

# Euroclima

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Implementado por



# El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

© 2025 Fundación INESAD

## Primera edición

Mayo 2025

## Depósito Legal:

4-2-3810-2025

## Sugerencia de citación:

Aliaga Lordemann, J., Muriel Hernández, B., Herrera Jiménez, A., Caballero Caballero, A., y Mollo Huanca, C. (2024). *El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) - Fundación INESAD.

La presente investigación se realiza con el apoyo financiero de la Unión Europea a través del programa Euroclima implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.

# El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria<sup>1</sup>

Javier Aliaga Lordemann<sup>2</sup>  
Beatriz Muriel Hernadez<sup>3</sup>  
Alejandro Herrera Jiménez<sup>4</sup>  
Adriana Caballero Caballero<sup>5</sup>  
Carlos Mollo Huanca<sup>6</sup>

La Paz, mayo de 2025

## Resumen

Este documento examina los avances y el efecto que ha tenido el Seguro Agrario Universal *Pachamama* (SAUP) como instrumento que incide positivamente sobre la seguridad alimentaria de los pequeños productores y la población boliviana en general. El análisis comprende su función amortiguadora en el ciclo de la producción agrícola y en las caídas de los rendimientos durante los eventos climáticos adversos. Para ello, se estiman dos modelos a distintos niveles de agregación: el primero se realiza con un modelo de panel de efectos fijos, sobre el ciclo del producto interno bruto (PIB) departamental. Los resultados muestran un efecto positivo del seguro agrícola MINKA sobre el ciclo del PIB departamental, lo que pone en evidencia una recuperación hacia la tendencia ante la presencia de shocks negativos con la presencia de eventos climáticos adversos. Cabe recalcar que en este caso el resultado no es robusto ante distintas especificaciones, dada la variabilidad temporal de otras ramas de actividad económicas. El segundo modelo se estima a nivel de productor y parcela, lo que permite conocer el efecto del seguro agrario –bajo su modalidad de seguro catastrófico (MINKA)– sobre el rendimiento de las parcelas de cultivos asegurados. Los resultados muestran un efecto positivo y robusto sobre el rendimiento de los cultivos cuando se obtienen ingresos por seguro en la gestión previa, lo que destaca su rol como herramienta de resiliencia y recuperación en la producción. El estudio muestra, en fin, que dicho seguro agrario en Bolivia es un instrumento clave para la estabilización de la producción agrícola ante los efectos del cambio climático, lo que además incide en la seguridad alimentaria del país.

**Código JEL:** O13, Q18, Q12, Q54, Q58

**Palabras clave:** Agricultores, producción alimentaria, subsidio agrícola, seguridad alimentaria, cambio climático, gestión de desastres

<sup>1</sup> Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a Claudia Cordero, asesora GIZ del programa Euroclima y al Instituto del Seguro Agrario, especialmente a Ing. Diana Rocío Rosales Mamani, Directora General Ejecutiva. Los puntos de vista y opiniones expresados aquí son los de los autores y no representan necesariamente las posiciones de las instituciones mencionadas.

<sup>2</sup> Investigador Senior asociado de INESAD (jaliaga@inesad.edu.bo).

<sup>3</sup> Directora Ejecutiva e Investigadora Senior de INESAD (bmuriel@inesad.edu.bo).

<sup>4</sup> Investigador Asociado de INESAD (aherrera@inesad.edu.bo)

<sup>5</sup> Investigadora Junior de INESAD (acaballero@inesad.edu.bo).

<sup>6</sup> Director de Seguros y Subsidios del INSA (carlosmollo33@gmail.com)

## Abstract

This document studies the progress and effect of the “Pachamama” Universal Agrarian Insurance (SAUP) as a risk management tool, and also as an instrument that has a positive impact on the food security of small producers and the Bolivian population of Bolivia. The analysis is based on the role played by the aforementioned insurance in smoothing the agricultural production cycle and reducing losses in yields caused by adverse climatic events. For this purpose, two models are estimated at different levels of aggregation: The first is a panel model with fixed effects on the cyclic component of the departmental gross domestic product (GDP). Results show a positive effect of agricultural insurance over the cyclical component of departmental GDP, thus showing a recovery towards the trend in the presence of negative shocks –such as adverse weather events. However, this result is not robust to different specifications, which indicates a certain weakness in the effects and a potential field of action to enhance the scope. The second is a model at the individual level that can be applied to identify the effect of agricultural insurance –under its catastrophic insurance modality (MINKA)– on the yield of insured parcels. The results of the specific model show a more rigorous positive effect on the yield of insured crops during the previous management. This highlights the insurance’s role as a tool for resilience and recovery in production. This study shows, lastly, that agricultural insurance in Bolivia is a key instrument for stabilizing agricultural production in the face of the effects of climate change, which in turn has an impact on the country’s food security and sovereignty.

**JEL Code:** O13, Q18, Q12, Q54, Q58

**Key words:** Farmers, Food Production, Agricultural Subsidy, Food Security, Climate Change, Disaster Management.

## 1. Introducción

La actividad agrícola es un pilar fundamental de la economía y la sociedad de muchos países. En Bolivia, en particular, contribuye de manera significativa sobre el Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, las familias agricultoras bolivianas enfrentan diversos riesgos; entre ellos, los fenómenos climáticos extremos, las plagas y las enfermedades que amenazan sus cultivos y, por ende, su subsistencia. De hecho, la alta exposición a los efectos del cambio climático resulta en una reducción importante de la producción, lo que afecta en la disponibilidad de alimentos e ingresos agrícolas (Jemio, 2024; López y Hernández, 2016). Un ejemplo concreto es el cultivo de la quinua, donde el escenario BAU (*business as usual*) proyecta una caída del 7% en el rendimiento para 2050, mientras que eventos como El Niño podrían reducirlo hasta en un 18,7% (Aliaga y Caballero, 2024).

La literatura reciente sobre los efectos del cambio climático en la agricultura destaca una creciente preocupación por la adaptación y mitigación de sus impactos. De manera general, los principales desafíos a los que se enfrentan los agricultores de hoy se relacionan con el estado de los suelos; en particular, con una circularidad viciosa entre los cambios de temperatura y la disponibilidad del agua en las áreas de cultivo (Collao y Muriel, 2024). El Banco Mundial (2009) identifica que entre un 35% y 40% de los suelos en Bolivia están afectados por problemas de erosión, ya sea hídrica o de viento. En el Altiplano Sur se estima una pérdida de 7,5 kg de N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> debido a la erosión eólica (Alandia *et al.*, 2014). Además, se ha observado un incremento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones y las sequías: se estiman, para 2016, pérdidas que se cuantifican en el 1,3% del PIB, lo que afectaría negativamente al 6,1% de la población (Castilleja *et al.*, 2023).

Bajo este contexto, existe una urgencia de contar con estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático, y una necesidad de diseñar políticas públicas para fortalecer la resiliencia del sector agrícola (Fischer *et al.*, 2005; Mendelsohn, 2009). En tal contexto, el sistema de seguros se posiciona como una herramienta clave para alcanzar dichos objetivos.

Al tener a los seguros como una herramienta de gestión de riesgos, los productores agrícolas pueden incrementar su capacidad de resiliencia y tener una producción más estable, lo que contribuiría a la seguridad alimentaria, y además lidiarían con una menor volatilidad en sus ingresos.

En Bolivia, se cuenta con el Seguro Agrario Universal *Pachamama* (SAUP) que busca proteger a los agricultores bolivianos frente a pérdidas económicas derivadas de eventos climáticos adversos. Está enmarcado dentro de la Política 15 del Plan de Desarrollo Económico y Social de Bolivia, que establece “la implementación de un Seguro Agrario Universal como mecanismo para mitigar los riesgos económicos derivados de eventos climáticos extremos, tales como sequías, granizadas e inundaciones”. Tal política busca fortalecer la estabilidad de los ingresos y la resiliencia climática de los productores agrícolas, contribuyendo así a la seguridad y soberanía alimentaria del país.

En tal contexto, el objetivo del presente documento es evaluar los avances y el efecto del Seguro Agrario Universal *Pachamama* (SAUP) como herramienta de gestión de riesgos, y también como un instrumento que incide positivamente sobre la seguridad alimentaria de los pequeños productores y sobre la población boliviana en general. Desde aquí, se comprenderá en qué medida el seguro funciona como un amortiguador tanto del ciclo de la producción agrícola como de la caída de los rendimientos frente a eventos climáticos adversos. A nivel metodológico, el documento desarrolla análisis cuantitativos a través de modelos econométricos en dos niveles de agregación que permiten conocer el efecto del seguro bajo su modalidad de seguro catastrófico (MINKA), sobre el ciclo del producto interno bruto (PIB) departamental y sobre el rendimiento de las parcelas de cultivos asegurados.

Además de esta introducción, en la siguiente sección el documento presenta una revisión de la literatura realizada sobre el tema en discusión. A continuación, en la sección 3 se presenta el marco normativo que regula al SAUP, junto con un análisis descriptivo de su alcance. En la sección 4 se plantea el marco metodológico de los modelos estimados. Los resultados se muestran en la sección 5 y el documento finaliza con las conclusiones que se presentan en la sección 6.

## 2. Revisión de literatura

La literatura académica ha explorado ampliamente la relación entre los seguros agrarios y la seguridad alimentaria. Diversos estudios han encontrado, de hecho, que los seguros agrícolas pueden tener un impacto positivo en la estabilidad de la producción, en los ingresos de los productores y, en consecuencia, en la seguridad alimentaria de las familias rurales.

Isaboke *et al.* (2016) analizaron el efecto de un seguro basado en índices climáticos sobre la seguridad alimentaria de las familias productoras en Kenia, y encontraron un impacto positivo significativo. Wang *et al.* (2022), por su parte, plantearon la hipótesis de que los seguros agrícolas tienen un efecto directo en la seguridad alimentaria, principalmente a través de la mitigación de los efectos del cambio climático, y demostraron la existencia de este efecto al considerar tanto el monto de las primas como el de las compensaciones.

Por otro lado, Lema *et al.* (2023) y Vila (2018) destacaron la importancia de los seguros paramétricos como mecanismo de gestión de riesgos climáticos en la agricultura del Cono Sur. Estos estudios subrayaron también su relevancia sobre la estabilidad de la producción y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. Además, Scribano *et al.* (2017) y Thomasz *et al.* (2019) analizaron las pérdidas de ingresos de los productores causadas por eventos climáticos extremos (como las sequías), y enfatizaron la necesidad de contar con seguros agrícolas eficientes.

Desde una perspectiva más amplia, Mârza *et al.* (2015) identificaron tres factores clave dentro de la seguridad y soberanía alimentaria: la estabilidad de la producción agrícola, la reducción de la pobreza y una distribución efectiva de los alimentos a la sociedad. Bajo este enfoque, los seguros agrarios pueden desempeñar un papel crucial al estabilizar la producción y proteger los ingresos de los

pequeños productores, contribuyendo así a la seguridad alimentaria tanto a nivel comunitario como nacional.

A continuación, se presenta una revisión de la literatura respecto a los ámbitos de la seguridad y soberanía alimentaria, con los seguros agrarios como herramienta de gestión de riesgos.

### **Seguridad y soberanía alimentaria**

La seguridad y soberanía alimentaria son temas cruciales en el contexto actual. Medina Rey *et al.* (2021) exploraron las interrelaciones entre la seguridad alimentaria, la soberanía alimentaria y el derecho a la alimentación. Además, el CEDRSSA (2006), a la par de Lal *et al.* (2005) abordaron los desafíos y las estrategias para lograr la seguridad alimentaria en un mundo afectado por el cambio climático. Shiva (2003), por su parte, discutió la importancia de la soberanía alimentaria y el comercio justo como respuestas a la globalización de los alimentos.

Dentro de este debate se observa que la definición de seguridad alimentaria carece de un consenso, ya que es un concepto que ha ido evolucionando y modificándose a lo largo del tiempo. Barret (2002) establece cinco dimensiones clave para su conceptualización: i) disponibilidad de alimentos, ii) acceso a los alimentos, iii) estabilidad en el tiempo, iv) dimensión nutricional y v) soberanía alimentaria, que enfatiza el derecho de las comunidades a definir sus políticas agrícolas y satisfacer sus requerimientos de demanda. En este sentido, Rivero y Aliaga (2014) aproximaron la soberanía alimentaria con la autarquía, enfocándose en el autoabastecimiento y resaltando la importancia de la producción nacional sobre la importada.

Al ser la principal fuente de alimentos, particularmente en los países en vías de desarrollo, el desempeño del sector agrícola contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria tanto de las comunidades productoras como del resto de la población. En Bolivia, la agricultura de pequeña escala o familiar juega un rol crucial, puesto que genera el 61% de la oferta nacional (Monroy, 2024), abarca el 95% de la mano de obra agrícola y cubre el 61% del consumo de las familias bolivianas (Wanderley y Tito Velarde, 2021).

### **Los seguros agrarios como herramienta de gestión de riesgos**

Los seguros agrarios se configuran como una herramienta crucial para la gestión de riesgos, pues protegen la estabilidad en la producción, el consumo de subsistencia de los productores y la seguridad alimentaria de la población en general (Nogales y Córdova, 2014). Al brindar cobertura ante distintos tipos de riesgos que amenazan la producción agrícola, los seguros contribuyen a la reducción de la inseguridad alimentaria tanto a nivel general como particular con las familias productoras que luchan por satisfacer sus necesidades alimentarias (Márza *et al.*, 2015).

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Los beneficios de los seguros agrícolas pueden clasificarse en el corto y largo plazo. En el primero, su objetivo es compensar a los pequeños agricultores por los daños, asegurando su estabilidad económica y salvaguardando su recuperación. Esto puede facilitar el acceso al financiamiento, dado que uno de los principales obstáculos es el perfil de alto riesgo y la falta de colaterales de los agricultores, pero con los seguros se fomenta el uso de tecnologías y buenas prácticas agrícolas que mejoran el rendimiento de los cultivos (Cole *et al.*, 2013; Rashidpour, 2013). En el largo plazo, se potencia la inversión en agricultura, se incrementan los ingresos de los agricultores y se refuerza la seguridad alimentaria (Isaboke *et al.*, 2016).

La importancia de los seguros agrarios también radica en su capacidad de fomentar la inversión y la innovación en el sector agrícola. Al reducir la incertidumbre financiera, los agricultores están más dispuestos a invertir en tecnologías y prácticas agrícolas avanzadas que pueden aumentar la productividad y la sostenibilidad de sus explotaciones.

Respecto a la dinámica de los mercados de seguros, estos dependen de su grado de eficiencia. Un sistema de seguros agrarios eficiente les permite a los agricultores mitigar los riesgos asociados con eventos climáticos adversos (*e.g.* sequías, inundaciones) que pueden afectar significativamente sobre sus cosechas y, por ende, sus ingresos. La prima del seguro debe ser accesible y proporcional al riesgo base, de modo que los agricultores puedan costearla sin comprometer su rentabilidad. Además, un sistema de seguros bien diseñado debe incluir mecanismos de evaluación y compensación rápidos y justos; es decir, debe asegurar que los agricultores reciban las indemnizaciones necesarias para recuperarse y continuar con sus actividades productivas.

### 3. Seguro Agrario Universal *Pachamama*

Como fue mencionado previamente, la actividad agrícola está expuesta a diversos riesgos. Dentro de ellos están los derivados de eventos climáticos adversos (*e.g.* sequías, heladas, inundaciones) que afectan la producción y vulneran tanto la seguridad alimentaria como la estabilidad económica de los productores. Frente a esta vulnerabilidad, en Bolivia, el Estado ha desarrollado el Seguro Agrario Universal *Pachamama* (SAUP) como un mecanismo de protección. Dentro de su modalidad de seguro catastrófico (MINKA), busca mitigar los impactos de los desastres naturales en los pequeños productores de los municipios con mayor pobreza de Bolivia.

Esta iniciativa forma parte de una estrategia más amplia de apoyo al sector agrícola y se enmarca dentro de las políticas de desarrollo rural integral y soberanía alimentaria establecidas en la legislación boliviana. A continuación, se presenta el marco normativo que sustenta la implementación del SAUP y su evolución en el país.

### 3.1. Marco normativo en Bolivia

En el contexto boliviano, la importancia de los seguros agrarios como herramienta de gestión de riesgos, y su alineación con los objetivos nacionales de seguridad y soberanía alimentaria, se reflejan en el marco normativo vigente. El Artículo 407 de la Constitución Política del Estado promueve la protección de la producción agropecuaria ante eventos climáticos y establece la creación de un seguro agrario como parte de la política de desarrollo rural integral (INSA, 2024b). Dentro de este marco, la Ley 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria creó el Instituto del Seguro Agrario (INSA) como responsable de implementar y administrar el SAUP.

El SAUP, como política pública, busca “proteger a los productores agropecuarios de los riesgos climáticos y de mercado, garantizando la estabilidad de la producción y la seguridad alimentaria” (Artículo 66). Para esto, el INSA desarrolló diversos productos de seguros agrarios, incluyendo el Seguro Agrícola Catastrófico (SAC) –dentro del SAUP-, que busca mitigar los efectos de desastres naturales y eventos climáticos sobre la producción agrícola de los pequeños productores. Su contribución se centra en tres pilares: i) mejorar la resiliencia de los productores, ii) reducir la vulnerabilidad económica con la compensación de pérdidas, iii) incentivar la inversión y seguridad alimentaria a través de una continuidad en la producción (INSA, 2024b).

La Ley 144 también reconoce el derecho a la alimentación como un componente fundamental de la soberanía alimentaria y asigna al INSA la administración del SAUP. Así, el SAUP se configura como una herramienta clave para proteger la producción agrícola y garantizar el abastecimiento de alimentos, fortaleciendo así la soberanía alimentaria de las comunidades rurales.

Este seguro cuenta con dos modalidades: Seguro Comercial y Seguro Catastrófico (MINKA). Este último va dirigido a los pequeños productores en situación de pobreza y vulnerabilidad, debido a su limitada capacidad de recuperación económica y resiliencia. Según el Manual Integral del Seguro (2024), el MINKA es gestionado por el Estado a través del INSA, cuyas funciones se enmarcan en la gestión, administración, regulación y ejecución de políticas para el seguro catastrófico. Además, cuenta con cuatro fuentes de financiamiento (Artículo 11 del Reglamento del Seguro Agrario Universal *Pachamama*, aprobado con la Resolución Administrativa 16/2023): i) recursos del Tesoro General de la Nación (TGN), ii) recursos propios del INSA, iii) donaciones y otras fuentes de financiamiento, iv) aportaciones de las Entidades Territoriales Autónomas (ETAs) y los beneficiarios, según corresponda.

Recientemente, el Plan de Desarrollo Económico y Social 2021-2025 ha incorporado al Seguro Agrario como una de las políticas prioritarias (Política 15) para mitigar los riesgos climáticos y económicos en el sector agrícola.

Finalmente, en el Manual Integral del Seguro Agrario (2024) se reconoce a la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros (APS) como entidad reguladora que supervisa el cumplimiento del marco normativo vigente y protege los derechos de los beneficiarios. En este sentido, la APS y el INSA son dos instituciones estratégicas para el sistema de seguros agrarios en Bolivia.

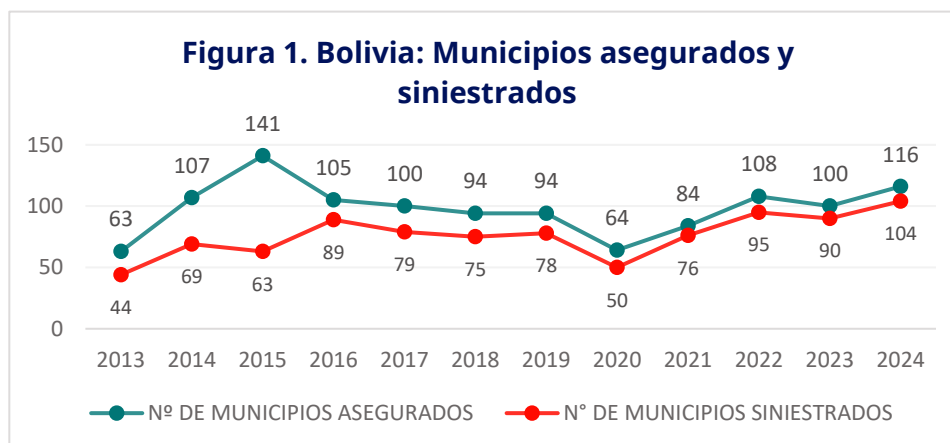
### 3.2. Desempeño de SAUP

En esta sección se analiza el desempeño del SAUP, específicamente bajo su modalidad de seguro catastrófico. En 2012 se implementó la primera versión del seguro catastrófico bajo la modalidad de PIRWA, enfocada en la agricultura familiar de los municipios en extrema pobreza. Su vigencia duró hasta la campaña agrícola 2018-2019 para posteriormente tener continuación con la implementación del MINKA en 2019, a través del Decreto Supremo 4049.

Con base en los datos proporcionados por el INSA, se puede evaluar la evolución de la cobertura del Seguro Catastrófico del SAUP –es decir, del seguro MINKA– tanto a nivel municipal como a un nivel de máxima granularidad con los productores y la superficie asegurada.

#### Nivel municipal

La Figura 1 muestra la evolución del número de municipios asegurados y siniestrados desde la implementación del Seguro Catastrófico del SAUP; esto proporciona una perspectiva clara sobre la dinámica de aseguramiento y protección ante eventos adversos a nivel nacional. En los tres primeros años la tendencia es creciente con el aumento de municipios asegurados, alcanzando su pico en 2015 con un total de 141. En los últimos 4 años se retorna a una senda de crecimiento hasta alcanzar un total de 116 municipios en 2024, equivalente a un incremento del 84% desde la implementación del SAUP.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INSA.

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

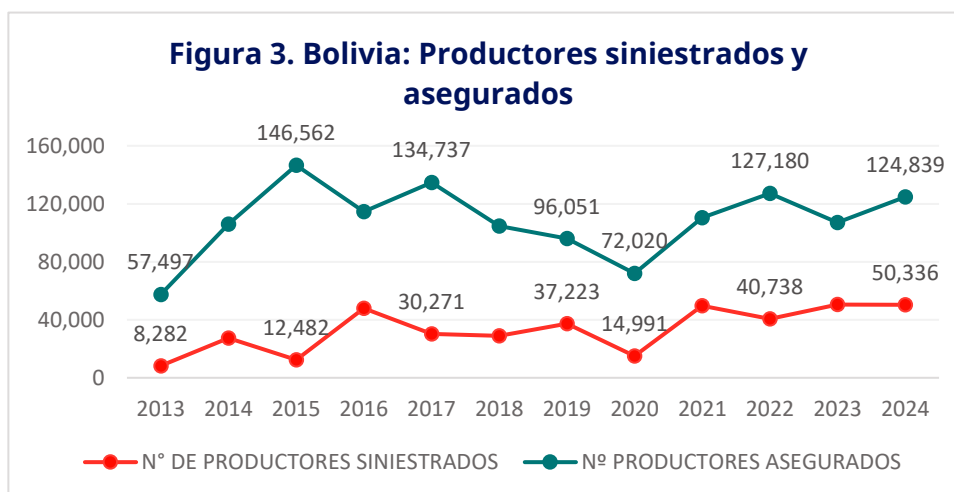
En el Anexo A3, la Figura 2 desglosa la información a nivel departamental. Aquellos con porcentajes de municipios asegurados más altos son Chuquisaca y Potosí, que registran un 59% y 70% en 2024, respectivamente. En contraste, Santa Cruz y Tarija tienen los porcentajes más bajos, con menos del 30% y 20%, respectivamente. Beni figura solamente un año en los registros y Pando es el único departamento sin cobertura.

Un mayor número de municipios con cobertura indica que el seguro tiene un mayor alcance geográfico, por lo que los productores pueden acceder a él con menores dificultades. En tales circunstancias, el nivel de resiliencia ante eventos climáticos adversos, *ceteris paribus*, puede mejorar.

Es importante resaltar que el seguro se enfoca en las regiones del altiplano y los valles del país, debido a los tipos de cultivos y eventos climáticos incluidos en su cobertura. Además, al ser un seguro catastrófico, su alcance está dirigido solo a los municipios con niveles de pobreza más altos, por lo que un menor porcentaje no implica necesariamente un menor alcance.

**Nivel Productor**

En cuanto al número de productores, la Figura 3 muestra que, en 2024, había un total de 124.839 asegurados; mientras que los productores siniestrados (50.336) alcanzaron el 40%. Este número de asegurados incrementó en 117% en relación con la primera campaña agrícola de 2013 (57.497 productores), después de 12 años. A nivel departamental, nuevamente Potosí tiene el mayor número de productores, pues supera a los 40.000 en 2024; sigue Chuquisaca, con alrededor de 20.000 productores asegurados ese mismo año.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INSA.

Con el análisis a mayor nivel de granularidad, la Figura 4 en el Anexo A3 muestra que los departamentos que lideran con el número de productores son Chuquisaca, La Paz y Potosí. Esto sugiere que en aquellos departamentos el seguro catastrófico ayudó a más productores a tener un

mayor nivel de resiliencia y a recuperar sus cultivos en un escenario de mayor pobreza. La cuantificación específica de este efecto se realiza más adelante en la sección de evaluación cuantitativa.

### Cultivos y hectáreas

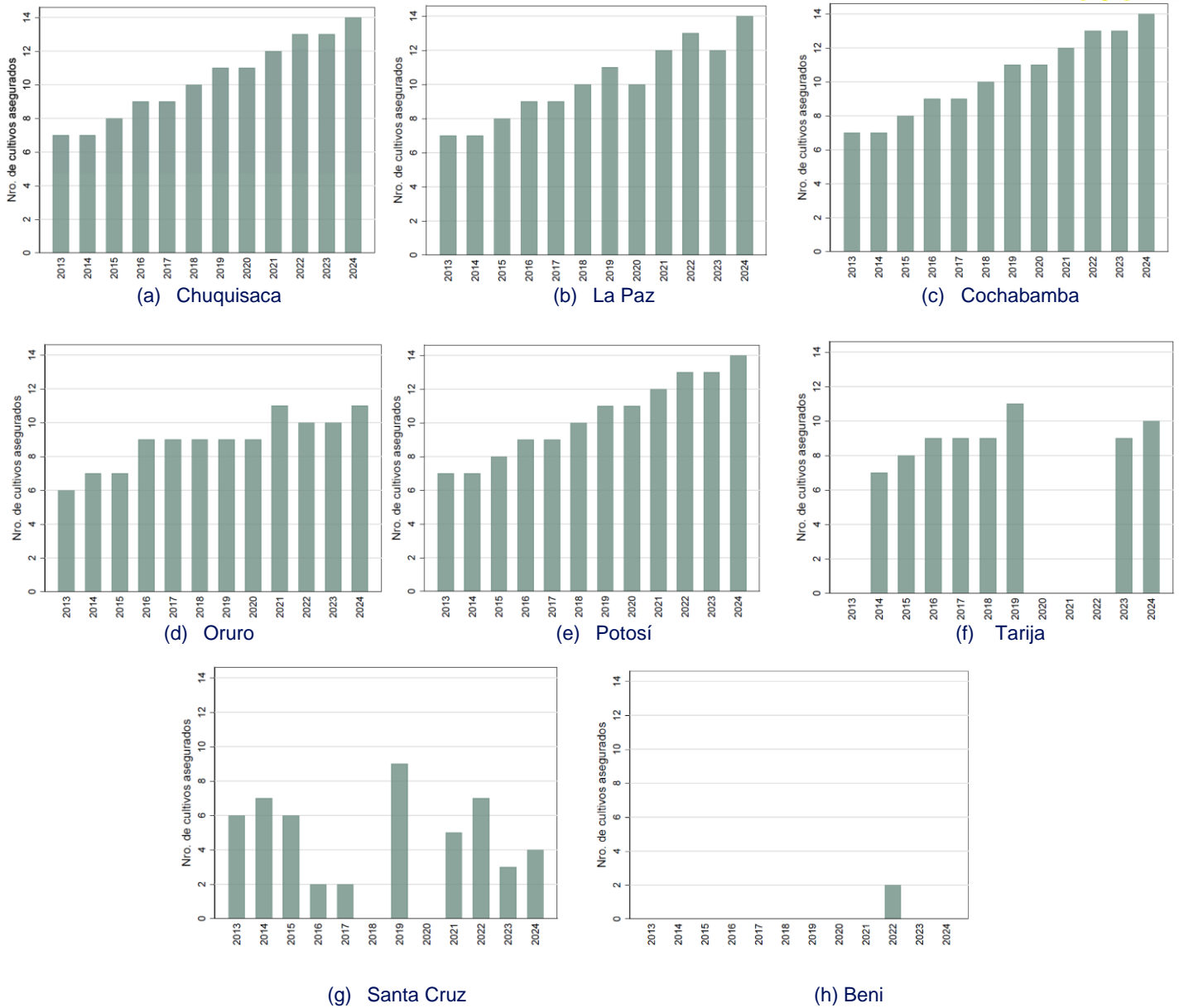
La implementación del SAUP inició con una cobertura para siete cultivos clave: avena, cebada, haba, maíz, papa, quinua y trigo. Con el objetivo de ampliar su alcance, los cultivos con cobertura fueron incrementados hasta llegar a un total de 14 en 2024. Así, hubo siete cultivos añadidos: frijol, alfalfa, yuca, arveja, ají, cebolla y cañahua. La Figura 5 muestra que cinco departamentos (Chuquisaca, La Paz, Cochabamba, Oruro y Potosí) aumentaron el número de sus cultivos asegurados en línea con la ampliación realizada por el INSA. Esto permite identificar cómo ha avanzado la diversificación de cultivos protegidos bajo la modalidad del seguro catastrófico MINKA.

Finalmente, en el Anexo A3 la Figura 6 presenta el número de hectáreas por tipo de siniestro, variando entre departamentos y a través del tiempo. En Chuquisaca predominan los eventos de inundación y sequía; en La Paz y Oruro, las heladas. Potosí, por su parte, es el departamento que registra con mayor frecuencia los cuatro eventos climáticos que incluye la cobertura del SAUP.

Como ya se mencionó, el seguro catastrófico del SAUP está concentrado principalmente en el Altiplano de Bolivia, donde se destaca la participación del departamento de Potosí, aunque también se tiene una alta presencia en la zona de los valles, principalmente con Chuquisaca.

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Figura 5: Número de Tipos de Cultivo Asegurados por Departamento (2013-2024)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

#### 4. Metodología

En esta sección se presenta la metodología empleada para estimar el efecto del seguro agrícola provisto por el Instituto del Seguro Agrario (INSA) en Bolivia. Se utiliza una metodología a dos niveles de análisis para evaluar sus efectos tanto a nivel *agregado como específico*. Como se detalla en los siguientes apartados, el agregado es un modelo de reversión a la tendencia del PIB y el análisis se realiza a nivel de los departamentos de Bolivia durante el periodo 2013-2023, centrándose en el efecto del seguro sobre el componente cíclico del PIB departamental. Para garantizar resultados que sean relevantes para recomendaciones de política pública, se utilizan, principalmente, datos oficiales del INSA y del Instituto Nacional de Estadística (INE), controlando por diversas variables económicas y climáticas, y añadiendo datos del Atlas Municipal de los ODS en Bolivia.

El modelo específico se aplica al rendimiento del cultivo. El análisis se realiza, por un lado, a nivel de *parcela por productor* y, por otro lado, a nivel del productor, y se presenta un segundo conjunto de variaciones que ofrecen una perspectiva microeconómica del efecto del seguro agrícola. En ambas especificaciones se analizan datos del año agrícola 2023-2024, y se evalúa si la elegibilidad para recibir el seguro en el año agrícola previo (2022-2023) tiene un efecto significativo en el rendimiento de las parcelas del siguiente ciclo. Este enfoque permite identificar patrones en la adopción del seguro y su relación con la producción agrícola, considerando factores como la vulnerabilidad al clima y el historial de siniestros.

Para realizar las estimaciones se utilizan, en concreto, datos provistos por el INSA sobre la modalidad MINKA del seguro catastrófico, además de las evaluaciones proporcionadas por la misma institución, tanto con el método de daño directo (EDD) como con la evaluación sobre rendimiento (ER). Las evaluaciones de daño directo permiten medir el efecto inmediato de los eventos climáticos adversos, mientras que la evaluación sobre rendimiento ofrece información de las variaciones en la productividad. La combinación de estas fuentes de datos asegura un análisis más completo del efecto del seguro agrícola.

Bajo este marco, se evalúa al SAUP como herramienta de recuperación y resiliencia ante eventos climáticos adversos, pues se considera su efecto sobre la estabilización de la producción agrícola tanto a nivel departamental como individual. De este modo el seguro puede contribuir a la seguridad alimentaria de las comunidades y del país desde la dimensión de la disponibilidad de alimentos.

Finalmente, para profundizar en el efecto sobre la seguridad alimentaria como tal, se utiliza un índice compuesto que integra dos de sus dimensiones clave para ver el efecto que el seguro tiene sobre la disponibilidad y la estabilidad en la producción de alimentos. Tal indicador permite evaluar en qué medida el SAUP genera externalidades positivas que se reflejan en una mejora de la seguridad alimentaria a escala del productor.

#### 4.1. Modelo de reversión a la tendencia del PIB Departamental

A continuación, se detalla el modelo econométrico planteado y estimado a nivel agregado, mientras que un detalle más específico del procedimiento metodológico se presenta en el Anexo A1.1 y A1.2.

El objetivo del modelo agregado es estimar el efecto del seguro agrícola en la actividad económica departamental. Para capturar tal efecto, se utiliza un modelo de datos de panel de efectos fijos (FEM), cuya variable de resultado es el componente cíclico del PIB departamental. La razón detrás de esta elección es que los eventos climáticos adversos que afectan la producción del departamento pueden provocar desviaciones en la evolución del PIB con respecto a su tendencia. Dichas desviaciones se reflejan en el componente cíclico del PIB.

Siguiendo a Enders (2015), las series de tiempo de variables macroeconómicas pueden descomponerse en dos componentes principales: la tendencia de largo plazo y el ciclo<sup>7</sup> (Ecuación 1).

$$y_t = y_t^T + y_t^C \quad \text{para } t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Donde  $y_t^C$  son las desviaciones de la tendencia ( $y_t^T$ ) y se refiere al componente cíclico. En el caso del producto interno bruto, la tendencia hace referencia al PIB de largo plazo, mientras que el componente cíclico representa las desviaciones respecto a la tendencia. Esto se observa en la Ecuación 2:

$$PIB_t = PIB_t - \overline{PIB}_t \quad (2)$$

Donde  $PIB_t$  es el componente cíclico,  $PIB_t$  es el producto observado, y  $\overline{PIB}_t$  representa el PIB tendencial. Cuando el PIB observado está por debajo (encima) de su nivel tendencial, el componente cíclico es negativo (positivo). Por otro lado, bajo la teoría del ciclo económico, cuando la variación del componente cíclico es positiva, la economía se encuentra en una etapa de expansión o recuperación, pero si el componente cíclico tiene un cambio negativo, la economía está en recesión. La presencia de *shocks* negativos en la actividad económica puede provocar desviaciones descendientes en la evolución del PIB con respecto a su tendencia; es decir, variaciones negativas en el componente cíclico.

Uno de los métodos estándar en la literatura para remover la tendencia y obtener el componente cíclico de una serie es el filtro de Hodrick-Prescott, HP (Hodrick y Prescott, 1997). El problema genérico a resolver para cualquier serie de tiempo, con el filtro HP se presenta en la Ecuación (3):

$$\text{Min}_{\{y_t\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t^C)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(y_t^T - y_{t-1}^T) - (y_{t-1}^T - y_{t-2}^T)]^2 \right\} \quad (3)$$

El filtro considera un patrón de cambio paulatino en la tendencia (*smoothness*) que está dado por la suma de los cuadrados de su segunda diferencia. El parámetro  $\lambda$  penaliza esta variabilidad del componente tendencial; por tanto, mientras más alto sea su valor, la solución considerará un patrón de cambio más leve (Hodrick y Prescott, 1997). El valor de  $\lambda$  depende de la frecuencia de los datos

<sup>7</sup> Adicionalmente, para análisis de series de tiempo, se consideran dos componentes más: patrón estacional y término aleatorio.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

de la serie de tiempo: en el caso de datos trimestrales, el parámetro estándar es de  $\lambda=1.600$ . Sin embargo, para el caso de series anualizadas, no existe un consenso en la literatura. Según las recomendaciones de Hodrick y Prescott (1997) y Ravn y Uhlig (2002), se utiliza un parámetro de suavización ( $\lambda$ ) de 6,25 para series anuales.

Bajo estas consideraciones, para obtener el componente cíclico del PIB de cada departamento (que será la variable dependiente), se aplica el filtro HP siguiendo los criterios de Ravn y Uhlig para series anuales. Esto permite separar las fluctuaciones de corto plazo del PIB (ciclo) de su crecimiento de largo plazo (tendencia), como se observa en la Figura 7.

Definida la variable dependiente, para estimar el efecto del seguro agrícola sobre el componente cíclico del PIB departamental, el modelo agregado se basa en datos de panel correspondientes al periodo 2013-2023.

Los modelos de datos de panel son una combinación de corte transversal y series de tiempo, ya que se analizan las mismas observaciones a lo largo de diferentes periodos. En este caso, la unidad de observación es a nivel departamental. Una de las ventajas de los datos de panel es que permiten contar con variabilidad tanto entre individuos (*between*) como a lo largo del tiempo (*within*).

Estos modelos, permiten capturar efectos individuales específicos en el intercepto de la Ecuación (4), permitiendo que varíe entre observaciones con el subíndice  $i$ :

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$\text{Donde: } \alpha_i = \alpha + u_i \quad (5)$$

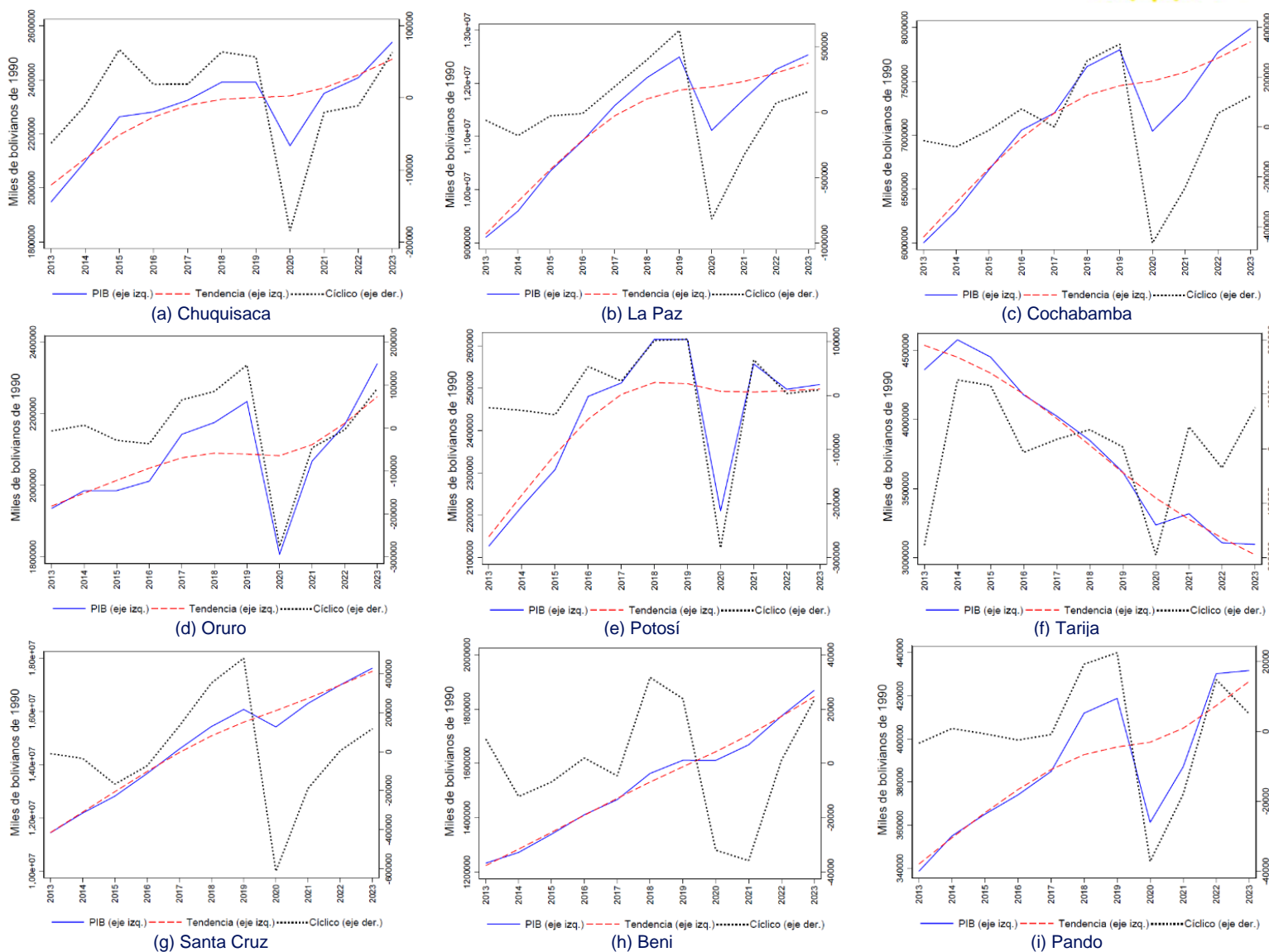
Por lo tanto,  $\alpha_i$  captura la heterogeneidad que no puede ser observada a través de los regresores. Al reemplazar (5) en (4) se obtiene:

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + (u_i + \varepsilon_{it}) \quad (6)$$

Es decir que, ahora se estima un mismo intercepto para todas las observaciones. A su vez, término de error ( $u_i + \varepsilon_{it}$ ) tiene un componente que varía entre observaciones, pero es constante en el tiempo ( $u_i$ , efectos fijos para cada unidad de análisis) y también tiene un componente idiosincrático ( $\varepsilon_{it}$ , término aleatorio). Cuando se trata al término  $u_i$  como una variable aleatoria que probablemente tenga correlación con los regresores ( $x'_{it}$ ), se obtiene como resultado un modelo de efectos fijos (FEM, por sus siglas en inglés) (Cameron y Trivedi, 2005).

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Figura 7: Descomposición de las Series del PIB Departamental (2012-2023)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Nacional de Estadística

Nota: Series del Producto Interno Bruto Departamental, desagregadas en sus componentes de tendencia y cíclico mediante el filtro de Hodrick-Prescott.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Bajo este marco metodológico, la especificación econométrica del modelo de panel a estimar, es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Ciclo PIB}_{d,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{PctMunAseg}_{d,t} + \alpha_2 \cdot \text{EvenAdv}_{d,t} + \alpha_3 \cdot \text{RatioHasSin}_{d,t} + \alpha_4 \\ & \cdot \text{MaxCultivosAseg}_{d,t} + \alpha_5 \cdot \text{MontoIndem}_{d,t} + \sum_{i=1}^4 \gamma \cdot \text{HasSin}(i)_{d,t} + \theta_d + u_{d,t} \quad (7) \end{aligned}$$

La ecuación (7) plantea un modelo econométrico de datos de panel con efectos fijos por departamento (subíndice  $d$ ) para los años 2013-2023 (subíndice  $t$ ). Como se ha explicado previamente, esto permite controlar características no observables específicas de cada departamento, asegurando así mayor consistencia en las estimaciones. Además, el componente cíclico del PIB departamental ( $\text{Ciclo PIB}_{d,t}$ ) representa las desviaciones del PIB respecto a su tendencia de largo plazo, lo que facilita capturar los efectos coyunturales asociados a la implementación del seguro agrícola.

La principal variable explicativa es el porcentaje de municipios con asegurados en cada departamento ( $\text{PctMunAseg}_{d,t}$ ) a través del seguro agrícola MINKA. Este porcentaje se calcula a partir de los datos anuales proporcionados por el INSA sobre los municipios asegurados. Para su obtención, el número de municipios asegurados en cada año se divide entre el total de municipios del departamento, utilizando como referencia de este total el reportado en el *Atlas Municipal de los ODS de Bolivia* de Andersen *et al.* (2020), el cual se basa en fuentes oficiales. Las series resultantes del porcentaje de municipios asegurados por departamento se presentan en la Figura 2 del Anexo A2.

Otras variables incluidas en el análisis son las siguientes: monto total indemnizado del departamento, en bolivianos ( $\text{MontoIndem}_{d,t}$ ), que refleja la cobertura y magnitud del seguro MINKA en cada departamento y año; número de eventos reportados por el INE ( $\text{EvenAdv}_{d,t}$ ); ratio de hectáreas siniestradas sobre aseguradas ( $\text{RatioHasSin}_{d,t}$ ), que proporciona información clave sobre la incidencia y severidad de los desastres naturales; el número máximo de tipos de cultivos asegurados ( $\text{MaxCultivosAseg}_{d,t}$ ), que mide la diversificación de cultivos protegidos por el seguro en cada departamento y año (una mayor diversificación podría reducir la vulnerabilidad ante eventos adversos específicos, favoreciendo así la estabilidad del sector agrícola y, en consecuencia, la dinámica del PIB cíclico); número total de hectáreas afectadas por cada tipo de siniestro ( $\text{HasSin}(i)_{d,t}$ ), que agrega un nivel adicional de detalle al capturar el efecto diferenciado de diversas categorías desastres, como las sequías, las granizadas o las heladas.

Finalmente, los efectos fijos por departamento ( $\theta_d$ ) ayudan a controlar las diferencias no observadas entre los departamentos invariables en el tiempo. El término de error ( $u_{d,t}$ ) captura las perturbaciones no explicadas por las variables del modelo. Esta especificación garantiza un análisis robusto y permite obtener resultados confiables sobre la relación entre el seguro agrícola y la estabilidad económica regional.

#### 4.2. Modelo a nivel de rendimiento de cultivo

En lo que respecta al modelo específico, se estima un modelo de regresión lineal con efectos de tratamiento rezagado bajo dos especificaciones. Particularmente, se adopta una estrategia de emparejamiento intra-individuo seleccionando a aquellos productores que están registrados en ambas bases de datos provistas por el INSA, una de la campaña agrícola 2022-2023 y otra (la última) de 2023-2024. El emparejamiento se utiliza para analizar cómo se forman conjuntos con características definidas exógenamente; por ejemplo, al juntar a los productores agrícolas con intervención -que en este caso es el seguro agrario- en situaciones catastróficas climáticas. El tratamiento de los datos se detalla en el Anexo A1.2.

En este caso, la variable de tratamiento, que indica la cobertura del seguro en 2022, se introduce en la especificación como un regresor rezagado. Esto permite evaluar si la protección ante riesgos climáticos en el año anterior tiene un impacto persistente en el rendimiento de los cultivos en el periodo actual. Esta estrategia es análoga a modelos utilizados en la literatura para estimar efectos persistentes de intervenciones en contextos donde la asignación del tratamiento no es aleatoria, pero donde se observa continuidad en las decisiones de los agentes.

Dado que el seguro no se asigna aleatoriamente, sino que es una decisión del productor, la estrategia metodológica consiste en emparejar individuos consigo mismos en distintos periodos. Formalmente, se define el subconjunto de productores incluidos en el análisis como:

$$S = \{i | i \in BD_{2022-2023} \cap BD_{2023-2024}\} \quad (8)$$

donde  $BD_t$  representa el conjunto de productores registrados en la base de datos del año  $t$ .

En la aplicación empírica, se realiza la estimación sobre el rendimiento de las parcelas en función de si fueron elegibles para recibir el seguro agrícola en el año agrícola previo, lo cual ocurre primordialmente cuando presentan un daño igual o superior al 60% de la parcela. Para esto, se recurre a la recopilación de datos de rendimiento de parcelas realizada por el INSA para los años agrícolas 2022-2023 como periodo de intervención ( $t-1$ ) y para 2023-2024 como periodo de evaluación o post-intervención ( $t$ ). De esta manera, el modelo se estructura en dos niveles de estimación: primero, a nivel de parcela ( $p, i$ ) y luego colapsado a nivel del productor ( $i$ ), considerando la inter-temporalidad de los periodos  $t-1$  y  $t$ . Los pasos metodológicos específicos sobre el armado de las bases de datos y las estimaciones se encuentran en el Anexo 1.2.

La ecuación del modelo específico es la siguiente:

$$Rendimiento_{p,i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot ElgSeg_{p,i,t-1} + \sum_{k=1}^4 \gamma_k \cdot Cultivo(k)_{p,i} + \sum_{j=1}^9 \delta_j \cdot Depto(j)_{p,i} + u_{p,i,t} \quad (9)$$

La ecuación 9 busca estimar el efecto de la elegibilidad del seguro agrícola sobre el rendimiento agrícola a nivel de parcela y productor. La variable dependiente,  $Rendimiento_{p,i,t}$ , representa el rendimiento en toneladas por hectárea de la parcela ( $p$ ) del productor ( $i$ ) en el año agrícola 2023-2024

( $t$ ). La variable de interés,  $ElgSeg_{p,i,t-1}$ , indica si la parcela del productor fue elegible para recibir el seguro en el año agrícola anterior (2022-2023,  $t-1$ ) o no. Este diseño permite evaluar si el haber sido elegible para el seguro en el pasado tiene un efecto en el rendimiento agrícola del siguiente ciclo agrícola, reflejando potenciales efectos de estabilidad, inversión en tecnología o reducción del riesgo percibido por los productores.

Para mejorar la precisión de la estimación, el modelo incluye controles adicionales. Se incorporan variables dicotómicas por tipo de cultivo ( $Cultivo(k)_{p,i}$ ), que permiten identificar la variabilidad en el rendimiento asociada a los diferentes cultivos agrícolas asegurados, asumiendo que no cambian entre dos ciclos. Durante el período provisto por el INSA, se identifican hasta 14 tipos de cultivos asegurados, como se mostró en la Figura 7. Esto es crucial, ya que el seguro cubre cultivos con características productivas distintas. Asimismo, se incluyen variables dicotómicas de departamento ( $Depto(j)_{p,i}$ ) para capturar efectos territoriales, como diferencias en clima, suelo o políticas regionales de apoyo a la agricultura. Estas variables ayudan a evitar sesgos en la estimación al controlar por características estructurales de cada región. El término de error  $u_{p,i,t}$  recoge efectos no observables que podrían influir en el rendimiento de la parcela, tal es el caso de las condiciones climáticas, el manejo agrícola o diferencias en la calidad del suelo.

### 4.3. Indicador compuesto de seguridad alimentaria

Para evaluar el impacto del seguro en la seguridad alimentaria, con base en los modelos especificados previamente, se considera un índice compuesto por dos dimensiones clave de la seguridad alimentaria, adaptado a los datos disponibles y las características del análisis para este caso en particular.

La seguridad alimentaria se define como el acceso de todas las personas a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer sus necesidades dietéticas y sus preferencias alimentarias, con el fin de llevar una vida activa y saludable. Esta definición se articula en cuatro dimensiones principales: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad.

La disponibilidad se refiere a la cantidad de alimentos que están disponibles para el consumo, lo que incluye la producción nacional, las importaciones y las reservas. Esta dimensión es fundamental, ya que, sin una oferta adecuada de alimentos, no puede haber seguridad alimentaria (FAO, 2021).

La segunda dimensión, el acceso, se refiere a la capacidad de las personas para obtener alimentos. Esto no solo implica la disponibilidad física de los alimentos, sino también el poder adquisitivo de los individuos y las comunidades. La falta de acceso puede ser un resultado de la pobreza, la desigualdad económica y la falta de infraestructura adecuada para la distribución de alimentos. El acceso resalta, pues, como un factor crítico para garantizar que las personas puedan satisfacer sus necesidades alimentarias (World Food Programme, 2020).

La utilización es la tercera dimensión y se refiere al modo en que los alimentos son utilizados por el cuerpo. Esto incumbe a la calidad nutricional de los alimentos consumidos y a la capacidad del cuerpo

para absorber y utilizar tales nutrientes. La utilización también está influenciada por factores como la salud general, la higiene y el acceso a los servicios de salud. Por lo tanto, incluso si hay suficientes alimentos disponibles y accesibles, la seguridad alimentaria no está garantizada si la calidad de una dieta es deficiente (World Health Organization, 2019).

La estabilidad es la cuarta dimensión y se refiere a la capacidad de mantener la disponibilidad, el acceso y la utilización de los alimentos a lo largo del tiempo. Esto implica que exista resistencia a crisis tales como los desastres naturales, los conflictos de diversa índole y las fluctuaciones económicas. La estabilidad es crucial para asegurar que las personas no solo tengan acceso a los alimentos en un momento dado, sino que también puedan contar con un suministro constante y predecible a lo largo del tiempo (FAO, 2021).

Bajo este marco, se utiliza un Indicador Compuesto de Seguridad Alimentaria (ICSA) que integra las dimensiones de disponibilidad y estabilidad. Su fórmula de cálculo se muestra en la ecuación 10.

$$ICSA = w_d IDC - w_e IER \quad (10)$$

donde:

- *IDC*: Indicador de Disponibilidad del Cultivo
- *IER*: Indicador de Estabilidad del Rendimiento
- $w_d, w_e$  pesos asignados a cada dimensión que suman 1.

Además:

Un *ICSA* positivo (>0) indica que el seguro ha contribuido a mejorar la seguridad alimentaria.

Un *ICSA* negativo (<0) sugiere que el efecto del seguro ha sido perjudicial o ineficaz.

### Indicador de Disponibilidad del Cultivo

$$IDC = \frac{\Delta RSeg_c}{\overline{R_c}}$$

Donde:

- $\Delta RSeg_c$ : es el efecto estimado del seguro sobre el rendimiento del cultivo, es decir, la variación en el rendimiento (en toneladas por hectárea) de los cultivos que recibieron el seguro<sup>8</sup>.
- $\overline{R_c}$ : es el rendimiento promedio, incluye tanto a asegurados como a no asegurados.

El *IDC* mide el cambio porcentual en el rendimiento total de cultivos debido a la adopción del seguro catastrófico. Un *IDC* positivo indica que el seguro ha contribuido a aumentar la disponibilidad de alimentos, mientras que un *IDC* negativo sugiere que el seguro no ha tenido un impacto positivo en la producción.

<sup>8</sup> Se toma como criterio el porcentaje de daño, el umbral es de 60%, el establecido en la normativa.

## Indicador de Estabilidad del Rendimiento

$$IER = \frac{(SD_c - SD_b)}{SD_b}$$

donde:

- $SD_c$ : es la desviación estándar del rendimiento de los cultivos con seguro catastrófico. Este indicador mide la variabilidad del rendimiento de los cultivos que tienen el seguro. Una desviación estándar baja indica que los rendimientos son consistentes, mientras que una desviación alta sugiere grandes fluctuaciones.
- $SD_b$ : es la desviación estándar del rendimiento de los cultivos sin seguro catastrófico. Este componente mide la variabilidad del rendimiento de los cultivos que tienen el seguro. Su valor proporciona una referencia para evaluar la estabilidad del rendimiento con el seguro.

El *IER* evalúa la variabilidad en el rendimiento de los cultivos y el modo en que el seguro influye en semejante variabilidad. Un *IER* negativo indica que el seguro ha reducido la variabilidad, ya que la desviación estándar de los cultivos asegurados es menor; un *IER* positivo indica que el seguro no ha logrado estabilizar los rendimientos. Es por eso que, en el cálculo del Indicador Compuesto de Seguridad Alimentaria (*ICSA*), el componente *IER* se introduce con un signo negativo.

Esta distribución refleja la importancia crítica de la disponibilidad de alimentos, mientras que también reconoce la necesidad de estabilidad y acceso. La consideración de otros factores como *ceteris paribus* asume que, en este análisis, las condiciones externas permanecen constantes, lo que permite que las variaciones en el *ICSA* se atribuyan principalmente al impacto del seguro catastrófico.

El *ICSA* proporciona una medida integral del impacto del seguro agrícola catastrófico sobre la seguridad alimentaria. Un valor positivo indica que el seguro ha contribuido a mejorar la seguridad alimentaria, mientras que un valor negativo sugiere que su efecto ha sido perjudicial o ineficaz. Esta métrica les permite a los responsables de las políticas y a los agricultores evaluar la efectividad de los seguros en el contexto de la seguridad alimentaria.

El *ICSA* es una herramienta útil para evaluar cómo el seguro agrícola catastrófico influye en las dimensiones críticas de la seguridad alimentaria. Al integrar las dimensiones de disponibilidad y estabilidad, el *ICSA* ofrece una visión holística que puede guiar hacia decisiones de políticas y estrategias de intervención para mejorar la seguridad alimentaria en las comunidades agrícolas.

## 5. Resultados

En esta sección se presentan los principales hallazgos del estudio. Así, se examina el efecto del seguro agrícola MINKA en el componente cíclico de la producción departamental y en el rendimiento del cultivo. Como se ha mencionado en la sección previa, el análisis se desarrolla en dos niveles: primero se examina el efecto del seguro sobre la evolución del ciclo del PIB departamental a través de un modelo de reversión a la tendencia y, posteriormente, se evalúa su efecto en la productividad

agrícola a nivel del cultivo. Finalmente, se analiza el indicador compuesto de seguridad alimentaria para observar el rol del seguro como amortiguador a través de la variabilidad del rendimiento y la disponibilidad del cultivo.

### 5.1. Resultados del modelo de reversión a la tendencia del PIB

La Tabla 1 presenta las estimaciones del modelo agregado a nivel de análisis departamental<sup>9</sup>, que fue descrito previamente y, además, detallado en el Anexo 1.1. El análisis sugiere un efecto positivo del seguro agrícola MINKA sobre el ciclo del PIB departamental, aunque no existe robustez en este efecto a diferentes especificaciones. En términos generales, se observa que el incremento de un punto porcentual sobre el porcentaje de municipios con parcelas aseguradas está asociado con un aumento en el componente cíclico del PIB departamental, cuya magnitud oscila entre 2 y 4 millones de bolivianos de 1990 (*i.e.*, en PIB real). Este hallazgo sugiere que el seguro podría desempeñar un papel en la estabilización económica de los departamentos, atenuando así el efecto adverso de los eventos climáticos sobre la actividad agrícola que alejan al PIB departamental de su tendencia.

Sin embargo, cuando se incorporan variables explicativas adicionales, la significancia estadística del efecto positivo del seguro disminuye y, finalmente, se pierde, lo que evidencia una débil significancia estadística a nivel agregado. Esto indica que el efecto del seguro sobre el ciclo del PIB podría estar influenciado por dinámicas específicas de otras ramas de actividad económicas a nivel departamental. Por tanto, aunque el seguro agrícola podría tener cierto rol estabilizador en la economía de los departamentos, dado el signo del estimador, su efecto no es concluyente ni generalizable.

Por otro lado, los coeficientes estimados para las demás variables explicativas muestran relaciones coherentes con lo esperado. Específicamente, el número de eventos adversos reportados exhibe una asociación negativa con el ciclo del PIB, lo que confirma el efecto perjudicial de los desastres naturales sobre la actividad económica departamental. Este resultado es consistente con los estudios previos que documentan la vulnerabilidad del sector agrícola en Bolivia ante fenómenos climáticos extremos (*e.g.*, Aliaga y Aguilar, 2009; Huanto, 2022), y refuerza la importancia de los mecanismos de mitigación del riesgo (tales como el seguro agrícola) para reducir la volatilidad productiva y económica de los departamentos (*e.g.*, Nogales y Córdova, 2014).

Finalmente, se observa que los mayores montos de indemnización están asociados con un efecto positivo sobre el ciclo del PIB, lo que sugiere que las compensaciones económicas juegan un papel clave en la recuperación económica de los productores afectados. Esto refuerza la relevancia del seguro agrícola como herramienta para amortiguar los efectos de eventos adversos y, asimismo, como mecanismo de apoyo financiero en situaciones de crisis climática. Aun así, su efectividad parece depender de una cobertura más amplia y de mecanismos de respuesta más ágiles y eficientes.

<sup>9</sup> En esta especificación se corrige la existencia de posibles *clusters*. En la Tabla 2 del Anexo A2 se muestran las estimaciones con errores estándar robustos y se observa que no se tienen cambios significativos.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

**Tabla 1: Modelo 1: Efecto sobre el componente cíclico del PIB departamental (2013-2023)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.
Pct. municipios asegurados	4799,244*** (793,088)	3815,977*** (963,634)	3926,130*** (1011,806)	3054,589* (1408653)	2590,081* (1358,681)	1783,505 (1741,382)
Eventos adversos reportados		-1705,616** (621,109)	-1605,626** (673,692)	-1731,408** (561,937)	-1839,762** (567,796)	-2243,519*** (563,561)
Ratio has. siniestrada/asegurada			136358,181 (160518,790)	34086,376 (141956,726)	-108692,304 (92651,356)	-8702,961 (146085,344)
Máx. cultivos asegurados				11002,499* (4826,741)	9165,502* (4016,858)	3700,830 (4937,326)
Monto total indemnizado					0,016*** (0,004)	0,733* (0,341)
Has. afectadas por granizo						-614,370* (285,609)
Has. afectadas por heladas						-692,977* (328,413)
Has. afectadas por inundación						-668,310* (324,400)
Has. afectadas por sequías						-710,061* (337,058)
Constante	-140572,808*** (23230,041)	-25406,095 (53645,927)	-49101,009 (76646,319)	-86292,890 (73084,578)	-78706,024 (61581,743)	-1317,991 (72363,839)
Observaciones	88	88	88	88	88	88
R2	0.053	0.145	0.150	0.165	0.182	0.276
Efectos fijos por departamento	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Errores clusterizados	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Nota: Variable dependiente (Ciclo del PIB departamental) expresada en miles de bolivianos de 1990 (INE). Errores estándar clusterizados en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

## 5.2. Resultados del modelo a nivel de cultivo

Las Tablas 3 y 4 presentan las estimaciones del modelo específico bajo dos subniveles de análisis. Cada tabla se divide en dos bloques de tres columnas: el primer bloque muestra las estimaciones a nivel de *parcela por productor* ( $i, p$ ), mientras que el segundo reporta los resultados agregados a nivel de *productor* ( $p$ ). Este enfoque permite evaluar el efecto del seguro desde una perspectiva desagregada, pues facilita la identificación de diferencias potenciales y la validación de la consistencia de los resultados en ambos niveles de análisis.

El estudio, además, incorpora dos definiciones de elegibilidad para recibir el seguro agrícola. La primera, T1, se muestra en las Tablas 3 y 4 y emplea únicamente el método de daño directo (EDD), que establece que una parcela o un productor es elegible para el seguro si en el año previo sufrió un daño superior al 60%. Este criterio es el más estricto en términos de elegibilidad. La segunda variable, T2, se muestra en las Tablas 5 y 6 en el Anexo A2 y amplía el criterio al incluir, además, a los productores o las parcelas evaluadas mediante el método de rendimiento (ER). Esto genera un criterio de elegibilidad más flexible. Tal como se describirá a continuación, los resultados bajo ambas definiciones son consistentes, lo que refuerza la robustez en la estimación del efecto del seguro. Adicionalmente, el análisis se basa en dos bases de datos proporcionadas por el INSA. La primera, empleada para la estimación de la Tabla 3<sup>10</sup>, contiene información de ambos métodos de evaluación de daño (EDD y ER) para cada parcela, pero se restringe a los departamentos de Cochabamba y Potosí.

**Tabla 3. Modelo 2: Efecto sobre el rendimiento (T1 – BD1)**

	Nivel [Productor, Parcela]			Nivel [Productor]		
	(1) Rend. (t./ha.)	(2) Rend. (t./ha.)	(3) Rend. (t./ha.)	(1) Rend. (t./ha.)	(2) Rend. (t./ha.)	(3) Rend. (t./ha.)
Eligibilidad Seguro (T1)	0.061*** (0.013)	0.061*** (0.013)	0.028** (0.013)	0.069*** (0.013)	0.068*** (0.013)	0.028** (0.013)
Cochabamba		-0.005 (0.007)	0.059*** (0.008)		-0.010 (0.007)	0.066*** (0.008)
Cebada			0.045** (0.019)			0.072** (0.035)
Maíz			-0.489*** (0.009)			-0.488*** (0.021)
Papa			-0.254*** (0.009)			-0.246*** (0.021)
Trigo			-0.520*** (0.028)			-0.519*** (0.034)
Observaciones	6511	6511	6511	6264	6264	6264
R2	0.003	0.003	0.175	0.004	0.004	0.160
Prom. Var. Dep. Comp.	0.427	0.427	0.427	0.423	0.423	0.423

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

<sup>10</sup> También la Tabla 5 del Anexo A2 utiliza esta base de datos.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

La segunda base de datos, utilizada en la Tabla 4, abarca un mayor número de departamentos<sup>11</sup>, aunque solo considera uno de los dos métodos de evaluación por parcela. En general, el efecto del seguro MINKA se mantiene estable en ambas bases de datos y ambas especificaciones de tratamiento, lo que refuerza la robustez y confiabilidad de los hallazgos.

**Tabla 4: Modelo 2: Efecto sobre el rendimiento (T1 – BD2)**

	Nivel [Productor, Parcela]			Nivel [Productor]		
	(1) Rend.	(2) Rend.	(3) Rend.	(4) Rend.	(5) Rend.	(6) Rend.
Eligibilidad Seguro (T1)	0.224*** (0.011)	0.069*** (0.011)	0.043*** (0.008)	0.224*** (0.011)	0.068*** (0.011)	0.042*** (0.008)
Cochabamba		0.292*** (0.005)	-0.054*** (0.004)		0.293*** (0.005)	-0.050*** (0.004)
La Paz		0.601*** (0.006)	0.126*** (0.005)		0.602*** (0.006)	0.125*** (0.005)
Oruro		0.570*** (0.010)	0.349*** (0.006)		0.570*** (0.010)	0.348*** (0.006)
Potosí		0.318*** (0.005)	-0.057*** (0.004)		0.319*** (0.005)	-0.058*** (0.004)
Santa Cruz		1.472*** (0.002)	1.478*** (0.002)		1.472*** (0.002)	1.478*** (0.002)
Tarija		-0.079*** (0.003)	-0.481*** (0.007)		-0.080*** (0.003)	-0.483*** (0.007)
Cañahua			-0.384*** (0.006)			-0.383*** (0.006)
Cebada			0.043*** (0.003)			0.042*** (0.003)
Frejol			0.016*** (0.004)			0.014*** (0.004)
Maíz			0.108*** (0.004)			0.106*** (0.004)
Papa			0.710*** (0.005)			0.711*** (0.005)
Quinoa			-0.208*** (0.005)			-0.207*** (0.005)
Trigo			0.061*** (0.006)			0.057*** (0.006)
Observaciones	38601	38601	38601	38460	38460	38460
R2	0.015	0.157	0.529	0.015	0.157	0.530
Prom. Var. Dep. Comp.	0.534	0.534	0.534	0.535	0.535	0.535

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

<sup>11</sup> También la Tabla 6 del Anexo A2 utiliza esta base de datos.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Los resultados obtenidos en los modelos específicos indican un efecto positivo y significativo del seguro agrícola sobre el rendimiento de la parcela en el siguiente año agrícola. En particular, las estimaciones muestran que ser elegible para el seguro en el periodo previo ( $t - 1$ ) se asocia con un incremento en el rendimiento agrícola entre un 6% y un 16%, con un promedio cercano al 10%<sup>12</sup>. Este hallazgo sugiere un efecto altamente significativo y positivo del aseguramiento sobre la productividad de las parcelas aseguradas. Además, la inclusión de variables explicativas adicionales no modifica la solidez de este resultado, lo que refuerza la hipótesis de que la elegibilidad para el seguro está positivamente relacionada con el desempeño agrícola en el periodo posterior a la intervención ( $t$ ).

Los modelos estimados a nivel de parcela y productor confirman que el coeficiente de elegibilidad del seguro agrícola (T1 y T2) es positivo y estadísticamente significativo en todos los casos, aunque con algunas diferencias en magnitud según el nivel de análisis y la base de datos utilizada. Además, los resultados revelan que cultivos como la cebada presentan incrementos en el rendimiento, mientras que otros como el maíz, la papa y el trigo registran efectos negativos. Estas diferencias pueden deberse a factores estructurales de la productividad de cada cultivo o a particularidades en la forma en que los cultivos responden a eventos climáticos entre los periodos de análisis considerados.

El análisis sugiere heterogeneidad en los efectos del seguro agrícola según departamentos. Se observa que, en departamentos como Cochabamba y Potosí, los coeficientes son positivos y significativos, indicando que la elegibilidad para el seguro ha favorecido un mayor rendimiento en estas regiones. En contraste, en Tarija los efectos estimados son negativos, lo que podría estar relacionado con diferencias estructurales en la gestión agrícola, el tipo de cultivos, la menor capacidad de recuperación o la presencia de factores climáticos adversos específicos. Estos resultados destacan la importancia de considerar factores regionales al evaluar el efecto del seguro agrícola.

En términos generales, es fundamental señalar que la estructura de los datos recopilados por el INSA y provistos para este estudio impide establecer relaciones causales definitivas. Si bien el efecto del seguro sobre el rendimiento agrícola es estadísticamente significativo y consistente, la naturaleza de los datos, sin un diseño experimental, limita la posibilidad de inferir causalidad con certeza. Además, el análisis se basa en parcelas evaluadas por el INSA en dos años agrícolas, debido a que estas experimentaron algún grado de afectación por siniestros climáticos. Esto sugiere que las estimaciones podrían estar sesgadas a la baja, ya que el efecto se mide en parcelas que fueron de nuevo afectadas, lo que implica que su rendimiento ya era relativamente bajo. Para fortalecer la validez de estos resultados, futuras investigaciones podrían emplear estrategias de identificación causal más robustas con el fin de estimar con mayor precisión el impacto causal del seguro agrícola en la productividad de los agricultores elegibles y beneficiados.

---

<sup>12</sup> Este promedio se calcula a partir de los modelos con especificación completa correspondientes a las columnas (3) y (6) de las Tablas 3 a 6. Se divide, en cada caso, el coeficiente estimado para la elegibilidad del seguro entre el promedio de la variable de resultado para el grupo de comparación, reportado en la última fila de la tabla, y finalmente se calcula el promedio.

### 5.3. Resultados del Indicador Compuesto de Seguridad Alimentaria

En la Tabla 7 se muestran los componentes para el cálculo del *ICSA*. Primeramente, se construye el *IDC* con la ratio entre la variación en el rendimiento de los cultivos que obtuvieron el seguro (0,068) y el rendimiento promedio de todos los cultivos (ya sean asegurados o no) (0,422), obteniendo así un valor de 16,11. A continuación, se calcula un *IER* de -3,36, tomando en cuenta las desviaciones estándar del rendimiento de los cultivos con y sin seguro (0,26 y 0,27, respectivamente).

Considerando una sensibilidad del 6% en la asignación de pesos ( $w_d, w_e$ ) a los dos componentes, se obtiene un *ICSA* entre 9,4 y 12, con un promedio de 10,1; los pesos se asignan en un rango de 0,47 a 0,53 con múltiples combinaciones.

**Tabla 7: Cálculo del Índice Compuesto de Seguridad Alimentaria**

Cálculo del Indicador de Disponibilidad de Cultivos			Cálculo del Indicador de Estabilidad en el Rendimiento			
Variación en el rendimiento ( $\Delta R_{Seg}$ )	Rendimiento promedio ( $R_c$ )	$IDC$ $(\frac{\Delta R_{Seg}}{R_c})$	Desviación Estándar del rendimiento de los cultivos sin seguro ( $SD_b$ )	Desviación Estándar del rendimiento de los cultivos con seguro ( $SD_c$ )	$IER$ $(\frac{(SD_c - SD_b)}{SD_b})$	$ICSA$ $(w_d IDC + w_e  IER )$
0,068	0,422	<b>16,11</b>	0,27	0,26	<b>-3,36</b>	<b>10,1</b>

Fuente: elaboración propia en base a las estimaciones realizadas

El Índice de Disponibilidad del Cultivo (*IDC*) es de 16,11; es decir que tanto la disponibilidad del cultivo como el consumo de alimentos han aumentado a raíz del seguro. Este índice refleja la oferta total de alimentos y su distribución entre la población, así como el nivel de consumo per cápita. Un *IDC* más alto sugiere que el seguro ha contribuido a incrementar la disponibilidad de alimentos y a mejorar el acceso y la utilización de los mismos por parte de los beneficiarios.

Por otro lado, el Índice de Estabilidad del Rendimiento (*IER*) es de -3,36, lo que indica que el seguro ha contribuido a reducir la inestabilidad y el riesgo asociados con la seguridad alimentaria. Este índice refleja la variabilidad en la disponibilidad y el acceso a los alimentos, así como la vulnerabilidad de los hogares ante *shocks* climáticos, económicos o de otro tipo. Un *IER* negativo (-) sugiere que el seguro ha proporcionado a los beneficiarios una red de seguridad que les ha permitido hacer frente a estos riesgos y, además, mantener un acceso más estable a los alimentos.

De manera conjunta, el seguro catastrófico ha tenido un efecto positivo en la seguridad alimentaria, según los resultados presentados. El *ICSA* se encuentra en un rango entre 9,4 y 12, con un promedio de 10,1, lo que indica que el seguro ha contribuido a mejorar la seguridad alimentaria. Un *ICSA* positivo ( $> 0$ ) sugiere que el seguro ha tenido un efecto favorable en la seguridad alimentaria, al facilitar el acceso a los alimentos, mejorar la estabilidad de los suministros y/o fortalecer la capacidad de los hogares para satisfacer sus necesidades nutricionales.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Es importante destacar que un seguro catastrófico, como máximo, logra transferir el 50% del riesgo del evento. Esto significa que hay margen de mejora en cuanto a aumentar el monto indemnizado y otros elementos del seguro, lo que podría contribuir aún más a mejorar la seguridad alimentaria de los beneficiarios. Si el seguro lograra transferir un mayor riesgo, esto podría tener un impacto más significativo en la disponibilidad, el acceso y la estabilidad de los alimentos, lo que se reflejaría en un ICASA aún más alto. Además, se podrían explorar otras mejoras, como una mayor cobertura geográfica, una mejor focalización de los beneficiarios, o una mayor integración del seguro con otras políticas y programas.

### 6. Conclusiones

El presente documento analiza el efecto del seguro agrícola en Bolivia, centrándose en su rol dentro de la estabilización económica a nivel departamental y en la productividad agrícola a nivel de productor y parcelas. En particular, se realiza una aproximación sobre el efecto de dicho seguro en la seguridad alimentaria, vista desde la dimensión de disponibilidad de alimentos y la variabilidad. Los resultados obtenidos proporcionan una visión clara sobre los efectos de esta política pública, sin necesariamente implicar una evaluación del efecto causal debido a la disponibilidad de los datos. A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes derivadas del análisis realizado, las cuales ofrecen tanto perspectivas sobre su efectividad actual como recomendaciones para su mejora y expansión futura.

Los resultados evidencian un efecto positivo del seguro agrícola provisto por el INSA en Bolivia sobre la producción agrícola y el rendimiento de las parcelas, aunque con diferencias en su magnitud y robustez dependiendo del nivel de análisis. A nivel agregado (departamental), los efectos estimados muestran una relación positiva entre la cobertura del seguro a nivel municipal y el ciclo del PIB, aunque este efecto no es robusto en todas las especificaciones. Esto sugiere que, si bien la política de aseguramiento agrícola podría contribuir a la estabilización económica departamental, la variabilidad en otras ramas de actividad económica podría ser más importante.

En contraste, a nivel específico (parcelas o productores), el seguro agrícola muestra efectos claros, positivos y consistentes en todas las especificaciones realizadas. La elegibilidad para el seguro en el año previo ( $t - 1$ ) está asociada con incrementos significativos en el rendimiento agrícola en el año siguiente ( $t$ ), lo que indica que la política pública tiene una incidencia sólida a nivel microeconómico. Este hallazgo es particularmente relevante, pues sugiere que el seguro agrícola no solo cumple su función de protección financiera ante eventos adversos, sino que también genera incentivos o mecanismos que contribuyen a mejorar la productividad de las parcelas aseguradas. Sin embargo, es importante destacar que estos efectos se estimaron sobre parcelas que fueron nuevamente afectadas por siniestros en el periodo de análisis, lo que limita la generalización de los resultados y la interpretación causal de estos.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Respecto al rol del seguro agrario MINKA sobre la seguridad alimentaria, a través de la adaptación de un índice compuesto de seguridad alimentaria (*ICSA*) para este caso en particular, se analiza su relación con las dimensiones de disponibilidad de alimentos y su estabilidad. Esto con los componentes de disponibilidad del cultivo y estabilidad en el rendimiento, respectivamente. Dentro de la primera dimensión, los resultados muestran que el seguro agrícola ha coadyuvado a aumentar el rendimiento de los cultivos, mientras que, para la dimensión de la estabilidad, el seguro MINKA ha contribuido a reducir la variabilidad del rendimiento de los cultivos asegurados, generando así mayor estabilidad en los mismos. Es decir que, de manera global, la cobertura del seguro agrícola tiene un rol importante en la seguridad alimentaria dentro de las dimensiones de disponibilidad de alimentos y estabilidad del rendimiento del cultivo.

Para fortalecer la validez y precisión de los efectos estimados, es fundamental avanzar hacia un diseño experimental o cuasi-experimental en la evaluación del seguro agrícola. Esto permitiría identificar con mayor rigurosidad la relación causal entre el aseguramiento y los resultados productivos. La aplicación de metodologías más robustas, como experimentos aleatorios, diferencias en diferencias o diseños de regresión discontinua, facilitarían un mejor control de los posibles sesgos de selección y permitiría generar evidencia más robusta sobre la efectividad del programa. Además, la recolección sistemática de datos, incluyendo tanto a beneficiarios como a una muestra aleatoria de no beneficiarios, junto con un seguimiento detallado de las parcelas aseguradas, contribuiría a consolidar la evidencia exploratoria de este estudio. Esto reforzaría el papel del seguro agrícola como una herramienta clave para la estabilidad económica del sector agrícola, asegurando su sostenibilidad y maximizando sus beneficios tanto a nivel local como agregado.

## Bibliografía

Alandia, G.; Calderón, S.; Condori, B.; Jacobsen, S. (2014). *Quantification of Wind Erosion Under Four Different Types of Vegetation Cover in Quinoa Fields of the Southern Bolivian Highlands*. Agro Environ. Universidad de Wageningen. Dinamarca

Aliaga, J. y Aguilar, T. (2009). Los efectos del cambio climático en el sector agropecuario de Bolivia. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, 7(12), 7–30.

Aliaga, J. y Caballero, A. (2024). Evaluación del rendimiento del cultivo de la quinua ante estresores agroclimáticos con el modelo NL-CROP. *Development Research Working Paper Series* (No. 11/2024), La Paz, Bolivia: Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD).

Andersen, L., Canelas, S., Gonzales Rocabado, A. y Peñaranda, L. (2020). *Atlas municipal de los objetivos de desarrollo sostenible en Bolivia: 2020*. Recuperado de: <https://sdsnbolivia.org/en/municipal-atlas-of-the-sdgs-in-bolivia-2020/>.

Banco Mundial (2020). *Agricultural Insurance: A Key to Food Security*.

Banco Mundial (2009). *Bolivia: Country Note On Climate Change Aspects in Agriculture*. Recuperado de: [https://documents1.worldbank.org/curated/en/737981468047329096/pdf/537840BRI0Clim10Box345626B01PUBLIC1.pdf?\\_gl=1\\*1so02q1\\*\\_gcl\\_au\\*NjkzMTQ5MzE4LjE3MjE3NjA0MDM](https://documents1.worldbank.org/curated/en/737981468047329096/pdf/537840BRI0Clim10Box345626B01PUBLIC1.pdf?_gl=1*1so02q1*_gcl_au*NjkzMTQ5MzE4LjE3MjE3NjA0MDM).

Barret, C. (2002). Food Security and Food Assistance Programs. En *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 2 (cap. 40).

Cameron, A. C. y Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications* (pp. 715-719). Cambridge University Press.

Castilleja, L., Gutiérrez, P., Laura, L. y Serrudo, L. (2023). *Apostar por la agricultura para lograr una diversificación productiva*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18235/0004920>.

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria -CEDRSSA- (2006). *Escenarios y actores en el medio rural*.

Cole, S., Jagnani, M., Nestor, L. y Tobacman, J. (2013), *Marketing Weather-indexed Agricultural Insurance to Smallholder Farmers in Rural Gujarat, India* (pp. 1-3). Londres: International Growth Centre.

Collao Pérez, R. y Muriel Hernández, B. (2024). Situación actual y perspectivas del sector quinuero en Bolivia (No. 06/2024). *Development Research Working Paper Series*. La Paz, Bolivia: INESAD.

Enders, W. (2015). *Applied Econometric Time Series* (cuarta edición, pp. 191-193). Nueva York: Universidad de Alabama.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Fischer, G., Shah, M., N. Tubiello, F., y Van Velhuizen, H. (2005). Socio-Economic and Climate Change Impacts on Agriculture: An Integrated Assessment, 1990–2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), pp. 2067-2083.

Food and Agriculture Organization -FAO- (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World: 2021*.

Hodrick, R. J. y Prescott, E. C. (1997). Postwar US business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit, and Banking*, pp. 1–16.

Huanto, C. M. (2022). Efecto del cambio climático en la producción agrícola: evidencia para Bolivia. *Cuadernos de Investigación Económica Boliviana*, 5(1), 45–72.

Instituto del Seguro Agrario -INSA- (2024a). *Riesgo agrícola en el seguro catastrófico*.

Instituto del Seguro Agrario -INSA- (2024b). Documento base de cobertura: Condicionado general.

Instituto del Seguro Agrario -INSA- (2024c). *Manual integral del Seguro Agrario*. INSA/RAN°021/2024.

Instituto del Seguro Agrario -INSA- (2023). Reglamento del Seguro Agrario Universal *Pachamama*. INSA/RAN°016/2023.

Instituto del Seguro Agrario -INSA- (2022). Manual para la evaluación de cultivos afectados por eventos climáticos.

Isaboke, H. N., Qaim, M. y Ng'ang'a, S. K. (2016). The Impact of Index Insurance on Household Welfare in the Presence of a Major Agricultural Shock. *World Development*, 90, 232-246. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.09.007>.

Jemio, L. C. (2024). Seguros agrícolas paramétricos: Una revisión de la literatura. *Development Research Working Paper Series* (No. 05/2024). La Paz, Bolivia: Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD).

Lal, R. *et al.* (2005). Soil and Water Conservation in the Face of Climate Change. En R. Lal (Ed.), *Climate Change and Soil Interactions* (pp. 55-76). Nueva York: Springer.

Lema, D., Brescia, V. y Berges, S. (2023). Parametric Insurance as a Risk Management Tool for Climate Change Adaptation in Agriculture: The Case of Argentina. *Climate Risk Management*, 39, 100481. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100481>.

López Feldman, A. y Hernández Cortés, J. (2016). Impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria en América Latina. *Revista de Estudios Económicos*, 10(2), 45-62.

Mârza, B., Angelescu, C. y Tindeche, C. (2015). Agricultural Insurances and Food Security. The New Climate Change Challenges. *Procedia Economics and Finance*, 27, 594-599.

Medina Rey, A., y Cousinou, G. M. (2021). Derecho a la alimentación y soberanía alimentaria: Un análisis desde la perspectiva de los derechos humanos. *Revista de derechos humanos*, 12(3), 15-30.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Mendelsohn, R. (2009). The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. En R. Mendelsohn y A. Dinar (Eds.), *Climate Change and Agriculture* (pp. 1-25). Nueva York: Springer.

Monroy, N. A. (2024). Riesgos climáticos y seguros agrícolas en Bolivia. Generación UPSA, *Revista de Graduados de la Facultad de Ciencias Empresariales*, (7), 29-44.

Nogales, R. y Córdova, P. (2014). Seguros agrícolas basados en índices climáticos: Un estudio de caso en Bolivia. *Revista investigación y desarrollo*, 1(14).

Organización Mundial de la Salud -WHO- (2019). *Nutrition and Food Security*.

Rashidpour, L. (2013). Factors Affecting on Demand for Agricultural Crop Insurance in West Azerbaijan Province. *Am. J. Agric. Environ. Sci*, 13(2), 244-249.

Ravn, M. O. y Uhlig, H. (2002). On Adjusting the Hodrick-Prescott Filter for the Frequency of Observations, *Review of Economics and Statistics*, 84(2), 371–376.

Rivero, B. y Aliaga, J. (2014). Disponibilidad, consumo y utilización biológica de alimentos en Bolivia: Análisis y perspectivas (1990-2030). *Revista latinoamericana de desarrollo económico*, 12(22), 161-198.

Scribano, A. et al. (2017). Impacto de las sequías en la economía agrícola: Un análisis comparativo. *Revista de economía agraria*, 14(1), 25-40.

Shiva, V. (2003). *Monocultures of the Mind: Perspectives on Biodiversity and Biotechnology*. Nueva York: Zed Books.

Thomasz, A. et al. (2019). Economic Impacts of Droughts on Agricultural Production in the Southern Cone. *Journal of Environmental Economics*, 22(1), 15-30.

Vila, J. P. (2018). Seguros agrícolas paramétricos como herramienta de gestión de riesgos climáticos en la agricultura del Cono Sur. *Revista CEPAL* (124), pp. 165-182. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43679>.

Wanderley, F. y Tito Velarde, C. (2021). Contribución de la agricultura familiar campesina indígena a la producción y consumo. La Paz, Bolivia: CIPCA e IISEC-UCB.

Wang, H., Cui, Z., Feng, H. y Huang, J. (2022). The Impact of Agricultural Insurance on Household Food Security: Evidence From Rural China. *Food Policy*, 106, 102178. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102178>.

Wang, H., Liu, H. y Wang, D. (2022). Agricultural Insurance, Climate Change, and Food Security: Evidence from Chinese Farmers. *Sustainability*, 14(15), 9493.

World Food Programme (WFP) (2020). *State of Food Security and Nutrition in the World 2020*.

## Anexos

### A1. Anexos económicos

#### A1.1 Metodología detallada del Modelo Agregado

El proceso metodológico comienza con la preparación y limpieza de los datos del seguro agrícola MINKA, cuya información se encuentra originalmente a nivel municipal. Primero se importa la base de datos provista por el INSA, que contiene datos sobre el número de municipios, comunidades y productores asegurados, así como las hectáreas aseguradas por tipo de cultivo. En esta etapa se realiza la normalización de las variables, incluyendo la creación de identificadores de departamento y municipio, y la codificación del año agrícola. Esto permite vincular la información del seguro agrícola con las series temporales del PIB departamental, junto con otros indicadores provenientes de datos del INE. Además, se calculan variables clave como la tasa de siniestralidad, que está definida como la relación entre las hectáreas siniestradas y aseguradas y el número de municipios indemnizados.

En la segunda fase se incorporan datos macroeconómicos y relacionados a eventos adversos naturales. Los datos del PIB departamental, obtenidos del INE, son filtrados o separados en sus componentes de tendencia y su componente cíclico mediante el filtro de Hodrick-Prescott (HP). Este filtro, según las recomendaciones de Hodrick y Prescott (1997), y Ravn y Uhlig (2002), utiliza un parámetro de suavización ( $\lambda$ ) de 6,25 para series anuales, lo que permite separar las fluctuaciones de corto plazo del PIB (ciclo) de su crecimiento de largo plazo (tendencia). Este procedimiento es crucial para identificar los efectos coyunturales del seguro agrícola sobre la economía departamental. Se utiliza también un valor alternativo de  $\lambda = 100$  para verificar la robustez de los resultados, como se sugiere en otras referencias sobre filtros de series, aunque no se observan diferencias substanciales en las estimaciones.

De manera complementaria, se procesan datos sobre eventos adversos reportados por departamento y por año, también por agrupados por el INE. Así, se procesan datos sobre sequías, heladas, granizadas e inundaciones, con el fin de evaluar el impacto de estos fenómenos en la actividad agrícola y el PIB. Semejantes datos se grafican para visualizar las tendencias generales, proporcionando una visión clara de las dinámicas regionales antes de proceder con las estimaciones de los modelos agregados.

En la última fase se procede con la estimación de modelos de datos de panel a nivel departamental para el periodo 2013-2023. Las observaciones se limitan a ocho departamentos de Bolivia, excluyendo a Pando debido a la ausencia de datos. Se estima el efecto del seguro agrícola sobre el ciclo del PIB departamental utilizando regresiones de datos de panel con efectos fijos y errores estándar agrupados por departamento. Las variables explicativas incluyen el porcentaje de municipios asegurados, la ocurrencia de eventos adversos y el monto total indemnizado, entre otras. Además, se verifican las robustezes de los modelos utilizando errores estándar robustos como alternativa.

## A1.2 Metodología detallada del Modelo Agregado

Para este estudio, el INSA ha provisto dos bases de datos sobre el rendimiento (Tn/Ha) para parcelas en el ciclo agrícola 2023-2024. Esto implica que se han estimado los modelos especificados en la ecuación 2 con ambas bases de datos que proveen la información de la variable dependiente. La siguiente descripción detallada de los pasos metodológicos básicamente se divide en dos partes, según el uso de las bases de datos mencionadas.

*Primera base en t: “Datos Rendimiento 2023-2024”.*

El procedimiento metodológico para la primera base, “Datos Rendimiento 2023-2024”, ( $t$ , *i.e.* post-intervención), se vincula con la base “Datos Rendimiento 2022-2023” ( $t - 1$ , *i.e.* intervención). La base en  $t$  contiene 6.511 observaciones a nivel de parcela y productor, de las cuales 6.264 son únicas a nivel de identificación individual. Para el análisis a nivel de parcela, se emplean todas las observaciones registradas, mientras que, a nivel productor, se selecciona la parcela con el máximo daño registrado en el periodo  $t$ . Esta selección busca establecer un criterio más estricto para evaluar el efecto del aseguramiento en el periodo  $t - 1$ . De todos modos, esta estrategia solo aplica a 193 casos específicos, en los cuales la parcela con mayor daño en  $t$  se empareja con su correspondiente en  $t - 1$ . En ambos casos, se extrae exclusivamente la información sobre rendimiento agrícola (Tn/Ha), sin modificar ni colapsar la estructura de los datos.

Por otro lado, la base en  $t - 1$ , que comprende 54.456 observaciones a nivel de parcela, se utiliza principalmente para extraer el porcentaje de daño y la evaluación del rendimiento sin necesidad de realizar transformaciones adicionales, ya que la estructura en  $t$  define el nivel de análisis (productor  $i$ , o parcela por productor  $p, i$ ). Para el emparejamiento entre  $t - 1$  y  $t$ , se consideran dos versiones de la variable de tratamiento: T1, que toma el valor de 1 si el daño en la parcela en  $t - 1$  supera el 60%, y 0 en el otro caso; y T2, que se define con 1 si la misma parcela y el productor se emparejan en ambos periodos, y que se define con 0 en el otro caso. Este procedimiento permite la comparabilidad entre periodos y, además, permite analizar el efecto de ser elegible para recibir el seguro sobre el rendimiento agrícola.

*Segunda base en t: “Reporte DDS-Último 2023-2024”.*

El procedimiento metodológico basado en la segunda base, “Reporte DDS-Último 2023-2024” (en  $t$ ) se diferencia del análisis previo en que contiene 96.489 observaciones a nivel de parcela y productor, aunque solo incorpora uno de los métodos de evaluación (rendimiento o daño, pero no ambos). Por esta razón, el análisis se centra únicamente en el rendimiento agrícola durante el periodo en  $t$ , reduciendo la muestra a 38.601 observaciones que contienen datos completos de rendimiento. En el caso de los modelos a nivel del productor, se sigue un procedimiento similar al descrito anteriormente, pero debido a la ausencia de datos de daño en esta base, se emplea el criterio de máximo rendimiento registrado en  $t$  para seleccionar la parcela representativa del productor. Como en los análisis previos, la única variable recuperada es el rendimiento agrícola (Tn/Ha) en  $t$ .

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Por su parte, la base de “Datos Rendimiento 2022-2023” (en  $t$ ), que no cambia respecto al anterior caso, mantiene su estructura con 54.456 observaciones a nivel de parcela, sin requerir ajustes en la agregación de datos, ya que la estructura en  $t$  sigue definiendo el nivel de análisis. En este contexto, el emparejamiento entre  $t - 1$  y en  $t$  se realiza sobre 38.601 observaciones a nivel de parcela y 38.460 a nivel de productor. La variable de tratamiento sigue definiéndose en dos versiones: T1, que recibe un valor de 1 si el daño de la parcela en  $t - 1$  supera el 60% (y 0 en el otro caso); y T2, que recibe un valor de 1 si la misma parcela-productor se empareja en ambos periodos (o recibe un 0 en el otro caso). Este diseño metodológico permite garantizar una estimación del efecto del seguro agrícola sobre el rendimiento, dada la disponibilidad de información entre periodos.

## El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

## A2. Estimaciones adicionales

Tabla 2: Modelo 1: Efecto sobre el componente cíclico del PIB departamental (2013-2023)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.	Ciclo PIB Deptal.
Pct. municipios asegurados	4799.244** (2124.859)	3815.977** (1907.415)	3926.130** (1929.671)	3054.589 (2302.424)	2590.081 (2153.174)	1783.505 (2143.890)
Eventos adversos reportados		-1705.616** (656.909)	-1605.626** (675.425)	-1731.408*** (620.794)	-1839.762*** (637.491)	-2243.519*** (621.640)
Ratio has. siniestrada/asegurada			136358.181 (244512.673)	34086.376 (240122.227)	-108692.304 (244607.041)	-8702.961 (256661.735)
Máx. cultivos asegurados				11002.499 (8061.960)	9165.502 (8584.866)	3700.830 (8617.698)
Monto total indemnizado					0.016 (0.012)	0.733** (0.332)
Has. afectadas por granizo						-614.370* (316.099)
Has. afectadas por heladas						-692.977** (312.376)
Has. afectadas por inundación						-668.310** (312.365)
Has. afectadas por sequías						-710.061** (321.576)
Constant	-140572.808* (77401.294)	-25406.095 (72848.924)	-49101.009 (87721.370)	-86292.890 (84372.773)	-78706.024 (81100.788)	-1317.991 (81289.254)
Observations	88	88	88	88	88	88
R-squared	0.053	0.145	0.150	0.165	0.182	0.276
Efectos fijos por departamento	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Errores clusterizados	No	No	No	No	No	No

Nota: Variable dependiente (Ciclo del PIB departamental) expresada en miles de bolivianos de 1990 (INE). Errores estándar robustos en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

**Tabla 5: Modelo 2: Efecto sobre el rendimiento (T2 – BD1)**

	Nivel [Productor, Parcela]			Nivel [Productor]		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Rend. (t./ha.)	Rend. (t./ha.)	Rend. (t./ha.)	Rend. (t./ha.)	Rend. (t./ha.)	Rend. (t./ha.)
Eligibilidad Seguro (T2)	0.045*** (0.008)	0.046*** (0.008)	0.068*** (0.007)	0.051*** (0.008)	0.053*** (0.008)	0.066*** (0.008)
Cochabamba		-0.011 (0.007)	0.052*** (0.008)		-0.018** (0.008)	0.059*** (0.008)
Cebada			0.045** (0.019)			0.072** (0.035)
Maíz			-0.507*** (0.009)			-0.506*** (0.021)
Papa			-0.266*** (0.009)			-0.258*** (0.021)
Trigo			-0.520*** (0.028)			-0.519*** (0.034)
Observaciones	6511	6511	6511	6264	6264	6264
R <sup>2</sup>	0.005	0.005	0.185	0.006	0.007	0.169
Prom. Var. Dep. Comp	0.422	0.422	0.422	0.417	0.417	0.417

Nota: Errores estándar robustos en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

**Tabla 6: Modelo 2: Efecto sobre el rendimiento (T2 – BD2)**

	(1) Rend.	(2) Rend.	(3) Rend.	(4) Rend.	(5) Rend.	(6) Rend.
Eligibilidad Seguro (T2)	0,091*** (0,006)	0,112*** (0,005)	0,066*** (0,004)	0,091*** (0,006)	0,112*** (0,005)	0,065*** (0,004)
Cochabamba		0,304*** (0,005)	-0,045*** (0,004)		0,305*** (0,005)	-0,041*** (0,004)
La Paz		0,619*** (0,006)	0,141*** (0,006)		0,620*** (0,006)	0,139*** (0,006)
Oruro		0,586*** (0,010)	0,362*** (0,006)		0,586*** (0,010)	0,360*** (0,006)
Potosí		0,314*** (0,005)	-0,057*** (0,004)		0,315*** (0,005)	-0,058*** (0,004)
Santa Cruz		1,504*** (0,003)	1,497*** (0,003)		1,503*** (0,003)	1,496*** (0,003)
Tarija		-0,089*** (0,003)	-0,484*** (0,008)		-0,089*** (0,003)	-0,485*** (0,008)
Cañahua			-0,392*** (0,006)			-0,392*** (0,006)
Cebada			0,034*** (0,003)			0,034*** (0,003)
Frejol			0,020*** (0,005)			0,019*** (0,005)
Maíz			0,094*** (0,004)			0,093*** (0,004)
Papa			0,693*** (0,005)			0,694*** (0,005)
Quinoa			-0,223*** (0,005)			-0,222*** (0,005)
Trigo			0,053*** (0,006)			0,049*** (0,006)
Observaciones	38601,00	38601,00	38601,00	38460,00	38460,00	38460,00
R2	0,007	0,166	0,532	0,007	0,166	0,533
Prom. Var. Dep. Comp.	0,525	0,525	0,525	0,526	0,526	0,526

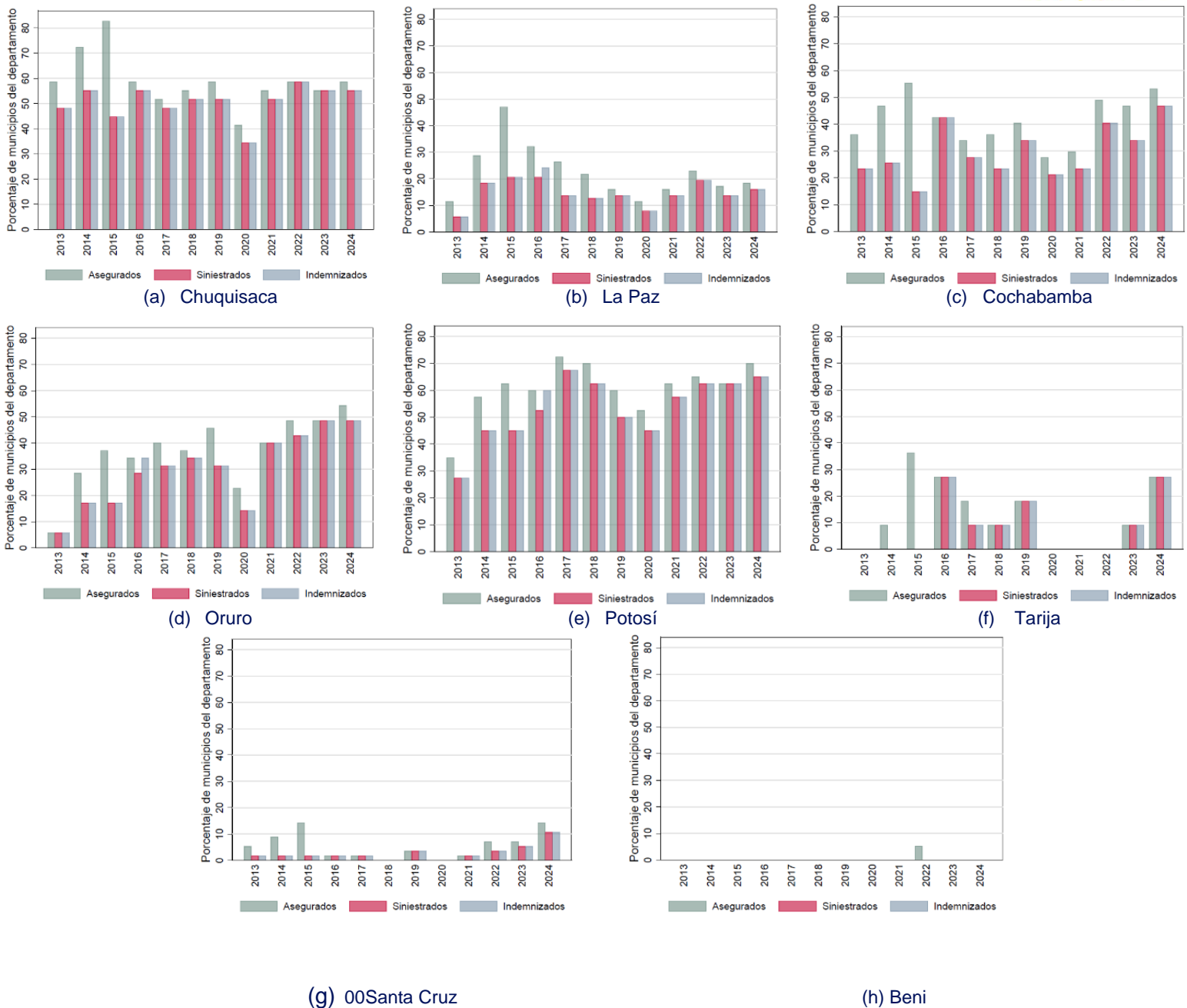
Nota: Errores estándar robustos en paréntesis

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

A3. Gráficos

Figura 2. Departamentos de Bolivia: Municipios Asegurados, Siniestrados e Indemnizados, 2013-2024 (en porcentaje)

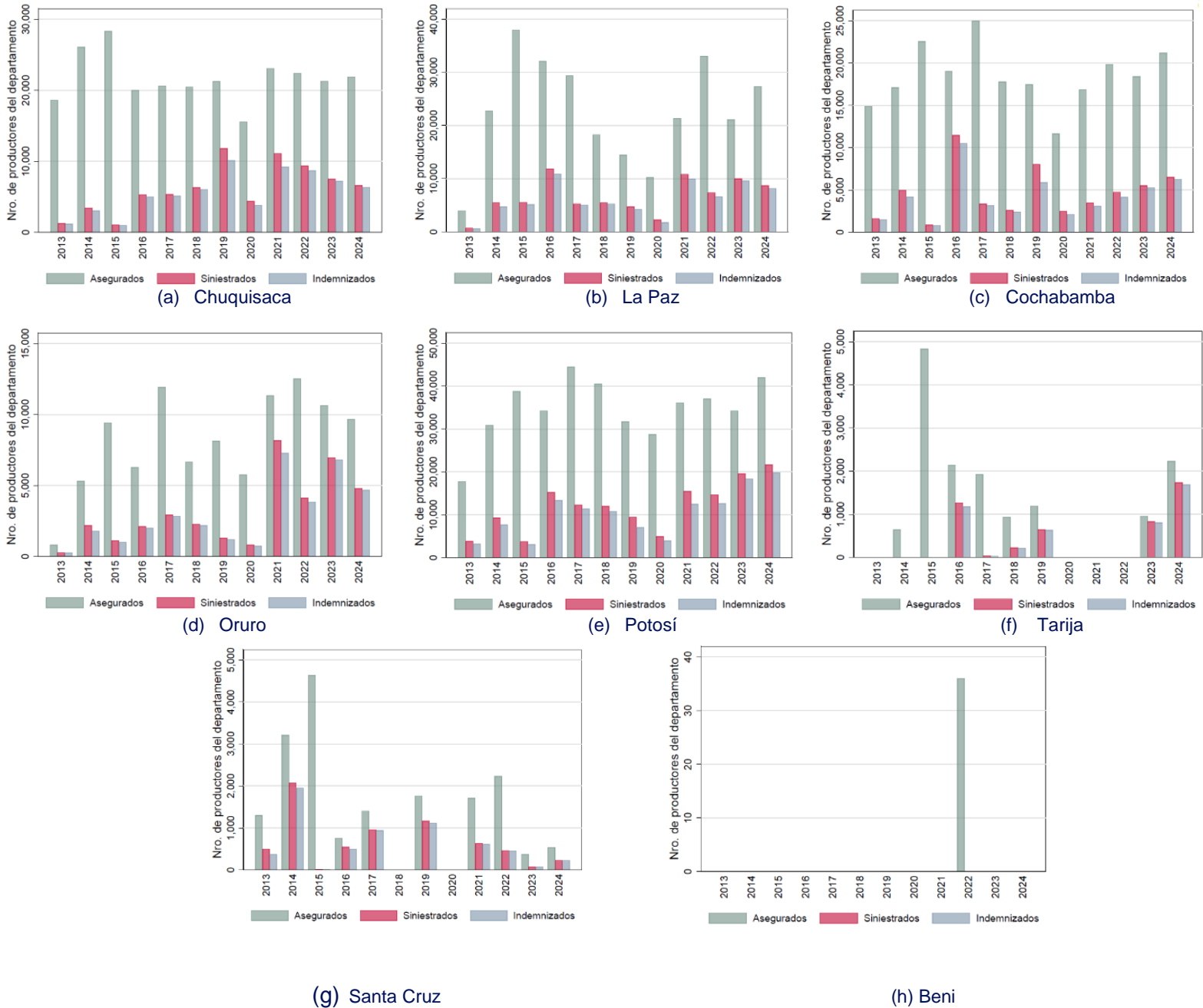


Fuente: Elaboración propia en base a datos del INSA.

Nota: El porcentaje de municipios es calculado tomando el total de municipios del departamento reportado en el Atlas de los ODS en Bolivia (Andersen *et al.*, 2020).

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

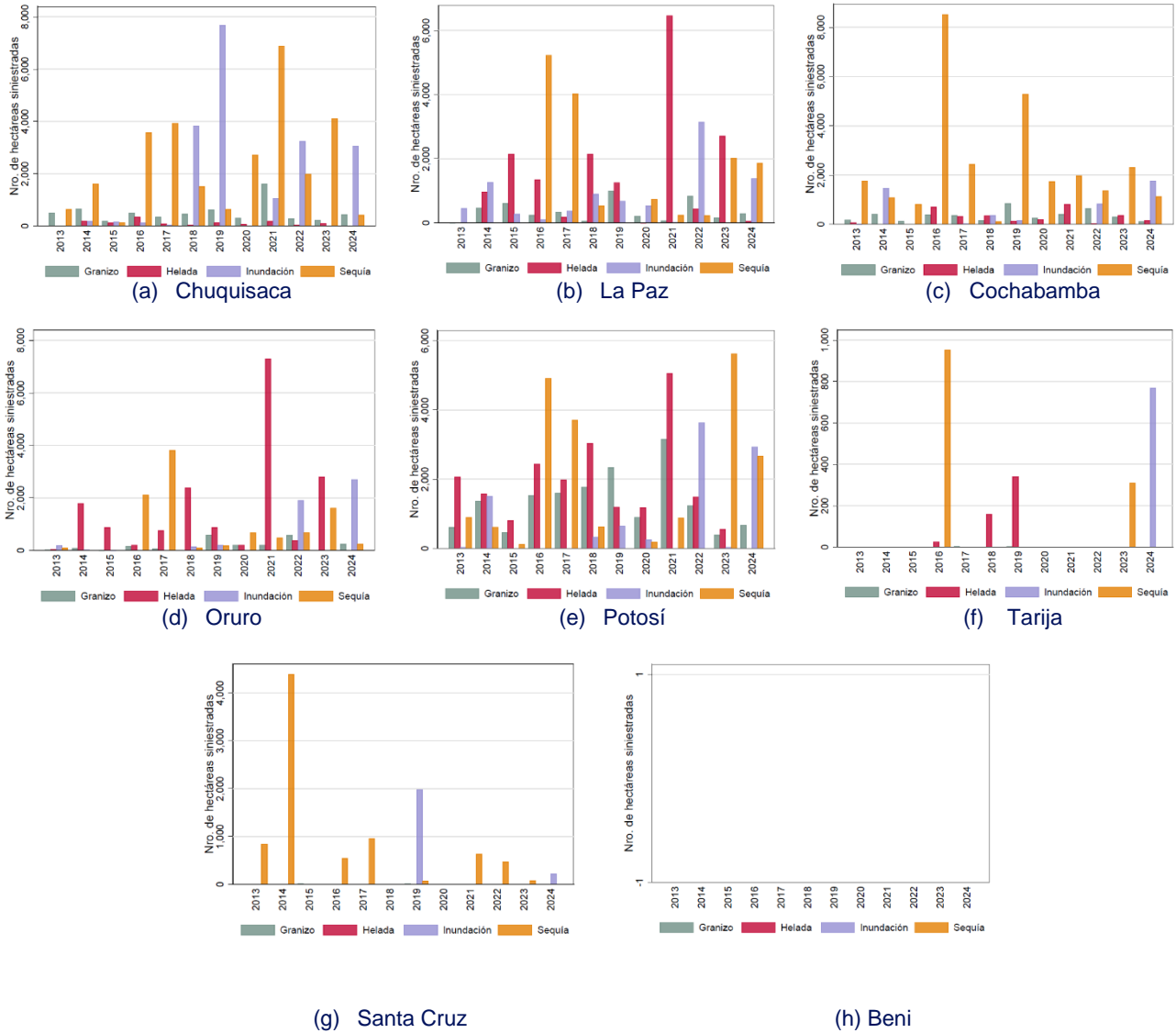
Figura 4: Departamentos de Bolivia: Productores Asegurados, Siniestrados e Indemnizados, 2013-2024 (en número)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INSA.

El Seguro Agrario en Bolivia: Gestión de Riesgos Climáticos y Estabilidad de la Seguridad Alimentaria

Figura 6: Número de Hectáreas Siniestradas por Tipo de Siniestro y Departamento (2013-2024)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INSA.