

Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo



Seguros agrícolas paramétricos: Una revisión de la literatura

Por:

Luis Carlos Jemio M.

Serie Documentos de Trabajo sobre Desarrollo

No. 05/2024

Abril 2024

Las opiniones expresadas en este documento pertenecen al (los) autor(es) y no necesariamente reflejan la posición oficial de las instituciones auspiciadoras ni de la Fundación INESAD (Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo). Los derechos de autor pertenecen al autor y/o a las instituciones auspiciadoras, si las hubiera. El documento solamente puede ser descargado para uso personal.

Seguros agrícolas paramétricos: Una revisión de la literatura¹

Luis Carlos Jemio M.²

La Paz, Abril 2024

Resumen

Los seguros agrícolas basados en un índice climático son una forma innovativa de seguros que se constituye en una alternativa viable para los países de bajos ingresos. Estos seguros están ligados a un índice climático -e.g. el nivel de precipitación, la temperatura, la humedad o el rendimiento de la cosecha- en lugar de una pérdida real. Tal característica permite resolver algunos de los problemas presentados por los seguros agrícolas tradicionales, como ser los altos costos administrativos y los problemas de riesgo moral y selección adversa. Sin embargo, los seguros basados en un índice climático enfrentan desafíos para su implementación, como por ejemplo la falta de información confiable y precisa, los problemas de riesgo de base, o la complejidad en el diseño y la implementación del seguro. En este documento se realiza un análisis de los factores conceptuales y metodológicos que se deben considerar para desarrollar un índice agrícola basado en un índice climático. El análisis del índice es realizado para los productores de quinua en Bolivia. Para tal efecto, además de analizar los factores conceptuales, se estudian casos prácticos desarrollados a nivel internacional, como también casos ocurridos en Bolivia.

Palabras clave: Seguros agrícolas, seguros paramétricos, quinua, Bolivia, mitigación de riesgos

Códigos JEL: D89, G22, Q01, Q14

¹ Esta investigación forma parte del proyecto “*Creating Indigenous Women's Green Jobs Under Low-Carbon COVID-19 Responses and Recovery in the Bolivian Quinoa Sector*” actualmente desarrollado por la Fundación INESAD bajo el patrocinio del programa Economías Inclusivas Sostenibles del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Canadá.

² Investigador Senior de INESAD: lcjemio@inesad.edu.bo

Abstract

Agricultural insurances based on a climate index are an innovative form of insurance that represent a viable alternative for low-income countries. Such insurances are tied to a climatic index (*e.g.* the level of precipitation, temperature, humidity or crop yield) rather than an actual loss. This characteristic makes it possible to solve some problems related to traditional agricultural insurances, such as high administrative costs, moral hazard and adverse selection. However, insurances based on a climate index face challenges for their implementation, such as the lack of reliable and accurate information, base risk problems and complexity in their design and implementation. In this document I analyze the conceptual and methodological factors that must be considered to develop an agricultural index based on a climate index for quinoa producers in Bolivia. For this purpose, in addition to analyzing conceptual factors, I study practical cases developed both internationally and in Bolivia.

Key Words: Agricultural insurance, parametric insurance, quinoa, Bolivia, risk mitigation

JEL Codes: D89, G22, Q01, Q14

I. Introducción

Los seguros basados en índices climáticos se crearon ante la necesidad de desarrollar productos de seguros agrícolas que pudieran ofrecerse a los pequeños agricultores de zonas rurales en países de bajos ingresos. Los intentos por desarrollar seguros tradicionales para sus cosechas no habían tenido el éxito esperado, al no ser estos una opción generalizada: en los países en desarrollo, los mercados de seguros, cuando existen, son muy limitados y no se orientan a las poblaciones pobres.

En estas circunstancias, los seguros basados en índices aparecieron como una alternativa. En este caso están ligados a un índice -por ejemplo el nivel de precipitación, la temperatura, la humedad o el rendimiento de la cosecha- en vez de ligarse a una pérdida real. Esta diferencia permite resolver algunos de los problemas presentados por los seguros agrícolas tradicionales, como ser los altos costos administrativos, el riesgo moral y la selección adversa.

No obstante, a pesar de los avances y esfuerzos realizados en el área conceptual, a la ejecución de varios programas piloto y a la experimentación en varias regiones del mundo, los seguros basados en índices climáticos basados en el mercado no se han desarrollado de forma significativa. Una de las razones son las limitaciones impuestas por la falta de información, dado que las estaciones climatológicas necesarias para obtener la información que permita calcular el riesgo básico y las indemnizaciones son escasas en las zonas rurales de los países en desarrollo.

En este documento se realiza un análisis sobre los aspectos críticos que intervienen en el desarrollo de los seguros basados en índices climáticos basados en el mercado a partir de una revisión de la literatura disponible sobre esta temática.

La sección 2 aborda el rol que cumplen los seguros agrícolas dentro de las estrategias de Gestión de Riesgos Climáticos (GRC) para los pequeños productores agrícolas en países en desarrollo. A su vez, se analizan los problemas que enfrentan los seguros agrícolas tradicionales cuando limitan su desarrollo (*i.e.* los altos costos administrativos y los problemas de riesgo moral y selección adversa).

La sección 3 presenta los seguros basados en índices como una alternativa a los seguros tradicionales que podría resolver los problemas presentados por estos últimos. Se presentan las dos grandes categorías de índices existentes: i) índices que agregan pérdidas de un grupo; ii) índices basados en el clima. También se analizan las ventajas y desventajas que cada uno de estos índices plantea para el desarrollo de los seguros agrícolas.

La sección 4 se centra en el análisis de los seguros basados en índices agrícolas como una alternativa para reducir los costos de la gestión del riesgo. Estos seguros se basan, fundamentalmente, en el empleo de información climática fuertemente correlacionada con la producción agrícola. Así, la información es empleada para estimar el impacto de un fenómeno climático adverso preciso. Adicionalmente, en esta sección se realiza una primera aproximación al concepto de *riesgo de base*, y se explica porque este se constituye en uno de los principales problemas para el desarrollo de los seguros agrícolas basados en índices climáticos.

La sección 5 analiza en mayor profundidad el concepto y las implicaciones del riesgo de base sobre la viabilidad de los seguros a partir de índices climáticos. También se analiza cómo el riesgo de base

afecta la eficacia de un seguro indexado. Más aún, se descompone la covarianza entre el índice y las pérdidas en dos componentes: i) la covarianza entre la causa del siniestro y el siniestro; ii) la covarianza entre el índice y la causa de la pérdida. De este modo se podrán comprender las fuentes principales del **riesgo de base** y se las podrá relacionar con el diseño del seguro.

La sección 6 analiza los tipos de seguros basados en índices climáticos. Hellmuth *et al.* (2009) identifican dos: i) los seguros basados en un índice climático para el desarrollo, y ii) los seguros basados en un índice climático para la ayuda de emergencia. Por otra parte, Global AgRisk Inc. (2010) identifica dos clases generales de productos para los programas de seguros basados en índices climáticos: i) los destinados a hogares y ii) los destinados a agregadores de riesgos. En todos los casos se analizan las características de cada tipo de seguro.

En la sección 7 se analizan las etapas que se deben seguir en el diseño de un seguro paramétrico y las condiciones técnicas que deben cumplirse para su construcción. No existe una única propuesta para ello. Hatch *et al.* (2012), Dinku *et al.* (2009) y Nogales y Córdova (2014) sugieren las siguientes etapas: i) indexación de riesgos climáticos en la zona de interés; ii) cuantificación del riesgo climático; iii) diseño del contrato de seguro. Por su parte, Hellmuth *et al.* (2009) identifican los temas principales a abordar para el diseño de contratos de seguros con base en índices climáticos; concretamente, se refieren a: i) identificar y cuantificar el riesgo; ii) medir los parámetros de los índices; iii) establecer probabilidades; iv) estimar precios. Global AgRisk Inc. (2010) sugiere que, como paso crítico en el diseño, es recomendable realizar un proceso de **evaluación de riesgos** que se base en investigaciones científicas acerca del riesgo climático de una región, y que además estas investigaciones sean complementadas por el conocimiento local, recopilado a través de grupos focales y otras técnicas de entrevista que puedan considerar cualquier dato cuantitativo disponible.

La sección 8 profundiza el análisis de uno de los aspectos más relevantes para el desarrollo de los seguros basados en índices climáticos: la disponibilidad de información meteorológica. Se analizan las cinco características que deben tener las fuentes de datos que evaluar si son adecuadas para estimar el riesgo puro: i) duración de la serie histórica; ii) especificidad espacial; iii) especificidad temporal; iv) integridad y permanencia; v) validez.

En esta misma línea, la sección 9 analiza las diferentes fuentes de información meteorológica que hay disponibles para obtener datos que conduzcan al desarrollo de seguros basados en índices climáticos. La fuente más utilizada es la información generada por estaciones meteorológicas y pluviómetros. Sin embargo, de forma creciente se utilizan datos provenientes de satélites que pueden ser utilizados en la implementación de seguros paramétricos como complemento o alternativa a los datos obtenidos sobre el terreno.

La sección 10 analiza algunos casos relevantes de la experiencia internacional sobre seguros con base en índices climáticos. Existen muchos casos de seguros agrícolas paramétricos que han sido implementados a nivel de experimento piloto; algunos de ellos han sido escalados a un nivel de sostenibilidad de mercado. Son varias las estrategias empleadas para decidir cuál es el mejor enfoque de introducción.

La sección 11 analiza la experiencia en Bolivia sobre seguros con base en índices climáticos y sobre seguros agrícolas en general. Se analizan las experiencias existentes del Seguro Agrario Universal “Pachamama”, creado por el Estado, el Seguro Agrícola Paramétrico “Agro Seguro Soya”, creado

mediante una asociación público-privada, y las propuestas de seguros agrícolas paramétricos realizados por Nogales y Córdova (2014) para los productores de papa y trigo del municipio de Anzaldo, ubicado en el departamento de Cochabamba.

En la sección 12 se analizan las condiciones para el desarrollo de un seguro paramétrico que pueda serle útil a la quinua en Bolivia. El planteamiento se realiza sobre el análisis efectuado en este estudio, incluyendo los aspectos conceptuales y metodológicos acerca de los seguros paramétricos, las experiencias internacionales prácticas y los proyectos de desarrollo de seguros paramétricos en países de bajos ingresos.

Finalmente, la sección 13 presenta las conclusiones más importantes del análisis.

II. Gestión de Riesgos Climáticos (GRC) y seguros agrícolas

En los países en desarrollo las actividades agrícolas han estado históricamente expuestas a riesgos originados por factores climáticos exógenos: periodos de sequías, heladas, excesos de lluvias, etc. Además, actualmente el cambio climático amenaza con provocar eventos extremos más frecuentes y de mayor intensidad (IPCC, 2007), lo que incrementa el riesgo y la inestabilidad tanto en la producción de alimentos como en la generación de ingresos para los productores agrícolas.

Para el caso de los pequeños productores, la variabilidad e imprevisibilidad del clima representa un riesgo que puede limitar gravemente sus alternativas disponibles para la generación de ingresos, lo que condiciona mucho su desarrollo. Según Hellmuth *et al.* (2009), cuando se materializa un fenómeno meteorológico adverso, las poblaciones más pobres son las más vulnerables y las estrategias locales para enfrentarlo se ven frecuentemente desbordadas. En tales casos las poblaciones pobres disponen de escasos medios a los que recurrir y pueden verse obligadas a vender lo poco que tienen para sobrevivir. De esta manera, una vez superada la crisis, se encuentran en una situación peor de la que estaban antes de ocurrir el fenómeno climatológico.

La mayoría de los pequeños productores agrícolas emplean estrategias informales de gestión de riesgos como diversificar sus ingresos, obtener préstamos, vender sus activos, participar en trabajos no agrícolas y participar en programas de ayuda del gobierno y de agencias no gubernamentales (Hardaker *et al.*, 2004; Dercon, 1996; Ellis, 2000). Sin embargo, estos métodos tradicionales de gestión tienen como limitante el denominado “problema de covariabilidad” (Gautam *et al.*, 1994). Se trata de una situación en que las estrategias tradicionales de gestión de riesgos pueden implicar mayores costos. Por ejemplo, adoptar una diversificación de ingresos reduce el ingreso promedio; obtener un crédito en los años de sequía implica reembolsarlo con intereses en el futuro; efectuar una liquidación temporal de activos es costosa debido a la pérdida del patrimonio generado.

Para enfrentar estos problemas, a lo largo de los años se han desarrollado diversos mecanismos de mitigación de riesgos. Algunos son: el desarrollo de variedades de cultivos que toleran la sequía; avances realizados en las prácticas del manejo de suelos que mejoran su capacidad de retención de la humedad; predicciones meteorológicas que se han vuelto más precisas (lo que contribuye a mejorar la planificación de la siembra y a la utilización de insumos); avances en los sistemas de riego (Hellmuth *et al.*, 2009).

Meza *et al.* (2008) sostienen que, en los últimos años, los avances en la ciencia climática han servido para impulsar el desarrollo de nuevas prácticas de GRC. Así, el uso mejorado de información climática en la planificación y gestión de los recursos ha contribuido a lograr avances sólidos en la reducción del riesgo de desastres y en la adaptación al cambio climático.

En este contexto, los instrumentos de transferencia de riesgos (como los seguros agrícolas) han adquirido un rol muy importante en la mitigación de riesgos climáticos. Estos instrumentos constituyen una herramienta adicional en la gestión de riesgos agrícolas. Sin embargo, no son una opción generalizada en los países en desarrollo, donde los mercados de seguros son muy limitados y no se orientan a las poblaciones pobres (Hellmuth, 2009).

Según Collier (2012) el desarrollo de los mercados de seguros agrícolas es complejo, ya que debe considerar tanto aspectos de oferta como de la demanda de seguros. Por el lado de la oferta, en primer lugar, se deben elegir instrumentos financieros que cumplan apropiadamente con la gestión de riesgos, que sean adecuados a la población con la que se esté trabajando y que tomen en cuenta sus particularidades, ya que, en muchos casos, puede representar una primera experiencia para los oferentes de seguros. En segundo lugar, se debe lograr una correcta gestión del riesgo a precios accesibles para un segmento de la población que tiene una capacidad de pago reducida. Por el lado de la demanda, además, se debe tener en cuenta la importancia de crear una conciencia sostenida entre los productores agrícolas sobre los beneficios de las inversiones previsionales y contingentes. Se trata, pues, de en una población que no tiene este conocimiento, o bien lo tiene de forma muy limitada.

II.1. Seguros agrícolas tradicionales

En los **seguros de riesgo agrícola tradicionales**, basados en las pérdidas incurridas en el evento de materialización de un riesgo climático, se realizan pagos en función de las pérdidas sufridas por un asegurado. En muchos aspectos, esta sería la forma más sencilla de asegurarse contra pérdidas causadas por fenómenos climáticos extremos, pues los pagos se basan directamente en las pérdidas experimentadas por el asegurado. Pero esta conexión directa entre la pérdida sufrida por el asegurado y el pago recibido por el asegurador presenta problemas importantes (Global AgRisk Inc. 2010).

En primer lugar, existe el problema de la **selección adversa**. Esta se presenta cuando algunos asegurados potenciales tienen una mayor exposición a las pérdidas que otros. Para ofrecer un producto de seguro basado en pérdidas, la aseguradora debe poder estimar con precisión la distribución de las pérdidas para cada asegurado potencial y así cobrar una prima que refleje, con precisión, la exposición a dichas pérdidas del asegurado potencial. Por lo tanto, a aquellos con un mayor (menor) riesgo de pérdida se les cobraría primas más altas (menores). Pero los datos necesarios para estimar la distribución de las pérdidas para cada asegurado potencial a menudo no están disponibles. Si la aseguradora no puede clasificar con precisión a los asegurados potenciales según su exposición a las pérdidas, el grupo de compradores de seguros estará compuesto desproporcionadamente por aquellos a quienes se les han ofrecido primas que subestiman su exposición a la pérdida real.

Un segundo tipo de problema con los seguros basados en pérdidas es el **riesgo moral**. Este se produce cuando los asegurados realizan actividades no declaradas que incrementan su exposición al riesgo por el mero hecho de haber contratado un préstamo o un seguro. Tales actividades no declaradas pueden exponer al prestamista o asegurador a un nivel de riesgo mayor que el estimado en el cálculo de intereses o en la prima del seguro. El riesgo moral puede controlarse hasta cierto punto con cláusulas que le exijan al asegurado comportamientos específicos de mitigación de riesgos, pero el costo de monitorear y hacer cumplir estas cláusulas puede ser excesivo.

Un último problema con los seguros basados en pérdidas son los muy **altos costos administrativos y de entrega**. El asegurador debe evaluar la exposición a la pérdida (estimar la distribución de la pérdida) de cada solicitante del seguro. Esto a menudo requiere viajar al lugar exacto donde se producirían las pérdidas aseguradas. Mientras la póliza esté vigente, podría ser necesario viajar al lugar de nuevo para verificar que el asegurado cumpla con todas las disposiciones pertinentes de la póliza. Finalmente, en caso de un evento extremo que desencadene el pago del seguro, el asegurador tendrá que viajar de nuevo al lugar para evaluar la magnitud de la pérdida y determinar el pago adeudado al asegurado. Tales costos administrativos y de entrega son bastante altos incluso en los países desarrollados, donde la infraestructura de transporte es buena, donde las aseguradoras tienen acceso a las últimas tecnologías informáticas y de comunicaciones, y donde el valor asegurado de una sola póliza puede ser bastante grande. En cambio, en los países en desarrollo la infraestructura de transporte a menudo no es buena (especialmente en las zonas rurales), las aseguradoras no suelen tener acceso a lo último en tecnologías informáticas y de comunicaciones, y el valor asegurado de una sola póliza puede ser bastante pequeño.

III. Seguros agrícolas basados en índices

Los seguros agrícolas basados en un índice climático, también denominados índices paramétricos, son una forma innovadora de seguros que se constituye como una alternativa viable para los países de bajos ingresos. Estos seguros están ligados a un índice climático -como ser el nivel de precipitación, la temperatura, la humedad o el rendimiento de la cosecha- en vez de ligarse a una pérdida real, como en el caso de los seguros agrícolas tradicionales. Esta característica permite resolver problemas presentados por los seguros tradicionales, como ser los altos costos administrativos y los problemas de riesgo moral y selección adversa. Una revisión de la literatura sobre los seguros agrícolas paramétricos muestra que estos son un instrumento financiero innovador y muy prometedor que podría ayudar a los tomadores de decisiones de países con bajos ingresos a gestionar su exposición a eventos climáticos extremos. No obstante, aunque los fundamentos conceptuales de estos seguros son bastante simples y directos, su aplicación en la práctica ha demostrado ser más compleja.

Según Hellmuth *et al.* (2009) los seguros con base en índices constituyen una herramienta de GRC capaz de ayudar a que las sociedades afronten riesgos meteorológicos presentes y, potencialmente (si se diseñan de forma adecuada), riesgos futuros derivados de los riesgos climáticos. Este tipo de seguros ha sido concebido como un complemento de los diferentes mecanismos que disponen los hogares para la gestión de riesgos, de acuerdo a sus circunstancias.

El desarrollo de un seguro basado en índices debe estar motivado por dos principios: i) el precio del seguro debe fijarse en función del riesgo que se transfiere al asegurador; ii) la indemnización debería tener una correlación alta y positiva con las pérdidas de los asegurados. De lo contrario, no es probable que la compra del seguro beneficie al asegurado, ya que no reduciría efectivamente la volatilidad de sus ingresos.

En principio, un seguro basado en índices podría adaptarse a cada asegurado, pero en la práctica no se dispone de suficientes datos históricos, y aquellos que están disponibles carecen de especificidad espacial; es decir, carecen de la resolución espacial con la que un sistema de datos registra las mediciones necesarias para estimar una distribución de probabilidad única para cada asegurado. Por estas razones, el seguro indexado se basa en un índice generalizable.

III.1. Tipos de índices

Global AgRisk Inc (2010) sostiene que los índices que respaldan los productos de seguros indexados se pueden clasificar en dos grandes categorías: i) índices que agregan pérdidas de un grupo; ii) índices basados en el clima.

En cuanto a la primera categoría, los datos de pérdidas agregadas describen pérdidas incurridas por muchos individuos normalmente situados en la misma área geográfica. El índice de pérdidas de grupo sirve como un *proxy* de las pérdidas de los miembros individuales del grupo (Skees *et al.*, 1997). Además, un contrato de seguro de índice de pérdida agregada puede considerarse como un tipo de póliza valorada. Con estos productos, los datos agregados deben estar en una escala lo suficientemente grande como para reducir la probabilidad de que cualquier individuo asegurado pueda influir significativamente en una indemnización. Así, todos estos productos presentan un menor riesgo moral y una menor selección adversa que los productos de seguros tradicionales.

Por otra parte, un seguro agrícola basado en un índice climático es una forma innovadora de seguro indexado que cubre a los agricultores contra eventos extremos relacionados con el clima. La tecnología del seguro utiliza un *proxy* (o índice) como la cantidad de lluvia, la temperatura o la velocidad del viento para activar el pago de indemnizaciones a los agricultores. Así, el índice ayuda a determinar si los agricultores han sufrido pérdidas derivadas del riesgo asegurado y si, por tanto, deben ser compensados (Banco Mundial, 2010); Tadesse *et al.*, 2015).

Ambos tipos de índices presentan ventajas y desventajas relativas. Los índices de pérdidas agregadas son generalmente más fáciles de desarrollar y de ampliar a escala que los índices basados en el clima. Sin embargo, en los países de bajos ingresos los datos meteorológicos tienden a estar más fácilmente disponibles que los datos de pérdidas agregadas. Además, los datos meteorológicos suelen ser más fáciles de recopilar y menos propensos a la alteración que, por ejemplo, los datos de rendimiento subregionales, que en ocasiones se han ajustado para respaldar agendas políticas (Carter, *et al.*, 2007).

Los índices basados en el clima utilizan mediciones de eventos climáticos altamente correlacionados con las pérdidas del asegurado como base para el pago del seguro. El objetivo del índice no es servir como indicador directo de la pérdida, sino más bien como un predictor o indicador del evento asegurado (por ejemplo, inundación o sequía). Los seguros indexados basados en el clima pueden

compararse con un seguro de contingencia en el sentido de que un evento específico puede desencadenar el pago del seguro. Un índice meteorológico comúnmente utilizado es aquel construido a base de datos sobre precipitaciones registradas por estaciones meteorológicas locales.

Muchas experiencias piloto de seguros basados en índices climáticos han utilizado datos de estaciones meteorológicas. Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo la infraestructura de estaciones meteorológicas es insuficiente para garantizar el funcionamiento de un seguro basado en índices climáticos. Por lo tanto, se necesita una visión más amplia sobre los datos que se pueden utilizar para apoyar a los seguros basados en índices climáticos, incluidas la información satelital y otras formas de datos de percepción remota (Global AgRisk Inc., 2010; Hellmuth *et al.*, 2009).

El seguro basado en índices climáticos de mayor aplicación en los países en desarrollo utiliza un índice de precipitación total para asegurar la pérdida de cosechas por sequías. Otras medidas también sirven como índices basados en el clima. Por ejemplo, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) es una medida de la densidad de la vegetación y se ha utilizado para proporcionar seguros contra sequías. Otro producto utiliza las temperaturas de la superficie del mar (TSM) como predictor de inundaciones extremas en el norte del Perú. Las TSM utilizadas son indicativas para eventos extremos como El Niño, la principal causa de inundaciones catastróficas en aquella región.

IV. Seguros agrícolas basados en índices climáticos

Como ya fue mencionado, los seguros agrícolas basados en índices climáticos surgieron como una alternativa para reducir costos en la gestión del riesgo y se basan, fundamentalmente, en emplear información climática fuertemente correlacionada con la producción agrícola para predecir el impacto de un fenómeno climático adverso preciso. (Nogales y Córdova, 2014). Por lo menos en la teoría, estos seguros resultan económicamente factibles para las aseguradoras del sector privado y son accesibles para los pequeños agricultores.

Además de reducir costos, su sistema agiliza los pagos, pues reduce e incluso evita la venta de activos como último recurso de sobrevivencia de los pequeños productores. La principal ventaja de estos seguros es la rapidez en el pago de las indemnizaciones: no son necesarias las tasaciones dilatadas, pues el pago se basa en información objetiva.

Otra ventaja relevante es que estos seguros reducen la probabilidad de que se produzcan problemas de selección adversa y riesgo moral. Una menor selección adversa para el asegurador ocurre porque la variable monitoreada (el fenómeno climático) impacta de la misma manera a todos los agricultores de un cultivo determinado en una zona geográfica determinada. En el caso del menor riesgo moral para el asegurador, este ocurre porque las condiciones climáticas no pueden ser influenciadas por los agricultores.

Entre las limitantes del seguro está el hecho de que este es un producto nuevo y, quizá por ello, difícil de entender por las partes interesadas. Es necesario, por lo tanto, invertir tiempo y recursos en explicar su funcionamiento. Además, es un seguro que depende de la disponibilidad de datos de buena calidad, aspecto que se constituye en un reto para la mayoría de los países en desarrollo.

No todos los riesgos pueden ser cubiertos mediante seguros con base en índices climáticos. Los riesgos más susceptibles de cobertura son aquellos que presentan una importante limitación para los medios de vida de la población, aquellos que no pueden ser adecuadamente abordados por otras opciones y que presentan una estrecha correlación con un índice que es, a su vez, susceptible de ser medido.

El seguro debe responder, además, a las necesidades de los clientes. Para este efecto, es importante realizar un análisis a la cartera ya existente de productos de gestión de riesgos: a los mecanismos de afrontamiento, a las prácticas de gestión y a las innovaciones técnicas o institucionales ya disponibles, además de que es importante observar las lagunas.

Los seguros con base en índices climáticos pueden aplicarse a una gama muy diversa de riesgos relacionados con la meteorología: sequías, heladas, exceso de lluvias e inundaciones, etc. Sin embargo, no son una solución universal y pueden resultar inadecuados en muchas situaciones, aun si pueden ser una alternativa valiosa en otras.

Las personas disponen de distintos mecanismos para la gestión del riesgo dependiendo de sus circunstancias y características particulares. Los seguros con base en índices no pretenden sustituir a tales opciones, sino que deben desempeñar un papel complementario.

Finalmente, cabe mencionar que los seguros basados en índices son vulnerables al denominado **riesgo de base**. Este surge cuando las indemnizaciones pagadas no se ajustan a las pérdidas reales, ya sea porque se producen pérdidas sin que haya derecho a una indemnización, o porque surge el derecho a una indemnización sin que se hayan producido pérdidas. En caso de presentarse cualesquiera de estas situaciones con demasiada frecuencia, el seguro no será viable y podría incluso perjudicar los medios de vida (Skees, 2008). El diseño del contrato y, sobre todo, la elección de un índice adecuado son de vital importancia para minimizar el riesgo de base. Otros factores que influyen en él son la proximidad del cultivo asegurado a una estación meteorológica y la disponibilidad de datos climáticos (Carriquiry y Osgood, 2008).

V. Riesgo de base

En el contexto de los seguros, la **base** es la diferencia entre la pérdida sufrida por el asegurado y la indemnización recibida. Puede resultar debido a factores como ser las características del contrato (por ejemplo, deducibles o copagos), a errores que ocurren en el proceso de establecer la suma asegurada, o al realizar la evaluación de las pérdidas. Si la base es relativamente pequeña y predecible, como sería el caso de un deducible modesto, generalmente esta no es una preocupación importante para el comprador de un seguro.

Por otro lado, la **variabilidad en la base**, o **riesgo de base**, puede ser una preocupación importante y la principal limitación de un seguro indexado. El riesgo de base crea la posibilidad de que las indemnizaciones no estén altamente correlacionadas con las pérdidas del asegurado. Una fuente del **riesgo de base** son las relaciones imperfectas entre el índice, la causa de la pérdida y la pérdida.

El **riesgo de base** describe la precisión con la que se puede utilizar el índice para estimar las pérdidas del asegurado. Puede representarse, en parte, con la varianza de la distribución condicional de

pérdidas dado un valor específico del índice. Debido a que los datos son insuficientes para capturar las distribuciones condicionales descritas anteriormente, los profesionales han utilizado correlaciones (o covarianzas) entre las pérdidas y el índice para estimarlo.

Los proveedores de seguros indexados requieren estimar la distribución condicional de las pérdidas para un valor específico del índice; es decir, dado un valor específico del índice, estiman cuáles son las pérdidas experimentadas por el asegurado. Luego, los aseguradores diseñan un contrato de seguro basándose en el valor esperado de las pérdidas para cualquier valor del índice. La distribución condicional incluirá los errores asociados con la capacidad del **índice** para estimar la **causa de la pérdida** (e.g. inundaciones) y los errores asociados con la capacidad de la **causa de la pérdida** para predecir las **pérdidas** del asegurado (e.g. tasas de incumplimiento del prestatario) (Global AgRisk Inc., 2010).

Índice ↔ Causa de la pérdida ↔ Pérdidas

En la práctica, las limitaciones de los datos crean dos desafíos importantes con este marco. En primer lugar, la distribución condicional de las pérdidas, dado un valor específico del índice, es única para cada individuo. La capacidad del **índice** para estimar la **causa de la pérdida** cambia dependiendo de la ubicación física del individuo (por ejemplo, qué tan cerca está una granja familiar de la estación meteorológica utilizada como fuente de datos para el índice). Además, la capacidad de la **causa de la pérdida** para predecir las **pérdidas** se ve afectada por diferencias en factores como las actividades comerciales o los medios de vida y las estrategias de mitigación de riesgos. Por ejemplo, algunos negocios o actividades de subsistencia pueden ser menos propensos a sufrir pérdidas por inundaciones y algunos asegurados pueden haber invertido en gravámenes o edificios elevados para reducir su exposición a las inundaciones. Esto es especialmente probable con los productos domésticos, pues cada hogar cultiva diferentes suelos, utiliza diferentes insumos, planta diferentes cultivos, gestiona diferentes carteras de medios de vida, etc.

Miranda (1991) demuestra que el riesgo de base afecta la eficacia de un seguro indexado al utilizar una versión modificada del modelo de fijación de precios de activos de capital de Sharpe-Lintner, o CAPM (Capital Asset Price Model, Sharpe, 1964). El modelo de Miranda describe la relación entre los resultados del rendimiento en una finca determinada y un rendimiento regional agregado espacialmente. Es decir, analiza el caso de un seguro de índice de pérdida agregada. Este modelo puede ser extendido a otros tipos de índices, como los índices climáticos en vez de los rendimientos regionales. De esta forma:

$$(y_{i,t} - E(y_i)) = \beta_i \cdot (I_t - E(I)) + \epsilon_{it}$$

donde y es el rendimiento a nivel de la finca, I es el índice climático seleccionado, i representa a diferentes fincas, t representa diferentes años de cosecha y E es el operador de expectativas. El parámetro β_i muestra cómo las desviaciones del rendimiento de la i -ésima granja con respecto a su valor esperado varían con las desviaciones del índice del clima de su valor esperado y se define formalmente como:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(y_{i,t}, I_t)}{\text{var}(y_t)}$$

El término de error ϵ_{it} captura la parte de las desviaciones del rendimiento de la finca con respecto a las expectativas que no se explican por las desviaciones del índice climático con respecto a las expectativas, con $E(\epsilon_{it}) = 0$ y $\text{cov}(\epsilon_{it}, y_{it}) = 0$.

Por lo tanto, se descomponen las desviaciones del rendimiento de la finca con respecto a las expectativas, $(y_{i,t} - E(y_i))$, en un componente climático covariable, $\beta_i \cdot (I_t - E(I))$, y un componente idiosincrásico ϵ_{it} . Este modelo se utilizó para demostrar que, para una finca determinada, la eficacia de un seguro de índice climático depende del β_i de la finca que, a su vez, depende de la covarianza del rendimiento de la finca y el índice climático elegido. Cuanto mayor (menor) sea la covarianza entre el rendimiento agrícola y el clima, mayor (menor) será el valor de β_i y, por lo tanto, mayor (menor) será la protección de una póliza de seguro de índice climático contra las pérdidas ocasionadas por el clima. Dicho de otra manera, cuanto mayor (menor) sea el valor de β_i , menor (mayor) será el riesgo de base.

Para comprender las fuentes principales del **riesgo de base** y relacionarlas con el diseño del producto, resulta útil desglosar la covarianza entre el índice y las pérdidas en dos componentes: 1) covarianza entre la causa de la pérdida y la pérdida; 2) covarianza entre el índice y la causa de la pérdida.

Con respecto al primer componente, si una causa específica de la pérdida (por ejemplo, una sequía) es responsable de la mayoría de las pérdidas realizadas y existe una relación relativamente predecible entre la medida de la causa de la pérdida (por ejemplo, la gravedad de las sequías) y las pérdidas realizadas, entonces es probable que la covarianza entre la causa de la pérdida y las pérdidas sea alta. Si muchas causas diferentes de pérdida pueden generar grandes pérdidas, o si la relación entre una causa específica de pérdida y las pérdidas realizadas es altamente aleatoria, entonces la covarianza entre cualquier causa específica de pérdida y las pérdidas realizadas será probablemente baja. Esta covarianza entre la causa de la pérdida y la pérdida puede diferir entre individuos.

Con respecto al segundo componente, la covarianza entre el índice y la causa de la pérdida se ve afectada por varios factores. Por ejemplo, el déficit de lluvia en la granja de un hogar asegurado (una causa de pérdida) probablemente no sea perfectamente covariable con el déficit de lluvia medido en la estación meteorológica más cercana (un índice).

VI. Tipos de seguros basados en índices climáticos

No hay un criterio único para clasificar los seguros agrícolas basados en índices climáticos. Hellmuth *et al.* (2009) identifican dos tipos de productos basados en índices climáticos: i) los seguros con base en un índice climático para el desarrollo; ii) los seguros con base en un índice climático para la ayuda de emergencia. Por su parte, Global AgRisk Inc. (2010) identifica dos clases generales de productos para los programas de seguros basados en índices climáticos: i) aquellos destinados a los hogares;

ii) aquellos destinados a los agregadores de riesgos. A continuación, se discuten ambos criterios de clasificación de los seguros agrícolas paramétricos.

VI.1. Seguros paramétricos para el desarrollo y la ayuda de emergencia

Como se dijo anteriormente, Hellmuth *et al.* (2009) identifican dos tipos de productos basados en índices climáticos: i) los seguros con base en un índice climático para el desarrollo y ii) los seguros con base en un índice climático para la ayuda de emergencia.

VI.1.1. Seguros con base en un índice climático para el desarrollo

Los seguros basados en índices climáticos para el desarrollo están diseñados para apoyar la gestión de riesgos climáticos a la vez que tienen una mayor incidencia en determinar si las personas son afectadas por la pobreza. Las personas pobres sufren no solo riesgos directos de fenómenos meteorológicos extremos, sino que también se encuentran en desventaja cuando la climatología es buena, pues el propio riesgo potencial pone un límite a sus oportunidades para prosperar. Es posible, por ejemplo, que las entidades financieras o prestamistas no les concedan créditos, por lo cual ellos no pueden invertir en insumos o activos que les permitan mejorar su productividad en años con clima favorable. La evidencia muestra que los agricultores a menudo sacrifican entre un 10% y un 20% de sus ingresos al utilizar estrategias tradicionales de gestión de riesgos (Gautam *et al.* 1994).

La situación podría cambiar si estas poblaciones tuvieran la oportunidad de contratar un seguro agrícola, ya sea a título individual o colectivo (a través de asociaciones de agricultores, por ejemplo). La disposición de las entidades de crédito a conceder préstamos podría aumentar si supieran que estas poblaciones están cubiertas por un seguro, y los agricultores podrían así optar por invertir para incrementar su productividad. En caso de condiciones meteorológicas adversas y pérdidas de cosechas, recibirían una indemnización.

VI.1.2. Seguros con base en un índice climático para la ayuda de emergencia

Los seguros con base en índices climáticos son utilizados, también, como parte de la cartera de gestión del riesgo de desastres en gobiernos y agencias humanitarias. La reducción del riesgo de desastres enfatiza una preparación anticipada a los desastres para reducir las pérdidas de vidas humanas, los medios de vida y los activos. Los gobiernos y las agencias humanitarias habitualmente encargados de asumir el costo de la respuesta ante desastres de gran envergadura contratan pólizas de seguro basadas en índices climáticos que darán lugar a indemnizaciones cuando un fenómeno meteorológico extremo genere una pérdida. Las ventajas clave de estas pólizas son la rapidez de sus pagos (respuesta rápida) y la posibilidad que brindan de planificar con anterioridad al desastre, sabiendo que habrá fondos disponibles cuando se los necesite.

La integración de este tipo de seguros en las estrategias de gestión de desastres podría servir de ayuda a las personas pobres cuyos medios de vida estén estrechamente ligados a las condiciones climáticas y que, a su vez, corran el riesgo de quedarse atrapadas en la pobreza en caso de sufrir impactos negativos de eventos climáticos adversos. Semejantes personas suelen disponer de activos como animales o herramientas agrícolas que se ven obligadas a vender para superar una crisis, encontrándose después sin los medios necesarios para subsistir (Baulch and Hoddinott, 2000; Barrett *et al.*, 2007; McPeak y Barrett, 2001).

Seguros con base en índices climáticos para el desarrollo y la ayuda de emergencia

	Seguro en base a índice climático para el desarrollo	Seguro en base a índice climático para la ayuda de emergencia
Aplicaciones de desarrollo previstas y actualmente en fase de estudio	Ayudar a los agricultores a salir del nivel de pobreza, eliminando los obstáculos que les impiden mejorar la producción, por ej. facilitando el acceso a créditos para que la producción sea más alta en años de clima "favorable". Gestión directa de riesgos. Protección de las inversiones.	Salvar vidas y medios de vida a través de respuestas más efectivas ante desastres, en cuanto a costos y más oportuna en el tiempo. Una intervención oportuna puede evitar que las personas queden atrapadas en la pobreza.
Grupo objetivo	Pequeños agricultores y jornaleros agropecuarios con posibilidad de crecimiento, o sus proveedores y respaldos económicos; instituciones de la cadena de suministro agropecuaria que trabajan con agricultores. Contrato a nivel meso o micro a nombre de un hogar, un grupo de agricultores, una cooperativa, institución de microcrédito, ONG o empresa de agricultura bajo contrato.	Personas vulnerables ante desastres, en especial aquellas que viven en un estado de pobreza crónica. Contrato formalizado a nivel macro por el gobierno o una agencia humanitaria.
Subsidios	Tema muy debatido. Los subsidios pueden sesgar sustancialmente los incentivos y fomentar la promoción de productos poco efectivos o inadecuados. No obstante, si se utilizan de manera responsable, pueden desempeñar un papel importante para el lanzamiento de nuevos productos.	Sí. Los programas de ayuda tras los desastres son, por definición, subsidiados. Los seguros representan un mecanismo de financiación encaminado a garantizar una utilización más efectiva de esos subsidios.

Fuente: Hellmuth *et al.* (2009).

VI.2. Seguros agrícolas paramétricos dirigidos a los hogares y agregadores de riesgo

Por su parte, Global AgRisk Inc. (2010) identifica dos tipos de productos para los programas de seguros basados en índices climáticos: i) los destinados a los hogares y ii) los destinados a los agregadores de riesgos.

Los seguros basados en índices destinados a los hogares frecuentemente se han diseñado para proteger contra pérdidas de rendimiento de cultivos causadas por riesgos climáticos adversos y se han destinado a los hogares a nivel individual. Sin embargo, también son posibles otros diseños,

como los contratos que protegen de manera general la cartera de medios de vida de un hogar contra un riesgo climático severo específico.

Los agregadores de riesgos son empresas (e.g. prestamistas y miembros de la cadena de valor agrícola) que se ven afectadas negativamente por los riesgos de producción correlacionados a una región geográfica. Por ejemplo, dada la naturaleza correlacionada en el riesgo de una sequía, los prestamistas se ven afectados por la exposición a la sequía de sus prestatarios agrícolas. En el caso de que se produzca la sequía, es probable que muchos prestatarios experimenten dificultades de pago al mismo tiempo. Los productos diseñados para proteger a estos agregadores de riesgos tienen como objeto proteger la solvencia de las empresas y mejorar el acceso a sus servicios. Como analizaremos más adelante, el mercado objetivo para un producto de seguro indexado tiene implicaciones significativas donde las fuentes de datos pueden usarse, potencialmente, para respaldar la oferta del seguro.

Los productos adecuados a estas empresas requieren la evaluación de un evento climático catastrófico a nivel comunitario o regional, mientras que los productos para el hogar requieren una evaluación del evento climático en un punto geográfico específico. Como resultado, el producto agregador de riesgos requiere menos fuentes de datos (por ejemplo, menos estaciones meteorológicas) en una región que los productos para hogares. Como lo demostraron Ali *et al.* (2005), combinar la estimación de varias estaciones meteorológicas tiende a reducir el error en la estimación del evento meteorológico. Por lo tanto, debe reducirse el riesgo de base asociado con los desajustes entre la causa de la pérdida y el índice (causa de la pérdida \leftrightarrow índice). En resumen, los productos agregadores de riesgos deben requerir una infraestructura de estaciones meteorológicas menos desarrollada y aumentar sus oportunidades para productos basados en satélites.

VII. Etapas en el diseño de un seguro paramétrico

La escasez de datos sobre pérdidas en los países de bajos ingresos lleva a la pregunta de cómo empezar a diseñar un seguro de riesgo agrícola. Debido a que el seguro de índice climático basa sus indemnizaciones en la medida de un evento climático, un punto de partida apropiado es identificar qué riesgos climáticos son de mayor preocupación en la región. Este enfoque se centra en los tipos de riesgos que se pueden asegurar con el seguro de índice climático; también contempla la posibilidad de que el riesgo climático cause más de un tipo de pérdida.

Algunos autores consideran que el diseño de un seguro basado en un índice climático y las condiciones técnicas para su construcción pueden ordenarse en tres etapas (Hatch *et al.*, 2012; Dinku *et al.*, 2009; Nogales y Córdova, 2014):

- La indexación de riesgos climáticos en la zona de interés.
- La cuantificación del riesgo climático.
- El diseño del contrato de seguro.

Según Nogales y Córdova (2014) la **indexación del riesgo climático** consiste en identificar y cuantificar una o más variables climáticas que presenten un alto grado de correlación con el rendimiento de los cultivos en una zona determinada (Burke *et al.*, 2010). La cuantificación de esta(s)

variable(s) se constituye en el índice climático, que representa el rendimiento de los cultivos y permite monitorearlos indirectamente y a través de estaciones meteorológicas. El índice climático puede ser definido, por ejemplo, con la precipitación pluvial acumulada durante todo el ciclo agrícola, o en una determinada parte, o en determinadas etapas del ciclo agrícola; o bien puede definirse con la temperatura máxima o mínima registrada en un periodo determinado.

La indexación de riesgos climáticos requiere identificar y analizar la relación histórica entre un cultivo determinado y las condiciones climáticas a las que este ha sido expuesto. Hatch *et al.* (2012) identifican tres elementos fundamentales con los que se debe contar para este fin: i) una serie histórica completa y de alta periodicidad de las condiciones climáticas en la zona del cultivo; ii) las características fenológicas del cultivo en cuestión; iii) series históricas de los rendimientos de los cultivos. Estos tres elementos deben tener características particulares y bien definidas para servir de base en la construcción de un seguro basado en índices climáticos (Nogales y Córdova, 2014). A continuación se analizan tales características.

- i) **Serie histórica de condiciones climáticas.** Es fundamental contar con una correcta medición de las condiciones climáticas en la zona de interés para calcular el índice climático. Frecuentemente, en países en vías de desarrollo, el monitoreo de condiciones meteorológicas a nivel local es aún rudimentario. En la medida en que no se cuente con un sistema centralizado de información meteorológica, se deberán tomar en cuenta únicamente estaciones oficiales para la construcción del índice (Hatch *et al.* 2012).
- ii) **Características fenológicas del cultivo.** La determinación y posterior construcción de un índice climático adecuado requiere identificar y medir el efecto que tienen diferentes condiciones climáticas sobre el desarrollo biológico natural del cultivo de interés. Los periodos del ciclo vital del cultivo se denominan **etapas fenológicas** y se dividen de acuerdo a la manifestación de cambios visibles en el cultivo (Nogales y Córdova, 2014). Bajos niveles de precipitación pluvial pueden provocar **estrés hídrico**; es decir, un perjuicio al rendimiento del cultivo por la falta de humedad. Así, la selección de un índice climático adecuado requiere analizar la relación entre las condiciones climáticas y el rendimiento del cultivo de manera diferenciada según las distintas etapas fenológicas. El Anexo 1 presenta los estados fenológicos de la quinua (Pinto, 2015).
- iii) **Serie histórica de rendimientos de los cultivos.** Para identificar el índice climático adecuado, la información histórica sobre las condiciones climáticas y la fenología del cultivo de interés deben ser contrastadas con la información histórica de los rendimientos del cultivo. En países en vías de desarrollo, el histórico de rendimientos, de existir, es comúnmente de muy corta duración y de calidad rudimentaria (Osgood, 2007). Para paliar esta deficiencia, existen modelos de simulación agro biológica que permiten crear rendimientos sintéticos de cultivos y son elaborados por FAO (Osgood, 2007; Raes, 2009).

La segunda etapa en el diseño de un seguro basado en un índice climático, según Nogales y Córdova (2014), contempla la **cuantificación del riesgo climático**. Una vez determinado el índice climático

adecuado para representar el rendimiento del cultivo, la distribución y el riesgo de este último se aproximan con la distribución y el riesgo propios del índice climático. Es decir, las probabilidades de obtener un rendimiento determinado están, por construcción, estrechamente vinculadas a las probabilidades de que el índice climático tome determinados valores. Matemáticamente, esto se explica por el hecho de que la indexación del riesgo climático crea una biyección entre el rendimiento del cultivo y las condiciones climáticas. Entender el comportamiento del índice se torna en una condición necesaria y suficiente para entender el comportamiento del cultivo (Nogales y Córdova, 2014).

Finalmente, el **diseño del contrato de un seguro** basado en índices climáticos, según Nogales y Córdova, debe tener los siguientes componentes: i) la ventana de siembra, ii) el disparador de siembra, iii) el gatillo o disparador del seguro, iv) la tasa de pago o *tick*, v) el pago máximo (Global AgRisk Inc., 2010, 2011; Osgood *et al.*, 2007; Hatch *et al.*, 2012).

La **ventana de siembra** es el periodo en el cual el productor realiza la siembra y le da inicio a la póliza del seguro. Este periodo es normalmente definido según las prácticas agrícolas propias de la zona de interés y el cultivo que se busca asegurar. El **disparador de siembra** es el periodo en el que el productor realiza efectivamente la siembra, lo que marca el inicio para el seguimiento del índice climático. El **gatillo o disparador del seguro** es el valor del índice climático a partir del cual un reembolso debe hacerse efectivo. El valor del gatillo debe representar el nivel de rendimiento del cultivo a partir del cual el productor requiere una compensación. La **tasa de pago o tick, T**, se define como el ritmo de crecimiento de los reembolsos en función a la disminución de los valores del índice. Esta tasa se puede interpretar, entonces, como el pago que debe realizar la aseguradora por unidad de índice climático perjudicial. Finalmente, el **pago o reembolso máximo** es el pago que debe ejecutar la aseguradora una vez que el índice climático haya alcanzado un nivel aceptable predefinido. Puede estar asociado a un rendimiento nulo del cultivo o bien a un rendimiento positivo pero insuficiente para la cobertura de costos de cosecha. El pago máximo en sí mismo puede ser también el objeto de negociaciones entre el oferente y el demandante del seguro.

Por su parte, Hellmuth *et al.* (2009) identifican los temas principales que se deben abordar para el diseño de contratos de seguros con base en índices climáticos. De manera concreta se refiere a:

- Identificar y cuantificar el riesgo.
- Medir los parámetros de los índices.
- Establecer probabilidades.
- Estimar precios.

De acuerdo con este enfoque, para el diseño de los contratos, en primer lugar **se debe identificar y cuantificar el riesgo**. Es necesario, pues, determinar qué riesgos han de ser abordados y cómo hacerlo mediante la utilización de un índice. La cuestión no es cómo cubrir todos los riesgos, sino qué riesgos son más susceptibles a ser cubiertos con una herramienta financiera, y cuándo esta herramienta resulta (desde un punto de vista económico) más eficaz que otras opciones.

Un riesgo “adecuado” y susceptible a ser cubierto por un seguro basado en índices climáticos es aquel que presenta una importante limitación para los medios de vida, que no puede ser adecuadamente abordado por otras opciones y que presenta una estrecha correlación con un índice que es, a su vez, susceptible de ser medido. Es importante recordar que muchos riesgos no pueden

ser cubiertos por seguros con base en índices climáticos. El seguro debe responder, además, a las necesidades y exigencias de los clientes.

En segundo lugar, es necesario **medir el parámetro** utilizado como índice con datos fiables y no susceptibles a manipulación. Las mediciones han de realizarse cerca de las ubicaciones aseguradas, de manera que reflejen fielmente las condiciones meteorológicas de la ubicación. Para un contrato de seguro con base en un índice de precipitación, los datos suelen obtenerse de una estación meteorológica. Los requisitos son que la estación esté gestionada por el servicio nacional de meteorología o por un proveedor privado fidedigno que cumpla con estándares de medida internacionales, como aquellos estipulados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La estación debe estar bajo llave y, de ser posible, debe estar automatizada. Para que el seguro sea viable, los agricultores asegurados deben estar ubicados cerca de las estaciones. Sin embargo, la realidad es que hay pocas estaciones de este tipo, especialmente en regiones del mundo donde los seguros con base en índices climáticos podrían ser de mayor utilidad para el desarrollo y la ayuda de emergencia. Este aspecto debe abordarse con urgencia, pues actúa de limitante crítico para la ampliación de estos seguros.

En tercer lugar, el desarrollo de un índice “adecuado” requiere **establecer probabilidades** asociadas a un riesgo dado. Por lo general, establecer estas probabilidades depende de los conjuntos de datos extensos (que deben ser de una calidad aceptable y permitir una estimación fiable de la probabilidad de un evento extremo), del nivel de vulnerabilidad y exposición, y de las pérdidas provocadas. Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la ampliación es la limitada disponibilidad de datos -tanto históricos como actuales- y las maneras en que se puede salvar esta carencia de datos.

Un enfoque habitual denominado “análisis histórico de costos” (*historical burning cost analysis*, en la terminología de seguros) es extremadamente transparente y fácil de comunicar hacia las partes interesadas. A efectos de este análisis, la distribución probabilística del parámetro indexado se calcula por completo al tener en cuenta medidas históricas. Por ejemplo, para un índice de precipitación se utilizan los datos de pluviómetros de varias décadas anteriores y así se representa un conjunto de posibles eventos de lluvia que posteriormente se utilizarán para calcular las posibles indemnizaciones.

Finalmente, el **precio de los seguros** refleja las probabilidades de que surjan las indemnizaciones, que a su vez dependen de la probabilidad de que ocurran los eventos meteorológicos adversos reflejados en el índice. Estas probabilidades deben ser evaluadas con exactitud, de manera que los precios sean justos tanto para los vendedores como para los compradores, y para que así reflejen adecuadamente el costo de transferencia del riesgo.

Puesto que se busca obtener un producto para comercializarlo en el mercado libre, es evidente que será fundamental para la ampliación conseguir un precio factible. Pero la negociación de precios es una labor difícil dado el elevado grado de incertidumbre que gira en torno a las probabilidades, así como también por la enorme presión que existe para que se ofrezcan productos de gran cobertura a un precio bajo.

Global AgRisk Inc. (2010) sugiere que, como paso crítico en el diseño de un seguro basado en índices climáticos, es recomendable realizar un proceso de **evaluación de riesgos** que se base en investigaciones científicas sobre el riesgo climático de una región, y además recomienda que estas

investigaciones sean complementadas con el conocimiento local recopilado a través de grupos focales y otras técnicas de entrevista para considerar cualquier dato cuantitativo disponible.

La **evaluación de riesgos** permite identificar los principales riesgos que afectan a los hogares y las empresas, y a su vez permite desarrollar sistemáticamente modelos para comprender el riesgo.

El proceso de evaluación de riesgos opera bajo la afirmación de que el riesgo climático (y las pérdidas resultantes) ocurren en un sistema grande que es afectado por muchos componentes: estrategias de medios de vida de los hogares, geografía, patrones climáticos, dinámica demográfica, crecimiento de la industria, valores culturales, etc. Este proceso incluye evaluar cómo los hogares y las empresas “pagan” en realidad por el riesgo. Los hogares “pagan” directamente cuando un evento de riesgo catastrófico causa pérdidas de rendimiento, de ingresos, de activos o aumentos en los costos; sin embargo, también “pagan” indirectamente por el riesgo catastrófico al renunciar a otras oportunidades de negocio, pues los riesgos son demasiado altos.

La evaluación de riesgos identifica dónde las estrategias de gestión de riesgos existentes son ineficaces y/o ineficientes para mitigar el riesgo catastrófico. Por lo tanto, identifican dónde un seguro basado en índices podría tener una oportunidad de desarrollo.

A medida que se obtiene una mayor comprensión del riesgo en el contexto local, es probable que surjan temas que orienten las prioridades en el desarrollo de los productos. Por ejemplo, las evaluaciones de riesgos identificarán periodos críticos en los que el mercado objetivo sea más vulnerable a riesgos climáticos específicos, con lo cual los productos que se desarrollen deberán priorizar aquellos riesgos en su cobertura.

El conocimiento local puede utilizarse para superar, parcialmente, las limitaciones de datos que existen en muchos países de bajos ingresos. El seguro indexado se diseña utilizando datos cualitativos sobre el índice y su relación con las pérdidas del mercado objetivo. Si bien es posible que no se pueda validar completamente este aspecto en el diseño del seguro indexado con datos cuantitativos, el proceso de desarrollo del seguro (indexado con la participación de las partes interesadas locales) aumenta la relevancia de este producto para el mercado objetivo y reduce la probabilidad de generar malentendidos acerca de su propósito.

La evaluación de los riesgos climáticos es un proceso muy diferente al realizado en otras áreas científicas de la investigación económica. En estas últimas, se tiende a prescindir de los valores extremos (*outliers*), que en el análisis de riesgos climáticos son considerados como las observaciones más importantes. Por ejemplo, cuando los escasos datos disponibles sugieren que un evento puede ser un caso extremo, las aseguradoras normalmente utilizarán cualquier información disponible para aprender más sobre este evento. Aun así, los datos disponibles suelen consistir en muestras pequeñas, lo que puede causar grandes errores de estimación. Por esta razón, los aseguradores intentan comprender el evento más allá de las simples relaciones estadísticas, y se benefician de la investigación realizada por científicos de otras disciplinas (por ejemplo, del análisis del crecimiento de las plantas, de modelos de circulación climática, y de datos de encuestas sobre medios de vida de los hogares), aunque los objetivos de los aseguradores sean muy diferentes a aquellos de los científicos que recopilan y reportan los datos básicos.

VIII. Series históricas de condiciones climáticas

La información es uno de los aspectos de mayor relevancia para el desarrollo de un sistema de gestión de riesgos y de un sistema de seguros basado en índices climáticos que esté destinado a la actividad agropecuaria. Sin información no es posible diseñar coberturas técnicamente adecuadas y comercialmente viables.

Para desarrollar, en la práctica, un producto de seguro indexado, se requieren suficientes datos cuantitativos para: 1) evaluar y determinar el valor del riesgo y del seguro, con base en la frecuencia y la magnitud esperadas de las indemnizaciones; 2) servir como índice para calcular el pago del seguro.

Para fijar el precio del seguro de manera sostenible se debe estimar, con precisión, el valor esperado de los pagos -también llamado **riesgo puro o prima pura**- de una póliza de seguro. Para hacer esto, primero se debe ajustar una distribución de probabilidad a los datos meteorológicos históricos durante el período de cobertura. De este modo se describirá la frecuencia y gravedad de un evento en términos de probabilidad. En ocasiones, la distribución de probabilidad se puede estimar utilizando una distribución conocida (e.g. la gaussiana), o utilizando procedimientos de suavizado central en la distribución empírica de las observaciones meteorológicas.

Los requerimientos de datos para estimar el **riesgo puro** y calcular los pagos de seguros serán determinados por las características del evento climático y el entorno físico en el que ocurre el evento. En particular, las necesidades de datos están determinadas, en gran medida, por las ocurrencias (patrones) espaciales y temporales del riesgo climático. Los diferentes riesgos climáticos tienden a seguir diferentes patrones espaciales y temporales que varían según la región. Estos patrones tienen una influencia directa en las necesidades de medición de datos.

Una condición básica para un seguro basado en índices es que el evento climático debe resultar en pérdidas correlacionadas; por lo tanto, debe existir alguna correlación espacial para cualquier evento climático adecuado para el seguro indexado. Aun así, estos patrones pueden diferir según el tipo de fenómeno meteorológico y la región: el exceso de lluvia normalmente presentará un patrón espacial diferente al de la sequía.

Según Global AgRisk Inc. (2010), hay cinco características de las fuentes de datos que permiten evaluar si son adecuadas para estimar el riesgo puro: i) duración de la serie histórica; ii) especificidad espacial; iii) especificidad temporal; iv) integridad y permanencia; v) validez.

Duración de la serie. La duración de las series de tiempo determina qué tan bien se puede estimar una distribución. Un punto de referencia general para los seguros indexados es de, al menos, 30 años de datos. Si bien este estándar es un tanto arbitrario, contiene algunas implicaciones para comprender la distribución de una variable climática.

Ha surgido un número creciente de sistemas de datos alternativos para reemplazar o complementar los datos de series temporales cortas. Algunas formas de datos satelitales, como el **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)**³, se desarrollaron a finales de los años 1970 y

³ NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada). Es el más común de varios índices de vegetación derivados de observaciones en imágenes de percepción remota. Se basa en la relación entre la cantidad de luz

principios de los años 1980 y, por lo tanto, han generado una serie de datos de series temporales que pueden ser adecuadas para estimar distribuciones. Los datos de reanálisis (un término utilizado para describir productos que combinan datos meteorológicos de muchas fuentes, Peña N., (2000) se utilizan a menudo para complementar series temporales cortas de datos de estaciones meteorológicas.

Especificidad espacial. La especificidad espacial describe el nivel de detalle con el que un sistema de datos puede evaluar el riesgo climático de cierta región. Los requisitos espaciales para el riesgo climático dependen de la correlación espacial del evento. Para fuentes de datos terrestres -como estaciones meteorológicas-, la especificidad espacial se refiere a la distancia entre estaciones meteorológicas. Para datos satelitales, la especificidad espacial es el nivel de resolución del índice. Por ejemplo, el NDVI suele medirse utilizando píxeles que representan áreas de aproximadamente 1 km².

La especificidad espacial tiene implicaciones significativas para el riesgo de base y es, probablemente, la mayor limitación para la escalabilidad de los seguros indexados. Muchas regiones del mundo tienen infraestructuras de estaciones meteorológicas muy poco desarrolladas.

Especificidad temporal. La especificidad temporal se refiere a la frecuencia con la que un sistema de datos registra las mediciones. Tiene implicaciones importantes para estimar algunos fenómenos meteorológicos y para asignar el índice a las pérdidas. La especificidad temporal de algunos sistemas de datos puede ser inadecuada para capturar ciertos riesgos climáticos.

Muchas regiones se ven limitadas por estaciones meteorológicas que reportan datos con muy poca frecuencia -por ejemplo, quincenalmente o mensualmente-. Vale la pena repetir que las exigencias de especificidad espacial y temporal de un índice dependen específicamente de la ocurrencia espacial y temporal del evento climático y del tipo de contrato diseñado.

Integridad y permanencia. Los valores faltantes en una serie de datos pueden ocurrir por muchas razones: disturbios civiles, pérdida de fondos para servicios meteorológicos, errores humanos, etc. Los valores faltantes se pueden estimar utilizando métodos estadísticos como la interpolación o el uso de otras fuentes de datos. A veces faltan datos debido a un evento catastrófico (por ejemplo, una inundación destruye una estación meteorológica). Tratar con datos faltantes en estos casos es problemático. Las observaciones de eventos extremos son muy importantes para estimar la cola de

reflejada (reflectancia) y la superficie terrestre en dos regiones del espectro electromagnético: luz roja e infrarroja (infrarrojo cercano). Valores bajos de luz reflejada en el color rojo, combinados con una alta reflexión en el infrarrojo, indican una mayor actividad fotosintética o una mayor cantidad y densidad de plantas verdes.

El NDVI se calcula a partir de imágenes de satélite y de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

donde:

NIR: luz reflejada en el espectro del infrarrojo cercano.

RED: luz reflejada en el rango rojo del espectro.

la distribución de probabilidad, pero los métodos estadísticos utilizados para reemplazar los valores faltantes tienden a subestimar los valores extremos.

Validez. Confiar en la validez de los datos es importante, tanto para los aseguradores como para los usuarios objetivo. Idealmente, los datos históricos deben ser recopilados por una institución que no se verá presionada a alterar los valores de los datos. De modo usual, las asociaciones meteorológicas nacionales pueden cumplir esta función de manera suficiente, pero a veces el mercado objetivo puede preferir una fuente de datos alternativa.

Los aseguradores también deben considerar los posibles efectos del cambio tecnológico en los valores de los datos. Por ejemplo, los nuevos pluviómetros pueden proporcionar datos con mayor regularidad y precisión que aquellos con una tecnología más antigua. Asimismo, muchas de las tecnologías basadas en satélites se actualizan periódicamente y se debe tener cuidado para garantizar que los datos utilizados a lo largo de las series temporales sean consistentes.

IX. Fuentes de datos

En esta sección se analizan las diferentes fuentes de información meteorológica disponibles para obtener los datos necesarios para desarrollar seguros con base en índices climáticos. La fuente más utilizada es la información generada por estaciones meteorológicas y pluviómetros. Sin embargo, de forma creciente se han estado utilizando datos provenientes de satélites que podrían ser utilizados en la implementación de seguros paramétricos como complemento o alternativa a los datos obtenidos sobre el terreno.

IX.1. Estaciones meteorológicas y pluviómetros

Los datos de las estaciones meteorológicas (o pluviómetros⁴) han sido hasta ahora la fuente principal de datos para los programas de seguros basados en índices meteorológicos. Es necesario que las mediciones sean realizadas cerca de las áreas aseguradas, de manera que reflejen fielmente las condiciones meteorológicas de esa ubicación. Este requisito es relativamente fácil de cumplir en los proyectos piloto, pero con los proyectos a gran escala aumenta la dificultad. Otro requisito importante es que la estación esté gestionada por el servicio nacional de meteorología o por un proyecto privado confiable.

Sin embargo, la infraestructura de las estaciones meteorológicas en muchas regiones del mundo está muy subdesarrollada y puede ser insuficiente para respaldar productos de seguros indexados basados en datos de las estaciones meteorológicas.

El Centro Nacional de Datos Climáticos (*NCDC*, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos archiva datos de estaciones meteorológicas como parte del Programa de Vigilancia Meteorológica Mundial

⁴ Un pluviómetro es un dispositivo que se utiliza para medir la lluvia y que puede ser mucho más pequeño y menos costoso que una estación meteorológica. Las estaciones meteorológicas también pueden medir las precipitaciones a través de un pluviómetro, pero también pueden medir otras variables meteorológicas como la temperatura y la velocidad del viento.

de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Esta fuente de datos revela una cobertura muy limitada de estaciones meteorológicas en algunos países y regiones del mundo⁵.

Los datos disponibles del *NCDC* (y otros) indican que la infraestructura de las estaciones meteorológicas está subdesarrollada en muchas regiones, especialmente en África, hasta un punto que probablemente impide o limita el desarrollo de seguros basados en índices meteorológicos que se valen de estaciones meteorológicas. El costo de compra, instalación y mantenimiento de nuevas estaciones meteorológicas indica que estos costos pueden ser bastante elevados, si el único propósito es respaldar un programa de seguros de índice climático. Una inversión de varios miles de dólares por estación podría tardar años en recuperarse, si se consideran los pagos de primas de los hogares pobres de las regiones rurales a las que prestaría servicio la estación meteorológica. Sin embargo, vale la pena señalar que los sistemas que proporcionan datos meteorológicos disponibles públicamente son bienes públicos que pueden proporcionar a los países muchos beneficios positivos más allá del potencial de un programa de seguros basado en índices climáticos.

IX.2. Sensores remotos

Los datos provenientes de satélites pueden ser utilizados en los seguros paramétricos como complemento o alternativa a los datos obtenidos sobre el terreno. Es más, los datos de detección remota presentan varias ventajas. Son datos independientes y no susceptibles a la manipulación, y además abarcan grandes extensiones del planeta en tiempo casi real. Estos datos y sus productos derivados son fáciles de obtener a través de Internet. No constituyen, sin embargo, medidas directas; sino medidas por *proxy* de lluvia o vegetación, por ejemplo, lo que significa que conllevan un cierto grado de incertidumbre. La mayoría de los datos satelitales son “relativamente gruesos”; es decir, tienen una escasa calidad y baja resolución. Los satélites de mayor resolución no suelen tener cobertura global y, por lo general, son muy recientes. Muchos satélites se despliegan para proyectos de investigación temporales, por lo que la recopilación de datos a largo plazo no forma parte de sus programas.

Teniendo en cuenta estas limitaciones, la detección remota puede ofrecer grandes posibilidades si se dedican esfuerzos en investigar, validar y mejorar los productos. Los datos remotos pueden ser de especial utilidad cuando se combinan con información de otro tipo. Además, ofrecen una valiosa opción de respaldo en caso de un fallo en la estación ubicada sobre el terreno durante la vigencia de un contrato.

⁵ El *NCDC* mantiene al menos dos fuentes de datos recopilados de estaciones meteorológicas en todo el mundo. Se puede acceder a los datos de superficie del Resumen global del día (*GSOD*) en <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/>.

Se puede acceder a los datos diarios de la Red Global de Climatología Histórica (*GHCN*) en <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/index.php?name=data>.

Estos archivos de datos se encuentran entre las fuentes más completas de datos meteorológicos disponibles públicamente en el mundo.

IX.3. Simulación de sistemas agrícolas

Las simulaciones de sistemas agrícolas son modelos que pueden utilizarse para generar índices que presenten una mayor correlación con el rendimiento de cultivos que los índices de lluvia por sí solos. Esto se debe a que reflejan mejor la situación “real”, donde el rendimiento depende no solo de la cantidad de lluvia, sino de las interacciones entre las condiciones meteorológicas, la relación dinámica del suelo, el agua y los nutrientes, y la gestión y el funcionamiento fisiológico de los cultivos. Una mayor correlación reduce el **riesgo de base**, por lo cual estos modelos resultan atractivos para los encargados de diseñar contratos de seguros paramétricos. Se puede mejorar la precisión incorporando, en la simulación, datos de detección remota de la vegetación o de la humedad del suelo. La simulación de sistemas agrícolas ofrece una diversidad de herramientas de distinta complejidad, desde modelos sencillos de equilibrio hídrico, como el índice de satisfacción de las necesidades hídricas (*WRSI*) de la FAO, hasta modelos más sofisticados basados en procesos como el Sistema de Apoyo a las Decisiones para la Transferencia de Agrotecnología (*DSSAT*).

La simulación agrícola puede también ser útil en la simulación de vínculos entre el índice y el riesgo, así como también sirve para entender el papel que podría desempeñar el seguro como una opción más para la cartera de gestión de riesgos.

X. Experiencias internacionales sobre seguros con base en índices climáticos

La literatura existente sobre seguros agrícolas basados en índices climáticos reporta varias experiencias implementadas en diversos países en desarrollo. Existen muchos casos de seguros agrícolas paramétricos que han sido implementados a nivel de experimento piloto; algunos de ellos han sido escalados hasta alcanzar un nivel de sostenibilidad de mercado. Son varias las estrategias empleadas para decidir cuál es el mejor enfoque que podría llevar a introducirlos.

Algunas estrategias implementadas, como el caso de los productores de maní en Malawi, ponen énfasis en la necesidad de realizar inversiones complementarias que resulten en cadenas de suministro más estructuradas y mejor coordinadas. Esto haría más viables aquellos seguros que son agregadores de riesgos.

Por otra parte, es interesante analizar el caso del programa de seguros agrícolas basados en índices implementado en Centroamérica. Allí las compañías aseguradoras trabajaron primero con agricultores medianos y grandes para establecer rápidamente un producto comercial que más tarde pudo ampliarse hacia los pequeños productores.

En varios proyectos implementados se destaca la participación del Estado como entidad de gran tamaño que trabaja con pequeños productores y cumple un rol intermediario importante en la transferencia del riesgo de los productores a los mercados internacionales de reaseguros (México). En algunos casos, el programa de seguros agrícolas basado en índices climáticos se implementó como complemento a otros programas agrícolas del gobierno, como ser el programa de distribución de semillas en el estado de Río Grande Del Sur Sul, en Brasil.

En el caso de la India, los seguros agrícolas con base en índices climáticos mejoraron sus procesos de evaluación y pago de indemnizaciones. Allí se hicieron más transparentes y rápidos en comparación con los métodos tradicionales de evaluación de daños en el terreno. Sin embargo, también se ha demostrado que estos seguros pueden ayudar a los gobiernos a mejorar radicalmente sus respuestas ante emergencias, anticipando la ocurrencia de pérdidas de producción agrícola (México).

En varios casos se utilizaron estaciones meteorológicas para medir las precipitaciones y generar series temporales que sirvieron como base para calcular la probabilidad de ocurrencia de desastres. El número limitado de estaciones se convirtió en una restricción para las posibilidades de ampliación de los seguros (Malawi). En otros casos, se consideró la posibilidad de utilizar datos obtenidos por sensores remotos (México).

En lo que sigue de esta sección, se analizan, en algo más de detalle, las características de algunos programas de seguros agrícolas paramétricos implementados en diferentes regiones del mundo. Estos casos de estudio han sido tomados de Hellmuth *et al.* (2009).

X.1. Gestión de riesgos de sequía a nivel nacional en Malawi

La implementación del proyecto piloto para los productores de maní en Malawi demostró cómo se pueden utilizar los seguros basados en un índice climático para reforzar las relaciones en la cadena de suministros y potenciar los préstamos a los pequeños agricultores. Este proyecto puso de manifiesto que los problemas relativos a la comercialización y la venta pueden perjudicar la devolución de préstamos y, por lo tanto, la efectividad de una póliza de seguros. Para que los seguros sean viables en este sector, se requieren inversiones complementarias que fortalezcan toda la cadena de valor, lo que llevaría a tener un mayor flujo de recursos, un mejor asesoramiento y control a los productores, y mejores vínculos entre la provisión de insumos y la venta de productos básicos. En otras palabras, los seguros deben estar estrechamente ligados a cadenas de suministros más estructuradas y mejor coordinadas. No es recomendable escalar los seguros con base en índices climáticos, ni tampoco las cadenas de valor para abarcar nuevas zonas y cultivos, si no se cumplen estos criterios. El número de estaciones meteorológicas automatizadas para medir las precipitaciones en Malawi fue un factor limitante a las posibilidades de ampliación.

Malawi también aporta un buen ejemplo acerca de cómo la gestión de riesgos basada en índices puede ser utilizada a nivel nacional por gobiernos y donantes para gestionar la exposición climática; todo ello como parte de un enfoque integrado y exhaustivo para la gestión de riesgos. En 2008, el gobierno de Malawi, con el apoyo del Banco Mundial y el *DFID*⁶, puso en marcha un proyecto piloto que transfirió los riesgos económicos de una sequía grave y catastrófica nacional a los mercados internacionales de riesgo. Para ello, fue necesario adquirir un derivado climático de la tesorería del Banco Mundial, que firmó a su vez un contrato con una importante compañía internacional de reaseguros. El objetivo fue fortalecer los mercados nacionales del maíz de manera que los agricultores y otras partes interesadas pudieran responder de manera efectiva a las fluctuaciones negativas de los precios y la producción. Esta operación buscó aportarle un financiamiento previsible

⁶ *DFID* es el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido.

y oportuno al gobierno (a modo de indemnización) en caso de una grave sequía nacional. El contrato estuvo basado en mediciones de la precipitación y no dependió de la producción real del maíz.

X.2. Enfoque centrado en los agricultores en Etiopía

El proyecto piloto implementado en Etiopía en 2006 demostró que la utilización de los seguros basados en índices climáticos puede mejorar radicalmente las respuestas ante emergencias. Cuando es posible detectar que se avecina una emergencia como consecuencia de una sequía, es posible también utilizar esta información para activar el pago de una indemnización derivada de un seguro basado en índices climáticos durante la temporada de cultivo. Si se actúa rápidamente, la respuesta ante un desastre puede ser más efectiva y tener un costo más reducido. En este sentido, los seguros con base en índices climáticos pueden permitir la llegada de ayuda puntual y rápida a las personas necesitadas cuando falten las lluvias. Este proyecto también incluyó la capacitación del gobierno y los socios locales, contribuyó a reforzar la red de información meteorológica, y demostró que en Etiopía existen suficientes datos meteorológicos de calidad para posibilitar el funcionamiento de estos seguros.

El índice de Etiopía fue desarrollado con datos históricos de precipitación de la agencia nacional de meteorología y un modelo de balance hídrico de cultivos. El índice presentó un 80% de correlación con el número de beneficiarios de la ayuda alimentaria entre 1994 y 2004, por lo cual fue considerado como un buen indicador de necesidad humana en caso de sequías.

X.3. Seguros para la agricultura bajo contrato en India

El *Weather-Based Crop Insurance Scheme (WBCIS)* es un esquema de seguros agrícolas implementado en India. Su programa utiliza información meteorológica para determinar el pago de indemnizaciones a los agricultores en caso de pérdidas debidas a condiciones climáticas adversas. Puede incluir variables climáticas como las precipitaciones, la temperatura y la humedad. El *WBCIS* cubre una amplia gama de cultivos agrícolas, lo que permite a los agricultores protegerse contra diferentes riesgos climáticos que podrían afectar sus cosechas. Al utilizar datos meteorológicos, el proceso de evaluación y pago de las indemnizaciones es más transparente y rápido en comparación con los métodos tradicionales de evaluación de daños en el terreno. A menudo, el gobierno de la India subsidia una parte de las primas de seguros para hacer que el programa sea más accesible a los agricultores. Esto ayuda a fomentar la adopción del seguro y a reducir la vulnerabilidad de los agricultores frente a eventos climáticos adversos. Aunque el *WBCIS* ha sido importante para proteger a los agricultores contra los riesgos climáticos, también ha enfrentado desafíos en términos de diseño, implementación y alcance. Se han realizado esfuerzos para mejorar el programa, como la inclusión de nuevas tecnologías y la expansión de la cobertura a más regiones y cultivos.

X.4. Ayuda de emergencia en México

El Programa de Atención de Contingencias Climatológicas (PACC) de México, financiado exclusivamente con recursos fiscales, fue diseñado para apoyar a los agricultores de subsistencia, quienes son vulnerables tanto a los excesos como a la ausencia de lluvias (Burke *et al.*, 2010). El PACC es un intento caro y poco sostenible para gestionar riesgos una vez ocurrido el desastre. La compañía aseguradora estatal, Agroasemex, diseñó un programa de seguros basados en índices climáticos con el fin de cubrir riesgos catastróficos y mejorar el PACC. Para ello, procuró un aumento en la eficacia, rapidez y distribución de los fondos federales hacia los agricultores en caso de una pérdida de cosechas por motivos climáticos. El seguro fue suscrito entre el gobierno federal y los gobiernos estatales, y el riesgo llegó a ser transferido desde el gobierno al mercado internacional de reaseguros.

El paquete que incluye el seguro con base en índices climáticos cubre sequías e inundaciones. Los fondos federales se reparten entre los gobiernos estatales, dependiendo del nivel de marginación de la población asegurada. Dado que el seguro es contratado por el gobierno, los agricultores no participan en la decisión de contratación de la cobertura; en la mayoría de los casos, de hecho, desconocen que están asegurados. En 2009 el seguro tuvo una cobertura de 3 millones de hectáreas y más de 800.000 agricultores de bajos ingresos. La ampliación del programa se vio limitada por la escasez de estaciones meteorológicas que generasen datos de calidad. Agroasemex también consideró la posibilidad de utilizar datos obtenidos por sensores remotos. Paralelamente, se estudió la forma de enfrentar el problema de los datos faltantes mediante la utilización de simulaciones de lluvia y temperatura, con tal de así generar series temporales largas que permitiesen calcular la probabilidad en el cálculo del índice. Agroasemex también estudió la posibilidad de ampliar el programa mediante la comercialización de los seguros directamente a los agricultores.

X.5. Seguro frente al riesgo de catástrofes en el Caribe

El Mecanismo de Seguros contra Riesgos Catastróficos en el Caribe (CCRIF) fue el primer programa multinacional de seguros con base en índices climáticos en el mundo, con 16 países miembros. Tanto el riesgo como los costos se reparten entre los diferentes países de la región, de manera que los seguros resultan ser más accesibles para cada uno de ellos si se los compara con el costo que resultaría para cada gobierno si este decidiera acudir individualmente al mercado de reaseguros.

Abordar de forma comunitaria los riesgos concretos de cada país permite reducir casi a la mitad las primas de los seguros individuales. Los países están asegurados frente a terremotos y huracanes, con indemnizaciones rápidas una vez alcanzado el factor de activación. El objetivo es disponer de fondos de manera inmediata para poder empezar cuanto antes los esfuerzos de reparación tras un desastre natural de gran envergadura.

El cálculo de probabilidades y pérdidas para desarrollar los índices se realizó mediante simulaciones de riesgos de desastres. Se utilizaron registros históricos de huracanes y de actividad sísmica, junto con estimaciones de las pérdidas pasadas relativas a estos fenómenos, así como también los conocimientos y desarrollos científicos en esta área. Las simulaciones generaron proyecciones futuras de miles de años para huracanes y actividad sísmica. Con estos datos se generó un perfil de

riesgo para cada país miembro, a partir del cual se desarrollaron los índices. El índice para huracanes se basó en la velocidad del viento; el de los terremotos, en la intensidad del movimiento sísmico. En general, la indemnización por un fenómeno concreto se realiza con base en una escala variable en relación a la cuantía de las pérdidas.

X.6. América Central: Un enfoque distinto para la introducción de seguros con base en índices climáticos

En Centroamérica la introducción de los seguros basados en índices climáticos ha tenido un enfoque distinto al observado en otras regiones. En lugar de comenzar por los pequeños agricultores, las compañías aseguradoras trabajaron primero con agricultores medianos y grandes. Al establecer rápidamente este seguro como un producto comercial, más tarde pudieron ampliarlo para abarcar a los pequeños productores. El proyecto demandó un esfuerzo de colaboración que reunió a varios países de la región, fomentando así la diseminación de ideas y la coordinación de esfuerzos. En este contexto, las compañías de seguros locales demostraron un liderazgo notable en la labor de fomento de capacidades. Los esfuerzos contaron con el apoyo de organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCAIE), que financiaron actividades de refuerzo para el mercado de seguros agrícolas, incluyendo capacitación, desarrollo normativo, acceso a datos meteorológicos de calidad, y una introducción de proyectos piloto con seguros indexados en Nicaragua y Honduras.

Este proyecto no iba inicialmente orientado, de manera explícita, a los grandes agricultores, pero estos se interesaron por el producto y aportaron datos para que este fuera diseñado de acuerdo a sus necesidades. Los grandes agricultores ya medían la precipitación en cada uno de sus terrenos y guardaban registros de la lluvia y de rendimientos históricos, por lo que podían validar las opciones de los contratos con base en índices climáticos y aportar una retroalimentación directa. Esto permitió abordar riesgos más difíciles de modelar, como el exceso de lluvias. Además, el tamaño de las actividades agrícolas permitió impulsar la introducción de seguros indexados al proporcionar una base mayor y más viable.

X.7. Apoyo a los agricultores –y a un programa estatal de semillas– en Brasil

Este estudio de caso de la región de Río Grande del Sur muestra cómo una asociación público-privada (APP) desarrolló un programa de seguros basado en índices climáticos para ser utilizado como complemento a otros programas agrícolas públicos (como ser un programa de distribución de semillas). En este caso, los riesgos meteorológicos guardan relación principalmente con el fenómeno de El Niño (por un exceso de precipitaciones) y La Niña (sequías).

El gobierno del estado de Río Grande del Sur estableció en 1980 un programa de distribución de semillas certificadas para ayudar a los agricultores en el cultivo del maíz para el forraje animal. El pago no se hacía efectivo hasta después de la cosecha. Por lo tanto, si estas fallaban, el gobierno perdía dinero. Si la pérdida de cosechas se repetía, el programa podía dejar de ser viable. Esto hacía necesario un programa de seguros para transferir y distribuir el riesgo. AgroBrasil, una agencia

privada de gestión de riesgos agrícolas, asumió el liderazgo y propuso un producto basado en un índice de rendimiento por zonas. El seguro está disponible únicamente para los agricultores incluidos en el programa de distribución de semillas, y su adopción es voluntaria.

El programa protege a los agricultores asegurados frente a cualquier riesgo que pueda reducir el rendimiento medio de una zona determinada (comparando con la producción histórica de ese cultivo en la misma zona). Los seguros han podido llegar hasta la población objetivo; sin embargo, una barrera que ha impedido su expansión hacia más pequeños agricultores es el hecho de que utiliza al programa de semillas como único canal de distribución. En otras palabras, depende del programa de semillas y del apoyo del gobierno.

Experiencias sobre seguros con base en índices climáticos en el mundo

País	Periodo (Año)	Índice utilizado	Cultivos asegurados	Riesgos asegurados	Programa/proyecto	Número estimado de clientes
Malawi	2008	índice de precipitación (ligado al cultivo del maíz)	Maní - Maíz	Sequía	Gestión de riesgos de sequía a nivel nacional	
Etiopía	2006	Índice de precipitación	Cultivadores de teff en Adi Ha	Sequía	Enfoque centrado en los agricultores de Etiopía	
India	2007	Índice de temperatura y humedad	Productores de papa	Enfermedad de roya tardía	Seguros para la agricultura bajo contrato en India	4.575
México	2002	Índice de precipitation	Gobiernos de los estados	Desastres naturales que afecten a los pequeños agricultores, principalmente e sequías e inundaciones	Ayuda de emergencia en México	800.000
Región del Caribe	2007	Velocidad del viento e intensidad de las sacudidas	Gobiernos de países caribeños	Huracanes y terremotos	Seguro frente al riesgo de catástrofes en el Caribe	16 países
América Central	2007	Índice de precipitation	Productores comerciales de maní y arroz	Sequías y exceso de precipitación	Un enfoque distinto para la introducción de los seguros con base en índices climáticos	
Brasil	2001	Rendimiento de la zona	Productores de maíz acogidos al programa de	Sequía	Apoyo a agricultores y a un programa	170.000 agricultores

			semillas del gobierno		estatal de semillas	
--	--	--	-----------------------	--	---------------------	--

Fuente: Elaborado a partir de Hellmuth, M. E.; Osgood, D. E.; Hess, U.; Moorhead, A. y Bhojwani, H. (eds) (2009).

XI. Experiencias sobre seguros con base en índices climáticos en Bolivia

Los seguros con base en índices climáticos no se han difundido aún de forma importante en Bolivia. Aun así, su desarrollo por parte del sector público tiene un gran potencial para contribuir a alcanzar la seguridad alimentaria y promover el desarrollo del sector agropecuario en el país. Las limitadas experiencias que existen en el área de los seguros agrícolas son el resultado de iniciativas a pequeña escala financiadas a través de ONGs, organismos multilaterales, y el apoyo del sector público. Todo esto ocurre en un contexto en que la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece, como prioridad, la implementación y administración de un seguro agrícola destinado a apoyar el desarrollo rural integral y sustentable, con énfasis en la seguridad y soberanía alimentaria. En este sentido, la Ley No. 144 de 2011 estableció la creación del Seguro Agrario Universal “Pachamama” con el fin de asegurar la producción agraria afectada por fenómenos climáticos y desastres naturales. La misma ley creó también el Instituto del Seguro Agrario (INSA), una instancia operativa y normativa con ámbito de competencia en todo el territorio del Estado. La Ley No. 144 estableció, además, un programa de subsidio de las primas de productores con cobertura del Seguro Agrario Universal “Pachamama”. Con el objeto de administrar este seguro, la ley estableció que las compañías de seguro autorizadas podrían participar en la cobertura de riesgos.

En 2019, mediante el Decreto No. 4049 se creó el Seguro Agrario “Minka”, una variante del seguro universal Pachamama dirigida a los productores de agricultura familiar en municipios con diversos índices de pobreza. De acuerdo a datos proporcionados por el INSA, institución encargada también de administrar el Minka, para la gestión 2021-2022 la cobertura de este seguro llegó a 5.163 comunidades a nivel nacional, distribuidas en 127 municipios y con una superficie asegurada de 239 mil hectáreas. La cobertura del Minka abarca una gran variedad de productos agrícolas, y los riesgos ambientales asegurados incluyen granizadas, heladas, inundaciones y sequías. El Minka ha sido estructurado como un seguro agrícola tradicional; es decir, un seguro que funciona mediante un principio de indemnización que compensa las pérdidas directas sufridas por los agricultores debido a eventos climáticos adversos, desastres naturales y otras contingencias.

En lo referente al desarrollo de seguros paramétricos en Bolivia, Nogales y Córdova (2014) analizaron el estado actual de desarrollo de este mercado en Bolivia. A partir de una revisión a detalle de los fundamentos técnicos para la creación de este tipo de seguros, presentaron propuestas de esquemas paramétricos de seguros agrícolas basados en índices climáticos destinadas a la protección de cultivos de trigo y papa, ambos de ciclo intermedio, en el municipio de Anzaldo (parte sur-oeste de Cochabamba). Las principales conclusiones a las que llegaron los autores de este estudio fueron las siguientes:

- i) Las técnicas cuantitativas y los procesos metodológicos utilizados en la construcción de esquemas de seguros agrícolas (con base en índices climáticos) son absolutamente pertinentes para ser aplicados en Bolivia, aunque no exista una información histórica adecuada sobre rendimientos y condiciones climáticas.
- ii) Lo anterior demuestra la posibilidad de que la oferta de este tipo de seguros tenga el potencial de ser expandida a otras zonas rurales en Bolivia.
- iii) El estudio comprueba que los esquemas de seguros de pago gradual tienen un mayor potencial que los de pago único para democratizar el acceso a una seguridad económica por parte de los productores agrícolas de escasos recursos. Esto ocurre ya que los seguros de pago gradual presentan primas más accesibles en contraparte de un reembolso variable en función del daño sufrido por el cultivo.
- iv) Los aspectos administrativos y las características de los demandantes potenciales del seguro, combinados con los aspectos técnicos de la oferta de este tipo de seguros, son fundamentales para el desarrollo de un mercado de seguros agrícolas.
- v) El desarrollo de un mercado de seguros agrícolas a gran escala en Bolivia se inició gracias al esfuerzo del sector público y a organismos internacionales, tal como sucedió en varios países de la región.
- vi) La generación de alianzas público-privadas aparece como la opción más adecuada a futuro para alcanzar la sostenibilidad de este mercado en el largo plazo. De este modo se podrá crear, gradualmente, un esquema comercial de servicios mediante el diseño de un seguro basado en índices climáticos de esquema gradual.

Otra experiencia importante en el desarrollo de un seguro agrícola paramétrico en Bolivia la constituye el proyecto de seguros inclusivos ejecutado por PROFIN en 2021 y 2022. El proyecto estuvo destinado a los productores de soya ubicados en el este y el norte del departamento de Santa Cruz (Fundación PROFIN, 2023).

El objetivo de este proyecto fue el de contribuir al desarrollo de un seguro agrícola basado en la tecnología con la implementación de modelos de seguro paramétrico. Con esto se buscó facilitar el acceso al crédito y transferir el riesgo de las pérdidas en el cultivo de la soya por eventos climáticos de exceso y déficit hídrico. Para tales efectos, se desarrolló un producto denominado Seguro Agrícola Paramétrico “Agro Seguro Soya”.

El proyecto contó con la participación de organizaciones del sector público: la Autoridad de Fiscalización y Control de Pensiones y Seguros (APS), el Instituto de Seguros Agrícolas (INSA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Del sector privado participaron la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO), así como entidades de intermediación financiera (Banco Unión) y compañías de seguros y reaseguros (Unibienes S.A., AON). El proyecto fue financiado por la Cooperación Suiza en Bolivia (COSUDE).

En cuanto al impacto de la intervención, se reporta que ahora se cuenta con un seguro paramétrico de soya basado en un índice que mide el **balance hídrico**; es decir que mide el agua disponible en el suelo. Este balance hídrico se basa en un modelo desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

El seguro se activa cuando, durante tres decadales (periodos de 10 días), el índice de balance hídrico generado por SENAMHI se ubica por debajo o por encima del umbral establecido como gatillo. La

indemnización es creciente a medida que el desarrollo del cultivo avanza, y se traduce en un porcentaje del valor asegurado o del total definido en función de los costos de producción. La cobertura es otorgada desde la siembra hasta la maduración del cultivo.

Según el informe de PROFIN (2023), la implementación del Agro Seguro Soya ha tenido varios impactos positivos. En primer lugar, ha permitido que se cuente con dinero en efectivo para mitigar las pérdidas del productor, evitando así que su economía se afecte o que este deba incurrir en la mora con su entidad intermediaria de financiamiento (EIF). En segundo lugar, ha permitido una sinergia favorable entre el crédito y el seguro al articular el sistema financiero con el de los seguros (y entre los sectores público y privado). Finalmente, ha permitido reducir los gastos operativos de la compañía de seguros y ha contribuido a disminuir el riesgo moral.

Este seguro aún debe mejorar en ciertos aspectos. Por ejemplo, debe fortalecerse el conocimiento sobre su alcance a nivel de los oficiales de crédito, para que así estos puedan promocionarlo adecuadamente entre los clientes. También se deben incorporar sistemas de incentivos para la fuerza de ventas y fortalecer las unidades agrícolas en las compañías de seguros.

XII. Seguro paramétrico para la quinua en Bolivia

La propuesta de investigación elaborada por el Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD, 2021) *Creating Indigenous Women's Green Jobs under Low-Carbon COVID-19 Responses and Recovery in the Bolivian Quinoa Sector* contempla, entre sus objetivos específicos, la generación de ingresos justos, estables y sostenibles para la población objetivo. También contempla elaborar un análisis y una evaluación para el desarrollo de un esquema de seguros paramétricos destinados al sector de la quinua en Bolivia, monetizando las opciones de mitigación y utilizando información climática para guiar las decisiones comerciales (con análisis climático y financiero, gestión de riesgos y escenarios futuros).

INESAD destaca que en Bolivia (donde alrededor del 70% de las familias dependientes de la agricultura viven por debajo del umbral de la pobreza) el mercado de seguros de cosechas se encuentra en una etapa temprana de desarrollo. De las más de 862.000 unidades activas de producción agrícola en el país, solo el 3,1% declaró en 2013 haber contratado con algún tipo de seguro agrícola. Según el Banco Mundial (2010), esta representa una tasa muy baja de penetración en comparación con el promedio de los países de ingresos medianos y bajos, con y sin subsidios a las primas, donde la penetración es respectivamente igual al 15% y al 8%.

En este contexto, INESAD se propone estudiar la viabilidad de implementar un seguro paramétrico destinado a los productores de quinua (orgánica), y así generar información confiable y necesaria a partir de: una revisión de las propuestas de dichos seguros con instituciones que potencialmente puedan ofrecer este producto; una estimación de índices climáticos focalizados; capacitación sobre las características, ventajas y desventajas de este instrumento financiero a los actores del sector de la quinua (a través de reuniones y talleres). Todo esto irá de la mano con un mapeo y establecimiento de relaciones más cercanas con instituciones que puedan ofrecer este seguro.

La agricultura en la región andina, donde se produce la mayor parte de la quinua en Bolivia, se caracteriza por su alto grado de riesgo debido a una variedad de factores limitantes: presencia de

sequías y heladas, vientos, granizo y suelos con diferentes condiciones de acidez, alcalinidad, presencia de sales, textura, pedregosidad, contenido de materia orgánica, profundidad y pendiente. La escasez de agua es una gran limitación debido al efecto combinado de las bajas precipitaciones, las altas tasas de evapotranspiración y los suelos pobres, unido a una baja capacidad de retención del agua. Las heladas tienen importancia en las regiones altoandinas, especialmente en el altiplano que comparten Bolivia y Perú, donde la quinua adquiere especial importancia. Allí se presentan variaciones significativas de temperatura diurna y la ocurrencia de heladas es de hasta 200 días por año (Risi *et al.* 2015).

Tomando en cuenta estos aspectos, en esta sección se analizan los principales factores que se deben considerar para desarrollar un seguro paramétrico destinado a los productores de quinua en Bolivia. A partir de este análisis, se sugieren también las características que debe tener este tipo de seguro. La evaluación se efectúa sobre la base del análisis realizado en este estudio, en relación con los aspectos conceptuales y metodológicos de los seguros paramétricos, así como las experiencias internacionales discutidas sobre proyectos de desarrollo de seguros paramétricos en países de bajos ingresos.

Será necesario considerar una serie de factores clave que permitan consolidar este proceso: la participación del Estado; el apoyo de organismos internacionales; las potenciales alianzas público-privadas; los problemas de falta de información (lo que puede generar un problema de riesgo base en el diseño del seguro); la falta de capacidad técnica existente en el país; los problemas generados por la regulación actualmente vigente en el área de los seguros. A continuación, se analizan algunos de estos aspectos.

XII.1. Participación del Estado

La experiencia internacional muestra que el gobierno puede ser un catalizador importante de los seguros paramétricos al garantizar que las aseguradoras se dirijan a los pequeños propietarios, particularmente si una aseguradora de propiedad pública participa en contratos de seguros indexados (Ntukamazina *et al.*, 2017). Los gobiernos y sus agencias reguladoras también han desempeñado un papel central en el posicionamiento adecuado de los programas de seguros indexados dentro del marco regulatorio financiero y en los seguros existentes (Miranda y Mulangu, 2016). Arshad *et al.* (2015) sostienen que, en algunos casos, se necesitan planes de seguro de cosechas subsidiados por el gobierno para atraer a los pequeños agricultores a comprar contratos de seguro. Sin embargo, la aseguradora debe ser financieramente responsable de sus propios negocios, libre de manipulación gubernamental y sin acceso a fondos gubernamentales.

El desarrollo del mercado de seguros agrícolas a gran escala en Bolivia se inició gracias al esfuerzo público y a organismos internacionales, tal como sucedió en varios países de la región. En varios proyectos implementados internacionalmente, se destaca la participación del estado como una entidad de mayor tamaño que trabaja con pequeños productores y cumple un rol intermediario importante en la transferencia del riesgo de los productores a los mercados internacionales de reaseguros (México).

En algunos casos (Malawi), ha sido importante el apoyo de organismos internacionales como el Banco Mundial y el *DFID*, que apoyaron al gobierno a poner en marcha un proyecto piloto que transfirió los riesgos económicos de una sequía grave y catastrófica nacional hacia los mercados internacionales de riesgo. Para ello, fue necesario adquirir un derivado climático de la tesorería del Banco Mundial, que firmó a su vez un contrato con una importante compañía de reaseguros.

XII.2. Asociaciones públicas y privadas

Ntukamazina *et al.* (2017) sostienen que el desarrollo de los mercados de seguros agrícolas requiere de la participación coordinada de los sectores público y privado para superar los desafíos institucionales, técnicos y financieros que demanda la implementación de un seguro agrícola indexado (Banco Mundial, 2010). Como se analizó en la sección 10, sobre experiencias internacionales sobre seguros con base en índices climáticos, *Agriculture and Climate Risk Enterprise (ACRE)* sostiene que existe una sinergia positiva en el desarrollo de estos seguros en proyectos emprendidos a lo largo de varios países del África. *ACRE* identifica a la amplia gama de socios que participaron en los emprendimientos como una de las principales razones para el rápido escalamiento y la demanda por seguros agrícolas. Entre los participantes se incluyeron bancos e institutos de microfinanzas (IMF), operadores de redes móviles, empresas de semillas, agencias gubernamentales, instituciones de investigación, compañías de seguros y reaseguros y organismos de cooperación internacionales (Greatrex *et al.*, 2015).

En esta área se destaca la experiencia de PROFIN (2023) en Bolivia, con la implementación del Seguro Agrícola Paramétrico “Agro Seguro Soya”, que contó con la participación de diversas organizaciones públicas (APS, INSA y SENAMHI) y privadas (ANAPO), así como entidades de intermediación financiera (Banco Unión) y compañías de seguros y reaseguros (Unibienes S.A., AON). Fue financiado por la Cooperación Suiza en Bolivia (COSUDE). Todo esto ha permitido crear una sinergia favorable entre el crédito y el seguro, al articular el sistema financiero con el de los seguros. Semejante tipo de esquema también podría utilizarse en el desarrollo de un seguro paramétrico para los productores de soya en Bolivia.

XII.3. Riesgo de base

El riesgo de base es la característica más problemática de los productos de seguros basados en índices. Implica que los pagos pueden no estar totalmente correlacionados con las pérdidas de las cosechas. Debido a que no se realiza ninguna evaluación de pérdidas de campo bajo un seguro indexado, el pago se basa enteramente en la medición del índice y puede ser mayor o menor que la pérdida real (Banco Mundial, 2010).

En Bolivia, el riesgo de base es un problema importante. No existe una red de estaciones meteorológicas o pluviales en las zonas productoras de quinua, por lo que tampoco existen series sobre precipitaciones pluviales y es muy difícil calcular las probabilidades de ocurrencia de los eventos climatológicos extremos. Según Ntukamazina *et al.* (2017), se han realizado importantes investigaciones destinadas a abordar el riesgo de base aumentando la densidad de estaciones

meteorológicas automáticas y diseñando productos de seguros basados en índices híbridos que combinan estimaciones de precipitaciones satelitales e índices de vegetación (Greatrex *et al.*, 2015). Aunque el NDVI se puede utilizar de manera más efectiva para monitorear las pérdidas de forraje y ganado para pastores, su uso para cultivos como la quinua sería más limitado porque las pérdidas a menudo no se correlacionan con la extensión de la vegetación. Además, la precisión del NDVI está limitada por debajo de un área de 100 km² debido a la calidad de las imágenes. Áreas de ese tamaño todavía contienen una amplia gama de climas diversos.

XII.4. Calidad y disponibilidad de datos climáticos y de rendimiento

La calidad y disponibilidad de datos climáticos y de rendimiento es una limitante importante para el desarrollo de un seguro paramétrico destinado a los productores de quinua en Bolivia, dada la escasa información disponible. La cantidad de datos requeridos depende de la frecuencia del riesgo que se va a asegurar. Veinte años de datos pueden ser suficientes para establecer tasas de primas iniciales para eventos climáticos relativamente frecuentes, mientras que treinta o cuarenta años de datos pueden no ser suficientes para eventos poco frecuentes, pero potencialmente catastróficos (Barnett y Mahul, 2007; Banco Mundial, 2010). La escasez de estos datos puede implicar un riesgo de modelo y cargas de primas adicionales que hacen que los seguros de cosechas no sean atractivos para los compradores potenciales, a pesar de la enorme necesidad existente por transferir riesgos climáticos (Odening y Shen, 2014).

Algunas de las opciones sugeridas para mitigar el problema de la escasez de datos incluyen el uso de observaciones diarias de temperatura y/o lluvia para construir un índice climático, o simular series de datos sintéticos de rendimiento a través de modelos de crecimiento de plantas para el índice de rendimientos de área (Odening y Shen, 2014). GIIF (2016) sostiene que, cuando no se disponía de datos históricos sobre el rendimiento ni sobre el clima, en algunas regiones se utilizaron datos satelitales y pruebas de técnicas de análisis para generar el indicador más preciso de la experiencia de los agricultores.

XII.5. Características específicas del seguro indexado

Otro factor que es necesario considerar son las características específicas que debe tener el seguro. Global AgRisk Inc (2010), a partir del análisis y la experiencia de campo obtenida implementando proyectos de seguros indexados, concluye que los programas de seguros de índice climático deberían centrarse en tres tipos de consideraciones: i) **pérdidas consecuenciales** provenientes de fenómenos climáticos extremos que van más allá del rendimiento de los cultivos; ii) **pérdidas catastróficas** en lugar de pérdidas moderadas; iii) **productos agregadores de riesgos** en lugar de (o además de) productos para hogares. A continuación, se analizan estos tres aspectos.

- i) **El seguro de índice climático debe realizarse para pérdidas consecuenciales.** Las evaluaciones de riesgos indican que los fenómenos meteorológicos extremos afectan a los hogares y a las empresas de muchas maneras con reducir tanto el rendimiento de sus inversiones (*e.g.* menores rendimientos, menores oportunidades laborales) como su

posición patrimonial (e.g. pérdidas de activos, caída en el consumo de los hogares). Si un seguro basado en índices climáticos está diseñado para un solo aspecto de la cartera de inversiones de los hogares (por ejemplo, el riesgo de sus cosechas), este puede tener un valor limitado. Debido a que el seguro basado en índices climáticos puede ofrecerse en regiones donde el mercado objetivo no tiene ninguna experiencia previa con los seguros, corresponde a los aseguradores identificar las necesidades del mercado objetivo a través de evaluaciones de riesgos, y diseñar y comercializar productos que cuenten con una visión de las formas en que los fenómenos meteorológicos extremos están impidiendo el crecimiento del mercado objetivo.

- ii) **El seguro de índice climático debe ser para riesgos catastróficos.** La evidencia empírica indica que los desastres naturales pueden tener efectos extremos y de largo plazo en los hogares pobres. El riesgo de fenómenos meteorológicos de baja frecuencia y gran gravedad puede obstaculizar significativamente el desarrollo económico. Un seguro es un instrumento relativamente caro, por lo que es mejor utilizarlo para transferir riesgos extremos que no pueden gestionarse mediante otros métodos. Otros instrumentos, como el ahorro y el crédito, son mecanismos más eficientes para gestionar riesgos moderados. Además, es más probable que el riesgo de base sea mayor para los riesgos climáticos moderados que para los riesgos climáticos extremos.
- iii) **El seguro de índice climático debe realizarse para los productos agregadores de riesgos.** Los agregadores de riesgos (como los bancos rurales y los miembros de la cadena de valor agrícola) pueden utilizar la mancomunación de riesgos para gestionar su exposición a riesgos idiosincrásicos, pero no su exposición a riesgos climáticos correlacionados. Por lo tanto, tienden a limitar los servicios que brindan en áreas rurales que están altamente expuestas a riesgos climáticos correlacionados. Un seguro de índice climático solo es factible para riesgos correlacionados, lo cual lo hace particularmente adecuado para los agregadores de riesgos. Los sistemas de datos necesarios para respaldar la oferta de productos agregadores de riesgos también requieren una menor especificidad espacial que los necesarios para los productos de seguros para el hogar. Por lo tanto, los productos agregadores de riesgos son particularmente prometedores para regiones con datos limitados. Estos productos no solo podrían ser compatibles con una infraestructura limitada de estaciones meteorológicas, sino que, en algunos casos, los datos satelitales pueden ser suficientes.

En síntesis, los factores analizados en esta sección constituyen un buen punto de partida para determinar las prioridades que deben guiar un proceso de desarrollo de mercados de seguros sostenibles para riesgos de desastres en el sector de la quinua de Bolivia. Los productos de seguros basados en índices climáticos, que abordan las pérdidas resultantes de riesgos catastróficos y que mejoran la capacidad de los agregadores de riesgos para atender a los pobres, pueden ser un punto de entrada rentable para nuevos mercados de seguros basados en índices climáticos. Comenzar con productos agregadores de riesgos que cubran pérdidas consecuentes por desastres crearía una base para futuros productos de seguros. Con ello se desarrollarían capacidades entre las aseguradoras

locales, el regulador de seguros y el mercado objetivo. Esta base también podría motivar inversiones en sistemas de datos a medida que aumente la conciencia sobre los seguros y las partes locales interesadas desarrollen una visión para extender los productos a otras empresas y hogares.

XIII. Conclusiones

La revisión de la literatura sobre seguros agrícolas basados en índices climáticos pone de relieve que éstos son instrumentos de transferencia de riesgo, que han adquirido un rol muy importante en la mitigación de riesgos climáticos en los países en desarrollo. Estos constituyen una herramienta innovadora adicional en la gestión de riesgos agrícolas. En comparación a seguros agrícolas tradicionales, tienen la ventaja de reducir los costos administrativos, reducir el tiempo de respuesta ante la ocurrencia de un desastre climático, además de reducir considerablemente los problemas de riesgo moral y selección adversa, que son muy característicos en todo tipo de seguros.

A pesar de todas estas ventajas que proveen los seguros paramétricos, su desarrollo se ha visto limitada en los países en desarrollo (Hellmuth M.E., ib.id.) por diferentes tipos de problemas. Una de las razones más importantes ha sido las limitaciones impuestas por la falta de información sobre los eventos climáticos y sobre los rendimientos de los cultivos, dado que las estaciones climatológicas -esenciales para obtener esta información, que permite a su vez calcular el riesgo básico y las indemnizaciones- son escasas en las zonas rurales de los países en desarrollo.

Una alternativa de solución al problema anterior, ha sido el desarrollo de fuentes alternas de datos meteorológicos, generalmente recopiladas desde plataformas satelitales. Si bien estas fuentes actualmente carecen de la especificidad espacial y/o temporal requeridas para muchos tipos de ofertas de seguros indexados, las tecnologías están mejorando rápidamente. En algún momento cercano podría ser factible apoyar las ofertas de seguros basados en índices climáticos con medidas meteorológicas recopiladas desde plataformas satelitales.

También es probable que se desarrollen medidas meteorológicas disponibles que integren los datos escasos de estaciones meteorológicas con datos más abundantes de fuentes alternativas, como los satélites. Estos avances en las fuentes de datos meteorológicos probablemente se verán impulsados por la evolución del mercado de seguros basados en índices meteorológicos.

El denominado Riesgo de Base o Variabilidad en la Base También se constituye en uno de los problemas que limita el desarrollo de los seguros paramétricos. Este se refiere al riesgo residual o no cubierto que queda después de que se active una póliza paramétrica o después de que una medida de mitigación se implemente. El riesgo de base puede ser una preocupación importante para los aseguradores y los agricultores, ya que puede afectar la efectividad general de la cobertura de seguros y la capacidad de recuperación del agricultor después de un evento adverso. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el riesgo de base al diseñar y evaluar programas de seguros paramétricos y otras medidas de gestión de riesgos.

Otro problema que también ha limitado el desarrollo de los seguros paramétricos ha sido la falta de conocimiento que existe sobre este producto, tanto por parte de los agricultores asegurados, como

de los proveedores de seguros, por lo que es importante reforzar la difusión de este tipo de seguros entre los diferentes participantes de este esquema.

Sin embargo, existen muchas externalidades positivas en el desarrollo del mercado de seguros indexados, más allá del desarrollo de un producto de seguros específico. El proceso de desarrollo del mercado podría mejorar las estrategias de gestión de riesgos de los hogares, las empresas y los gobiernos a través de la educación. También podría fortalecer las instituciones legales y regulatorias para facilitar un desarrollo más amplio del mercado de seguros, desarrollar capacidades entre socios locales (como aseguradoras y bancos) y promover otros esfuerzos de desarrollo económico a través de los resultados de las evaluaciones de riesgos. Con todo, en algunas situaciones en las que los riesgos climáticos no son extremos, es preferible invertir los fondos disponibles en otras prioridades. Además, si las condiciones no son propicias para el seguro indexado (por ejemplo, si los sistemas de datos están muy subdesarrollados), es probable que otras alternativas de uso de estos recursos sean preferibles. Sin duda, se debe considerar el costo de oportunidad antes de emprender esfuerzos de desarrollo de productos de seguros indexados, especialmente si se requieren inversiones significativas en infraestructura para facilitar la oferta.

En Bolivia se han planteado e implementado algunos proyectos para desarrollar un seguro agrícola basado en índices climáticos. Se debe mencionar el caso del Agro Seguro Soya, desarrollado por PROFIN para los productores de soya en el norte y el este del departamento de Santa Cruz. También destaca la propuesta elaborada por Nogales y Córdova (2014) para desarrollar seguros basados en índices climáticos destinados a los productores de papa y trigo en el departamento de Cochabamba.

Para el desarrollo de un seguro así destinado a los productores de la quinua en la zona occidental del país, será necesario considerar una serie de factores clave como ser: i) definir cuál será la participación del Estado en este proceso, ii) el apoyo que se pueda lograr de los organismos internacionales, iii) las potenciales alianzas público-privadas que se puedan concretar, iv) los problemas de falta de información que existen (lo que puede generar un problema de riesgo de base en el diseño del seguro), v) la falta de capacidad técnica existente en el país, y vi) los problemas generados por la regulación actualmente existente en el área de los seguros.

Referencias

- Ali, A., Lebel, T. and Amani, A. (2005) Estimation of Rainfall in the Sahel. Part 1: Error Function. *Journal of Applied Meteorology*, 44, 1691-1706.
- Arshad, M.; Amjath-Babu, T. S.; Kächele, H. y Müller, K. (2015). What Drives the Willingness to Pay for Crop Insurance Against Extreme Weather Events (Flood and Drought) in Pakistan? A Hypothetical Market Approach. *Climate and Development*, 8(3), 234–244.
- Banco Mundial (2010). *Agricultural Insurance in Latin America: Developing the Market*. Reporte N°.61963. The Worldbank, Washington D.C., EEUU, 152 pp.
- Barnett, B. J. y Mahul, O. (2007). Weather Index Insurance for Agriculture and Rural Areas in Lower-Income Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(5), 1241–1247.
- Baulch, B. and Hoddinott J. (2000), Economic mobility and poverty dynamics in developing countries, *The Journal of Development Studies*, volume 36, 2000 – issue 6.
- Burke, M.; de Janvry, A. y Quintero, J. (2010). *Providing Index-Based Agricultural Insurance to Smallholders: Recent Progress and Future Promise*. Working paper. Berkeley, California: Universidad de California, The Center for Effective Global Action.
- Carriquiry, M. A. y Osgood, D. E. (2008). *Index Insurance, Probabilistic Climate Forecast and Production*. Documento de Trabajo CARD 08-WP 465.
- Carter, Galarza y Boucher (2007). *Underwriting Area-Based Yield Insurance to Crowd-in Credit Supply and Demand*. Agriculture and Resource Economics Working Papers. California: Universidad de California en Davis, Department of Agricultural and Resource Economics.
- Collier, B. (2012). Financial Inclusion and Protecting Bank Portfolios from Natural Disaster Risks. IDB Workshop Risk Management in Agricultural Finance: Building More Inclusive and Secure Markets. Washington D.C., septiembre de 2012.
- Dercon, S. (1996). Risk, Crop Choice and Savings: Evidence from Tanzania. *Economic Development and Cultural Change* 44, 485-513.
- Dinku, T.; Giannini, A.; Hanse, J.; Holyhouse, E.; Amor, I.; Kaheil, Y.; Karnauskas, K.; Lyon, B.; Madajewicz, M.; McLaurin, M.; Mullally, C.; Norton, M.; Osgood, D.; Peterson, N.; Robertson, A.; Shirley, S.; Small, C. y Vicarelli, M. (2009). *Designing Index-Based Insurance for Farmers in Adiha, Ethiopia*. Reporte a Oxfam America, julio de 2009. Nueva York: International Research Institute for Climate and Society, Universidad de Columbia.
- Ellis, F. (2000). *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Fundación PROFIN (2023). *Seguro Agrícola Paramétrico: Un modelo innovador para hacer frente al cambio climático*. Con el apoyo de la Embajada de Suiza y la Cooperación Suiza en Bolivia.
- Gautam, M. P.; Hazell, P. y Alderman, H. (1994). *Rural Demand for Drought Insurance*. Documento de trabajo sobre investigaciones de política No. 1383. Washington D.C.: Banco Mundial.

The Global Index Insurance Facility -GIIF- (2016). Achievements in ACP Countries; Phase 1 (2010–2015). Recuperado el 12 de mayo de 2017 de: <http://www.indexinsuranceforum.org>.

Global AgRisk Inc. (2011). *State of Knowledge Report. Market Development for Weather Index Insurance Key Considerations for Sustainability and Scale Up*. Innovation in Catastrophic Weather Insurance to Improve the Livelihoods or Rural Households Paper Series. EEUU.

Global AgRisk Inc. (2010). *State of Knowledge Report. Data Requirements for the Design of Weather Index Insurance*. Innovation in Catastrophic Weather Insurance to Improve the Livelihoods of Rural Households Paper Series. EEUU.

Greatrex, H.; Hansen, J. W.; Garvin, S.; Diro, R.; Blakeley, S.; Le Guen, M.; Rao, K. N. y Osgood, D. E. (2015). Scaling Up Index Insurance for Smallholder Farmers: Recent Evidence and Insights. *CCAFS Report No. 14*, Copenhagen.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático -IPCC- (2007). *Cambio climático 2007: Impacto, adaptación y vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de trabajo II al Cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Resumen para responsables de política y resumen técnico, OMM y PNUMA.

Hardaker, J. B.; Huirne, R. B. M.; Anderson, J. R. y Lien, G. (2004). *Coping With Risk in Agriculture* (Segunda edición). CABI Publishing. ISBN: 0851998313.

Hatch, D.; Nuñez, M.; Vila, F. y Stephenson, K. (2012). *Los seguros agropecuarios en las Américas: Un instrumento para la gestión del riesgo*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Hellmuth, M. E.; Osgood, D. E.; Hess, U.; Moorhead, A. y Bhojwani, H. (eds) (2009). Seguros en base a índices climáticos y riesgo climático: Perspectivas para el desarrollo y la gestión de desastres. *Clima y Sociedad* No. 2. Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI) / The Earth Institute at Columbia University, Nueva York, EEUU.

INESAD (2021) Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo -INESAD-. *Creating Indigenous Women's Green Jobs under Low-Carbon COVID-19 Responses and Recovery in the Bolivian Quinoa Sector*. Propuesta de investigación. La Paz, Bolivia.

McPeak, John G. y Barrett, Christopher B. (2001), Differential Risk Exposure and Stochastic Poverty Traps among East African Pastoralists. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 83, No. 3 (Aug., 2001), pp. 674-679 (6 pages). Published By: Wiley

Meza, F. J.; Hansen, J. W. y Osgood, D. E. (2008). Economic Value of Seasonal Climate Forecasts for Agriculture: Review of *Ex-ante* Assessments and Recommendations for Future Research. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 1269-1286.

Miranda, M. J. y Mulangu, F. M. (2016). Index Insurance for Agricultural Transformation in Africa. *African Transformation Report 2016: Transforming Africa's Agriculture*.

Miranda, M. J. (1991). Area-Yield Crop Insurance Reconsidered. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(2), 233–42.

Nogales, R. y Córdova, P. (2014). Seguros Agrícolas Basados en Índices Climáticos: Un Estudio de Caso en Bolivia. *Investigación y Desarrollo*, 14(1), 5-21. La Paz, Bolivia: Centro de Investigaciones Económicas y Empresariales -CIEE-, Universidad Privada Boliviana.

Ntukamazina, N.; Onwonga, R.; Sommer, R.; Rubyogo, J. C.; Mukankusi, C.; Mburu, J. y Kariuki, R. (2017), Index-Based Agricultural Insurance Products: Challenges, Opportunities and Prospects for Uptake in Sub-Saharan Africa. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 118(2), 171–185.

Odening, M. y Shen, Z. (2014). Challenges of Insuring Weather Risk in Agriculture. *Agricultural Finance Review*, 74(2), 188–199..

Osgood, D. (2007). *Designing Index-Based Insurance for Farmers in Malawi, Tanzania and Kenya*. Reporte Técnico de IRI 07-02. Columbia: International Research Institute for Climate and Society. Universidad de Columbia.

Peña, N. Y. B. (2000). Reanálisis: Una alternativa para potencializar el uso de datos de investigación. *Ingeniería*, 2000-00-00, 5(2), 129-134. Recuperado de:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/2206/2971#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20an%C3%A1lisis%20secundario%20o,diferentes%20estudios%2C%20%5B2%5D>.

Pinto, M. (2015). “Aspectos de la fisiología del cultivo de la quinoa”. En *El cultivo de la quinoa en Chile*. Matus, I. (ed.). Boletín INIA -Instituto de Investigaciones Agropecuarias- 362(3), 33-45. Rengo, Chile.

Raes, D. (2009). *AquaCrop: The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water*. Manual de Referencia. Estados Unidos: Food and Agriculture Organization -FAO-.

Risi, J.; Rojas, W y Pacheco, M. (eds.) (2015). *Producción y mercadeo de la quinua en Bolivia*. La Paz, Bolivia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-.

Sharpe, William F. (1964), Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *The Journal of Finance*, Vol. 19, No. 3 (Sep., 1964), pp. 425-442, Blackwell Publishing for the American Finance Association

Skees, J. R. (2008). Innovations in Index Insurance to the Poor in Lower Income Countries. *Agricultural and Resource Economic Review*, 37, 1-15.

Skees, J. R.; Black, J. R. y Barnett, B. J. (1997). Designing and Rating an Area Yield Crop Insurance Contract. *American Journal of Agricultural Economics*, 79 (mayo de 1997).

Tadesse, M. A.; Shiferaw, B. A. y Erenstein, O. (2015). Weather Index Insurance for Managing Drought Risk in Smallholder Agriculture: Lessons and Policy Implications for Sub-Saharan Africa. *Agricultural and Food Economics*, ISSN 2193-7532, Springer, Heidelberg, Vol. 3, 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40100-015-0044-3>.

Anexo 1: Estados fenológicos de la quinua

No.	Estado fenológico	Periodo (días después de la siembra)	Descripción del estado	Comentarios
1	Emergencia	5-10	La plántula emerge del suelo; hojas cotiledonarias extendidas	La quinua es una planta epigea
2	Crecimiento vegetativo	11-21	2.1 Aparición de dos hojas verdaderas	Periodo de rápido crecimiento radicular
		22-30	2.2 Aparición del primer par de hojas verdaderas; senescencia de las hojas cotiledonarias	Formación de brotes axilares; plantas autótrofas
		31-45	2.3 Aparición del tercer par de hojas verdaderas	Plantas autótrofas
3	Ramificación	45-50	Ramificación lateral profusa; las hojas cotiledonarias mueren y caen	Inflorescencia madura no visible, protegida por hojas
4	Crecimiento reproductivo	55 y 60	4.1 Inicio de la espiga; primer par de hojas verdaderas de color amarillento	Fuerte alargamiento y engrosamiento del tallo. En esta instancia existe emergencia de inflorescencias desde el ápice, las cuales están rodeadas de pequeñas hojas que cubren tres cuartos de la espiga
		65-70	4.2 Espiga evidente entre hojas pequeñas del ápice de la planta	La inflorescencia del ápice principal se destaca claramente por encima de las hojas, notándose los racimos que se forman individualmente observados en los racimos de yemas florales de forma individualizada
		75-80	4.3 Inicio de la floración	Las formas hermafroditas muestran sus estambres
		90-100	4.4 Plena flor	50% de las flores abiertas en la inflorescencia principal
5	Llenado de grano y madurez	100-130	5.1 Grano lechoso	Los granos, al apretarlos, exudan un líquido lechoso
		130-160	5.2 Grano pastoso	Los granos presentan una consistencia plástica
		160-180	5.3 Madurez fisiológica	Granos con humedad entre 14 y 16%; granos resistentes a la presión de las uñas

Fuente: Pinto, (2015).

Anexo 2: Glosario de definiciones en el área de los seguros agrícolas paramétricos⁷

Balance hídrico. Es una herramienta utilizada para evaluar la disponibilidad y distribución del agua en una determinada región o cuenca hidrográfica durante un período de tiempo específico. Este análisis tiene en cuenta las entradas y salidas del agua en el sistema, lo que permite comprender mejor la cantidad de agua disponible para diversos usos, como la agricultura, la industria, el abastecimiento de agua potable y la conservación del medio ambiente.

Cambio climático. Se refiere a los cambios significativos y de largo plazo en los patrones climáticos de la Tierra, que incluyen cambios en la temperatura, la precipitación, los eventos extremos y otros indicadores climáticos. Estos cambios son el resultado de diversas fuerzas, incluidas las actividades humanas -como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)- y las variaciones naturales en el sistema climático.

Características fenológicas de un cultivo. Se refieren a los eventos y etapas del ciclo de vida de la planta, desde la siembra hasta la cosecha, que están influenciados por factores como la temperatura, la humedad, la luz solar y otros factores ambientales. Estas características son fundamentales para comprender y gestionar el desarrollo y la producción de los cultivos. Algunas de las características fenológicas más importantes incluyen: i) germinación; ii) emergencia; iii) floración; iv) fructificación; v) maduración; y vi) senescencia. La comprensión de las características fenológicas de un cultivo es fundamental para la planificación y gestión agrícola, ya que permite optimizar el momento de siembra, la aplicación de fertilizantes, el riego, el control de plagas y enfermedades, y la cosecha. Además, el seguimiento de estas características a lo largo del ciclo de crecimiento de la planta puede proporcionar información valiosa sobre el rendimiento esperado del cultivo y ayudar a los agricultores a tomar decisiones informadas para maximizar la producción y la calidad de los productos agrícolas.

Daños al medioambiente. Se refieren a los impactos negativos -y a menudo irreversibles- causados por actividades humanas y naturales en los ecosistemas terrestres, acuáticos y atmosféricos. Estos daños pueden manifestarse de diversas maneras y tener consecuencias graves para la biodiversidad, los recursos naturales, la calidad del aire y del agua, así como para la salud humana y el bienestar de las comunidades. Existen algunas formas comunes en que se producen los daños al medioambiente: i) contaminación del aire; ii) contaminación del agua; iii) deforestación; iv) pérdida de biodiversidad; iv) cambio climático; v) contaminación del suelo. La mitigación de los daños al medioambiente requiere un enfoque integral que incluya la adopción de prácticas sostenibles, la conservación de recursos naturales, la reducción de emisiones contaminantes y la promoción de la educación ambiental y la conciencia pública sobre la importancia de proteger y preservar el medioambiente para las generaciones futuras.

Disparador de siembra. Es un término utilizado en la agricultura para referirse a las condiciones específicas que deben cumplirse antes de que los agricultores inicien el proceso de siembra de sus cultivos. Estas condiciones pueden variar según el cultivo, la región, el clima y otros factores, y pueden incluir una combinación de factores meteorológicos, edáficos y biológicos que afectan el éxito del cultivo. El disparador de siembra es una consideración importante para los agricultores, ya

⁷ Esta sección ha sido elaborada mediante el uso de ChatGPT 3.5 <https://chat.openai.com/?sso=>

que sembrar en el momento adecuado puede influir significativamente en el éxito del cultivo y el rendimiento de la cosecha. La elección del momento óptimo de siembra requiere un equilibrio entre una variedad de factores y puede influir en la rentabilidad y sostenibilidad de la producción agrícola.

Estaciones meteorológicas y pluviómetros. Son herramientas utilizadas para medir y registrar diferentes parámetros climáticos, incluida la precipitación, la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, entre otros. Estos dispositivos son fundamentales para recopilar datos meteorológicos precisos y monitorear las condiciones climáticas en diferentes ubicaciones. Ambos usos son llevados a cabo por meteorólogos, climatólogos, agricultores, planificadores de recursos hídricos y otros profesionales para monitorear y analizar las condiciones climáticas y el comportamiento del clima en diferentes regiones. Los datos recopilados por estas herramientas son fundamentales para comprender los patrones climáticos a largo plazo, pronosticar el tiempo con precisión, evaluar los riesgos naturales y planificar actividades agrícolas, de gestión de recursos hídricos y de mitigación de desastres.

Estaciones meteorológicas. Son instalaciones equipadas con una variedad de instrumentos diseñados para medir y registrar diversas variables meteorológicas. Estos instrumentos pueden incluir termómetros para medir la temperatura del aire, higrómetros para medir la humedad relativa, anemómetros para medir la velocidad y dirección del viento, barómetros para medir la presión atmosférica, y pluviómetros para medir la cantidad de precipitación. Las estaciones meteorológicas pueden ser automáticas (con sensores que registran datos de forma continua) o manuales (cuando los datos son registrados por observadores meteorológicos).

Estrés hídrico. Es una condición en la que la disponibilidad del agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de las plantas, lo que puede resultar en un crecimiento reducido, un rendimiento agrícola disminuido y, en casos extremos, la muerte de las plantas. Esta condición puede ser causada por diversos factores, incluyendo la escasez de lluvias, la mala gestión del agua, la sobreexplotación de los recursos hídricos y el cambio climático. El estrés hídrico es un desafío importante para la agricultura, especialmente en regiones propensas a la sequía y donde la gestión del agua es limitada. La adopción de prácticas de gestión del agua sostenibles -como el riego eficiente, la selección de cultivos tolerantes a la sequía y la conservación del suelo- puede ayudar a mitigar los efectos del estrés hídrico y promover la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a condiciones climáticas cambiantes.

Evaluación de riesgos. Es un proceso sistemático utilizado para identificar, analizar y evaluar los riesgos potenciales asociados con una actividad, un proyecto, una operación o una situación específica. Este proceso ayuda a las organizaciones y las personas a comprender mejor los riesgos a los que están expuestas, como también a tomar decisiones informadas para gestionar y mitigar los riesgos de manera efectiva. La evaluación de riesgos es una herramienta fundamental para la toma de decisiones informadas y la gestión eficaz de eventualidades adversas en todos los ámbitos de la vida, desde la gestión empresarial y la ingeniería hasta la salud y la seguridad pública. Un enfoque sistemático y proactivo para identificar y abordar los riesgos puede ayudar a prevenir pérdidas, minimizar impactos negativos y promover la resiliencia ante la ocurrencia de eventos adversos.

Gatillo o disparador del seguro agrícola. Se refiere al conjunto de condiciones predefinidas que activan la cobertura de un seguro y desencadenan el pago de compensaciones a los agricultores asegurados. Las condiciones pueden variar según el tipo de seguro agrícola y los riesgos cubiertos,

pero generalmente están relacionadas con eventos climáticos o pérdidas del rendimiento que pueden afectar la producción agrícola. Algunos ejemplos de gatillos comunes en los seguros agrícolas son: i) eventos climáticos; ii) índices climáticos; iii) pérdidas en el rendimiento. La definición y el diseño de los gatillos son aspectos críticos del proceso de desarrollo y comercialización del seguro. Estos gatillos deben ser claros, objetivos, verificables y capaces de activar la cobertura de manera oportuna y equitativa en caso de eventos adversos que afecten la producción agrícola. La transparencia y la comunicación clara sobre los gatillos del seguro son fundamentales para garantizar la confianza y la eficacia del programa de seguro entre los agricultores y otras partes interesadas.

Gestión de riesgos climáticos. Es un proceso integral que implica la identificación, evaluación y mitigación de riesgos asociados a eventos climáticos adversos. Estos eventos pueden incluir tormentas severas, inundaciones, sequías, olas de calor, entre otros fenómenos relacionados con el clima. Algunas etapas clave en el proceso de gestión de riesgos climáticos incluyen: i) identificación de riesgos; ii) evaluación de riesgos; iii) desarrollo de estrategias de mitigación; iv) implementación de medidas de mitigación; v) monitoreo y revisión. La gestión de riesgos climáticos es fundamental para aumentar la resiliencia de las comunidades y los sistemas naturales frente a los impactos del cambio climático, lo que reduciría el riesgo de pérdidas económicas, sociales y ambientales significativas.

Índice climático. Es una medida cuantitativa utilizada para caracterizar un aspecto particular del clima en una región específica durante un período de tiempo determinado. Estos índices se construyen a partir de datos observados como, por ejemplo, temperaturas, precipitaciones, vientos y humedad. Pueden utilizarse para estudiar patrones climáticos y cambios a lo largo del tiempo, y para fines de análisis y modelado climático. Existen numerosos índices climáticos que se utilizan en la investigación científica, la gestión de recursos naturales, la agricultura, la planificación urbana, la toma de decisiones políticas y otras áreas.

Índice climático para el desarrollo. Es una herramienta utilizada para evaluar y medir el impacto del cambio climático en el desarrollo humano y socioeconómico de una región específica. Este índice combina indicadores climáticos y socioeconómicos para proporcionar una evaluación integral del riesgo climático y evaluar su influencia en el bienestar humano y el progreso económico. El objetivo principal de este índice es ayudar a los responsables políticos, a los planificadores y a los investigadores a comprender cómo el cambio climático afecta en diferentes aspectos del desarrollo humano, como también ayuda a identificar áreas prioritarias de intervención.

Índice climático para la ayuda de emergencia. Es una herramienta que utiliza datos climáticos y modelos de predicción para anticipar situaciones de emergencia relacionadas con eventos climáticos extremos. Este tipo de índice ayuda a los organismos humanitarios, los gobiernos y las organizaciones de ayuda a prever y responder de manera más eficaz a desastres naturales como sequías, inundaciones, tormentas y olas de calor.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Es el más común de varios índices de vegetación derivados de observaciones en imágenes de percepción remota. Se basa en una relación entre la cantidad de luz reflejada (reflectancia) por la superficie terrestre en dos regiones del espectro electromagnético: luz roja e infrarroja (infrarrojo cercano). Valores bajos de luz reflejada en el color rojo, combinados con una alta reflexión en el infrarrojo, indican una mayor actividad fotosintética o una mayor cantidad y densidad de plantas verdes.

Pago máximo o reembolso máximo. En el contexto de los seguros agrícolas, se refiere al límite máximo de compensación que un asegurado puede recibir en caso de la activación de la cobertura del seguro a causa de un evento asegurado. Este límite se establece en la póliza del seguro y puede variar según el tipo de cultivo, la región, el riesgo asegurado y otras consideraciones específicas del programa. El pago máximo se establece para limitar la exposición de la compañía de seguros a grandes pérdidas y para garantizar la viabilidad financiera del programa. Así, el asegurado recibirá compensaciones de hasta un límite máximo, independientemente del valor real de sus pérdidas sufridas. Es importante tener en cuenta que el pago máximo puede variar según el tipo de cobertura y los términos específicos de la póliza de seguro. Los agricultores deben revisar cuidadosamente su póliza de seguro para comprender los límites de la compensación y asegurarse que estén adecuadamente protegidos contra los riesgos agrícolas.

Pérdida. Se refiere a una disminución en el valor económico, social o ambiental causada por eventos climáticos extremos o por el cambio climático en sí mismo. Estos eventos pueden incluir tormentas, inundaciones, sequías, olas de calor, incendios forestales y otros fenómenos relacionados con el clima que generen impactos negativos en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Las pérdidas debidas al riesgo climático pueden manifestarse de diversas maneras: i) pérdidas económicas directas; ii) costos de recuperación y reconstrucción; iii) impactos en la salud humana; iv) pérdida de vidas humanas.

Pérdidas consecuenciales. En el contexto de un seguro, se refiere a las pérdidas financieras adicionales que una persona o empresa puede sufrir como resultado directo de un evento asegurado que esté cubierto por su póliza. Estas pérdidas pueden ser distintas de las pérdidas físicas directas causadas por el evento asegurado, pero están directamente relacionadas con él y surgen como consecuencia directa de su ocurrencia. En el contexto del seguro, las pérdidas consecuenciales a menudo están cubiertas por pólizas específicas, como pólizas de interrupción del negocio o pólizas de lucro cesante. Tales pólizas están diseñadas para compensar las pérdidas financieras resultantes de la interrupción de un negocio a causa de eventos asegurados como incendios, inundaciones, terremotos u otros desastres naturales. Es importante tener en cuenta que las coberturas de pérdidas consecuenciales pueden variar según la póliza y el tipo de seguro.

Pluviómetros. Son dispositivos diseñados específicamente para medir la cantidad de precipitación que cae en un área determinada durante un período de tiempo específico. Los pluviómetros generalmente consisten en un cilindro graduado (o un embudo) con una escala de medición en milímetros o pulgadas. Cuando llueve, el agua se recoge en el cilindro o embudo y se registra la cantidad total de precipitación acumulada durante el evento.

Riesgo de base o variabilidad en la base. Es un término utilizado en el contexto de los seguros y las finanzas, particularmente en el ámbito de los seguros paramétricos y los seguros contra riesgos climáticos. Se refiere al riesgo residual o no cubierto que queda después de que se active una póliza paramétrica o después de que una medida de mitigación se implemente. El riesgo de base puede ser una preocupación importante para los aseguradores y los agricultores, ya que puede afectar la efectividad general de la cobertura de seguros y la capacidad de recuperación del agricultor después de un evento adverso. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el riesgo de base al diseñar y evaluar programas de seguros paramétricos y otras medidas de gestión de riesgos.

Riesgo meteorológico. Se refiere a los peligros y amenazas asociados con condiciones climáticas extremas o inusuales que puedan tener impactos adversos en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Estos riesgos pueden manifestarse en forma de fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, tornados, tormentas eléctricas, inundaciones, sequías, olas de calor, nevadas intensas, entre otros.

Riesgo moral. Se relaciona estrechamente con la selección adversa. Se refiere a la situación en la que una de las partes de una transacción cambia su comportamiento debido a la presencia de un seguro o a la protección contra ciertos riesgos, lo que puede tener consecuencias adversas para la eficiencia y la estabilidad de los mercados. La gestión adecuada del riesgo moral es fundamental para garantizar un funcionamiento eficaz y equitativo de los sistemas económicos y financieros.

Riesgo puro o prima pura. Concepto utilizado en el ámbito de los seguros para referirse al costo teórico de la cobertura del riesgo, sin incluir ningún margen de beneficio ni gastos administrativos. Esencialmente, representa la cantidad que una aseguradora debe cobrar para cubrir las pérdidas esperadas de manera exacta y sin considerar ningún otro factor. Es importante tener en cuenta que la prima pura es solo una parte del cálculo total de la prima del seguro. Además del riesgo puro, las aseguradoras también deben considerar otros factores como los gastos administrativos, los márgenes de beneficio, los impuestos y los costos de reaseguro. Así, la prima final que se cobra al asegurado será mayor que la prima pura para cubrir los costos adicionales y garantizar la rentabilidad del negocio asegurador.

Riesgos catastróficos. Son eventos extremadamente graves y poco frecuentes que pueden tener un impacto devastador en una amplia área geográfica y en una gran cantidad de personas o bienes. Tales eventos suelen ser impredecibles y pueden incluir desastres naturales como terremotos, tsunamis, huracanes, tornados, inundaciones, erupciones volcánicas y sequías extremas, así como eventos provocados por el hombre como ataques terroristas, accidentes industriales graves o pandemias. Dada la naturaleza impredecible y devastadora de los riesgos catastróficos, es fundamental implementar medidas de prevención, preparación y respuesta efectivas para reducir su impacto y aumentar la resiliencia de las comunidades y las infraestructuras. Esto puede incluir una mejora en las infraestructuras de construcción, la planificación urbana (con resistencia a desastres), el desarrollo de sistemas de alerta temprana, la capacitación en gestión de desastres y la promoción de la conciencia pública sobre los riesgos y las medidas de seguridad. Además, un seguro de riesgos catastróficos puede proporcionar una forma de transferir parte del riesgo financiero asociado con estos eventos a las aseguradoras y así ayudar a facilitar la recuperación después de un desastre.

Seguros agrícolas agregadores de riesgo. Son una forma innovadora de seguros diseñada para proporcionar cobertura a un grupo o una cartera de agricultores en lugar de asegurar a cada agricultor de forma individual. En lugar de evaluar las pérdidas en parcelas agrícolas individuales, estos seguros utilizan datos agregados de toda la cartera asegurada para determinar si se activa la cobertura y, de este modo, se calculan las compensaciones correspondientes. Son una forma innovadora de proporcionar cobertura a los agricultores, pues utilizan un enfoque basado en la cartera para reducir costos, diversificar el riesgo y proporcionar incentivos para la gestión del riesgo. Pueden desempeñar un papel importante en la promoción de la resiliencia y la sostenibilidad en el sector agrícola.

Seguros agrícolas paramétricos. Son una forma innovadora de protección financiera diseñada específicamente para agricultores y otros actores en la cadena de suministro alimentario. A diferencia de los seguros tradicionales basados en la indemnización, que requieren una evaluación de daños y pérdidas después de un evento climático adverso, los seguros paramétricos se activan automáticamente cuando se cumplen ciertos parámetros predefinidos, como niveles de precipitación, temperaturas extremas o índices de vegetación.

Seguros agrícolas tradicionales. Son aquellos seguros que funcionan mediante un principio de indemnización; es decir, compensan las pérdidas directas sufridas por los agricultores debido a eventos climáticos adversos, desastres naturales u otras contingencias. Estos seguros suelen involucrar evaluaciones de daños individuales en las parcelas agrícolas afectadas para determinar el monto de la compensación que se debe pagar. Desempeñan un papel importante en la protección de los agricultores contra pérdidas financieras debido a eventos climáticos adversos y otras contingencias. Sin embargo, su eficacia puede depender de una serie de factores, incluyendo la disponibilidad de cobertura adecuada, la asequibilidad de las primas, y la calidad y rapidez del proceso de reclamación y pago.

Selección adversa. Es un concepto que se refiere a una situación en la que una de las partes en una transacción tiene información asimétrica con respecto a la otra. Esta información sesgada conduce a resultados subóptimos o negativos para ambas partes. Tal fenómeno se observa con frecuencia en el contexto de los mercados de seguros y la economía en general.

Sensores remotos. Son dispositivos electrónicos utilizados para recopilar información sobre objetos, áreas o fenómenos sin necesidad de contacto directo con ellos. Estos dispositivos suelen ser parte de sistemas de teledetección que capturan datos a distancia desde plataformas espaciales, aviones no tripulados (drones) o estaciones terrestres. La teledetección se utiliza en una variedad de aplicaciones, incluyendo la monitorización ambiental, la agricultura de precisión, la cartografía, la gestión de recursos naturales, la detección de desastres y la investigación científica.

Tasa de pago o tasa de indemnización. En el contexto de los seguros agrícolas, se refiere a la proporción del valor asegurado que se paga al asegurado en caso de que se active la cobertura del seguro a causa de un evento asegurado. Esta tasa se establece en la póliza del seguro y puede variar según el tipo de cultivo, la región, el riesgo asegurado y otras consideraciones específicas.

Tick. En el contexto de los seguros agrícolas, el término *tick* se usa para hablar de la "tasa de indemnización" o simplemente la "tasa de pago". Sin embargo, si el término *tick* se utiliza en este contexto, podría referirse a una unidad incremental de la tasa de pago del seguro; es decir, al valor porcentual en el que se ajusta la indemnización en relación con el valor asegurado.

Ventana de siembra. Se refiere al período de tiempo durante el cual es óptimo sembrar un cultivo en particular para maximizar su potencial de crecimiento y rendimiento. Este período está determinado por una combinación de factores climáticos, edáficos y biológicos que afectan el desarrollo de la planta y la calidad del suelo. La ventana de siembra es un componente crítico de la planificación agrícola que requiere consideraciones cuidadosas con una variedad de factores para asegurar el éxito del cultivo. Los agricultores suelen basar sus decisiones sobre la ventana de siembra en datos históricos, pronósticos climáticos y conocimientos locales acerca de las condiciones del suelo y el clima.