamaño de estratos

$$n_h = N \frac{W_h S_h}{\sum_{h=1}^6 W_h S_h}$$

Donde:

n_h = muestra por estrato, zona

S_h=√(P_h · q_h)

N =Muestra total ≈251

W_h= proporción de superficie cultivada de maíz en determinada zona(h), de acuerdo con promedio de datos

Ejemplo: Zona Este

$$n_{cabezas} = 251 \cdot \left(\frac{0.41 \cdot 0.40}{0.40} \right) \cong 102$$

W_{este} = 41% de superficie Universo=0.41

P_{este} = 0.80

q_{este} = 0.20

S_h = √(0.80_{este} · 0.20_{este}) = 0.40

El cálculo de muestreo estratificado por zonas es como sigue:

Zona	Prob. pre-sencia	Prob. ausen-cia	p^*q	Sh	Superficie (ha)	Superficie (%)	WhSh	nh
	ph	qh		$\sqrt{(ph)qh}$	W	Wh		
(1) Este	0,80	0,20	0,16	0,40	50.993	0,41	0,16	102
(2) Norte Integrado	0,80	0,20	0,16	0,40	16.169	0,13	0,05	31
(3) Cabezas	0,92	0,08	0,07	0,27	17.412	0,14	0,04	24
(4) Chiquitanía Norte	0,60	0,40	0,24	0,49	13.681	0,11	0,05	33
(5) Chiquitanía Sur	0,75	0,25	0,19	0,43	12.437	0,10	0,04	27
(6) Guarayos	0,50	0,50	0,25	0,50	13.681	0,11	0,06	34
Total, general	4,37	1,63	1,07	2,49	124.734	1	0,40	251

6. Muestra estimada vs muestra colectada

Durante el trabajo de campo, las condiciones locales influyeron para que las muestras recolectadas presenten pequeñas variaciones con respecto a las muestras estimadas por zonas. Aunque las diferencias son mínimas por zona y no inciden en los resultados planeados, la muestra total recolectada es igual a la muestra total estimada.

Zona	Superficie (ha)	Superficie (%)	Muestra estimada	Muestra colectada	Diferencia
		W	Wh	n_{est}	n_{colec}
(1) Este	50.993	41%	102	104	2
(2) Norte Integrado	16.169	13%	32	32	0
(3) Cabezas	17.412	14%	24	21	-3
(4) Chiquitanía Norte	13.681	11%	33	29	-4
(5) Chiquitanía Sur	12.437	10%	27	28	1
(6) Guarayos	13.681	11%	33	37	4
Total, general	124.734	100%	251	251	0

Anexo 3. Detalle de resultados obtenidos por zonas de las 251 muestras de maíz

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
1	(1) Este	1	SJ-1	+	+	+	Triple	Positivo
2	(1) Este	2	SJ-2	+	+	+	Triple	Positivo
3	(1) Este	3	SJ-3	+	+	+	Triple	Positivo
4	(1) Este	4	SJ-4	+	+	+	Triple	Positivo
5	(1) Este	5	SJ-5	+	+	+	Triple	Positivo
6	(1) Este	6	SJ-6	+	+	+	Triple	Positivo
7	(1) Este	7	SJ-7	+	+	+	Triple	Positivo
8	(1) Este	8	SJ-8	+	+	+	Triple	Positivo
9	(1) Este	9	SJ-9	+	+	+	Triple	Positivo
10	(1) Este	10	SJ-10	+	+	+	Triple	Positivo
11	(1) Este	11	SJ-11	-	-	-	Ninguna	Negativo
12	(1) Este	12	SJ-12	+	+	+	Triple	Positivo
13	(1) Este	13	SJ-13	+	-	-	Simple	Positivo
14	(1) Este	14	SJ-14	+	+	+	Triple	Positivo
15	(1) Este	15	SJ-15	+	+	+	Triple	Positivo
16	(1) Este	16	SJ-16	+	+	+	Triple	Positivo
17	(1) Este	17	SJ-17	+	+	+	Triple	Positivo
18	(1) Este	18	SJ-18	+	+	+	Triple	Positivo
19	(1) Este	19	SJ-19	+	+	+	Triple	Positivo
20	(1) Este	20	SJ-20	+	+	+	Triple	Positivo
21	(1) Este	21	SJ-21	+	+	+	Triple	Positivo
22	(1) Este	22	SJ-22	+	+	+	Triple	Positivo
23	(1) Este	23	SJ-23	+	-	-	Simple	Positivo
24	(1) Este	24	SJ-24	+	+	+	Triple	Positivo
25	(1) Este	25	SJ-25	+	+	+	Triple	Positivo
26	(1) Este	26	SJ-26	+	+	+	Triple	Positivo
27	(1) Este	27	SJ-27	-	-	-	Ninguna	Negativo
28	(1) Este	28	SJ-28	+	+	+	Triple	Positivo
29	(1) Este	29	SJ-29	+	+	+	Triple	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
30	(1) Este	30	SJ-30	+	+	+	Triple	Positivo
31	(1) Este	31	SJ-31	+	+	+	Triple	Positivo
32	(1) Este	32	SJ-32	+	-	-	Simple	Positivo
33	(1) Este	33	SJ-33	+	+	+	Triple	Positivo
34	(1) Este	34	SJ-34	+	+	+	Triple	Positivo
35	(1) Este	35	SJ-35	+	+	+	Triple	Positivo
36	(1) Este	36	SJ-36	+	+	+	Triple	Positivo
37	(1) Este	37	SJu-1	+	+	+	Triple	Positivo
38	(1) Este	38	SJu-2	-	-	-	Ninguna	Negativo
39	(1) Este	39	SJu-3	+	+	+	Triple	Positivo
40	(1) Este	40	SJu-4	+	+	+	Triple	Positivo
41	(1) Este	41	SJu-5	+	+	+	Triple	Positivo
42	(1) Este	42	SJu-6	+	+	+	Triple	Positivo
43	(1) Este	44	SJu-8	+	+	+	Triple	Positivo
44	(1) Este	45	SJu-9	+	-	-	Simple	Positivo
45	(1) Este	46	SJu-10	+	+	+	Triple	Positivo
46	(1) Este	47	SJu-11	-	-	-	Ninguna	Negativo
47	(1) Este	48	SJu-12	+	+	+	Triple	Positivo
48	(1) Este	49	SJu-13	+	+	+	Triple	Positivo
49	(1) Este	50	SJu-14	+	+	+	Triple	Positivo
50	(1) Este	51	SJu-15	+	+	+	Triple	Positivo
51	(1) Este	52	SJu-16	+	-	-	Simple	Positivo
52	(1) Este	53	SJu-17	-	-	-	Ninguna	Negativo
53	(1) Este	54	SJu-18	+	+	+	Triple	Positivo
54	(1) Este	55	SJu-19	+	+	+	Triple	Positivo
55	(1) Este	56	SJu-20	+	-	-	Simple	Positivo
56	(1) Este	57	SJu-21	+	+	+	Triple	Positivo
57	(1) Este	58	SJu-22	+	+	+	Triple	Positivo
58	(1) Este	59	SJu-23	+	+	+	Triple	Positivo
59	(1) Este	60	SJu-24	+	+	+	Triple	Positivo
60	(1) Este	61	SJu-25	+	+	+	Triple	Positivo
61	(1) Este	62	SJu-26	+	+	+	Triple	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cry1Ac	Proteínas positivas	Resultado general
62	(1) Este	63	SJu-27	+	+	+	Triple	Positivo
63	(1) Este	64	SJu-28	+	+	+	Triple	Positivo
64	(1) Este	65	SJu-29	+	-	-	Simple	Positivo
65	(1) Este	66	SJu-30	+	+	+	Triple	Positivo
66	(1) Este	67	SJu-31	+	+	+	Triple	Positivo
67	(1) Este	68	SJu-32	+	+	+	Triple	Positivo
68	(1) Este	69	SJu-33	+	+	+	Triple	Positivo
69	(1) Este	70	SJu-34	+	+	+	Triple	Positivo
70	(1) Este	71	SJu-35	+	+	+	Triple	Positivo
71	(1) Este	72	SJu-36	+	+	+	Triple	Positivo
72	(1) Este	73	SJu-37	+	+	+	Triple	Positivo
73	(1) Este	74	SJu-38	+	+	+	Triple	Positivo
74	(1) Este	75	SJu-39	+	+	+	Triple	Positivo
75	(1) Este	76	4C-1	+	-	+	doble	Positivo
76	(1) Este	77	4C-2	+	+	+	Triple	Positivo
77	(1) Este	78	4C-3	+	+	+	Triple	Positivo
78	(1) Este	79	4C-4	+	+	+	Triple	Positivo
79	(1) Este	80	4C-5	+	+	+	Triple	Positivo
80	(1) Este	81	4C-6	+	-	-	Simple	Positivo
81	(1) Este	82	4C-7	+	+	+	Triple	Positivo
82	(1) Este	83	4C-8	+	+	+	Triple	Positivo
83	(1) Este	84	4C-9	+	+	+	Triple	Positivo
84	(1) Este	85	4C-10	+	-	-	Simple	Positivo
85	(1) Este	86	4C-11	+	+	+	Triple	Positivo
86	(1) Este	87	4C-12	+	+	+	Triple	Positivo
87	(1) Este	88	4C-13	+	+	+	Triple	Positivo
88	(1) Este	89	4C-14	+	+	+	Triple	Positivo
89	(1) Este	90	4C-15	+	+	+	Triple	Positivo
90	(1) Este	91	4C-16	+	+	+	Triple	Positivo
91	(1) Este	92	4C-17	+	+	+	Triple	Positivo
92	(1) Este	93	4C-18	+	+	+	Triple	Positivo
93	(1) Este	94	4C-19	+	+	+	Triple	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
94	(1) Este	95	4C-20	+	+	+	Triple	Positivo
95	(1) Este	96	4C-21	+	+	+	Triple	Positivo
96	(1) Este	97	4C-22	+	+	+	Triple	Positivo
97	(1) Este	98	4C-23	+	+	+	Triple	Positivo
98	(1) Este	99	4C-24	+	+	+	Triple	Positivo
99	(1) Este	100	4C-25	+	+	+	Triple	Positivo
100	(1) Este	101	4C-26	+	+	+	Triple	Positivo
101	(1) Este	102	4C-27	+	-	-	Simple	Positivo
102	(1) Este	103	4C-28	+	+	+	Triple	Positivo
103	(1) Este	104	4C-29	+	+	-	doble	Positivo
104	(1) Este	105	4C-30	+	-	-	Simple	Positivo
105	(2) Norte Integrado	107	NI-1	+	-	-	Simple	Positivo
106	(2) Norte Integrado	108	NI-2	-	-	+	Simple	Positivo
107	(2) Norte Integrado	109	NI-3	-	-	+	Simple	Positivo
108	(2) Norte Integrado	110	NI-4	-	-	-	Ninguna	Negativo
109	(2) Norte Integrado	111	NI-5	-	-	-	Ninguna	Negativo
110	(2) Norte Integrado	112	NI-6	+	+	+	Triple	Positivo
111	(2) Norte Integrado	113	NI-7	-	-	-	Ninguna	Negativo
112	(2) Norte Integrado	114	NI-8	+	+	+	Triple	Positivo
113	(2) Norte Integrado	115	NI-9	+	+	+	Triple	Positivo
114	(2) Norte Integrado	116	NI-10	+	-	-	Simple	Positivo
115	(2) Norte Integrado	117	NI-11	-	-	-	Ninguna	Negativo
116	(2) Norte Integrado	118	NI-12	-	-	-	Ninguna	Negativo
117	(2) Norte Integrado	119	NI-13	-	-	+	Simple	Positivo
118	(2) Norte Integrado	120	NI-14	-	-	-	Ninguna	Negativo
119	(2) Norte Integrado	121	NI-15	-	-	-	Ninguna	Negativo
120	(2) Norte Integrado	122	NI-16	+	+	+	Triple	Positivo
121	(2) Norte Integrado	123	NI-17	-	-	-	Ninguna	Negativo
122	(2) Norte Integrado	124	NI-18	-	-	-	Ninguna	Negativo
123	(2) Norte Integrado	125	NI-19	-	-	-	Ninguna	Negativo
124	(2) Norte Integrado	126	NI-20	+	+	+	Triple	Positivo
125	(2) Norte Integrado	127	NI-21	-	-	-	Ninguna	Negativo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
126	(2) Norte Integrado	128	NI-22	-	-	-	Ninguna	Negativo
127	(2) Norte Integrado	129	NI-23	-	-	-	Ninguna	Negativo
128	(2) Norte Integrado	130	NI-24	-	-	-	Ninguna	Negativo
129	(2) Norte Integrado	131	NI-25	-	-	-	Ninguna	Negativo
130	(2) Norte Integrado	132	NI-26	-	-	-	Ninguna	Negativo
131	(2) Norte Integrado	133	NI-27	-	-	+	Simple	Positivo
132	(2) Norte Integrado	134	NI-28	-	-	-	Ninguna	Negativo
133	(2) Norte Integrado	135	NI-29	-	-	-	Ninguna	Negativo
134	(2) Norte Integrado	136	NI-30	+	+	-	doble	Positivo
135	(2) Norte Integrado	137	NI-31	-	-	+	Simple	Positivo
136	(2) Norte Integrado	139	NI-33	+	-	+	doble	Positivo
137	(5) Chiquitania Sur	140	CH2-1	+	+	+	Triple	Positivo
138	(5) Chiquitania Sur	141	CH2-2	+	+	+	Triple	Positivo
139	(4) Chiquitania Norte	142	CH2-3	-	-	-	Ninguna	Negativo
140	(5) Chiquitania Sur	143	CH2-4	+	+	+	Triple	Positivo
141	(5) Chiquitania Sur	144	CH2-5	-	-	-	Ninguna	Negativo
142	(5) Chiquitania Sur	145	CH2-6	+	-	-	Simple	Positivo
143	(5) Chiquitania Sur	146	CH2-7	+	-	-	Simple	Positivo
144	(5) Chiquitania Sur	147	CH2-8	+	+	+	Triple	Positivo
145	(5) Chiquitania Sur	148	CH2-9	+	+	+	Triple	Positivo
146	(4) Chiquitania Norte	149	CH2-10	+	+	+	Triple	Positivo
147	(5) Chiquitania Sur	150	CH2-11	-	-	-	Ninguna	Negativo
148	(5) Chiquitania Sur	151	CH2-12	+	+	+	Triple	Positivo
149	(5) Chiquitania Sur	152	CH2-13	+	-	-	Simple	Positivo
150	(5) Chiquitania Sur	153	CH2-14	+	+	+	Triple	Positivo
151	(5) Chiquitania Sur	154	CH2-15	+	+	+	Triple	Positivo
152	(5) Chiquitania Sur	155	CH2-16	+	+	+	Triple	Positivo
153	(5) Chiquitania Sur	156	CH2-17	-	-	-	Ninguna	Negativo
154	(5) Chiquitania Sur	157	CH.2-1A	-	-	-	Ninguna	Negativo
155	(5) Chiquitania Sur	158	CH.2-2A	+	+	+	Triple	Positivo
156	(5) Chiquitania Sur	159	CH.2-3A	+	+	+	Triple	Positivo
157	(5) Chiquitania Sur	160	CH.2-4A	+	+	+	Triple	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-y1Ac	Proteínas positivas	Resultado general
158	(5) Chuiquitania Sur	161	CH.2-5A	-	-	-	Ninguna	Negativo
159	(5) Chuiquitania Sur	162	CH.2-6A	+	-	+	doble	Positivo
160	(4) Chuiquitania Norte	163	CH.2-7A	+	-	+	doble	Positivo
161	(5) Chuiquitania Sur	164	CH.2-8A	-	-	-	Ninguna	Negativo
162	(5) Chuiquitania Sur	165	CH.2-9A	+	-	+	doble	Positivo
163	(5) Chuiquitania Sur	166	CH.2-10A	-	-	-	Ninguna	Negativo
164	(5) Chuiquitania Sur	167	CH.2-11A	+	-	+	doble	Positivo
165	(5) Chuiquitania Sur	168	CH.2-12A	-	-	+	Simple	Positivo
166	(5) Chuiquitania Sur	169	CH.2-13A	+	+	+	Triple	Positivo
167	(5) Chuiquitania Sur	170	CH.2-14A	+	-	+	doble	Positivo
168	(6) Guarayos	171	G-1	-	-	-	Ninguna	Negativo
169	(6) Guarayos	172	G-2	+	+	+	Triple	Positivo
170	(6) Guarayos	173	G-3	+	+	+	Triple	Positivo
171	(6) Guarayos	174	G-4	+	+	+	Triple	Positivo
172	(6) Guarayos	175	G-5	+	+	+	Triple	Positivo
173	(6) Guarayos	176	G-6	+	+	+	Triple	Positivo
174	(6) Guarayos	177	G-7	+	+	+	Triple	Positivo
175	(6) Guarayos	178	G-8	+	+	+	Triple	Positivo
176	(6) Guarayos	179	G-9	+	+	+	Triple	Positivo
177	(6) Guarayos	180	G-10	-	-	+	Simple	Positivo
178	(6) Guarayos	181	G-11	+	+	+	Triple	Positivo
179	(6) Guarayos	182	G-12	+	-	+	doble	Positivo
180	(6) Guarayos	183	G-13	+	+	+	Triple	Positivo
181	(6) Guarayos	184	G-14	+	+	+	Triple	Positivo
182	(6) Guarayos	185	G-15	+	+	+	Triple	Positivo
183	(6) Guarayos	186	G-16	-	-	-	Ninguna	Negativo
184	(6) Guarayos	187	G-17	+	+	+	Triple	Positivo
185	(6) Guarayos	188	G-18	+	-	+	doble	Positivo
186	(6) Guarayos	189	G-19	-	-	-	Ninguna	Negativo
187	(6) Guarayos	190	G-20	+	+	+	Triple	Positivo
188	(6) Guarayos	191	G-21	+	+	+	Triple	Positivo
189	(6) Guarayos	192	G-22	+	-	+	doble	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
190	(6)Guarayos	193	G-23	+	+	+	Triple	Positivo
191	(6)Guarayos	194	G-24	+	+	+	Triple	Positivo
192	(6) Guarayos	195	G-25	+	-	+	doble	Positivo
193	(6) Guarayos	196	G-26	+	-	+	doble	Positivo
194	(6) Guarayos	197	G-27	+	+	+	Triple	Positivo
195	(6) Guarayos	198	G-28	+	+	+	Triple	Positivo
196	(6) Guarayos	199	G-29	+	+	+	Triple	Positivo
197	(6) Guarayos	200	G-30	+	-	+	doble	Positivo
198	(6) Guarayos	201	G-31	+	+	+	Triple	Positivo
199	(6) Guarayos	202	G-32	+	+	+	Triple	Positivo
200	(6) Guarayos	203	G-33	+	+	+	Triple	Positivo
201	(6) Guarayos	204	G-34	+	+	+	Triple	Positivo
202	(6) Guarayos	205	G-35	+	-	-	Simple	Positivo
203	(6) Guarayos	206	G-36	+	+	+	Triple	Positivo
204	(6) Guarayos	207	G-37	+	+	+	Triple	Positivo
205	(3) Cabezas	208	M01	+	+	+	Triple	Positivo
206	(3) Cabezas	209	M02	+	+	+	Triple	Positivo
207	(3) Cabezas	216	M03	+	+	+	Triple	Positivo
208	(3) Cabezas	217	M04	+	+	+	Triple	Positivo
209	(3) Cabezas	218	M05	+	+	+	Triple	Positivo
210	(3) Cabezas	219	M06	+	+	+	Triple	Positivo
211	(3) Cabezas	220	M07	+	+	+	Triple	Positivo
212	(3) Cabezas	221	M08	+	+	+	Triple	Positivo
213	(3) Cabezas	222	M09	+	+	+	Triple	Positivo
214	(3) Cabezas	223	M10	+	+	+	Triple	Positivo
215	(3) Cabezas	224	M11	+	+	+	Triple	Positivo
216	(3) Cabezas	225	M12	+	+	+	Triple	Positivo
217	(3) Cabezas	226	M13	+	+	+	Triple	Positivo
218	(3) Cabezas	227	M14	+	+	+	Triple	Positivo
219	(3) Cabezas	228	M15	+	+	+	Triple	Positivo
220	(3) Cabezas	229	M16	+	+	+	Triple	Positivo
221	(3) Cabezas	230	M17	+	+	+	Triple	Positivo

Continúa en la siguiente página...

N°	Zona	Muestras de maíz		Proteínas testeadas			Resultado	
		N° Tira	Código test	CP4 EPSPS (RR)	Cry2A	Bt-Cr-ylAc	Proteínas positivas	Resultado general
222	(3) Cabezas	231	M18	+	+	+	Triple	Positivo
223	(3) Cabezas	232	M19	+	+	+	Triple	Positivo
224	(3) Cabezas	233	M20	+	+	+	Triple	Positivo
225	(3) Cabezas	234	M21	+	+	+	Triple	Positivo
226	(4) Chuiquitania Norte	251	CH-1	-	-	-	Ninguna	Negativo
227	(4) Chuiquitania Norte	252	CH-2	+	+	+	Triple	Positivo
228	(4) Chuiquitania Norte	253	CH-3	+	-	-	Simple	Positivo
229	(4) Chuiquitania Norte	254	CH-4	-	-	-	Ninguna	Negativo
230	(4) Chuiquitania Norte	255	CH-5	-	-	-	Ninguna	Negativo
231	(4) Chuiquitania Norte	256	CH-6	-	-	-	Ninguna	Negativo
232	(4) Chuiquitania Norte	257	CH-7	-	-	-	Ninguna	Negativo
233	(4) Chuiquitania Norte	258	CH-8	-	-	-	Ninguna	Negativo
234	(4) Chuiquitania Norte	259	CH-9	-	-	-	Ninguna	Negativo
235	(4) Chuiquitania Norte	260	CH-10	-	-	-	Ninguna	Negativo
236	(4) Chuiquitania Norte	261	CH-11	+	+	+	Triple	Positivo
237	(4) Chuiquitania Norte	262	CH-12	+	+	+	Triple	Positivo
238	(4) Chuiquitania Norte	263	CH-13	+	+	+	Triple	Positivo
239	(4) Chuiquitania Norte	264	CH-14	+	+	+	Triple	Positivo
240	(4) Chuiquitania Norte	265	CH-15	+	+	+	Triple	Positivo
241	(4) Chuiquitania Norte	266	CH-16	-	-	-	Ninguna	Negativo
242	(4) Chuiquitania Norte	267	CH-17	+	+	+	Triple	Positivo
243	(4) Chuiquitania Norte	268	CH-18	+	+	+	Triple	Positivo
244	(4) Chuiquitania Norte	269	CH-19	+	+	+	Triple	Positivo
245	(4) Chuiquitania Norte	270	CH-20	+	+	+	Triple	Positivo
246	(4) Chuiquitania Norte	271	CH-21	+	+	+	Triple	Positivo
247	(4) Chuiquitania Norte	272	CH-22	+	+	+	Triple	Positivo
248	(4) Chuiquitania Norte	273	CH-23	+	+	+	Triple	Positivo
249	(4) Chuiquitania Norte	274	CH-24	+	+	+	Triple	Positivo
250	(4) Chuiquitania Norte	275	CH-25	+	+	+	Triple	Positivo
251	(4) Chuiquitania Norte	276	CH-26	+	+	+	Triple	Positivo

Anexo 4. Aprobación de los resultados de investigación de maíz GM



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA



DECANATO

RES.FAC.AGRONOMÍA No. 1286/2025

RESOLUCIÓN DEL HONORABLE CONSEJO FACULTATIVO
FACULTAD DE AGRONOMÍA

A, 08 de julio de 2025

VISTOS:

La NOTA: FAC.AGRO.IIAREN No. 396/2025, recepcionada en fecha 07 de julio de 2025, suscrita por el Ing. MSc. Fernando Manzaneda Delgado, Director a.i. IIAREN, con referencia a la solicitud de aprobar el Informe Final Trabajo de Investigación en cumplimiento a la resolución RES.FAC.AGRONOMÍA No. 491/2025.

CONSIDERANDOS:

Que el Honorable Consejo Facultativo en sesión ordinaria de la fecha, ha tomado conocimiento de la nota suscrita por el Director a.i. IIAREN, solicitando se apruebe el Informe Final Trabajo de Investigación en cumplimiento a la resolución RES.FAC.AGRONOMÍA No. 491/2025, trabajo de investigación titulado: **"Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OMG), en muestras de maíz procedente de Santa Cruz, como parte del desarrollo de protocolos de análisis"**.

Que en el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional suscrito entre la UMSA y la Fundación TIERRA el 28 de agosto de 2024, se dio inicio a un trabajo de investigación titulado: **"Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OMG), en muestras de maíz procedente de Santa Cruz, como parte del desarrollo de protocolos de análisis"**, realizado por el siguiente equipo:

Equipo profesional:

- Ing. MSc. Marco Antonio Patiño Fernández – Docente Investigador IIAREN/Facultad de Agronomía
- Lic. José Luis Eyzaguirre – Unidad de Investigación Fundación TIERRA.

Equipo de apoyo estudiantil:

- Egr. Jhoselin Noemí Cruz Mamani
- Egr. Vladimir Valencia Mamani
- Egr. Tanny Wara Carrasco Chambi
- Egr. Tatiana Rosales Ramírez

Que mediante la RESFACAGRONOMÍA No. 491/2025, se aprueba el Trabajo de Investigación Exploratoria Conjunta IIAREN con FTIERRA, titulado: **"Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OMG), en muestras de maíz procedente de Santa Cruz, como parte del desarrollo de protocolos de análisis"**, el que será liderado por el Ing. MSc. Marco Antonio Patiño Fernández – Docente Investigador IIAREN/Facultad de Agronomía y el Lic. José Luis Eyzaguirre – Unidad de Investigación Fundación TIERRA. Adicionalmente, se incorporarán cuatro estudiantes/profesionales junior de la Facultad. El estudio tendrá una duración aproximada de dos meses, iniciando en marzo del presente año.

Que el Honorable Consejo Facultativo en atención a la solicitud y en uso de sus atribuciones, ha determinado emitir la presente Resolución.

POR TANTO
SE RESUELVE:

Artículo Primero.- Aprobar el Informe Final Trabajo de Investigación titulado: **"Detección de Organismos Genéticamente Modificados (OMG), en muestras de maíz procedente de Santa Cruz, como parte del desarrollo de protocolos de análisis"**, en el marco del Convenio de Cooperación Interinstitucional suscrito entre la UMSA y la Fundación TIERRA, realizado por el siguiente equipo:

Equipo profesional:

- Ing. MSc. Marco Antonio Patiño Fernández – Docente Investigador IIAREN/Facultad de Agronomía
- Lic. José Luis Eyzaguirre – Unidad de Investigación Fundación TIERRA.

Héroes del Acre N° 1850 (Ex Asilo San Ramón) Telfs: 2491558 - Fax: 2484835 - Casilla Correo N° 930

La Paz - Bolivia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE AGRONOMIA



DECANATO

HOJA 2 RESOLUCIÓN HCF No. 1286/2025

Equipo de apoyo estudiantil:

- Egr. Jhoselin Noemí Cruz Mamani
- Egr. Vladimir Valencia Mamani
- Egr. Tanny Wara Carrasco Chambi
- Egr. Tatiana Rosales Ramires

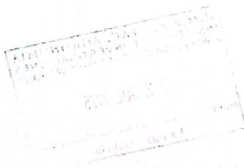
Artículo Segundo.: El Director del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales (IIAREN) y el Jefe de la Unidad de Administración Desconcentrada son responsables del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.


Ing. MSc. PAULINO RUIZ HUANCA
Decano Facultad de Agronomía
Presidente Honorable Consejo Facultativo

cc: IIAREN, ADAG, CEFAC, Archivo
Ref.: Hoja de Ruta AGR-3477/2025
PRH/aogdlv

UNIVERSIDAD DEL BICENTENARIO DE BOLIVIA
(1825 – 2025)



Anexo 5. Muestra fotográfica de la investigación



Vista de campo de cultivo de maíz en el municipio de Cabezas



Campo de cultivo de maíz a escala comercial, municipio de Cuatro Cañadas

Estudio de prueba en laboratorio



Laboratorio de la Facultad de Agronomía. Trabajo de preparación y extracción de las muestras



Laboratorio de la Facultad de Agronomía. Aplicación de la tira de detección y lectura de resultados



Laboratorio de la Facultad de Agronomía. Trabajo de preparación y extracción de las muestras



Con el apoyo de:

Brot
für die Welt

misereor
TEJIENDO UN MUNDO JUSTO

ISBN: 978-9917-9749-6-3

