

El impacto económico de los eventos climáticos extremos en Argentina

El caso de la soja en la zona núcleo

¿Riesgo climático o déficit de infraestructura?

Programa de investigación en valuación de la vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Buenos Aires

Esteban Otto Thomasz

Gonzalo Rondinone

Ana Silvia Vilker

Mariano Eriz



El impacto económico de los eventos climáticos extremos en Argentina: el caso de la soja en la zona núcleo ¿Riesgo climático o déficit de infraestructura / Esteban Otto Thomasz, Gonzalo Rondinone, Ana Vilker, Mariano Eriz. - 1a ed. . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas, 2017.

56 p. ; 30 x 20 cm.

ISBN en tramite FCE-UBA

1. Gestión Financiera. I. Thomasz, Esteban Otto II. Título
CDD

Universidad de Buenos Aires

Rector: Dr. Alberto Barbieri

Facultad de Ciencias Económicas

Decano: Dr. Cesar H. Albornoz

Instituto de Investigaciones en Administración, Contabilidad y Matemática (IADCOM)

Directora: Dra. María T. Casparri

Programa de Investigación en valuación de la vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático

Director: Dr. Esteban Otto Thomasz

Todos los derechos reservados.

Programa de investigación en valuación de la vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático

El programa de investigación en valuación de la vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático tiene como objetivo estudiar modelos, enfoques, metodologías y métricas para valorar los costos económicos y estimar la vulnerabilidad social de eventos de riesgo climático, tales como sequías, inundaciones, olas de calor y otros eventos de variabilidad climática que afecten a los activos, actividades económicas y el bienestar de poblaciones específicas.

Actualmente, el mismo forma parte del Instituto de Investigaciones en Administración, Contabilidad y Matemática (IADCOM) de la Universidad de Buenos Aires, con sede en la Facultad de Ciencias Económicas.

La creación del programa específico en la facultad de ciencias económicas es fruto de más de 11 años de experiencia en investigación en la temática, que nace en el año 2006 con el proyecto PICT titulado "Impacto económico, financiero y actuarial del cambio climático en Argentina, radicado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Más recientemente, investigadores de esta casa de estudios realizaron una extensa investigación (2015-2018) en el *Massachusetts Institute of Technology*, donde se radico el proyecto "*Study of Socio-Economic Impact of Climate Change Risk in Developing Countries*", con particular énfasis en la medición de vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático en mercados emergentes.

Como fruto de tales intercambios, de las redes constituidas y del conocimiento generado, se crea el programa específico que tendrá como misión proveer métricas consensuadas y rigurosas del impacto socioeconómico del riesgo climático en Argentina.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación puede ser reproducida en tanto la fuente sea citada. Están prohibidas las reproducciones con fines comerciales.

Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Buenos Aires
Av. Córdoba 2122 (C1120AAQ) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
República Argentina

URL:

http://www.economicas.uba.ar/institutos_y_centros/provul/

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	10
1. Relevancia del problema.....	13
2. Relevancia del sector Agrícola en Argentina.....	14
3. Eventos climáticos.....	19
4. ¿Que se denomina valuación económica?.....	21
4.1. Limitaciones de los modelos de valuación.....	23
5. Valuación económica de extremos climáticos en Argentina.....	26
5.1. Los excesos hídricos.....	27
5.2. El costo económico de las sequías.....	31
5.3. Proyecciones.....	36
6. Riesgos climáticos e infraestructura.....	42
6.1. Cómo implementar infraestructura de adaptación a los riesgos climáticos?.....	43
7. Perspectivas para el planeamiento.....	48
8. Resumen.....	50
9. Bibliografía.....	52

ACERCA DE LOS AUTORES



Esteban Otto Thomasz es licenciado en Economía, Master en Administración y Phd. de la Universidad de Buenos Aires. Tiene una especialización en Planeamiento Urbano y Regional en el *Massachusetts Institute of Technology*, y ha realizado cursos de posgrado en adaptación al cambio climático y manejo de los recursos hídricos en la Universidad de Harvard. Actualmente es director del Programa de Investigación en Valuación de la Vulnerabilidad Socioeconómica al Riesgo Climático de la Universidad de Buenos Aires. Ha participado en numerosos proyectos como investigador y como asesor en el área gobernanza fiscal, riesgo macroeconómico y evaluación del riesgo climático a nivel público y privado. En los últimos años se ha especializado en valuación económica del riesgo climático a nivel urbano y rural. Ha sido asesor de la Ciudad de Medford, Massachusetts en su plan de adaptación al riesgo climático y ha participado del *Boston Climate Preparedness Taskforce* del Consejo de Planeamiento del Estado de Massachusetts. Es profesor regular de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, estando a cargo de cursos de grado y posgrado.



Mariano Eriz es consultor e investigador en economía aplicada. Actualmente se desempeña como Coordinador de la Dirección de Análisis de Precios y Mercados del Ministerio de Producción de la Nación y Asesor en el Ministerio del Interior, obra pública y vivienda. Actualmente es co-director del Programa de Investigación en Valuación de la Vulnerabilidad Socioeconómica al Riesgo Climático de la Universidad de Buenos Aires. Fue investigador visitante del *Massachusetts Institute of Technology*, especializándose en planeamiento económico y análisis geoespacial. Es investigador y profesor adjunto de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Católica Argentina. Amplia experiencia en el sector público y privado en proyectos vinculados a medición del entramado socioeconómico, diseñando medidas de agregación de información cuanti y cualitativa. Participación en proyectos financiados por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).



Gonzalo Rondinone es Licenciado en Economía y Master en Gestión Económica y Financiera del Riesgo de la Universidad de Buenos Aires. Es consultor e investigador con experiencia en la aplicación y desarrollo de instrumentos financieros para el desarrollo local y regional. En la Universidad de Buenos Aires ha participado en proyectos de investigación de riesgo macroeconómico y riesgo climático. Como consultor ha trabajado en el diseño y ejecución de programas de administración de riesgo para productores, acopiadores y exportadores. Actualmente se encuentra como investigador visitante en el *Massachusetts Institute of Technology*, explorando mecanismos de financiamiento de infraestructura para políticas de adaptación al riesgo climático.



Ana Vilker es Licenciada en Economía, investigadora y profesora adjunta de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Ha sido directora y se ha desempeñado trabajado como investigadora en numerosos proyectos de ciencia y técnica financiados por la Universidad de Buenos Aires en los temas relacionados con el análisis de las herramientas utilizadas para la gestión del riesgo agropecuario y su impacto socioeconómico. Elaboró el “Índice de Riesgo de precios Agropecuario Argentino” -AAVIX- (*Argentinian Agricultural Volatility Index*). También ha investigado sobre los determinantes y la financiarización del precio de los *commodities*. Ha integrado equipos de trabajo en organismos del estado como el Consejo Nacional de Inversiones y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

Actualmente se encuentra desarrollando su tesis doctoral explorando metodologías de medición económica del impacto de la variabilidad climática en el sector agrícola argentino.

AGRADECIMIENTOS

Este breve documento constituye una síntesis de años abocados a la investigación y al desarrollo de políticas públicas. Muchos han sido los actores que han contribuido en forma directa o indirecta a la formalización de esta línea de investigación.

En primer lugar, agradecer a las autoridades de la Facultad de Ciencias Económicas, por su apoyo institucional permanente a la generación de nuevos proyectos. Especialmente al Sr. Decano Cesar Albornoz y a la Profesora Emérita María Teresa Casparri. Asimismo, al Profesor Asociado Juan Ramón Garnica Hervas, por su guía permanente para innovar en la investigación.

En segundo término, al director del *Special Program for Urban and Regional Studies* del MIT, Bish Sanyal, por brindarnos todos los elementos para radicar nuestro proyecto en el MIT. A las enriquecedoras discusiones de la Dra. Linda Shi, Phd. del MIT y actual profesora adjunta de *Cornel University*.

Al Dr. Kenneth Strepeck, *Research Scientist* del MIT y actual director del programa de adaptación al cambio climático del *Joint Program on the Science and Policy of Global Change*, por su pasión y compromiso en la formación de jóvenes profesionales, como asimismo por promulgar la importancia del estudio de los recursos hídricos.

A Dan Osgood, *Lead Scientist, Financial Instruments Sector Team* del *International Research Institute for Climate and Society* de *Columbia University*, por su apertura desinteresada a debatir sobre los impactos económicos del riesgo climático en el sector agrícola. A Paula Gonzales, *Research Scientist* del *National Center for Atmospheric Science (NCAS)* de *University of Reading*, por su orientación en el estado actual de las ciencias climáticas y facilitarnos material aplicado al cono sur.

A Andres Ravelo y Roberto Zantovar, director e investigador, respectivamente, del Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (UNC-CONICET) por los intercambios que continuamos realizado respecto a los impactos agroeconómicos de los excesos y déficits hídricos en Argentina.

A Gabriella Carolini, *Assistant Professor* del *International Development Group* del MIT, por sus enriquecedoras discusiones acerca de metodologías para medir la vulnerabilidad social.

A la actuaria Alejandra Muzzio, Investigadora del Programa de investigación en valuación de la vulnerabilidad socioeconómica al riesgo climático, por su ayuda en la confección de modelos de simulación.

“Whiskey is for drinking; water
is for fighting over.”

Mark Twain

PRÓLOGO

Esta publicación constituye la continuación del proyecto de investigación que fue iniciado bajo mi dirección en el año 2006, titulado “Impacto Económico, Financiero y Actuarial del Cambio Climático en Argentina”. A partir del mismo, se iniciaron diversas líneas de investigación y se formaron importantes recursos humanos.

Particularmente, este trabajo resume los aspectos principales que pueden aportarse a la problemática del riesgo climático desde la perspectiva las ciencias económicas. En términos generales, abordar el problema de la medición de impacto económico y social. En términos particulares, incorporar a los estudios la problemática de las metodologías de valuación de impactos y pérdidas, del impacto sobre el sistema de precios, de la estimación de los encadenamientos productivos, la problemática de la estimación de tasas de interés, etc. Elementos que en definitiva servirán para un mejor diseño e implementación de instrumentos fiscales y financieros para fundamentar sobre bases técnicas la inversión en medidas de adaptación al riesgo climático.

A su vez resume en forma sintética y con lenguaje simple, los principales elementos de la valuación económica, y al mismo tiempo presenta el resultado de diversas proyecciones para el agro argentino. Constituye una forma de transferencia de los conocimientos generados no sólo al sector académico, sino también al sector público, empresas y a la sociedad en su conjunto. Los resultados aquí exhibidos ponen un orden de magnitud a la medición del impacto de los eventos climáticos extremos en Argentina. Una vez cuantificada la relevancia, las partes pueden proceder a buscar soluciones que minimicen riesgos y maximicen beneficios conjuntos.

Dado que el objeto de estudio se encuentra atravesado por la agricultura, la meteorología, las ciencias sociales, el planeamiento urbano otras disciplinas, resulta particularmente importante el aporte que este trabajo realiza. Es desde la ciencia económica y a través de la monetización de los impactos climáticos que se puede realizar análisis integral al problema. Las políticas de adaptación o mitigación que se recomienden deben ser ejecutadas multidisciplinariamente, pero es tarea de la economía realizar una cuantificación pragmática del problema. Los resultados aquí expuestos llenan un espacio poco explorado por la ciencia económica.

Profesora Emérita María Teresa Casparri

Directora IADCOM

Universidad de Buenos Aires

RESUMEN EJECUTIVO

Impactos macroeconómicos, valorización del sector agrícola y financiamiento de infraestructura: *¿Cómo diseñar un sistema de financiamiento de adaptación frente a fenómenos inciertos?*

- **Incidencia macroeconómica:** El sector agropecuario representa el 10,4% del Producto Interno Bruto (PIB), la cosecha anual de granos asciende estimativamente a u\$s 27.000 millones anuales, y las exportaciones agroindustriales concentran el 60% de las exportaciones totales.
- **Riesgo climático:** El foco de este estudio está puesto en eventos de variabilidad climática, particularmente sequías e inundaciones. Estos tienen importantes efectos en la actualidad y en el mediano plazo. Para reducir los impactos de tales eventos, es necesario priorizar en medidas de adaptación.
- **Valuación económica:** La valuación económica constituye la monetización de los impactos, donde intervienen no solamente las magnitudes físicas (impactos directos), sino por sobre todo las proyecciones de precios, encadenamientos productivos (impactos indirectos) y tasas de interés de valuación. En tanto, la valuación socioeconómica implica agregar efectos que no son fácilmente monetizables como la vulnerabilidad social de las poblaciones afectadas.
- **Pérdida por inundación:** En la campaña 2016/17, las pérdidas proyectadas de ingreso directo generadas por las inundaciones en el cultivo de soja ascienden a u\$s 354,4 millones, distribuidos de la siguiente forma: Buenos Aires u\$s 149 millones, Córdoba u\$s 60,7 millones, La Pampa u\$s 96,7 millones y Santa Fe u\$s 47,1 millones.
- **Pérdidas por sequías:** En las campañas 2008/09 y 2009/10, las pérdidas estimadas de ingreso directo por sequía en el cultivo de soja ascienden a u\$s 4.115,88 millones y u\$s 2.606,37 millones, respectivamente.
- **Proyecciones:** El valor actual de la pérdida directa por producción de soja proyectada por eventos de sequía asciende a un valor de entre u\$s 22.985 y u\$s 3.339 millones, dependiendo de la tasa de valuación aplicada. Cuanto mayor sea el riesgo macroeconómico, mayor será la tasa, y menor la viabilidad financiera para invertir en infraestructura de adaptación.
- **Encuesta a productores:** el 64% considera el mayor riesgo de su explotación a las cuestiones climáticas. De ese conjunto, las inundaciones son la mayor preocupación del 58% y las sequías del 39%. La mayor demanda de obras

INTRODUCCION

El objetivo de este estudio es proveer una primera estimación de las pérdidas de ingreso en la producción de soja en Argentina debido a la variabilidad climática. Valuar dicho fenómeno en términos monetarios puede proporcionar información importante para planificar y priorizar adecuadamente estrategias de adaptación para un problema que se está expresando con mayor intensidad, cobrando mayor relevancia en países dependientes de las exportaciones agrícolas como es el caso de Argentina.

El presente informe está orientado a ser una herramienta de difusión de resultados y avances de investigaciones para ser utilizado por un amplio espectro de actores. Tiene como fin contribuir a enriquecer la discusión acerca del coste económico de los eventos de variabilidad climática y, en segunda instancia, de la viabilidad económico financiera de inversión en infraestructura de adaptación. Asimismo del reparto de costos y beneficios entre los actores involucrados.

Este informe constituye un resumen ejecutivo de una amplia investigación que intenta responder a la siguiente pregunta: ¿Cuánto pierde el país por eventos de variabilidad o riesgo climático? Este simple interrogante resulta sumamente complejo, dado que para responderlo adecuadamente es necesario definir el sector, la escala, el plazo y por último la metodología de valuación. Vale destacar que el enfoque adoptado se basa en el análisis económico financiero, por lo que se intentará responder a la pregunta desde una perspectiva que permita monetizar los impactos a los fines que sirva de base para fundamentar técnicamente la viabilidad de financiar inversiones de adaptación.

En la primera sección del documento se hace una breve síntesis del problema en cuestión. En la segunda sección se presentan los guarismos principales de la incidencia del sector agrícola en Argentina. En la tercera sección se introducen los lineamientos conceptuales básicos para entender qué se define por eventos climáticos y valuación económica de los mismos. En la cuarta sección se resumen los principales resultados –preliminares y definitivos- de la pérdida de ingreso generado por eventos de inundaciones y sequías, respectivamente. En la quinta sección se presentan los resultados de una encuesta exploratoria realizada a productores agropecuarios en relación a su percepción del riesgo climático y el estado de la infraestructura. Por último, en las conclusiones se resumen algunos desafíos para el planeamiento económico y territorial en vistas del problema analizado.

1. Relevancia del problema

Los riesgos relacionados con el cambio climático se están incrementando rápidamente en comunidades vulnerables a nivel urbano, rural y especialmente en asentamientos informales. Los posibles impactos directos del cambio climático y la variabilidad climática incluyen precipitaciones extremas, inundaciones pluviales y fluviales, deslizamientos de tierra, sequía, mayor aridez y escasez de agua con amplios impactos indirectos en las personas, economías y ecosistemas (Revi *et al*, 2014).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC-*) espera que en los países en desarrollo el cambio climático tenga importantes impactos a corto plazo producto de precipitaciones extremas y sequías. Esto conducirá a cambios en las áreas de producción de alimentos y cultivos no alimentarios y tendrá impactos importantes sobre la seguridad alimentaria y los ingresos agrícolas, afectando principalmente el bienestar de los pobres rurales (IPCC, 2015).

Sin embargo, las políticas de adaptación y mitigación siguen siendo escasas en los países de ingresos medios. Los recursos finitos y la tecnología restringen la capacidad de adaptación, sobre todo en los países en desarrollo (Kates *et al*, 2012; Moser and Ekstrom, 2010).

En el caso particular de Argentina, hubo un notable incremento de precipitaciones en la mayoría de la región subtropical del país, especialmente desde 1960, la cual favoreció los rendimientos agrícolas y la expansión de las tierras de cultivo en regiones semiáridas (Barros, 2015). Este efecto, entre otros factores económicos, como el milagro asiático y el aumento de la tecnología (Massot, 2016), hizo que las exportaciones agropecuarias alcanzaran una cuota del 55% del total de exportaciones para el período 2003-2016. La soja, el aceite de soja y la harina de soja contribuyeron con un 23% al valor total exportado en el mismo período.

A pesar de que se han llevado a cabo estimaciones del cambio en la producción de diferentes cultivos en función de escenarios de aumento de las emisiones de CO₂, presentando reacciones positivas en el rendimiento de la soja (Murgida, 2014), no hay estudios que tomen en cuenta variaciones climáticas presentes como sequías e inundaciones a escala nacional.

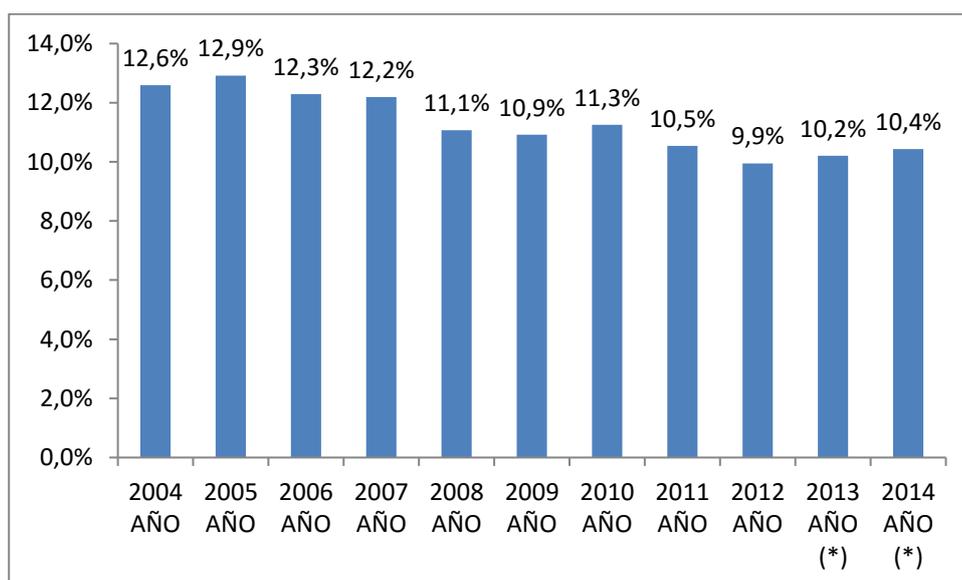
Por lo tanto, el objetivo del proyecto es proveer una primera **estimación de las pérdidas de económicas en la producción agrícola en Argentina debido a la variabilidad climática**. Estas valoraciones constituyen el primer paso para planificar estrategias de adaptación en infraestructura, que deberían ser adoptadas, o no, por los países en desarrollo dependientes de las exportaciones agrícolas como el caso de Argentina.

2. Relevancia del sector Agrícola en Argentina

El sector agropecuario representa el 10,4% del PIB, la cosecha anual de granos asciende estimativamente a u\$s 27.000 millones anuales, y las exportaciones agroindustriales concentran el 60% de las exportaciones totales.

El sector agropecuario (excluyendo caza y silvicultura) y procesamiento e industria alimenticia representan aproximadamente 10,4% del PIB (gráfico 1). Esta proporción puede ser sustantivamente superior si se adicionan los servicios asociados a la cadena productiva, como ser logística, servicios comerciales, servicios financieros y consumo de insumos como agroquímicos y producción de maquinaria.

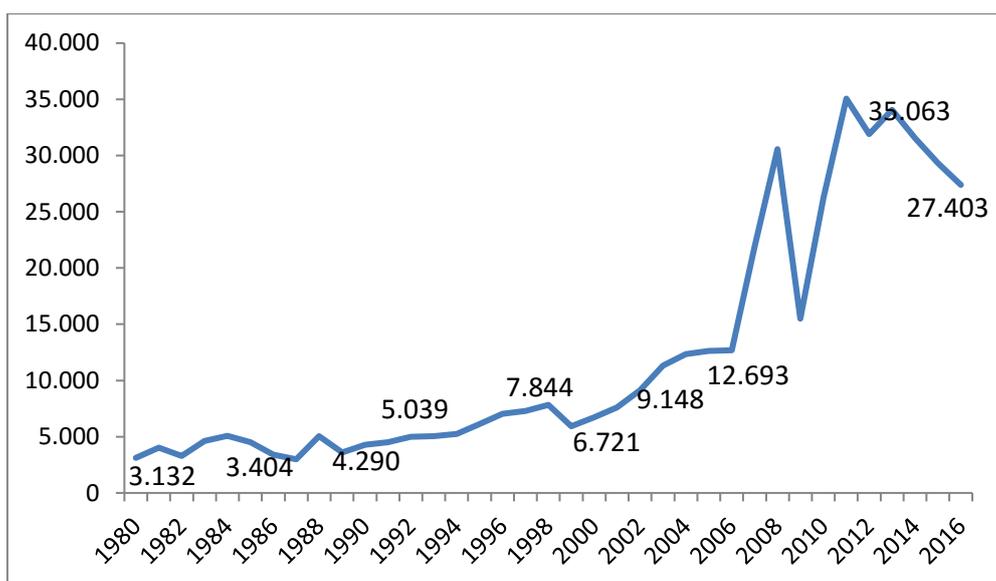
Gráfico N 1: Evolución de la participación del sector agropecuario en el PIB (2004-2014)



Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC

En relación al ingreso bruto generado, el valor de la cosecha de soja, maíz y trigo de 2016 valuada a precios internacionales ascendió a u\$s 27.403 millones (gráfico 2). Para tener una referencia de la magnitud, este valor representa, a la fecha de escritura de este informe, el 54% de las reservas internacionales del Banco Central; llegando a alcanzar más del 100% en 2014. El total generado entre 2004 y 2016 ascendió a u\$s 320.000 millones.

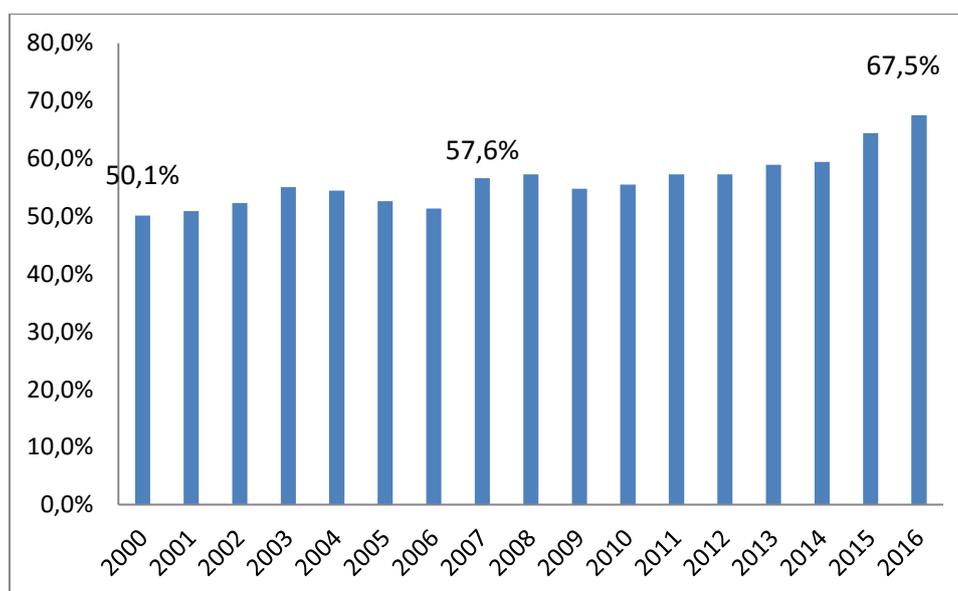
Gráfico N 2: Evolución del ingreso bruto de soja, maíz y trigo (1980-2016)



Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC

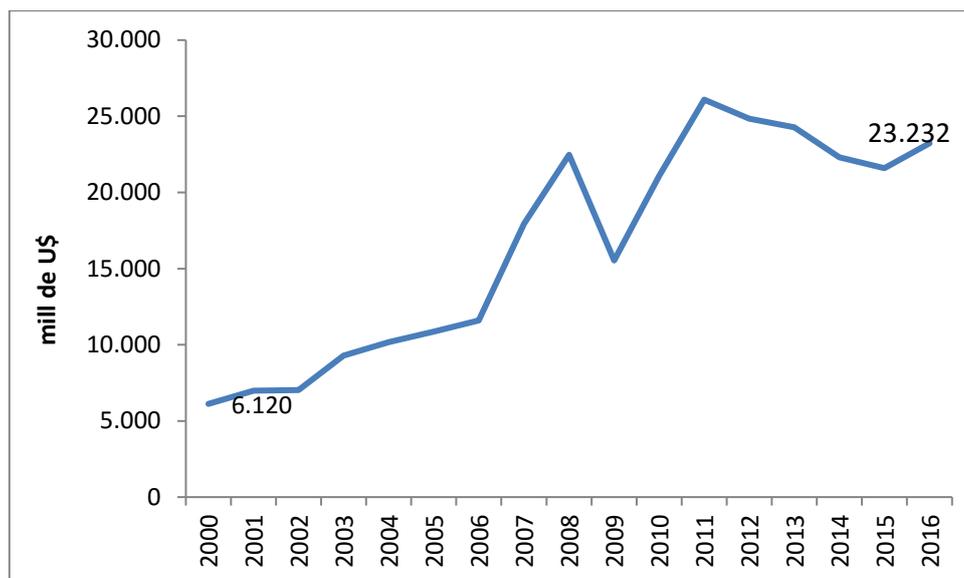
En cuanto a la incidencia en el sector externo, el sector primario y las manufacturas de origen agropecuario (MOA) concentraron el 57% del valor exportado de bienes entre 2004 y 2016 (gráfico 3). Particularmente, el 40% del total de exportaciones fue generado por el sector de granos.

Gráfico N 3: Evolución de la incidencia de los productos primarios y MOA en el valor total exportado (2000-2016)



Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC

Gráfico N 4: Evolución de las exportaciones de granos

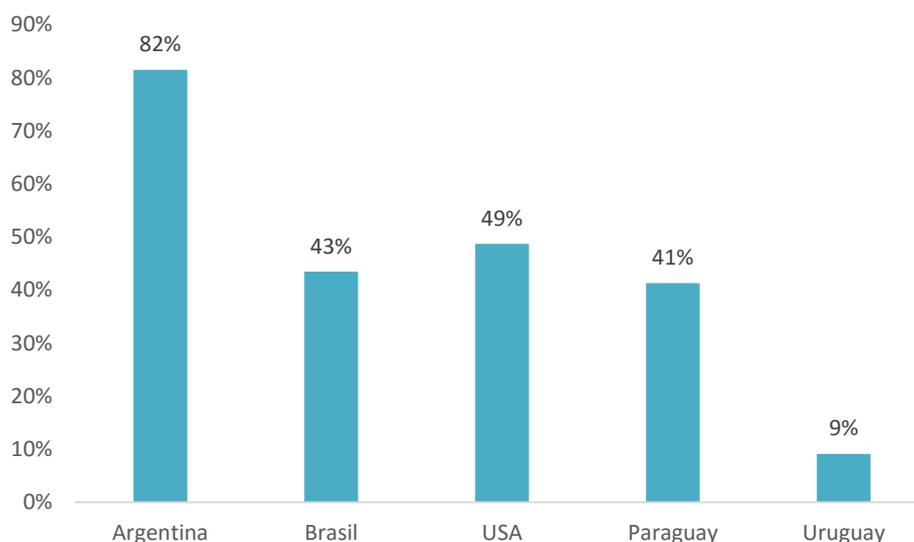


Fuente: elaboración propia en base a datos del INDEC

En relación a la incidencia fiscal directa, las retenciones a las exportaciones de maíz, trigo y soja ascendieron a u\$s 6.572 millones en 2015, y las de soja a u\$s 4.714 millones en 2016 y estimadamente u\$s 2.500 millones hasta la fecha de escritura de este informe estimados en 2017. Entre 2003 y 2016 el total generado por las retenciones ascendió a aproximadamente u\$s 70.000 millones. Nuevamente como referencia, el total generado por retenciones entre 2003-2016 representa 1,3 veces las reservas internacionales del Banco Central a la fecha.

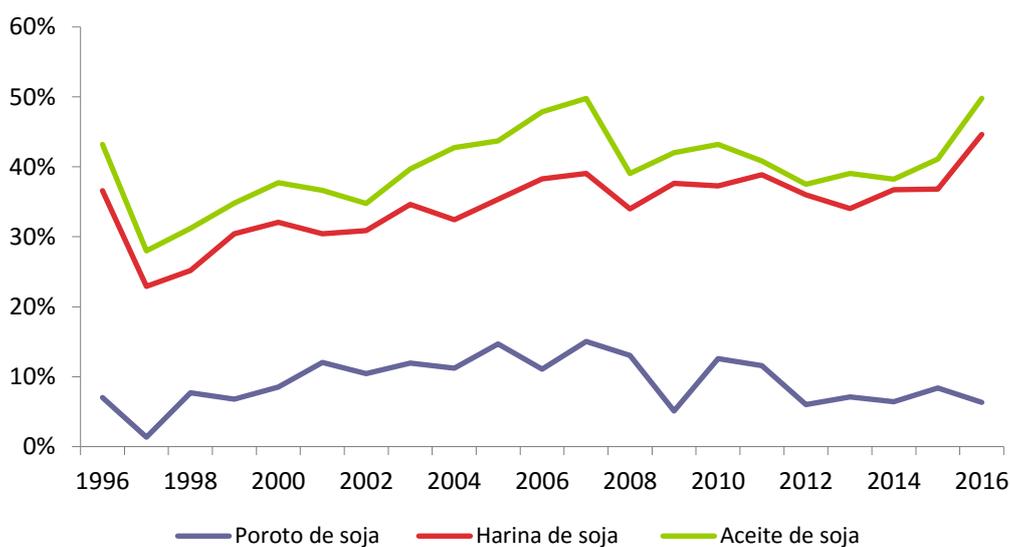
Finalmente, vale la pena destacar el alto grado de industrialización de la producción de soja en Argentina respecto al resto de los países productores. Durante el año 2016 en Argentina se convirtió en harina y aceite el 82% de la producción de soja (gráfico 5), mientras que países competidores se encuentra por debajo del 50%. Como se muestra en los gráficos siguientes, Argentina es el principal exportador mundial de harina y aceite de Soja, teniendo una baja participación en poroto. Esto resulta importante a la hora de evaluar encadenamientos y la determinación de precios internacionales.

Gráfico N 5: Molienda de Soja/Producción 2016



Fuente: Elaboración propia en base a USDA

Gráfico N 6: Share Argentino en las Exportaciones Mundiales del Complejo Sojero



Fuente: Elaboración propia en base a COMTRADE

En síntesis, el sector agroindustrial en Argentina, reviste:

- Incidencia a nivel del PIB
- Incidencia a nivel regional
- Incidencia en el sector externo
- Incidencia en el presupuesto público

Por tales motivos, resulta relevante estudiar el costo económico de los eventos climáticos extremos, como ser sequías e inundaciones, no solamente a escala local sino también regional, a los fines de abrir el debate de si dichos costos justifican, o no, el financiamiento de inversiones en adaptación. En pos de tal objetivo, en la sección siguiente se definen conceptualmente los conceptos variabilidad climática y valuación económica, desde la óptica de su interpretación para la construcción de modelos que permitan monetizar los impactos.

3. Eventos climáticos



El foco de este estudio está puesto en eventos de variabilidad o riesgo climático: las sequías e inundaciones. Estos tienen efectos en la actualidad. Para reducir los costos de tales eventos, son necesarias medidas de adaptación.

En tanto, el cambio climático está referido a los cambios en los valores tendenciales de las variables en el largo plazo, asociadas a las emisiones de gases de efecto invernadero. Las acciones destinadas a reducir tales emisiones se denominan estrategias de mitigación.

En primera instancia, resulta necesario presentar una diferenciación entre diversos fenómenos de índole climática a los fines de presentar un correcto diagnóstico del problema a abordar. En este sentido, existe una gran diferencia entre los siguientes fenómenos:

1. Cambio climático
2. Variabilidad climática
3. Catástrofes
4. Cuestiones ambientales

El cambio climático está referido a los efectos del incremento de emisión de gases de efecto invernadero, que se estima en el largo plazo generarán cambios tendenciales en los niveles de temperatura, precipitaciones y aumento del nivel del mar a escala global.

La variabilidad climática constituye un fenómeno del presente y se vincula a los cambios de corto/mediano plazo en los valores de las variables climatológicas, pero sin que ello constituya per se un cambio de tendencia. Por ejemplo, el nivel de precipitaciones anuales de una región puede permanecer constante, pero su distribución dentro del año puede cambiar (por ejemplo, que se concentren en periodos más cortos de tiempo). En este caso no hay un cambio de tendencia, pero sí de variabilidad.

Las catástrofes están definidas como eventos de variabilidad climática extremos, y que en general provocan daños a los sistemas naturales, humanos y/o económicos. Un ejemplo usual de eventos catastróficos son las inundaciones producto de intensas precipitaciones, desbordes de los ríos, huracanes, mareas altas, etc. Estos eventos generalmente se dan en un período muy corto de tiempo, con una altísima intensidad y con poca capacidad de predicción.

Por último, las cuestiones ambientales no han estado vinculadas estrictamente con impactos climáticos, sino principalmente con la contaminación y la relación entre la población, la actividad económica y el medio ambiente.

Si bien las cuatro dimensiones están estrechamente vinculadas entre sí, resulta necesario diferenciarlas a los fines de seleccionar un modelo de valuación económica, para consecuentemente planificar políticas de adaptación focalizadas.

A nivel urbano, el énfasis histórico ha sido puesto en el estudio de cuestiones ambientales, tales como contaminación, gestión de residuos, accesos a espacios verdes, etc. No obstante, en los últimos años, dada la agenda internacional sobre cambio climático, se han implementado políticas de mitigación, vinculada a la creación de un inventario de emisiones de carbono, o bien a implementación de políticas de reducción de dichas emisiones. Menos énfasis ha sido puesto en la atención a eventos de variabilidad climática extrema (olas de calor, *flash flooding*), o bien catástrofes (inundaciones, vientos huracanados, etc.). No obstante, los eventos registrados durante la última década a nivel mundial, ha motivado la atención en políticas de adaptación, especialmente en lo vinculada a la contención de inundaciones y suba del nivel del mar en regiones costeras.

En el sector agrícola, el principal énfasis ha sido puesto en el estudio de los impactos del cambio climático, siendo más limitados los estudios sectoriales abocados al impacto de la variabilidad climática (por ejemplo, estimaciones de pérdidas por cambios en la frecuencia e intensidad del nivel de precipitaciones).

En el caso particular de Argentina existen algunos estudios del impacto del cambio climático en el sector agrícola. No obstante, tales estimaciones tienen limitada utilidad al momento de justificar en términos monetarios la financiación de proyectos de adaptación.

En este sentido, resulta necesario establecer fenómenos, plazos y esquema de valuación a los fines de determinar la naturaleza del fenómeno y consecuentemente el tipo de política a ser aplicada. En líneas generales, una primera clasificación de tipos de política es mitigación, adaptación y *loss and damage*:

- Mitigación: constituye el conjunto de políticas orientadas a resolver la raíz del problema, que en el caso de estudio constituye la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Implica la transformación de un aparato productivo que minimice las emisiones de carbono.
- Adaptación: dada la existencia del fenómeno, y de no poder mitigarlo, son el conjunto de medidas para enfrentar al mismo y minimizar los impactos sociales y sobre el entramado productivo.
- *Loss and damage*: surge en los casos donde no son viables las medidas de adaptación, y debe procederse a la reubicación de los afectados de la forma más justa posible.

El estudio presentado en este informe está vinculado al costo económico de eventos de variabilidad o riesgo climático, a los fines de proveer estimaciones monetizadas para dimensionar la problemática a escala regional y nacional, a los fines de determinar si se trata de un problema local o macroeconómico, privado o público, y brindar lineamientos para fundamentar la viabilidad de inversiones en adaptación desde una óptica financiera. No obstante, resulta necesario definir qué se denomina valuación económica, tema sintetizado en el siguiente apartado.

4. ¿Que se denomina valuación económica?

“Cantidades + Precios + Encadenamientos + Tasa de interés”



La valuación económica constituye la monetización de los impactos, donde intervienen no solamente las magnitudes físicas (impactos directos), sino por sobre todo las proyecciones de precios, encadenamientos productivos (impactos indirectos) y tasas de interés de valuación. En tanto, la valuación socioeconómica implica agregar efectos que no son fácilmente monetizarles como la vulnerabilidad social de las poblaciones afectadas.

Uno de las principales características de la valuación económica es la monetización de los impactos. Es decir, además de estimar los efectos en las cantidades (básicamente los daños o caídas en la producción medidos en magnitudes físicas), debe estimarse el impacto en el sistema de precios para realizar las estimaciones en valor, es decir, en dinero.

La proyección de precios es una de las tareas más complejas, dado que aislar la sensibilidad de los precios de un producto o sector de actividad a los eventos climáticos configura una tarea sumamente compleja. Por tal motivo, la mayoría de los estudios se limita a la estimación de los efectos en las cantidades producidas.

En tanto, otro elemento importante es la valuación de los efectos indirectos, es decir, el impacto en la cadena productiva: transporte, comercio o todas otras aquellas actividades concatenadas que conformar la cadena del producto analizado. Estimar los efectos indirectos también resulta una tarea sumamente compleja, que implica explorar el sistema de cuentas nacionales y la matriz insumo producto.

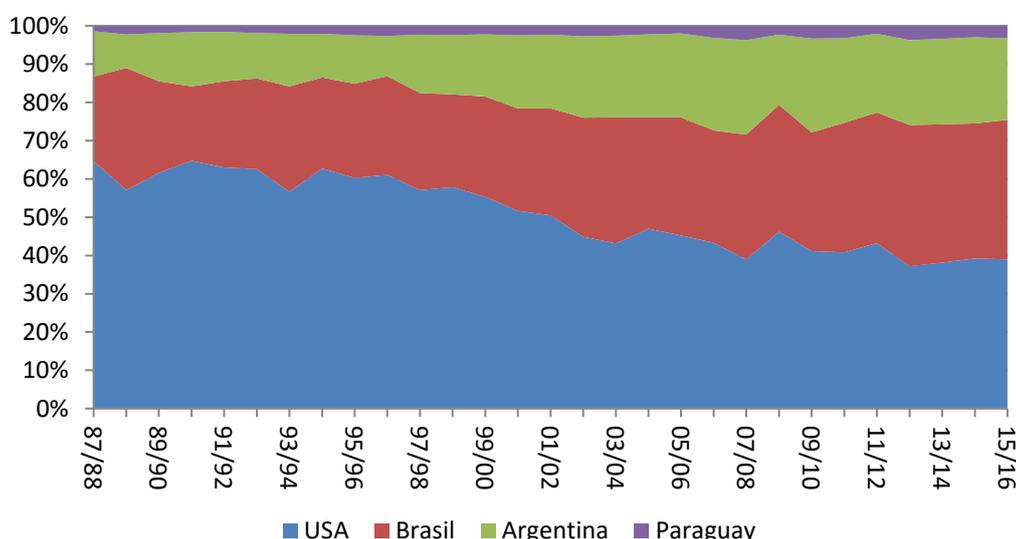
En función de los impactos directos e indirectos, pueden estimarse asimismo los efectos fiscales, brindando información no solamente del impacto en el ingreso privado sino asimismo en el erario público. Esto permite responder a la pregunta si el efecto económico es solamente privado o concierne también al sector público.

No obstante, a los fines meramente introductorios, puede hacerse una primera gran diferenciación:

- Mercados donde la producción interna es la que determina los precios. Este es el caso, por ejemplo, de la producción de soja en EE.UU. Los stocks de EE.UU., que pueden variar en función de la variabilidad climática, son los que fijan el precio internacional. Consecuentemente, una caída en la producción puede compensarse con un incremento de precio, pudiendo en el extremo no alterarse el ingreso del productor. En este caso, no existiría un efecto económico directo. No obstante, la caída en las cantidades producidas genera efectos indirectos a través de la cadena productiva: menos servicios de logística, menos transformación de materia prima, menos servicios de almacenamiento, menos servicios comerciales, etc.

- Mercados donde el precio se determina en forma exógena, es decir, donde los productores locales no inciden sobre la fijación del mismo. En este caso, además de los efectos indirectos generados por la baja de las cantidades producidas, se genera pérdida de ingreso directo en los productores primarios (la baja en la producción no se compensa con una suba en el precio). En general, este es el caso de la producción de soja en Argentina bajo condiciones normales del mercado, es decir, suponiendo que no se registran grandes *shocks* en los principales productores (mayormente EE.UU., y en segundo término Brasil).
- Un aspecto asimismo complejo de relevar, que no se expresa en baja en las cantidades producidas pero sí en el precio, es cuando las inclemencias climáticas inciden sobre la calidad del producto.

Gráfico N 7: Distribución porcentual de la producción mundial de soja



Fuente: Elaboración propia en base a USDA.

En tanto, como los efectos climáticos se dan a lo largo del tiempo, y en general los eventos de variabilidad climática se expresan durante periodos largos, para homogeneizar las pérdidas monetarias es necesario determinar una tasa de interés de valuación. La estimación de la tasa de interés (comúnmente denominada “tasa de descuento”) constituye un área específica de estudio dentro de las finanzas, y resulta compleja realizarla para actividades específicas de países emergentes, dadas no solo limitaciones del mercado interno sino también por la incidencia del riesgo macroeconómico.

Por último, otra dimensión sumamente importante corresponde a los impactos sobre la vulnerabilidad social. Pueden existir fenómenos que a priori no generen impactos en el valor producido de una actividad económica, o bien en daños a los activos fijos, pero que generen daños a la vulnerabilidad social de grupos afectados. Estos impactos, si bien difíciles de monetizar, son una parte importantísima de la valuación económica del riesgo climático. Los impactos van desde cuestiones observables como los costos de evacuación o

mayores gastos vinculados a una situación de catástrofe, a otros más complejos como efectos sobre la salud física y mental.

4.1. Limitaciones de los modelos de valuación

El estudio de los impactos económicos de eventos climáticos ha sido motorizado fundamentalmente por la agenda internacional vinculada al cambio climático. Al ser un fenómeno que se expresaría en el largo plazo, la proyección de impactos es realizada a horizontes temporales tan largos que por un lado requieren la asunción de innumerables supuestos y por otro el nivel de certeza de las estimaciones puede resultar relativamente bajo.

En el caso particular del sector agrícola, los impactos climáticos han sido profundamente analizados desde la agronomía, dado que el clima es un *input* fundamental esta actividad. No obstante, las estimaciones son en general focalizadas estrictamente a un área geográfica limitada, y en general carecen de apropiadas proyecciones de precios para estimar su impacto económico.

Entre las principales limitaciones de la valuación económica de impactos del cambio climático, pueden mencionarse:

- Plazos de proyección excesivamente largos para la planificación de políticas pública en países en vías de desarrollo, los cuales registran profundas inestabilidades en el corto plazo.
- Alta incertidumbre respecto a las variables analizadas
- Gran número de supuestos
- Problemas técnicos de valuación para la determinación de precios futuros y estimación de la tasa de descuento a plazos excesivamente largos.
- Carencia de bases de datos de información primaria

En tanto, entre algunas limitaciones del enfoque agronómico para responder la pregunta de este trabajo pueden resumirse:

- Dificil extrapolación a áreas geográficas más amplias, dada la necesidad de gran cantidad de información, la cual es limitada o inexistente en países en desarrollo o bien en regiones periféricas a los núcleos agrícolas principales de cada país.
- Necesidad de disponer de proyecciones climáticas que se expresen dentro de un sistema de información compatible con información económica.

Vale destacar que la mayor parte los estudios aplicados a Argentina¹ se enfocan mayormente en los efectos sobre las cantidades producidas o bien sobre los beneficios del productor pero en el caso de estudio focalizado a un área geográfica limitada.

En tanto, los casos de estimaciones sobre el valor agregado (PIB) corresponden a proyecciones futuras de cambio climático y no a escenarios de variabilidad climática, ni tampoco valúan las pérdidas registradas en los eventos pasados.

Dadas tales limitaciones, resulta necesario contar con un modelo de estimación de pérdidas económicas a escala regional y nacional, que releve el costo de eventos pasados proyectados para el mediano plazo, que permita una mejor fundamentación de implementación de políticas de adaptación.

Por otro lado, dada la recurrencia excesos hídricos en Argentina en los últimos años, motivó a que se realicen estimaciones de pérdidas económicas. No obstante, se observa la falencia de la aplicación de un modelo estandarizado y debidamente testeado que a lo largo del tiempo se convierta en la referencia para valuar el nivel de pérdidas económicas. En tal sentido, las estimaciones presentadas en la sección siguiente constituyen el primer paso en pos de tal objetivo, siendo clave la intervención del sector académico y la investigación en la confección de modelos aplicables pero rigurosos.

¹ Cepal, 2014; Murgida, et al, 2014; Ortiz de Zárate et al, 2014; Podesta et al (2013); Magrin et al (2007); Rajagopalan et al (2009); Letson et al (2009); Bert et al (2006); Letson et al (2005), Hansen et al (2004); Podesta *et al* (2002); Losanoff y Cap (2006), Heinzenknecht, 2011.

“All models are wrong; some are
useful.”

George Box

5. Valuación económica de extremos climáticos en Argentina



Nuestra propuesta de “enfoque intermedio” se basa en arribar a un modelo consensuado que tenga un alcance geográfico amplio, y que pueda convertirse con mayor facilidad en estimaciones de pérdidas de ingresos con un horizonte de mediano plazo. Esta información es crítica para fundamentar la viabilidad económica-financiera de inversiones en adaptación.

El objetivo central de esta sección es proveer estimaciones de pérdida de ingreso por eventos de variabilidad en el agro argentino en base a una metodología rigurosa pero al mismo tiempo estandarizada y replicable a una extensa área geográfica.

El estudio se focaliza en el caso de la soja, por su relevancia en términos económicos, para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos.

En relación al evento climático relevado, se realiza una primera aproximación de las pérdidas económicas de las inundaciones registradas en 2017 (“campana 2016/17”), para luego analizar con mayor profundidad eventos pasados de sequía, particularmente de los años 2009 y 2012, dada la severidad de las mismas.

El estudio se focaliza en la valuación de eventos pasados, principalmente por dos motivos. En primer lugar no se cuenta con estimaciones totalmente consensuadas a nivel de departamento de las pérdidas de ingreso generadas en el pasado reciente. En segundo lugar, dado que los eventos ya ocurrieron, no es necesario apelar a la proyección de variables climáticas ni de precios. De esta forma, se puede proveer una referencia cierta del orden de magnitud de las pérdidas económicas (monetizadas), necesarias para responder a la pregunta de si se trata de un problema local o macroeconómico, público o privado, y consecuentemente si se fundamenta la inversión en medidas de adaptación, y eventualmente cuál debería ser el conjunto de actores involucrados.

Nuestra propuesta de “enfoque intermedio” se basa en arribar a un modelo consensuado que tenga un alcance geográfico amplio, y que pueda convertirse con mayor facilidad en estimaciones de pérdidas de ingresos con un horizonte de mediano plazo. Esta información es crítica para fundamentar la viabilidad de inversiones en adaptación.

5.1. Los excesos hídricos



En la campaña 2016/17, las pérdidas proyectadas de ingreso directo por excesos hídricos en el cultivo de soja ascienden a u\$s 354,4 millones, distribuidos de la siguiente forma: Buenos Aires u\$s 149 millones, Córdoba u\$s 60,7 millones, La Pampa u\$s 96,7 millones y Santa Fe u\$s 47,1 millones.

El costo económico de los excesos hídricos resulta complejo de estimar. Principalmente porque el área inundada y el nivel de inundación depende de aspectos geográficos, topográficos y del tipo de suelo. Esto genera que sea un fenómeno que tenga incidencia a nivel local, pero no necesariamente a nivel de la escala departamental. En general, solamente excesos hídricos extremos generan cambios en las variables relevantes a nivel de departamento. Esto es producto que el exceso hídrico puede generar la destrucción del cultivo dentro de un área al interior de un campo, pero por otro lado generar rindes extraordinarios en zonas aledañas que por cuestiones geográficas no se encuentran anegadas.

Del análisis de la información histórica a nivel de departamento no es posible observar caídas extremas en los rindes que son producto de excesos hídricos, a diferencia de los eventos de sequía moderada y extrema, como se verá más adelante.

Si bien existen damnificados a nivel local, la valuación económica agregada resulta compleja dada la existencia de compensaciones por un lado, y costos ocultos por otro. Las compensaciones están dadas por la destrucción del cultivo o la imposibilidad de cosecharlo en las zonas totalmente inundadas, con la generación de rindes extraordinarios en otras aéreas. En relación a los costos ocultos, los mayores tiempos de transporte dada la imposibilidad de utilizar rutas tradicionales por encontrarse anegadas, el daño a la maquinaria o infraestructura, y los impactos sobre la vulnerabilidad social, son aspectos ajenos a la información agronómica y difíciles de proyectar a nivel agregado. No debe dejar de mencionarse que aún eventos moderados que incrementan la humedad de los cultivos pueden llevar a otros costos adicionales, como por ejemplo de secado, que se hubiesen evitado en ausencia del evento climático.

En síntesis, los aspectos salientes de los excesos hídricos pueden sintetizarse en los siguientes conceptos:

- Pérdidas a nivel local
- Pueden existir compensaciones a nivel de departamento y no generarse pérdida agregada
- Costos ocultos

Hechas las aclaraciones, a continuación se presenta una proyección preliminar de las pérdidas directas por excesos hídricos para la campaña 2016/17.

Estimación de pérdidas por excesos hídricos 2017

Se releva información a nivel de las cabeceras de las principales delegaciones de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe y La Pampa, de acuerdo a información proyectada por el Ministerio de Agroindustria para la campaña 2016/17. El conjunto de delegaciones se presenta en la tabla 1 (no se lista el caso de Entre Ríos dado que no se registraron pérdidas significativas).

Tabla 1: Delegaciones

Buenos Aires	Córdoba	La Pampa	Santa Fe
Bahía Blanca, Bolívar, Bragado, Gral. Madariaga, Junín, La Plata, Lincoln, Pehuajó, Pergamino, Pigué, Salliqueló, Tandil, Tres Arroyos, 25 de Mayo.	Laboulaye, Marcos Juárez, Río Cuarto, San Francisco, Villa María	General Pico Santa Rosa	Avellaneda, Cañada de Gómez, Casilda, Rafaela, Venado Tuerto

Para el conjunto de departamentos listados, se procedió a la aplicación de la siguiente metodología:

- Se calculó el área de pérdida, es decir, la diferencia entre área sembrada y área cosechada
- Se determinó la pérdida de área promedio histórica del departamento
- Se neteó la pérdida de la campaña analizada del promedio histórico
- En los casos donde la pérdida corriente supera a la pérdida histórica, se evaluó el nivel de exceso hídrico a través del índice de palmer (utilizando información provista por el Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (CREAN).
- En los casos en los que se observan excesos hídricos, se procedió a valorar la pérdida. Para ello, se aplicó al área neta perdida el rendimiento tendencial del departamento en cuestión².

² De acuerdo al modelo y estudio desarrollado por Thomasz *et al* (2017).

- La pérdida en cantidades se monetiza por el precio internacional de soja de este año.

Los valores agregados por provincia contemplando solamente los departamentos con pérdida exceso hídrico, se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 2: Pedidas directas por cultivo de soja
Campaña 2016/17, en dólares

Buenos Aires	149,805,937
Córdoba	60,745,762
La Pampa	96,709,046
Santa Fe	47,144,064
Total	354,404,810

Fuente: elaboración propia

Como se observa, la provincia de Buenos Aires registra pérdidas económicas directas equivalente a u\$s 149 millones, Córdoba u\$s 60,7 millones, La Pampa u\$s 96,7 millones y Santa Fe u\$s 47,1 millones. En total, las pérdidas de ingreso para el área relevada suman u\$s 354,4 millones.

En tanto, en términos relativos al valor de la producción de cada provincia, las pérdidas fueron del orden del 2% en Santa Fe, del 4% en Córdoba, del 4.4% en Buenos Aires y del 32.6% en La Pampa.

Tabla 3: Pedidas directas por cultivo de soja
Campaña 2016/17, en porcentaje del valor producido proyectado

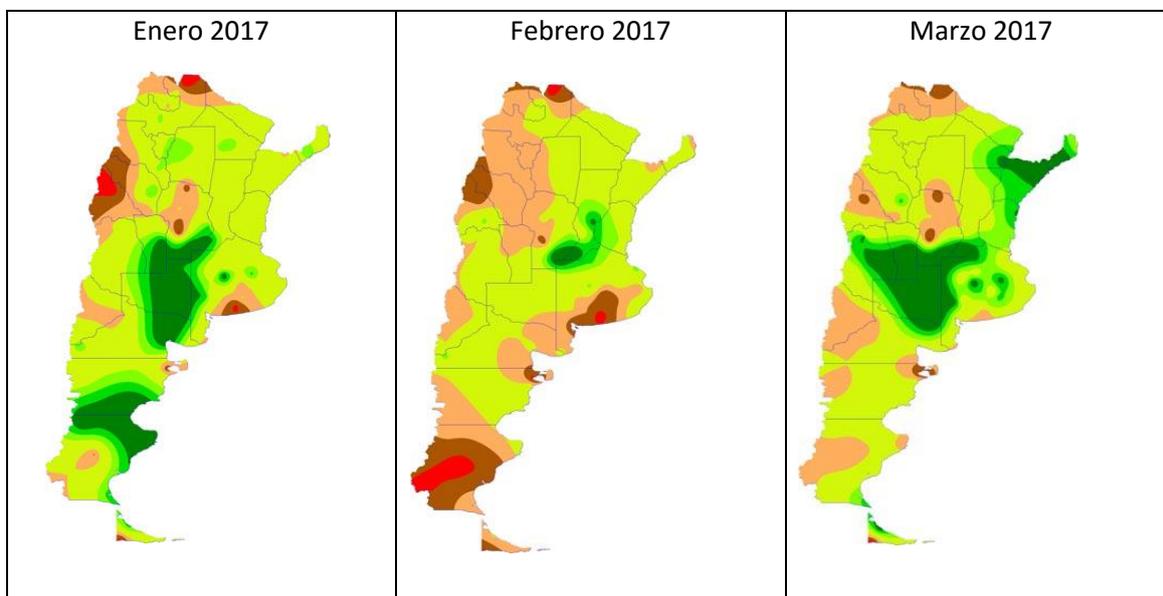
Buenos Aires	4.4%
Córdoba	4.0%
La Pampa	32.6%
Santa Fe	2.0%
Total	4.6%

Fuente: elaboración propia

Como se observa, la Provincia de La Pampa es la que por lejos registra la mayor pérdida relativa. Esto es congruente con el nivel de exceso hídrico registrado en la

región, el cual puede observarse en la tabla siguiente, donde se presenta el mapeo del índice de palmer, realizado por el Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (el color verde oscuro implica excesos hídricos extremos).

Tabla 4: Índice de Palmer (PDSI)



Fuente: Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales³

³ http://www.crean.unc.edu.ar/files/secciones/monitoreo/pdi_2017/ult_2017.html

5.2. El costo económico de las sequías



En la campaña 2008/09, las pérdidas proyectadas de ingreso directo por sequía en el cultivo de soja ascienden a u\$s 4.115,88 millones, distribuidos de la siguiente forma: Buenos Aires u\$s 2.478 millones, Córdoba u\$s 679 millones, Entre Ríos u\$s 403 millones y Santa Fe u\$s 554 millones.

En la campaña 2011/12 la pérdida fue de u\$s 2.606,37 millones: u\$s 293,17 en Buenos Aires, de u\$s 574,82 millones en Santa Fe, y de u\$s 1.738,37 millones en Córdoba.

Si bien en años más recientes los excesos hídricos han sido el fenómeno preponderante, el agro argentino no ha sido ajeno a eventos de sequía severa y extrema en los últimos años. De hecho, las sequías son los únicos eventos que generan una drástica y generalizada caída en los rindes agregados a nivel de departamento. Esta situación no se observa en otros casos, como ser los excesos hídricos, donde el efecto se observa en la pérdida de área en casos puntuales, más que en la caída de rendimientos. Esto se genera principalmente porque en la sequía no influyen tanto los aspectos geográficos y topológicos como en las inundaciones.

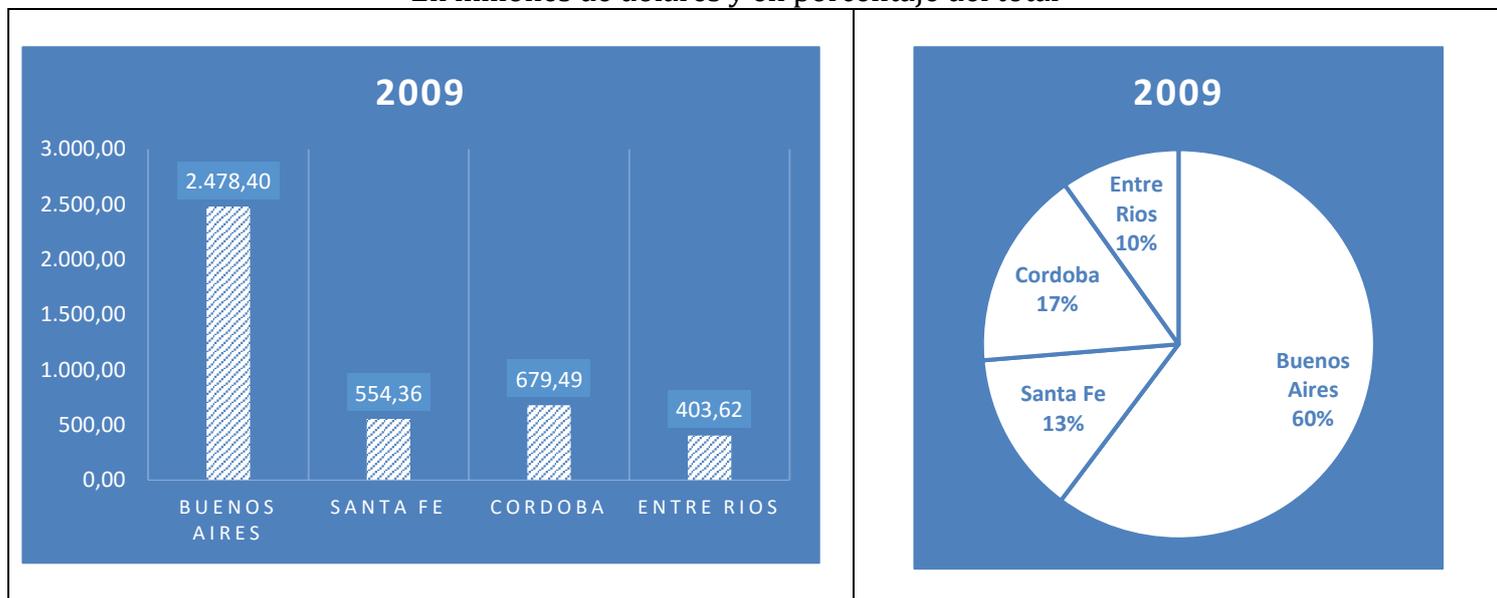
Las estimaciones corresponden a la pérdida de ingreso en dólares registradas a nivel de departamento para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos. El número de departamentos analizados, en donde se registra producción de soja, fueron los siguientes:

- Buenos Aires: 99 departamentos
- Córdoba: 17 departamentos
- Santa Fe: 18 departamentos
- Entre Ríos: 17 departamentos

El modelo de valuación económica analiza la evolución de rindes, superficie sembrada, cosechada y producción desde 1970. Si bien existen otros casos de sequía, se focalizó en los principales eventos registrados en los últimos años. En vistas de la literatura relevada, el estudio se basa en los eventos de sequía del 2009 y 2012. Las estimaciones de las pérdidas económicas directas se presentan en las tablas siguientes:

Gráfico N 8: Pérdida de ingreso por provincia por sequía en el cultivo de soja, campaña 2008/09

En millones de dólares y en porcentaje del total

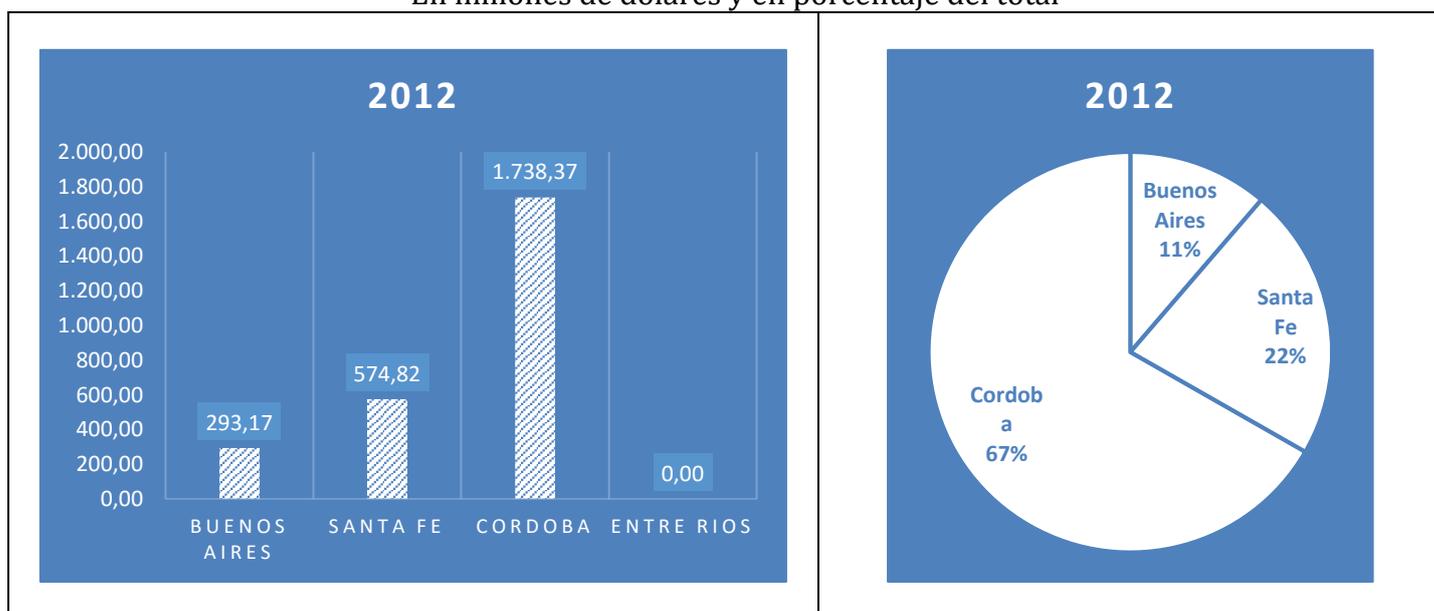


Fuente: elaboración propia

Como se observa, la pérdida económica de la sequía de la campaña 2008/09 ascendió a u\$s 4.115,88 millones. A nivel provincial, la pérdida fue de u\$s 2.478,4 en Buenos Aires (60% del total), de u\$s 554,36 millones en Santa Fe, de u\$s 679,49 millones en Córdoba (17% del total) y de u\$s 403,62 millones en Entre Ríos (10% del total).

Gráfico N 9: Pérdida de ingreso por provincia por sequía en el cultivo de soja, campaña 2001/12

En millones de dólares y en porcentaje del total



Fuente: elaboración propia

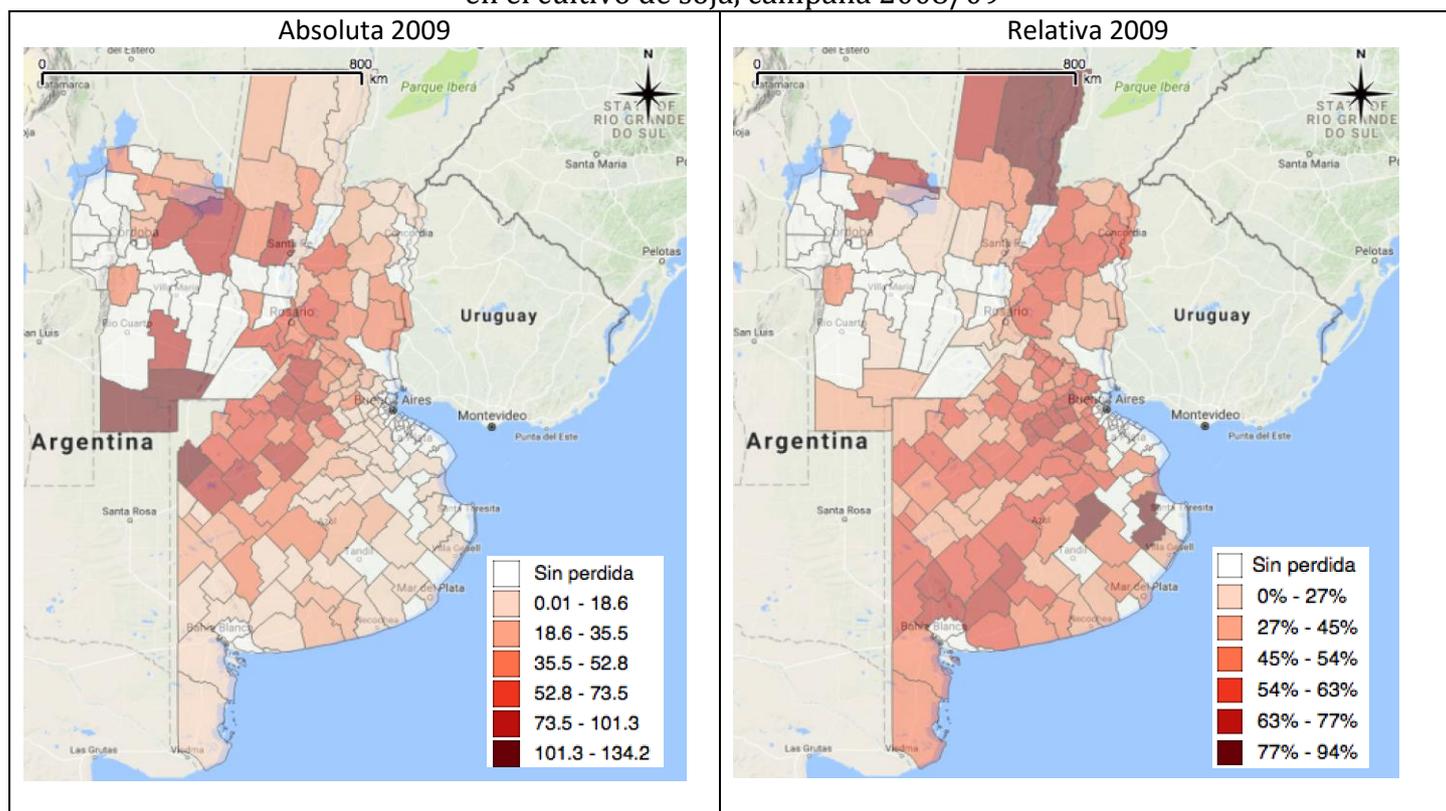
En tanto, en la sequía de la campaña 2011/12, la pérdida total ascendió a u\$s 2.606,37 millones. A nivel provincial, la pérdida fue de u\$s 293,17 en Buenos Aires (11% del total), de u\$s 574,82 millones en Santa Fe, y de u\$s 1.738,37 millones en Córdoba (67% del total).

Como conclusión preliminar, se deduce que la sequía genera pérdidas de ingreso directo mucho mayores que los excesos hídricos, cuyo efecto se focaliza a un área geográfica más limitada. No obstante, vale destacar que los excesos hídricos pueden generar otro tipo de impactos nocivos, por ejemplo sobre la vulnerabilidad social o daños a la infraestructura, que no han sido valuados en esta estimación.

En tanto, en los gráficos siguientes se mapea el nivel de pérdida absoluta y relativa a nivel de departamento.

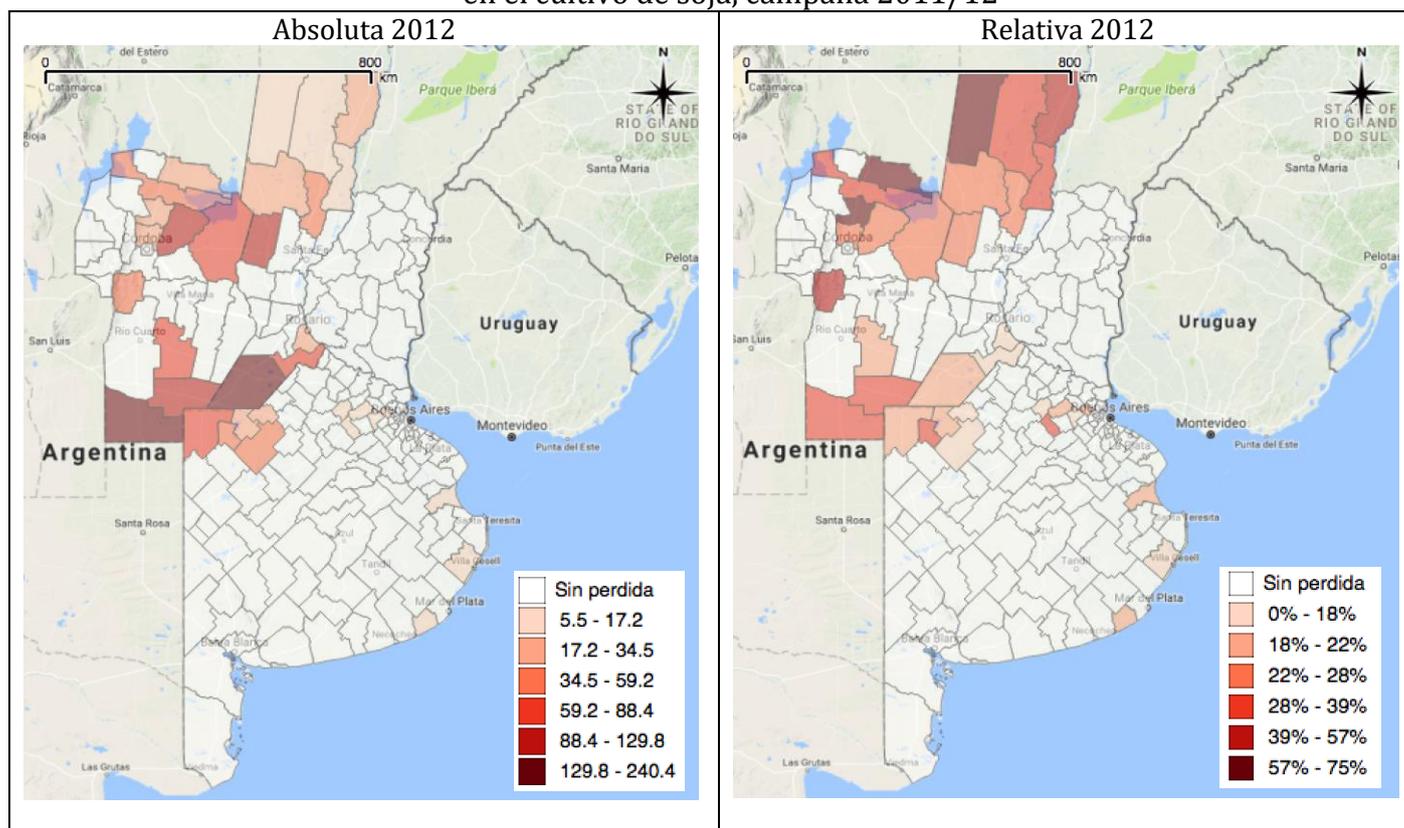
En el primer mapa se presenta la magnitud absoluta de pérdida, donde por una cuestión de volumen de producción, se observarán las mayores pérdidas en los departamentos con mayor volumen de producción. Por ello, en el segundo mapa se grafica el nivel de pérdida relativa, es decir, en porcentaje del volumen de producción de cada departamento.

Gráfico N 10: Distribución geográfica por departamento de la pérdida por sequía en el cultivo de soja, campaña 2008/09



Como se observa, en términos absolutos la mayor pérdida de la sequía de la campaña 2008/09 se registra en la zona núcleo de las Provincias de Buenos Aires y Córdoba. En tanto, medido en términos relativos, es decir en relación al volumen de producción de cada departamento, las zonas más afectadas fueron el sur de la provincia de Buenos Aires, el norte de Sante Fe y buena parte de la Provincia de Entre Ríos.

Gráfico N 11: Distribución geográfica por departamento de la pérdida por sequía en el cultivo de soja, campaña 2011/12



Respecto a la distribución geográfica de las pérdidas de la sequía 2011/12, en términos absolutos se observan las mayores pérdidas en el sur de Córdoba, su de Santa Fe y noroeste de la Provincia de Buenos Aires. En tanto, en términos relativos, la zona más afectada fue el norte de Santa Fe y Córdoba.

Más allá de los niveles de pérdidas pasadas, **el interrogante es cuál puede llegar a ser la magnitud de la pérdida futura**. Esta es la pregunta crucial, dado que el valor actual de la pérdida de ingreso es lo que puede fundamentar, o no, la viabilidad económico-financiera de inversión en infraestructura de adaptación. Este tema se trata en el título siguiente.

5.3. Proyecciones

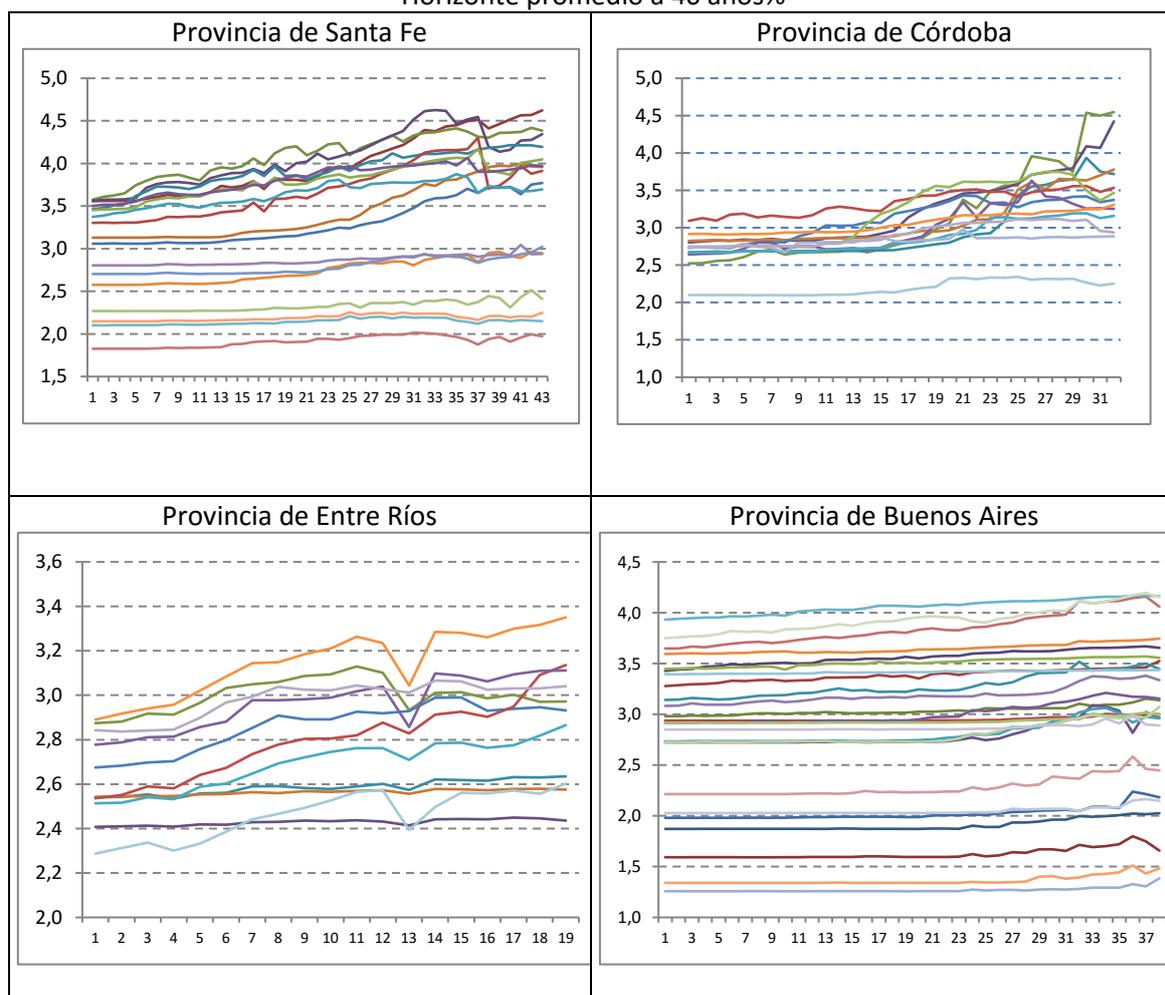


El valor actual de la pérdida directa por producción de soja proyectada por eventos de sequía asciende a un valor de entre u\$s 22.985 y u\$s 3.339 millones, dependiendo de la tasa de valuación aplicada. Cuanto mayor sea el riesgo macroeconómico, mayor será la tasa, y menos viabilidad financiera para invertir en infraestructura de adaptación.

La proyección futura implica realizar innumerables modelos y proyecciones: áreas de siembra futuras, rendimientos, eventos climáticos, cambios de comportamientos de los agricultores, precios internacionales y tasas de interés.

Dada la extrema complejidad de esta tarea, la cual tampoco asegura resultados ciertos, a los fines de este trabajo se presenta una solución pragmática. Se repite la misma frecuencia e intensidad de los eventos pasado, proyectándose hacia el futuro con el nivel de área sembrada actual, manteniendo la última tendencia de los rendimientos y aplicando el último dato del precio internacional. A modo de ejemplo, en el gráfico N 12 se presentan diferentes simulaciones de rendimientos para las provincias analizadas en este trabajo.

Gráfico N 12: Simulaciones de rindes
-Horizonte promedio a 40 años%-

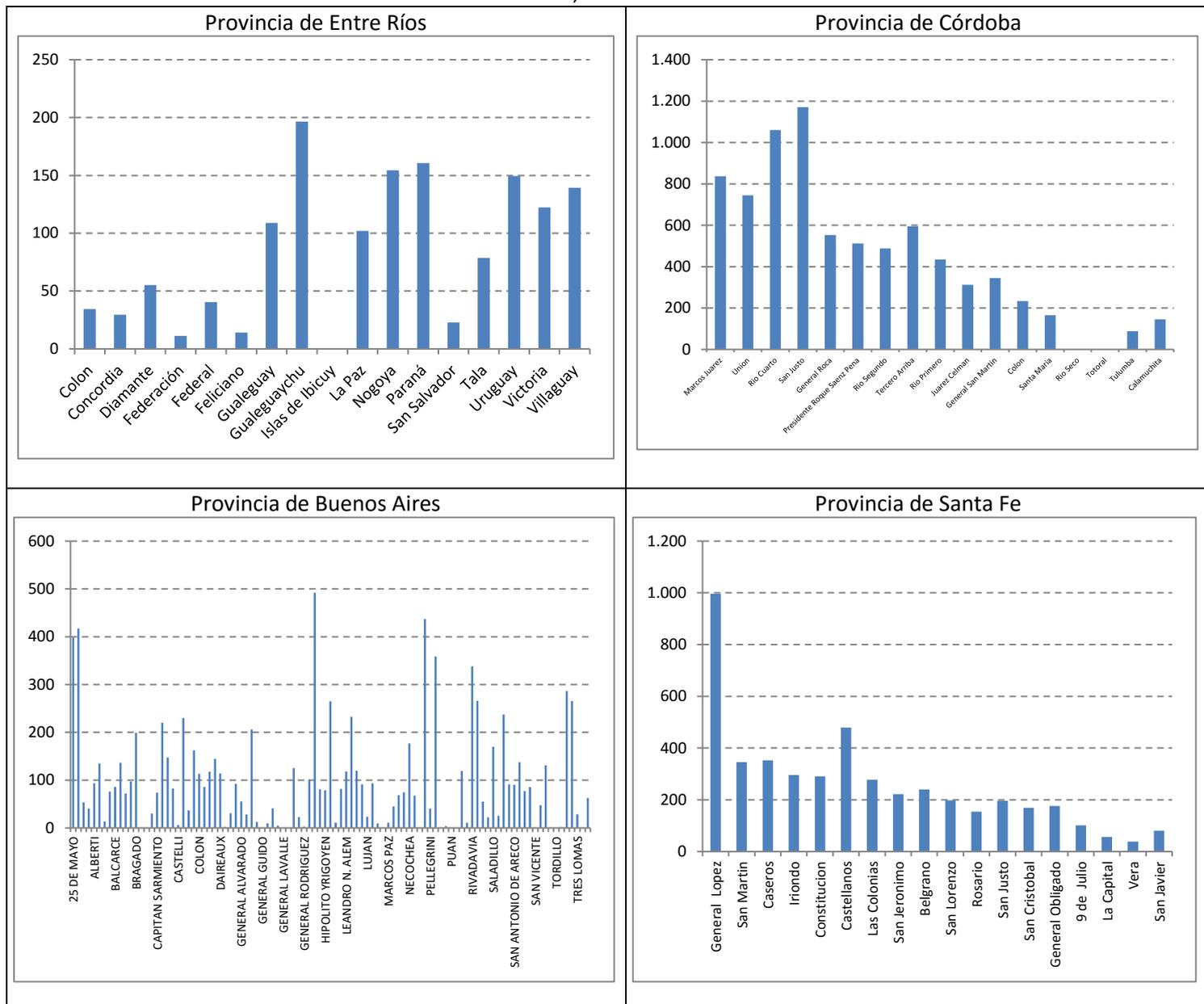


Fuente: elaboración propia

Tomando como punto de partida el área sembrada de 2016 y replicando el comportamiento de los rindes históricos, dentro de un horizonte de proyección de 40 años el valor nominal de la pérdida, es decir aquel no que contempla el valor tiempo del dinero, asciende a **u\$s 22.985 millones**.

En el gráfico siguiente se presenta un ejemplo de las pérdidas nominales a nivel de departamento en las provincias de Entre Ríos, Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe.

Gráfico N 13: Perdida total proyectada por eventos de sequía
-Horizonte a 40 años, tasa de descuento del 0%-



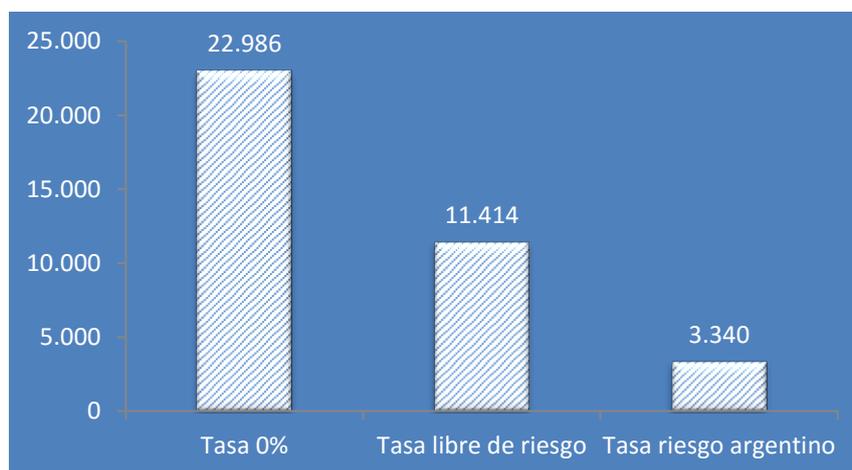
Fuente: elaboración propia

Si bien evaluar la pérdida en términos nominales, es decir a tasa de descuento del 0%, fue el enfoque aplicado en el conocido informe Stern (2001), no resulta el enfoque más viable sobre todo en países emergentes con mayor riesgo macroeconómico. Por ello, a continuación se valúa el mismo evento de pérdida bajo dos proyecciones de tasa de interés:

- Aplicando la tasa libre de riesgo internacional, valor actual de la pérdida asciende a **u\$s 11.414 millones**.

- Por último, si las pérdidas intertemporales se descuentan al nivel actual de riesgo promedio del mercado argentino, el valor actual de la pérdida se diluye a **u\$s 3.339 millones**.

Gráfico N 14: valor actual de pérdidas proyectadas por sequía según tres esquemas de descuento



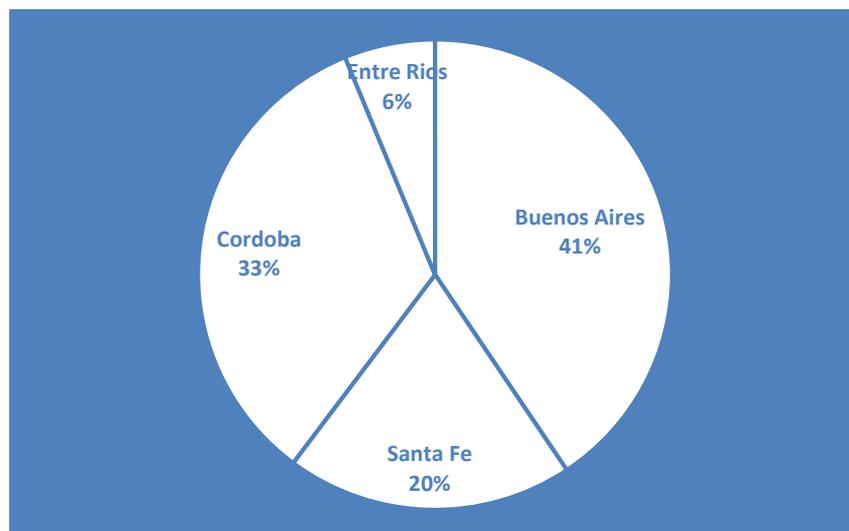
Fuente: elaboración propia

En términos económico-financieros, una inversión en infraestructura de adaptación cuyo costo sea menor que el valor actual de la pérdida, sería redituable en términos económicos. No obstante, como se observa, el valor actual de la pérdida no depende solamente la complejidad de la proyección climática y su impacto, sino también de la tasa de interés que representa el costo del financiamiento del proyecto. **Dadas las mayores tasas que generalmente tienen los países emergentes, el financiamiento de infraestructura de adaptación al riesgo climático generalmente resulta inviable en términos financieros.**

Esta es una de las mayores problemáticas de la inversión en adaptación a fenómenos climáticos en países emergentes: el alto costo del financiamiento genera que las pérdidas futuras tengan poca relevancia en términos presentes, orientando pocos o nulos recursos al sector. Si bien esta situación a cualquier proyecto de infraestructura cuyos beneficios se generen en plazos largos, la incertidumbre de las proyecciones climáticas agrega un problema adicional.

Independientemente del valor de la pérdida futura estimada, la misma se distribuiría del siguiente modo entre las provincias analizadas: Buenos Aires 41%, Córdoba 33%, Santa Fe 20% y Entre Ríos 6%.

Gráfico N 15: distribución porcentual provincial de las pérdidas económicas proyectadas por eventos de sequía en la producción de soja



Fuente: elaboración propia

En vistas que la incidencia de los extremos climáticos está estrechamente vinculados a la infraestructura de adaptación, en el apartado siguientes se presenta un análisis preliminar y exploratorio sobre las percepciones que las propias explotaciones agrícolas tienen actualmente respecto a eventos climáticos e infraestructura.

“...Vision may drive great projects
but
FINANCING is the fuel that powers
them...”

6. Riesgos climáticos e infraestructura



Encuesta a productores: el 64% considera el mayor riesgo de su explotación a las cuestiones climáticas. De ese conjunto, las inundaciones son la preocupación del 58% y las sequías del 39% de los encuestados. La mayor demanda de obras públicas es en caminos y en obras hidráulicas. Dentro de las obras hídricas, el 78% considera más importante la contención de inundaciones. El 80% estaría dispuesto a integrar de un esquema de participación público privado para el financiamiento de obras.

A lo largo de este documento se ha enfatizado sobre la complejidad de la estimación de la valuación económica de extremos climáticos. Las herramientas disponibles para adaptación y mitigación no se encuentran exentas tampoco de un elevado grado de discrepancia. Requieren la coordinación de múltiples individuos con distintos incentivos y horizontes temporales diversos. No obstante, existe acuerdo generalizado que la inversión en infraestructura, sea en mejoras existentes o nuevos proyectos, se destaca en el *set* de herramientas disponibles. En este apartado se intenta responder al punto clave en el que no existe un consenso generalizado ¿Cómo implementar infraestructura de adaptación a los riesgos climáticos?

Usualmente los proyectos de infraestructura de este estilo presentan características únicas que los diferencian de inversiones tradicionales. Entre ellas pueden destacarse dificultades en el armado de flujos de fondos futuros dado por la alta incertidumbre, problemas intertemporales de transferencia de costo-beneficios a través de generaciones, creciente incertidumbre, proyectos de larga duración con limitados usos alternativos y generalmente irreversibles (Colgan 2016, Stern 2015, PPIAF 2016). Dada esta dificultad se desprende la necesidad de que tanto el sector público como el privado participen en estos proyectos. En este marco la correcta identificación de prioridades sectoriales resultan clave en el proceso de planeamiento a la par de garantizar también la maximización de beneficios sociales.

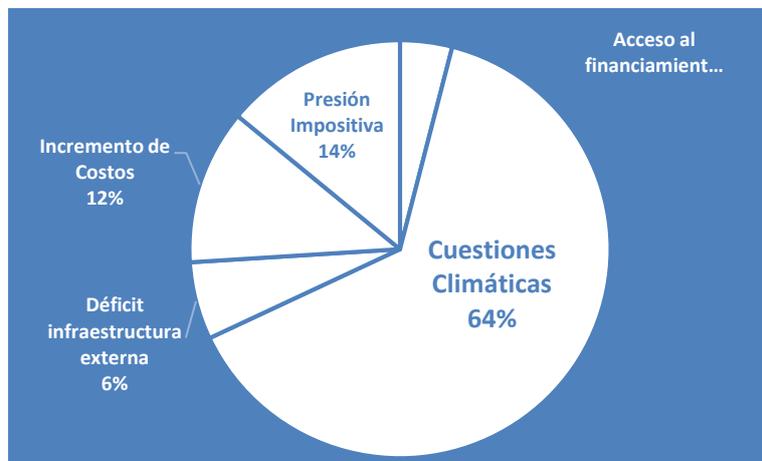
6.1. Cómo implementar infraestructura de adaptación a los riesgos climáticos?

Para comenzar a responder esta pregunta se realizó un primer estudio exploratorio que buscó tener un acercamiento a la mirada y percepción del sector agrícola respecto a la infraestructura. Se encuestó a 50 producciones agropecuarias de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fé, Entre Ríos y Salta. En la misma se indagó sobre los principales problemas que afectan a la explotación agrícola, los determinantes para la inversión y mecanismos de financiamiento de infraestructura. Del conjunto de preguntas realizadas, se seleccionaron las siguientes para exponer en este trabajo:

- Pregunta 1: ¿Cuál es a su entender el principal riesgo que ha enfrentado su explotación en los últimos 5 años?
- Pregunta 2: Identifique la principal cuestión climática que representó un riesgo para su explotación.
- Pregunta 3: Indique la importancia que le otorga a las siguientes alternativas: caminos, provisión de energía, obras hídricas, telecomunicaciones, sistemas de riego.
- Pregunta 4: ¿Qué obra de adaptación al riesgo climático le parece más importante?
- Pregunta 5: ¿En qué medida de adaptación al riesgo climático invertiría en forma privada en caso de contar con financiamiento de largo plazo?
- Pregunta 6: ¿Estaría dispuesto a participar de un esquema de participación público-privado para financiar en forma compartida las obras de adaptación al riesgo climático?

Los resultados se exponen a continuación.

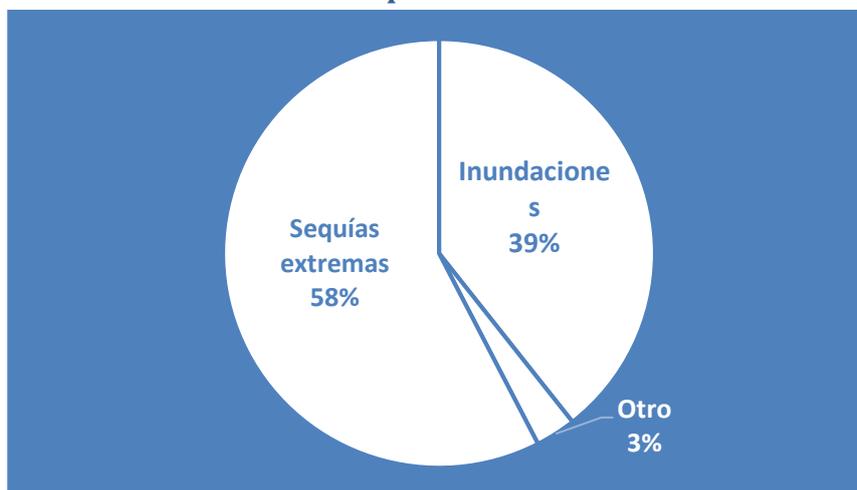
Pregunta 1:
¿Cuál es a su entender el principal riesgo que ha enfrentado su explotación en los últimos 5 años?



Fuente: elaboración propia

Como se expone en los gráficos se observa alta incidencia de las cuestiones climáticas como principal riesgo de la explotación por encima de factores económicos, como el acceso al financiamiento, la presión impositiva o el aumento de costos.

Pregunta 2:
Identifique la principal cuestión climática que representó un riesgo para su explotación



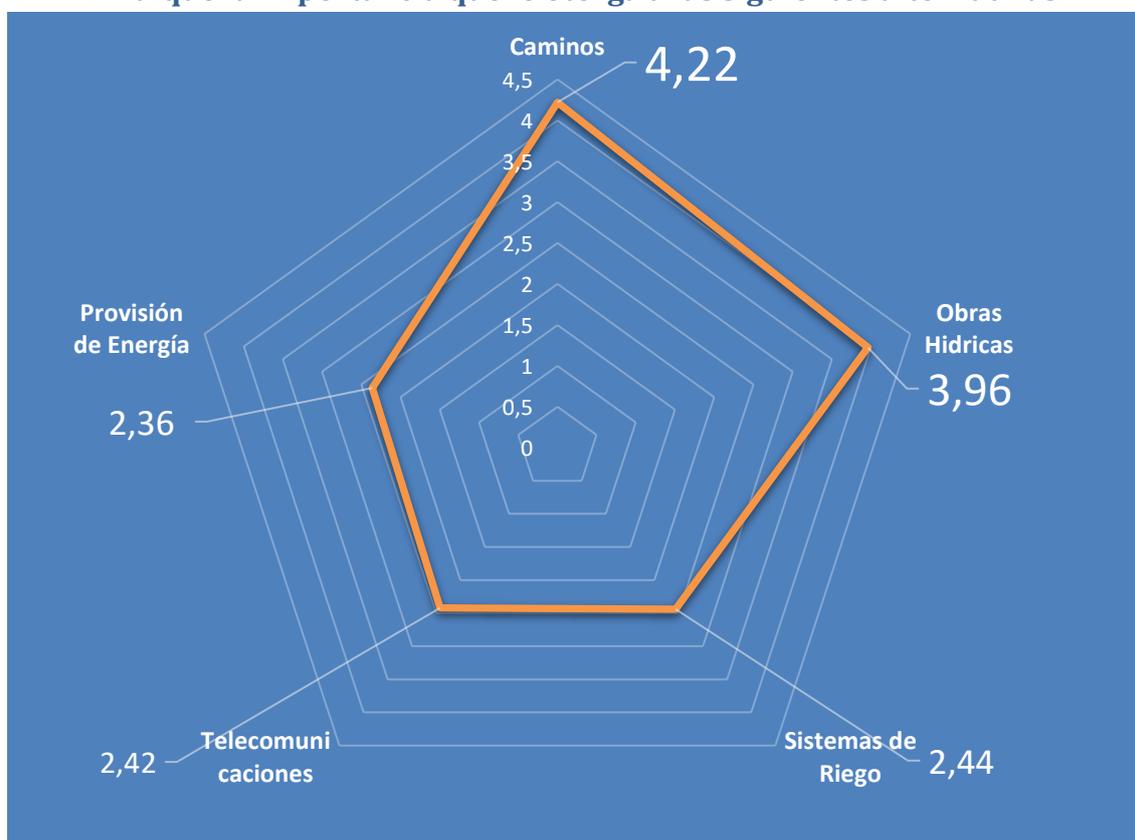
Fuente: elaboración propia

También se resalta la importancia asignada tanto a la sequía como a las inundaciones justificando de esta manera el estudio en profundidad de ambos eventos.

Con respecto a la situación de la infraestructura pública, la abrumadora mayoría cree que existe un déficit en la misma relacionada a su explotación agrícola. Se

indagó entonces sobre la importancia asignada a las siguientes alternativas de infraestructura: caminos, provisión de energía, obras hídricas, telecomunicaciones y desarrollo de sistemas de riego.

Pregunta 3:
Indique la importancia que le otorga a las siguientes alternativas



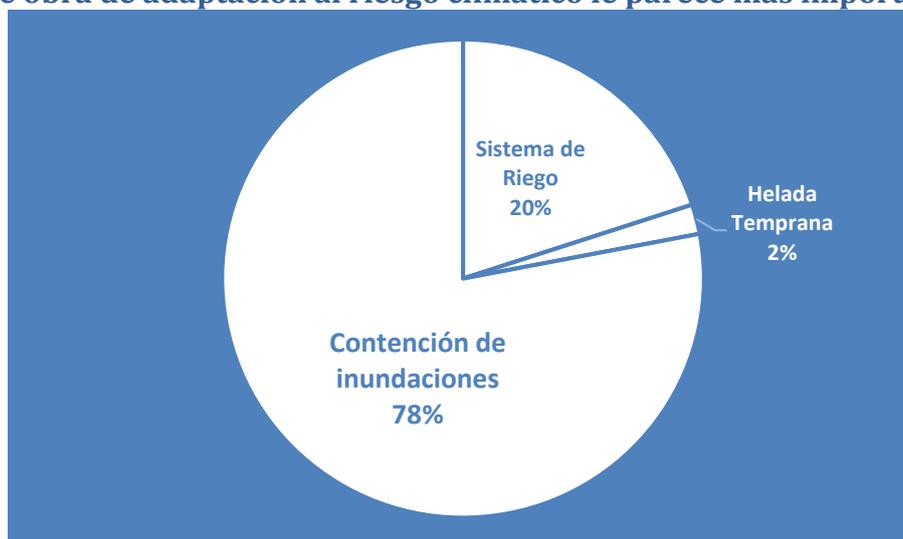
Fuente: elaboración propia

Resulta particularmente interesante notar que la alternativa de **caminos** se muestra como la de mayor importancia seguida bien de cerca por **obras hídricas**. Aún dentro del contexto del fenómeno de las inundaciones bien presente, que la alternativa “caminos” sea registrada como la más importante marca claramente una necesidad. Cabe notar que los caminos rurales pueden volverse intransitables aún sin un evento extremo como una inundación. Esto imposibilita el acceso al campo, o la salida si la maquinaria ya hubiese ingresado, demorando la cosecha por el estado intransitable de los caminos. Cabe resaltar por ejemplo una de las respuestas “...el camino hasta la ruta más cercana desde mi campo son 7 kilómetros. Cuando llueve intensamente se vuelve intransitable...”.

En cuanto a qué nivel de gobierno debería estar a cargo de la gestión en implementación de obras de infraestructura, el 58% se decantó por el gobierno nacional, el 36% por el provincial y solamente el 6% por el municipal. Nuevamente

una amplia mayoría respondió afirmativamente a la pregunta de si consideraban prioritaria la inversión pública respecto a otras obras de adaptación a riesgos climáticos aun teniendo en cuenta su elevado costo. Luego se le consultó sobre qué obra de adaptación consideran más importante resultando la contención de inundaciones como principal elección.

Pregunta 4:
¿Qué obra de adaptación al riesgo climático le parece más importante?

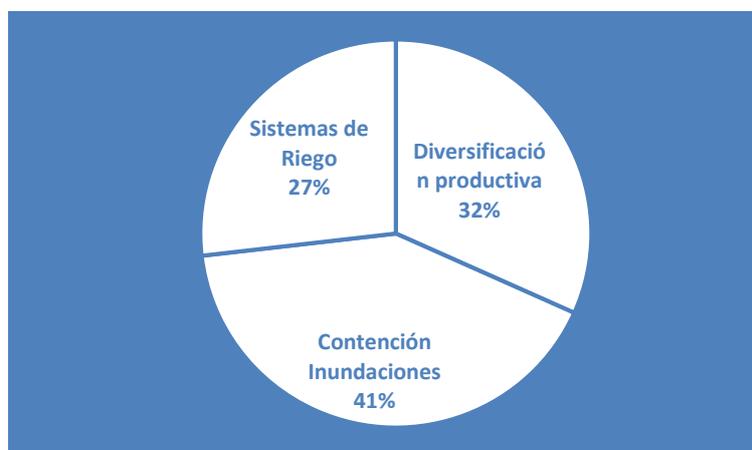


Fuente: elaboración propia

Como se observa, la gran mayoría respondió obras vinculadas a la contención de inundaciones. No obstante, cabe destacar que esta respuesta puede estar sesgada al contexto actual. No obstante se destaca que aun así el 20% haya respondido sobre la importancia de sistemas riego, vinculado a eventos de sequía.

Seguidamente se realizó la consulta en particular sobre en qué medida de adaptación al riesgo climático invertiría en forma privada en caso de contar con financiamiento de largo plazo, estable y en buenas condiciones. Resulta también interesante ver que desde la óptica privada las respuestas se vuelven más variadas. En este caso, el 41% invertiría en contención de inundaciones en forma privada, mientras que el 78% vincula esa obra como la más importante desde la escala pública. En forma privada aparece también la diversificación productiva y los sistemas de riego como alternativas viables, si contara con el financiamiento apropiado.

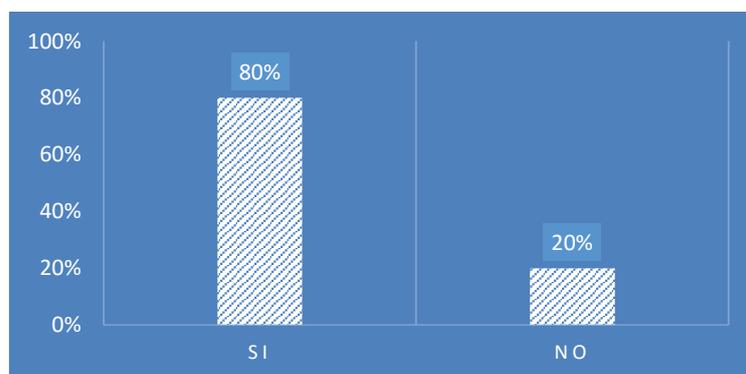
Pregunta 5:
¿En qué medida de adaptación al riesgo climático invertiría en forma privada en caso de contar con financiamiento de largo plazo?



Fuente: elaboración propia

Finalmente se consultó sobre la viabilidad e interés en participar en proyectos de inversión público privado (PPP). Este tipo de estructura configura una alternativa de financiamiento que está cobrando mayor relevancia en países en desarrollo en donde las vulnerabilidades climáticas se encuentran incrementándose y resulta necesaria la participación de todos los actores para financiar e implementar estrategias de adaptación. En los proyectos de este tipo que resultan exitosos el riesgo climático no se encuentra asignado a una sola de las partes sino que se distribuye. Los proyectos PPP permiten también, en caso de estar correctamente diseñados, que los incentivos se alineen correctamente para alcanzar beneficios conjuntos. Como se puede observar en el siguiente gráfico, existe lugar para pensar en proyectos conjuntos entre el sector privado y el sector público, dado que el 80% respondió que estaría dispuesto a participar de un esquema PPP.

Pregunta 6:
¿Estaría dispuesto a participar de un esquema de participación público-privado para financiar en forma compartida las obras de adaptación al riesgo climático?



Fuente: elaboración propia

7. Perspectivas para el planeamiento



¿Cómo financiar infraestructura frente a fenómenos inciertos? La adaptación al riesgo climático puede entenderse como unos de los mayores desafíos en la teoría y práctica de la planificación de políticas públicas contemporáneas. Implica lidiar con escenarios de largo plazo, alta incertidumbre respecto la magnitud y el *timing* de la cristalización de eventos, altos impactos económicos y altos costos de las inversiones.

La ciencia muestra que la dinámica y naturaleza de los eventos climáticos es sumamente compleja y consecuentemente difícil de predecir, donde distintos modelos pueden generar desde resultados dispares hasta directamente contrapuestos. Existe relativo consenso acerca del incremento de la variabilidad climática de ciertos eventos y del incremento promedio de la temperatura. No obstante, su distribución espacial y *momentum* son altamente inciertos.

Consecuentemente, se genera el interrogante de cómo planificar medidas de adaptación frente a un fenómeno de naturaleza impredecible, y completamente exógeno de la acción humana de mediano plazo. Aún más, tales inversiones implica motorizar recursos que compiten con otros objetivos de política con efectos ciertos y presentes, como educación, salud y seguridad. Dentro de este marco, surge el interrogante de cómo tomar decisiones de costosas política basadas en una proyección de eventos (por ejemplo un mapa de sequías o inundaciones) para un horizonte de largo plazo cuyas estimaciones pueden ostentar un alto nivel de incertidumbre.

En este sentido, la adaptación al riesgo climático puede entenderse como unos de los mayores desafíos en la teoría y práctica de la planificación de políticas públicas contemporáneas. Implica lidiar con escenarios de largo plazo, alta incertidumbre respecto la magnitud y el *timing* de la cristalización de eventos, altos impactos económicos y altos costos de las inversiones. Adicionalmente, las inversiones de adaptación para atender eventos futuros compiten con otras políticas que deben atender problemáticas presentes, y al mismo tiempo tales inversiones pueden afectar el comportamiento de los *stakeholders* alterando actividades económicas, costos de los seguros y valuación de los activos.

Independientemente del hecho que la ciencia climática seguirá evolucionando y proveerá nuevas respuestas en el futuro, **los especialistas en planeamiento actualmente afrontan el problema con una perspectiva múltiple: seguir un enfoque incremental, aplicar estrategias flexibles, y combinar las inversiones en adaptación con necesidades de desarrollo económico presentes, maximizando co-beneficios.** No obstante, este enfoque encuentra sus límites en

grandes proyectos de infraestructura de larga vida útil, como asimismo en problemas de vulnerabilidad social de poblaciones de alto riesgo que en última instancia deberán ser realocadas.

En líneas generales, debe avanzarse en un nuevo esquema de evaluación de proyectos que tenga en cuenta la alta incertidumbre de las proyecciones climáticas, el efecto holístico de los eventos, el nivel actual y futuro de la vulnerabilidad socioeconómicas, la tolerancia al riesgo de diversos sectores y actividades, y la relación vulnerabilidad/costo de diversas acciones.

La correcta valuación de los impactos socioeconómicos y el diseño de esquemas de participación público privada resultan claves para financiar estrategias de adaptación dentro de un contexto de implementación de políticas públicas en base al paradigma *data-driven policy making*.

8. Resumen



Impactos macroeconómicos, valorización del sector agrícola y financiamiento público-privado: Los eventos climáticos extremos pueden llegar a tener impactos macroeconómicos en la economía argentina. Esto no se debe solamente a una mayor frecuencia e intensidad de los eventos climáticos, sino también a la valorización de la producción agrícola, dada el incremento de los precios internacionales, el aumento de la productividad y la expansión de la frontera agropecuaria.

Dados los riesgos compartidos, existe espacio para la exploración de instrumentos de participación público privada para financiar proyectos de infraestructura de adaptación. La correcta proyección y monetización de las pérdidas futuras, y asimismo su descuento financiero, resultan elementos fundamentales para la correcta distribución del riesgo entre las partes.

Este documento intentó proveer una síntesis y una primera aproximación al problema de la valuación económica de eventos climáticos extremos en el sector agrícola argentino.

En primera instancia se diferenció el concepto de cambio climático del de variabilidad climática, haciéndose foco en el segundo fenómeno para un horizonte de mediano plazo. En segunda instancia se planteó el problema y las limitaciones de los modelos de valuación económica. Respecto a ello, se aplicó una metodología que permita ser aplicada a una extensa área geográfica para dar el primer paso al orden de magnitud de la problemática, y responder al interrogante de si los impactos económicos son un problema local, regional o macroeconómico.

Valuando las pérdidas directas en el cultivo de soja, se observa que los eventos de sequía generan pérdidas más cuantiosas que las inundaciones. Asimismo, su extensión geográfica resulta muchísimo mayor, y la magnitud de la pérdida la convierte casi en un evento con impactos macroeconómicos.

En tanto, las inundaciones generan problemas de pérdida mucho más focalizadas, con una extensión geográfica mucho menor. No obstante, si bien la pérdida directa resultan menor, este fenómeno puede generar otros impactos económicos observables y no observables que no fueron valuados en el enfoque de este trabajo⁴. Asimismo, mientras que en el pasado las inundaciones era un problema local, en las última campaña (2016/17) se ha convertido en un problema casi regional.

⁴ Los efectos indirectos y costos ocultos serán contemplados en una segunda fase de estimación.

Si bien actualmente la coyuntura Argentina esta signada por el fenómeno de las inundaciones, es importante recordar que en la última década se sufrieron dos eventos de sequías extremas con cuantiosas pérdidas económicas. Este hecho se confirma con la percepción de los productores, donde si bien la mayoría respondió como mayor preocupación a los excesos hídricos (58%), el 39% seleccionó los casos de sequía. El interrogante principal es que tipo de evento será el mas frecuente en el futuro.

Los resultados aquí expuestos sobre el poroto de soja deben considerarse de mínima, no solo por no incluir otros cultivos como el maíz o el trigo o ganadería y lechería, sino por tampoco estimar los efectos indirectos.

No obstante, dado el alto peso del complejo sojero los resultados son lo suficientemente robustos para obtener orden de magnitud del fenómeno.

En este marco, encontramos que el orden de magnitud de las pérdidas por eventos climáticos extremos, amerita la exploración de medidas de adaptación al riesgo climático. Los mayores precios internacionales, luego del milagro asiático entre otros factores, ha incrementado sustancialmente el costo de estos eventos. De esta manera deben explorarse las distintas gamas de instrumentos financieros disponibles para el financiamiento de infraestructura. En particular, los esquemas de participación público privado (PPP) constituyen, siempre que se encuentren bien diseñados, como un mecanismo de distribución de riesgos entre las partes.

La expansión de la frontera agrícola, la valorización de los cultivos y por ende del valor de la tierra, posiblemente no haya sido acompañada por un incremento de la infraestructura asociada al sector. De esta forma, si bien la variable climática genera el *shock* preponderante, el incremento de la escala y la valorización del sector generan que las pérdidas medidas en términos económicos sean sustancialmente mayores que en el pasado.

9. Bibliografía

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), pp. 268-281.
- Arteaga, C., Granados, J., & Ojeda Joya, J. (2013). Determinantes de los precios internacionales de los bienes básicos. *Ensayos sobre Política Económica*. 31(71), 85-107.
- Baethgen, W. (2008). Gestión de riesgos climáticos y su adaptación a la agricultura.
- Baethgen, W.E. (2008). Climate Risk Management and Adaptation to Climate Change. In: Uruguay, Climate Change Here and Now. Supplementary document for the UNDP Report on Human Development. UNDP Uruguay, Montevideo.
- Barros V. R., Boninsegna J. A., Camilloni I. A., Chidiak M., Magrín G. O. y Rusticucci M. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs Clim Change* 2015, 6: 151-169. doi: 10.1002/wcc.316.
- Barros V.; Vera C., Agosta E., Araneo D.; Camilloni I., Carril A. F., Doyle M.E., Frumento O., Nuñez M., Ortiz de Zárate M.I., Penalba O., Rusticucci M., Saulo C., Solman S. (2014). Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina.
- Berterretche M.; Chiara J. P. y Isoldi, A. (2013). Revisión, análisis y propuestas de metodologías para evaluar el impacto económico de eventos climáticos extremos sobre la actividad agrícola. Presentación en el taller: Sistematización de la información climática para su uso en el proceso de toma de decisiones, 6 y 7 de junio de 2013. Montevideo.
- Burke, M., Hsiang, S., Migule, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature* 527, pp: 235-239. Doi: 10.1038/nature15725.
- Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Van Der Linden, P.J. and Hanson, C.E. Eds. (2007). Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, J. G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., Kazmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning* 95, 1-66.
- Cashin, P., Mohaddes, K., Raissi, M. (2015). Fair Weather or Foul? The Macroeconomic Effects of El Niño. IMF Working paper 15/89.
- Cashin, P., Mohaddes, K., Raissi, M., & Raissi, M. (2014). The differential effects of oil demand and supply shocks on the global economy. *Energy Economics*. 44, 113-134.
- CEPAL. (2010). Istmo Centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Sede Subregional en México. Recuperado de: <http://www.cepal.org/es/sedes-y-oficinas/cepal-mexico>

- CEPAL. (2014). La economía del cambio climático en la Argentina. Primera aproximación. Impreso en Naciones Unidas. Santiago de Chile. Recuperado de:
<http://www.cepal.org/es/publicaciones/35901-la-economia-del-cambio-climatico-en-la-argentina-primera-aproximacion>
- Chimeli, A. B., De Souza Filho, F. D. A., Holanda, M. C., & Petterini, F. C. (2008). Forecasting the impacts of climate variability: lessons from the rainfed corn market in Ceará, Brazil. *Environment and Development Economics*, 13(02), 201-227. doi:10.1017/S1355770X07004172
- CIER (2007). The US Economic Impacts of Climate Change and the Costs of Inaction. A Review and Assessment by the Center for Integrative Environmental Research (CIER) at the University of Maryland.
- Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs Climate Change*, 6, 151-169. doi: 10.1002/wcc.316.
- Deschenes, O., & Greenstone, M. (2007). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *The American Economic Review*, 97(1), 354-385. doi: 10.1257/aer.97.1.354
- DNPC BID (2014). Impactos económicos del cambio climático en Colombia. Síntesis. Bogotá, Colombia. Recuperado de:
https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Econ%C3%B3micos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf
- FMI (2015). The Commodities Roller Coaster. A Fiscal Framework for Uncertain Times. IMF Fiscal Monitor.
- Gall, M. (2015). The suitability of disaster loss databases to measure loss and damage from climate change. *International Journal of Global Warming*, 8(2), 170-190. doi: 10.1504/IJGW.2015.071966
- Gonzalez, P.; Polvani, L.; Seager, R.; Correa, G. (2014). Stratospheric ozone depletion: a key driver of recent precipitation trends in South Eastern South America. *Climate Dynamics*, Vol. 42, Issue 7, pp 1775–1792.
- Heinzenknecht, G. (2011). Proyecto riesgo y seguro agropecuario. Oficina de Riesgo Agropecuario. Recovered from
<http://www.ora.gov.ar/informes/enso.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. Recovered from:
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- IPCC, 2014. Summary for policymakers. In: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1–32.

- Irwin, S., & Good, D. (2015). Forming Expectations for the 2015 US Average Soybean Yield: What Does History Teach Us?. *Farmdoc daily* (5): 51. Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Jeremy G. Carter, Gina Cavan, Angela Connelly, Simon Guy, John Handley, Aleksandra Kazmierczak (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning* 95, 1-66.
- Letson, David, Carlos E. Laciaña, Federico E. Bert, Elke U. Weber, Richard W. Katz, Xavier I. Gonzalez, and Guillermo P. Podestá (2009). "Value of perfect ENSO phase predictions for agriculture: evaluating the impact of land tenure and decision objectives." *Climatic Change* 97, no. 1-2: 145-170.
- Letson, David, Guillermo P. Podestá, Carlos D. Messina, and R. Andrés Ferreyra (2005). "The uncertain value of perfect ENSO phase forecasts: stochastic agricultural prices and intra-phase climatic variations." *Climatic Change* 69, no. 2-3: 163-196.
- Lobell, D. B., & Burke, M. B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(11), 1443-1452. doi: 10.1016/j.agrformet.2010.07.008.
- Lozanoff, J. y Cap E. (2006). El impacto del cambio climático sobre la agricultura Argentina: Un estudio económico. Buenos Aires. Argentina. INTA.
- Massot, J., Baez, G., Prieto, K., Petri, G., Argüero, L., Thomasz, E., Gayá, R., Fusco, M. (2016). *Agroindustria, innovación y crecimiento económico en la Argentina*. Ed.: EDICON. In Spanish.
- Mendelsohn, R., Dinar A. y Sanghi A. (2001), The Effect of Development on the Climate Sensitivity of Agriculture, *Environment and Development Economics*, 6:85-101.
- Moser, S. C., & Ekstrom, J. A. (2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(51), 22026-22031.
- Murgida A. M., Travasso M. I., González S. y Rodríguez G. R. (2014). Evaluación de impactos del cambio climático sobre la producción agrícola en la Argentina. *Serie medio ambiente y desarrollo*. No. 155. Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.
- Natenzon, C. (2014). Vulnerabilidad social, amenaza y riesgo frente al cambio climático. Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- OCDE/CEPAL/CAF (2015), *Perspectivas económicas de América Latina 2016: Hacia una nueva asociación con China*, OECD Publishing, Paris.
- Ordaz, J. L., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. CEPAL, México DF.
- Ortiz de Zarate, M. J., Ramayon, J. J. y Rolla, A. L. (2014). *Agricultura y Ganadería impacto y vulnerabilidad al cambio climático. Posibles medidas de adaptación*. 3era comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático.

- Paltasingh, K. R., Goyari, P., & Mishra, R. K. (2012). Measuring weather impact on crop yield using aridity index: Evidence from Odisha. *Agricultural Economics Research Review*, 25(2), 205-216.
- Podesta Guillermo David Letson Carlos Messina Fred Royce. Andres Ferreyra, James Jones, James Hansen, Ignacio Llovet, Martin Grondona, and James J. O'Brien (2002). "Use of ENSO-related climate information in agricultural decision making in Argentina: a pilot experience." *Agricultural Systems* 74, no. 3: 371-392.
- Podestá, Guillermo P., Claudia E. Natenzon, Cecilia Hidalgo, and Fernando Ruiz Toranzo (2013): "Interdisciplinary production of knowledge with participation of stakeholders: a case study of a collaborative project on climate variability, human decisions and agricultural ecosystems in the Argentine Pampas." *Environmental Science & Policy* 26 40-48.
- Rahman, M. S., Huq, M. M., Sumi, A., Mostafa, M. G., & Azad, M. R. (2005) Statistical Analysis of Crop-Weather Regression Model for Forecasting Production Impact of Aus Rice in Bangladesh. *International Journal of Statistical Sciences*. Vol 4, pp 57-77.
- Ramírez D., Ordaz L., Mora J. y Acosta A. (2010). La economía del cambio climático en Centroamérica. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), sede subregional en México.
- Revi, A., Satterthwaite, D. E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R. B., Pelling, M., & Solecki, W. (2014). Urban areas. *Climate change*, 535-612.
- Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Blake, R., Bowman, M., Faris, C., Gornitz, V., Horton, R., Klaus, J., LeBlanc, A., Leichenko, R., Linkin, M., Major, D., O'Grady, M., Patrick, L., Sussman, E., Yohe, G. & Zimmerman, R. (2011). Developing coastal adaptation to climate change in the New York City infrastructure-shed: process, approach, tools, and strategies. *Climatic Change*, 106(1), 93-127. doi: 10.1007/s10584-010-0002-8
- Schaechter, A., Kinda, T., Budina, N., Weber, A. (2012). Fiscal Rules in Response to the Crisis—Toward the “Next-Generation” Rules. A New Dataset. IMF Working Paper 12/187.
- Schlenker Wolfram, Hanemann W. Michael, and Fisher Anthony C. (2006). The Impact of Global Warming on U.S. Agriculture: An Econometric Analysis of Optimal Growing Conditions. *Review of Economics and Statistics*, 88(1): 113-25.
- Seaman, J., Sawdon, G., Acidri, J., Petty, C. (2014). The Household Economy Approach. Managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. *Climate Risk Management* 4–5, pp 59–68.
- Seo, S. N. y Mendelsohn R. (2008a) .A Ricardian analysis of the impact of climate change on Latin American farms. Policy Research Series Working Paper, N° 4163, Washington, D. C., Banco Mundial.
- _____(2008b), A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farms”, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68(1). p.p. 69-79.

- _____(2008c), An analysis of crop choice: Adapting to climate change in Latin American Farms. *Ecological Economics*, 67. p.p. 109-116.
- _____(2008d), Measuring impacts and adaptations to climate change: A structural Ricardian model of African Livestock Management, *Agricultural Economics*, 38. p.p. 151-165.
- Susskind, L., Rumore, D. L., Hulet, C., & Field, P. (2015). *Managing climate risks in coastal communities: strategies for engagement, readiness and adaptation*. London; New York, NY: Anthem Press, 2015.
- Tannura, M.A., S.H. Irwin, and D.L. Good. "Weather, Technology, and Corn and Soybean Yields in the U.S. Corn Belt." *Marketing and Outlook Research Report 2008-01*, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, February 2008.
- Thomasz, E.; Massot, J.; Rondinone, G. (2016). Is the interest rate more important than stocks? The case of agricultural commodities in the context of the financialization process. *Revista Lecturas de Economía*, N 85, Universidad de Antioquia. ISSN 0120-2596.