



Munich Personal RePEc Archive

# **Financial innovations for adaptation to climate risk in agriculture: the case of index-based insurance**

Thomasz, Esteban Otto and Casparri, María Teresa

Universidad de Buenos Aires, IADCOM, CMA, Universidad de Buenos Aires, IADCOM, CMA

2015

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/72690/>  
MPRA Paper No. 72690, posted 28 Jul 2016 14:39 UTC

Documento de Trabajo CMA número 1 octubre 2015

**INNOVACIONES FINANCIERAS PARA ADAPTACIÓN  
AL RIESGO CLIMÁTICO: EL CASO DE LAS  
COBERTURAS BASADAS EN ÍNDICES**

**Esteban Otto THOMASZ,  
María Teresa CASPARRI.**

**CMA** | CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN METODOS CUANTITATIVOS  
IADCOM - UBA | APLICADOS A LA ECONOMÍA  
Y LA GESTIÓN



## INNOVACIONES FINANCIERAS PARA ADAPTACIÓN AL RIESGO CLIMÁTICO: EL CASO DE LAS COBERTURAS BASADAS EN ÍNDICES

**Esteban Otto THOMASZ**

UBA-IADCOM-CMA, [ethomasz@econ.uba.ar](mailto:ethomasz@econ.uba.ar)

**María Teres CASPARRI**

UBA-IADCOM-CMA - [teresa.casparri@fce.uba.ar](mailto:teresa.casparri@fce.uba.ar)

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es presentar una síntesis exploratoria de una innovación financiera reciente denominadas coberturas basadas en índices, a los fines de evaluar su potencial aplicabilidad y desarrollo en el caso de los países dependientes de la producción de materias primas agrícolas a nivel agregado o local. Se intentará definir la ingeniería particular de las coberturas índice, definir sus características principales, identificar sus ventajas y desventajas respecto al seguro tradicional; y a partir del estudio de la experiencia internacional analizar la viabilidad de implementación de esta nueva herramienta de cobertura. Esta línea de investigación pretende identificar los retos y desafíos que enfrentan los países en vías de desarrollo para la implementación de este tipo de instrumentos.

**Palabras clave:** índices de *commodities*, financiarización, riesgo de precio.

---

## FINANCIAL INNOVATIONS FOR ADAPTATION TO CLIMATE RISK IN AGRICULTURE: THE CASE OF INDEX BASED INSURANCE

**ABSTRAC:** The aim of this work is to present an exploratory synthesis of international experience related to index-based insurance, in order to assess their potential applicability as adaptation to climate risk in the case of countries dependent of agriculture. It will attempt to define the particular engineering these instruments , define its main characteristics, identify their advantages and disadvantages compared to traditional insurance; and from the study of international experience analyze the feasibility of implementing this tool . This line of research aims to identify the challenges faced by countries in developing for the implementation of these instruments.

**Key words:** index-based insurance, climate risk, agriculture.

**JEL:** Q14, G22

---

## Introducción

En la mayoría de los países en vías de desarrollo, el sector agropecuario tiene una alta incidencia económica a nivel agregado o bien a nivel de cohesión social de medianos y pequeños productores. No obstante, en la mayor parte de los casos de la producción se realiza a cielo abierto y sin riego artificial, estando expuesta a eventos de variabilidad climática que afectan las cantidades producidas.

No obstante, el nivel de cobertura frente a inclemencias climáticas tiende a ser bajo o nulo, siendo uno de los principales problemas el alto costo de las primas de los seguros tradicionales, sobre todo a nivel de pequeños y medianos productores.

Por ello, el objetivo de este trabajo es presentar una síntesis exploratoria de una innovación financiera reciente denominada coberturas basadas en índices, a los fines de evaluar su potencial aplicabilidad y desarrollo en el caso de los países dependientes de la producción de materias primas agrícolas a nivel agregado o local. Se intentará definir la ingeniería particular de las coberturas índice, definir sus características principales, identificar sus ventajas y desventajas respecto al seguro tradicional; y a partir del estudio de la experiencia internacional y el contexto local analizar la viabilidad de implementación de esta nueva herramienta de cobertura. Esta investigación permitirá identificar los retos y desafíos que enfrentan los países en vías de desarrollo para la implementación de este tipo de instrumentos.

En la primera sección del trabajo se presentan algunas definiciones que conforman el concepto de riesgo agropecuario conjuntamente con algunas proyecciones climáticas, a los fines de contar con un marco prospectivo que justifique la adopción de la herramienta propuesta. En la tercera sección se describe el marco conceptual de las coberturas basadas en índices, diferenciándolas de los seguros tradicionales, de los derivados climáticos y destacando ventajas y limitaciones. En la cuarta sección se sintetiza un breve relevamiento de casos a nivel internacional, detallando el tipo de cultivos y los eventos climáticos cubiertos. Por último, se esbozan algunas conclusiones y lineamientos salientes del presente estudio.

## 1. Riesgo agropecuario y cambio climático

La actividad agropecuaria está expuesta a una multiplicidad de riesgos que pueden alterar los resultados esperados y la situación económica del productor agropecuario.

En primer lugar, por tratarse de una tarea que se realiza a cielo abierto, se encuentra a merced de los fenómenos naturales. En segundo lugar, al igual que otras actividades económicas, está sujeta al riesgo de los mercados, como variaciones en el precio de los productos e insumos, y a cambios de orden comercial como por ejemplo cumplimiento de contratos de compra-venta. En tercer lugar, la actividad no es ajena a los riesgos provenientes del entorno político, macroeconómico y social, como son el cambio en las reglas del juego, la intervención del Gobierno (regulaciones, manejo del tipo de cambio, permisos de exportación e importación) o conflictos sociales. Vale destacar que en el sector agrícola los riesgos climáticos, de precio y regulatorios son esenciales y explican en gran medida las variaciones de las cantidades producidas a nivel mundial o local. En relación a los riesgos de precio, existen diferentes mercados de profundidad suficiente para aplicar diferentes estrategias de cobertura. No obstante, la aplicación de herramientas de transferencia del riesgo climático es todavía un área poco desarrollada, sobre todo en países con alta participación del producto agrícola.

Entre los riesgos climáticos tradicionales, pueden mencionarse eventos de sequía, inundaciones, exceso de humedad, falta de piso y granizo, heladas, bajas temperaturas, incendios, ondas cálidas, huracanes, ciclones y tornados.

Si bien tales eventos se han registrado a lo largo de la historia, el fenómeno denominado “cambio climático” está incrementando la frecuencia e intensidad de eventos de variabilidad climática, y también en los de carácter sistémico o catastrófico. Los daños pueden alcanzar extensas regiones en donde se desarrolla la producción agropecuaria, poniendo en riesgo la estabilidad del sector y perjudicando la economía de los países afectados por la contingencia climática (Gastaldi, 2011).

Esta circunstancia que no hace sino subrayar la necesidad de que los gobiernos, los productores agropecuarios y la industria de seguros asuman una actitud más proactiva y adopten las medidas necesarias para garantizar la sustentabilidad de la actividad.

Una muestra de la relevancia que está adquiriendo el tema de los riesgos agropecuarios son las posturas tomadas por los diversos organismos internacionales: dentro de los 5 objetivos centrales del “*Action plan on food price volatility and agriculture*”, presentado en

la cumbre de líderes del G-20 celebrada en noviembre de 2011, se incluyó mejorar y desarrollar los instrumentos de administración de riesgos para los gobiernos, las firmas y los agricultores.

Asimismo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe sostiene que “el cambio climático representa un serio desafío ambiental, económico y político dado que sus efectos plantean una grave amenaza a nivel mundial. En América Latina y el Caribe se están produciendo fenómenos como el retroceso glaciar, la desertificación, la posible intensificación de los fenómenos de El Niño y La Niña y en general la exacerbación de eventos climáticos extremos, que podrían incidir en el crecimiento económico de los países de la región. El Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Sudamérica (ERECC- SA) surge del interés común de los países de la región por analizar las consecuencias socio-económicas del cambio climático y desarrollar políticas de mitigación y adaptación, así como apalancar los recursos financieros necesarios para abordar este fenómeno”.

La Organización de los Estados Americanos (OEA) señala en su programa Interamericano para el Desarrollo Sostenible (PIDS, 2006 – 2009) el apoyo a acciones estratégicas para la promoción de protección de pérdidas catastróficas mediante la industria de seguros.

Por otra parte, FAO (2010) presenta un conjunto de mensajes relacionados con la implementación de prácticas agrícolas climáticamente inteligentes que generen una transformación significativa de la agricultura y le permitan atender los retos que la vinculan con la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Todas estas valoraciones reafirman la necesidad urgente de implementar instrumentos que permitan una mejor gestión del riesgo.

Si bien los riesgos no pueden ser eliminados en su totalidad, pueden ser gestionados. Sabiendo que el abordaje del riesgo climático (o cualquier otro riesgo) tiene implicancias económicas y financieras, Gastaldi et al (2011) proponen que la siguiente clasificación a la gestión de riesgos climáticos:

- (a) de gestión o manejo del riesgo a cargo del productor (dentro de la explotación agropecuaria). Incluye las estrategias que los productores pueden adoptar asociadas con la elección de tecnologías de manejo del cultivo adecuadas a las condiciones climáticas de cada región (sistema de siembra, elección de cultivar, fecha de siembra, etc.)

(b) programas de ayuda pública, involucran acciones posteriores a la ocurrencia del evento adverso, realizadas por actores que incluyen desde el Estado a los productores: ejemplos de estas acciones son los diferimientos impositivos, créditos a tasas subsidiadas, etc.

(c) de tercerización o transferencia (total o parcial) del riesgo a un tercero: se refiere a la transferencia del riesgo desde el productor hacia entidades aseguradoras o a través de diferentes formas de integración, incluyendo el uso de contratos.

Las alternativas generales de mitigación y transferencia del riesgo pueden ser complementarias y deben ser contempladas en los momentos más adecuados dentro del proceso de toma de decisiones a efectos de avanzar hacia una gestión eficiente e inteligente del riesgo agropecuario.

A efectos de cumplir con los objetivos de este trabajo, se focalizará en el accionar de la tercerización o transferencia del riesgo a un tercero, desarrollando una de las nuevas tendencias del mercado internacional de seguros agropecuarios: las coberturas basadas en índices.

## **2. Coberturas basadas en índices**

Los instrumentos financieros desarrollados para mitigar algunos riesgos de precio del sector agropecuario consisten en los denominados derivados financieros, seguros (tradicionales e indexados) y derivados climáticos. En tanto, el riesgo climático suele manifestarse como un riesgo de cantidad, es decir, que el volumen de producción o venta es incierto debido a la ocurrencia de algún evento climático o meteorológico. Este riesgo puede ser mitigado mediante seguros de daños tradicionales, derivados climáticos y seguros indexados.

Los seguros tradicionales de daños son contratos indemnizatorios que dan cobertura frente a un daño económico demostrable. En el caso de los seguros para el sector agropecuario en Argentina, la oferta realizada por las compañías de seguro está altamente concentrada en la cobertura contra granizo, habiendo pocas experiencias de contratos multi-riesgo. En los seguros de daños, ante la ocurrencia de un evento asegurado, un perito evalúa el daño que sufrió la producción y se realiza una indemnización de acuerdo con dicha evaluación.

Los derivados climáticos son contratos que brindan pagos contingentes en función de una variable climática o meteorológica subyacente. Entre 1996 y 1997 se negociaron los primeros derivados climáticos utilizados como herramienta de cobertura en el sector energético de Estados Unidos (Alaton et al., 2002; Brocket et al., 2005; Geman and Leonardi, 2005; Jewson and Brix, 2005), ya que el consumo de energía depende fuertemente de las condiciones del tiempo, en especial de la temperatura. Además, los derivados climáticos son especialmente atractivos para los inversores, ya que *a priori* el rendimiento de los mismos está prácticamente incorrelacionado con el de la mayoría de las inversiones financieras (Hess et al., 2005; Jewson, 2004).

En tanto, los seguros indexados establecen un umbral de un índice (climático, meteorológico o basado en otras variables) a partir del cual se activarían los pagos del contrato, pero a diferencia de los derivados climáticos en un seguro debe comprobarse la existencia de una pérdida por parte del tomador del producto para que tenga lugar el pago (Alaton et al., 2002; Dischel and Barrieu, 2002, Varangis et al., 2006). En la Argentina la implementación de seguros indexados se limitó a algunos contratos particulares hechos a medida (Mahul and Stutley, 2010). Los seguros indexados también se diferencian de los seguros indemnizatorios tradicionales: en un seguro indexado los pagos que recibe el asegurado están basados en un índice altamente correlacionado con los resultados de su negocio, y no en las pérdidas concretas que sufre el tomador (Mahul and Stutley, 2010; Baez Barraza, 2010; Baez and Iglesias, 2010).

El hecho de que en un seguro indexado los pagos se calculen en función de un índice y no en base a las pérdidas reales sufridas por el tomador del contrato genera el llamado “riesgo de base”: pueden existir eventos medidos con el índice que no activen pagos en la cobertura, y sin embargo un productor particular podría haber sufrido un daño en su campo; y viceversa.

Una de las principales ventajas de las coberturas basadas en índices en comparación con los seguros tradicionales es la eliminación de la información asimétrica que implica la presencia de riesgo moral y selección adversa, ya que la observación del índice subyacente permite definir el monto del pago sin ambigüedades. Para ello, el índice debe ser público para todas las partes del contrato, y además debe ser transparente, fácilmente observable y no debe estar sujeto a la manipulación (FAO 2001, OCDE 2000, Banco Mundial, 2014). El riesgo de base inherente a las coberturas paramétricas (correlación imperfecta entre el daño y el índice) genera que en ocasiones el contrato no brinde una cobertura adecuada y,

en consecuencia, podría ser poco atractivo para los tomadores (Hess et al., 2002; Hess et al., 2005; Hellmuth et al., 2009; Makaudze and Miranda, 2010). Para reducir este riesgo, se deben diseñar contratos que maximicen la correlación entre el daño y el índice (Hess et al., 2005), lo cual en ocasiones requiere la combinación de más de una variable subyacente (Baez and Iglesias, 2010).

En síntesis, en la tabla siguiente se resumen algunas ventajas y desventajas de las coberturas basadas en índices.

---

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Transparencia: variables climáticas definidas y garantizadas por el agente de medición.</li><li>• Elimina riesgo moral y de selección adversa.</li><li>• Reduce costos de administración: son verificables en forma independiente sin necesidad de realizar inspecciones a los cultivos</li><li>• Medición en tiempo real.</li><li>• Permiten que pequeños productores que no accedan a mecanismos tradicionales de seguros agrícolas puedan acceder al crédito.</li><li>• Acceso a nueva liquidez para coberturas climáticas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Riesgo de base: es el riesgo de que no exista coincidencia entre los pagos establecidos por el contrato (determinados por un valor del parámetro) y la ocurrencia real de pérdidas.</li><li>• Falta de comprensión del mecanismo.</li><li>• Desarrollo de cobertura exige mucha información en algunos casos y estudios para ajustar la relación índice-exposición al riesgo.</li></ul>

---

Fuente: elaboración propia

Asimismo, entre los requerimientos necesarios para implementar este tipo de coberturas, se destacan las siguientes:

- Información: disponer de datos en cantidad y calidad que permitan estimar la probabilidad de ocurrencia.

- Establecer la correlación: entre la evolución de la variable seleccionada como índice y la exposición a riesgo.
- Estaciones de medición representativas (distribución de estaciones meteorológicas).
- Marco legal que habilite este tipo de seguro.
- Acuerdo entre las partes en cuanto a las estaciones de medición, metodología de registro de datos, definición de responsabilidades y autoridades.
- Tiempo suficiente para el desarrollo de la cobertura, insume un periodo considerable previo a su implementación.

Por último, en virtud que arquitectura del instrumento se basa fundamentalmente en el comportamiento del índice de referencia, se espera que el mismo cumpla en tiempo real con las siguientes condiciones (Banco Mundial, 2014):

- Observable y de fácil medición
- Objetivo
- Transparente
- Verificable en forma independiente
- Publicable en forma regular
- Consistente a lo largo del tiempo

Los datos de estaciones meteorológicas locales son los más tradicionalmente utilizados (un índice habitual son el nivel de precipitaciones acumulados en determinados períodos críticos). No obstante, en los últimos años se han comenzado a utilizar innovaciones tecnológicas para la construcción de índices, como por ejemplo las imágenes satelitales.

Un índice que está siendo utilizado es el denominado NVDI (Normalized Difference Vegetative Indexes), el cual mide la diferencia del reflejo en la vegetación de ondas emitidas satelitalmente. La diferencia del reflejo es un indicador del vigor de la vegetación en el área estudiada (Banco Mundial 2011). Este indicador ha sido muy utilizado en EEUU para determinar períodos de sequía en producción agrícola, y se han realizado ensayos para utilizarlo como índice para cobertura en ganadería en Uruguay (Banco Mundial, 2011) y Argentina (Bacchini y Miguez, 2015).

En relación a las variables necesarias para el diseño del instrumento, deben considerarse las siguientes:

- Evento climático cubierto.
- Rendimientos promedios del área.
- Estación meteorológica de referencia
- Período de cobertura ( $p_c$ ): Es el período, medido en días, durante el cual la ocurrencia del evento climático cubierto es posible de ser indemnizado.
- Índice climático: es la medición de un conjunto de variables *proxy* exógena del evento climático que afectan a la productividad del cultivo.
- Punto crítico disparador: Es el valor del índice durante el período de cobertura que activa el mecanismo de pago.
- Punto crítico de salida: Es el valor del índice por debajo del cual se indemniza el 100% de la suma cubierta.
- Suma asegurada: Es el capital sobre el cual se calcula la indemnización.

Por último, en virtud que la implementación de la herramienta necesita previamente una fase de testeo, pueden utilizarse los siguientes indicadores como evaluación del desempeño ((Gastaldi *et al*, 2011):

- $Desempeño = \frac{Pago\ correcto + correcto\ no\ pago}{total\ general}$
- $Probabilidad\ del\ pago\ correcto = \frac{Pago\ correcto}{Pago\ correcto + no\ pago}$
- $Probabilidad\ del\ pago\ incorrecto = \frac{Pago\ incorrecto}{correcto\ no\ pago + pago\ incorrecto}$
- $Sesgo = \frac{(Pago\ correcto + pago\ incorrecto)}{(pago\ correcto + no\ pago)}$

En síntesis, en este apartado se ha resumido el concepto de los seguros indexados, detallando sus ventajas, desventajas, condiciones de implementación, características del índice, variables principales e indicadores de desempeño. En tanto, en el siguiente apartado se presentará un breve relevamiento de casos desarrollados a nivel mundial, a

los fines de brindar una síntesis descriptiva del perfil de las coberturas que en su mayoría constituyen ensayos o aún se encuentran en fase de implementación.

### 3. Pruebas pilotos internacionales

Como fue dicho, los seguros en base a índices son un producto que se encuentra en fase experimental y que por tanto deberán ser adaptados y testeados para poder cumplir la diversidad de aplicaciones y objetivos esperados. Se han iniciado una cantidad importante de pruebas piloto que han permitido desarrollar los principios fundamentales necesarios para lograr un desempeño exitoso, sugerir nuevos caminos y detectar los retos a los que deben enfrentarse.

A modo exploratorio a continuación se presenta el relevamiento de un conjunto de casos a nivel mundial, a los fines de observar algunos casos concretos y poder resumir la tendencia del mercado.

Tabla N° 1: Casos y ensayos de coberturas basadas en índices a nivel mundial

PAIS	REGIÓN	CULTIVO	TIPO	INDICE	RIESGO
MALAWI	África	Maní/Tabaco	Desarrollo	Precipitación	Sequía
MALAWI	África	Maíz	Emergencia	Precipitación	Sequía
ETIOPIA	África	-	Emergencia	Precipitación	Sequia
INDIA	Asia	Patatas	Desarrollo	Temperatura /Humedad	Royo tardío
PARAGUAY	Latinoamérica	Soja	Desarrollo	Precipitación	Sequias/Exceso de Humedad
BRASIL	Latinoamérica	Maíz	Desarrollo	Rendimiento por zona	Sequia/Inundaciones
VIETNAM	Asia	Arroz	Desarrollo	Caudal del rio	Inundaciones
MONGOLIA	Asia	Ganado	Desarrollo	Tasa de mortalidad	Inviernos severos
CHINA	Asia	Arroz	Desarrollo	Precipitación/Ola de calor	Sequia/Alta temperatura
CANADA	América del Norte	Forraje	Desarrollo	Precipitación	Sequia

UCRANIA	Europa	Trigo	Desarrollo	Precipitación	Sequia
TAILANDIA	Asia	Maíz	Desarrollo	Precipitación	Sequia
ESTADOS UNIDOS	América del Norte	Forraje	Desarrollo	Precipitación	Sequia/Inundaciones
CARIBE	América Central	-	Desarrollo	Velocidad del viento	Terremoto/Huracanes
FILIPINAS	Asia	Arroz	Desarrollo	Trayectoria del Tifón	Tifón
PERU	América del Sur	-	Desarrollo	Temperatura del mar	Inundaciones
REP. DOMINICANA	América Central	-	Emergencia	Categoría del ciclón tropical	Ciclones tropicales
REP. DOMINICANA	América Central	-	Emergencia	Precipitación	Inundaciones/Sequía
JAMAICA	América Central	-	Emergencia	Velocidad del viento	Huracanes
MARRUECOS	África	Cereales	Desarrollo	Precipitación	Sequía
SENEGAL	África	Maíz/Maní	Desarrollo	Precipitación	Sequía
ARGENTINA	América del Sur	Algodón	Desarrollo	Precipitación	Sequía/Inundaciones
ARGENTINA	América del Sur	Algodón	Desarrollo	Rendimiento por área	
HONDURAS	América Central	Café	Desarrollo	Precipitación	Sequía/Inundaciones
NICARAGUA	América Central	Café	Desarrollo	Precipitación	Sequía/Inundaciones
ARGENTINA	América del Sur	Ganado	Desarrollo	NDVI	Sequía
URUGUAY	América del Sur	Ganado	Desarrollo	NDVI	Sequía

Fuente: elaboración propia

En primera instancia, de acuerdo al relevamiento realizado, se observa que en la mayoría de los casos las coberturas basadas en índices corresponde a productos agrícolas, mientras que solamente algunos casos corresponden a ganado. Asimismo, el evento climático cubierto resulta en la mayoría de los casos eventos de sequías e inundaciones.

En general, este tipo de instrumentos son aplicados como estrategia de desarrollo social y/o económico. La finalidad consiste en estabilizar los ingresos de los productores con el objetivo de hacer sustentable su actividad en el largo plazo, ya sea en la provisión de alimentos (en el caso de la agricultura de subsistencia) o bien en la posibilidad de disponer de mayor estabilidad de ingresos para el acceso al sistema financiero, compra de insumos, bienes de capital, etc., en el caso de pequeños y medianos productores.

Se observan pocos casos de cobertura sobre eventos catastróficos (terremotos, huracanes, tifones). Asimismo, en la mayoría de los casos, los seguros tienen como objetivo el financiamiento de algún plan de desarrollo más que de transferencia al mercado de eventos de emergencia o catástrofe.

#### 4. Conclusiones

Las coberturas basadas en índices constituyen una herramienta innovadora para la transferencia de los riesgos climáticos de los productores agropecuarios hacia los mercados. Tienen la ventaja de ser un mecanismo transparente y automático en su desempeño, bajando el costo de las primas y haciéndolo accesibles a pequeños y medianos productores.

No obstante, la fase de desarrollo de los mismos es compleja, siendo una de las principales dificultades la disponibilidad de información climática en el área de interés, como asimismo la correcta vinculación de la misma con el evento de pérdida asegurado. Por ello, su diseño e implementación requiere una adecuada complementación de conocimientos climatológicos, agronómicos y de viabilidad económica, convirtiendo a las coberturas basadas en índices en un campo de estudio necesariamente interdisciplinario.

Por otro lado, deben valuarse correctamente tanto los costos económicos de los eventos de pérdida como también el desempeño de la cobertura, a los fines que sean viables a lo largo del tiempo y se conviertan en un instrumento aceptado tanto por los potenciales tomadores como por el sector público. En relación a esto último, la mayoría de las experiencias relevadas se han basado en esquemas de participación público-privada, por lo cual la correcta valuación económica debe ser una arista fundamental para justificar la participación estatal, que en la mayoría de los casos se expresa a través del subsidio a las primas de la cobertura.

Por último, una parte del éxito en el desarrollo de los seguros indexados es que los mismos deben formar parte de un esquema integral de gestión de riesgo agropecuario. La alta volatilidad de los precios de los productos agrícolas, y la inherente complejidad de la dinámica climática, hacen que la producción agropecuaria tenga un mayor nivel de vulnerabilidad respecto a otras actividades económicas y que por lo tanto necesite una correcta calibración de instrumentos de cobertura de precio y de cantidades que permita el financiamiento de estrategias de adaptación y mitigación con el objetivo de incrementar no solamente el bienestar de los productores sino asimismo coadyudar al sostenimiento de la seguridad alimentaria a nivel global.

## 5. Referencias

- Alaton, P.; Djehiche, B. and Stillberger, D. (2002). "On modelling and pricing weather derivatives." *Applied Mathematical Finance*, 9(1):1-20.
- Bacchini, R., Miguez, D. (2015). Agricultural risk management using NDVI pasture index-based insurance for livestock producers in south west Buenos Aires province, *Agricultural Finance Review*, Vol. 75 Iss: 1, pp.77 - 91.
- Baez, K. and Iglesias, E. (2010). "Adaptation and vulnerability to drought in grazing livestock system: The role of index insurance." *Technical report, International Society for Ecological Economics (ISEE)*, Oldenburg and Bermen, Germany, October 2010.
- Brocket, P.; Wang, M. and C. Yang (2005). "Weather Derivatives and Weather Risk Management." *Risk Management and Insurance Review*, 8(1):127-140, 2005.
- Dischel, R. and Barrieu, P. (2002). Financial weather contracts and their application in risk management. In Robert S. Dischel, editor, *Climate risk and the weather market*, volume 209 of *Graduate Texts in Mathematics*, pages 25-42. Risk Books, London, UK, 2002.
- FAO (2010). Agricultura "climáticamente inteligente" Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación.
- Gastaldi, L. et all (2011). Seguro basado en índice climático para la producción de soja en argentina. Asociación Argentina de Economía Agraria.
- 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.
- Hellmuth, M.; Osgood, D.; Hess, U.; Moorhead, A. and Bhojwani, H. (2009). "Index insurance and climate risk: Prospects for development and disaster management." *Climate and Society No. 2*. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York, USA, 2009.
- Hess, U.; Richter, K. and Stoppa A. (2002). "Weather risk management for agriculture and agri-business in developing countries." In Robert S. Dischel, editor, *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books, London, 2002.
- IRI (2007). Designing weather insurance contracts for farmers In Malawi, Tanzania and Kenya.
- IRI (2009). Designing index-based weather insurance for farmers in Central America.
- Jewson, S. and Brix, A. (2005). Weather Derivative Valuation. The Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2005.
- Makaudze, E. and Miranda, M. (2010). "Catastrophic drought insurance based on the remotely sensed normalised difference vegetation index for smallholder farmers in Zimbabwe." *Agrekon*, 49(4):418-432, 2010.

- Sandmark, T., et al (2013). The Emergence and Development of Agriculture Microinsurance. A Discussion Paper. Mircro-Insurance Network.
- Varangis, P.; Skees J.R. and Barnett; B.J. (2002). "Weather Indexes for Developing Countries". In Robert S. Dischel, editor, *Climate Risk and the Weather Market*. Risk Books, London, 2002.
- World Bank (2011). NDVI Pasture index-based insurance for Livestock Producers in Uruguay. Feasibility Study: Final Report
- World Bank (2011). Weather index insurance for agriculture: guidance for development practitioners. Agriculture And Rural Development Discussion Paper 50.
- WFP & IFAD (2010). El potencial para la ampliación y sostenibilidad de los seguros basados en índices climáticos para la agricultura y subsistencia rural.