



II Seminario de Gestión del Riesgo Agropecuario

Resúmenes

Editores: S. Cabrini, E. Quirolo, L. Gastaldi, E. Barelli, R. De Ruyver y G. Lacelli

II Seminario de Gestión del Riesgo Agropecuario

Resúmenes

Editores: S. Cabrini, E. Quirolo, L. Gastaldi, E. Barelli, R. De Ruyver y G. Lacelli



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

*Estación Experimental Agropecuaria Pergamino
2022*

Diseño:
Federico Lacelli

ISSN: 2718-6210
INTA EEA Pergamino

Indicadores económicos e informes técnicos

ISSN: 2718-6210 INTA EEA Pergamino

Informe Técnico N° 2. Febrero, 2022

URL: <https://inta.gob.ar/documentos/indicadores-economicos-e-informes-tecnicos>

Este informe es editado en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino de INTA INTA EEA Pergamino Av. Frondizi (Ruta 32) Km 4,5 C.P. 2700 Pergamino Buenos Aires República Argentina 02477-439076

Responsables: PhD. Silvina María Cabrini e Ing. Agr. Francisco Antonio Fillat técnicos del grupo economía y sociología INTA EEA Pergamino.

Contenido

5 Introducción

6 **Bloque 1: Valoración económica de la variabilidad climática y de mercado**

7 Pronóstico, monitoreo e impacto económico de la variabilidad climática en la producción de soja de Argentina

Esteban Otto Thomasz; Ana Silvia Vilker; Kevin Corfield

13 Relación entre el régimen de precipitaciones y la economía de la producción agrícola en el este y sur de Córdoba

Carlos Ghida Daza

20 Evaluación económica de las pérdidas por granizo en los oasis de la provincia de Mendoza e identificación de eventos extremos

María Eugenia Van Den Bosch

29 Aproximación al valor bruto primario de la ganadería ovina en Patagonia y Mesopotamia

Mariana Calvi; Martín Roa

39 Análisis de riesgo de un sistema nogalero de la provincia de Catamarca

Gabriel Lacelli; Gabriela Sabadzija; Juan Colica

49 **Bloque 2: Evaluación de derivados y seguros para la gestión del riesgo agropecuario**

50 Coberturas paramétricas en el agro argentino: Situación actual y visión de mercado de compañías aseguradoras.

Laura Gastaldi; Daniel Miguez

57 Seguros agropecuarios basados en índices. Coberturas disponibles y en desarrollo en Argentina.

Daniel Miguez; Laura Gastaldi

63 **Bloque 3: Cuantificación de los efectos de los eventos climáticos sobre la productividad agropecuaria**

64 Relación entre índices de sequía usando datos meteorológicos y satélites, en la estepa megallánica (Patagonia)

Paula Paredes; Dora Maglione; Marisa Sandoval; Julio Soto; Oscar Bonfilii

73 Empleo de la variabilidad estacional e intraestacional para evaluar la predictibilidad del rendimiento de los cultivos

Natalia Gattinoni; Gabriel Rodríguez

79 Cuantificación de los impactos de sequía sobre el cultivo de soja en Uruguay

Alessio Bocco; Daniel Bonhaure; Cecilia Hidalgo; Guillermo Podestá; Santiago Rovere; Hori Tsuneki; Gonzalo Antunez; Baethgen Walter; Adrián Cal; Ángela Cortezezi; María Methol; Guadalupe Tiscornia

87 Variabilidad, tendencia y eventos extremos en los rendimientos agrícolas a nivel partido en la provincia de Buenos Aires

Silvina Cabrini; Francisco Fillat; Natalia Gattinoni; Danila Ibern; Magdalena Marino; Rubén Alvarez; Guillermo Martín; Cecilia Paolilli; Hernán Urcola; Daniel Iurman

Contenido

97 **Bloque 4: Medio ambiente y riesgo agropecuario**

- 98 EU carbon border adjustments as a transition risk to Argentina's export-oriented agriculture sector: A partial-equilibrium analysis

Mats Marquardt; Sofía Gonzales-Zuñiga; Frauke Röser

- 104 Análisis exploratorio de la percepción de riesgos del sector agroexportador argentino frente a cambios en las regulaciones ambientales y en las preferencias de los consumidores

Laura Gastaldi; Ignacio Pace Guerrero; Ignacio Amaro; Silvina Cabrini

- 110 Economía circular en CREA: Conceptos para empresas agroindustriales más sostenibles

Ariel Angeli; Esteban Barelli; Gonzalo Berhongaray; Guillermo García

113 **Bloque 5: Percepción de los actores del riesgo agropecuario y utilización de la información climática**

- 114 Familias de la agricultura familiar realizan un análisis participativo de sus riesgos climáticos y diseñan medidas de adaptación. El caso del proyecto EUROCLIMA+ en el Norte de Patagonia Argentina

Manuela Fernandez; Juan De Pascuale Bovi; Paula Ocariz; Franca Bidinost; Santiago Conti; Marta Madariaga; Leonardo Gallo; Saul Deluchi; Alejandra Gallardo; Rodrigo Navedo; Giuliana Gizzi; Fernando Garabito; Cecilia Conterno; Andres Gaetano; María Inés Maldonado; Carolina Michel; Georgina Rovaretti; Iris Barth; Pablo Tittonell

- 122 Vinculación de percepciones rurales con datos climáticos para el desarrollo de medidas de adaptación social y científicamente convalidadas

Andrea Enriquez; Manuela Fernández ; María Valeria Aramayo; María Gabriela Herrera; Natalia Gattinoni ; Adrián Rico; Antonio Solarte

- 130 Índice de confianza de productores agropecuarios - Propuesta de un modelo causal

Valeria Gogni; Esteban Barelli; Laura Pederiva; Mariano Bonoli; Silvia Ramos; Alejandra Castellini; Horacio Rojo; Emilio Picasso

- 135 Relevamiento del uso de información climática para la toma de decisiones en productores agropecuarios de la región pampeana

María Laura García, Estela Crístech, Silvina Cabrini, Ignacio Pace Guerrero, Mariana Jaldo, Luciana Elustondo, Natalia Gattinon, Pablo Mercuri

- 142 Información climática y toma de decisiones de los productores del partido de Junín, norte de Buenos Aires

Marcelo Rossetti

Introducción

El sector agropecuario y forestal y sus cadenas de valor agregado revisten gran importancia para las economías regionales y nacional, así como también en la generación de trabajo y la raigambre cultural y social de vastos segmentos de la población.

Con el propósito de avanzar en investigaciones que permitan conocer, caracterizar y mensurar los riesgos de esta actividad, desde el INTA (Proyecto “Gestión integral del riesgo agropecuario”, el Instituto de Clima y Agua y el Instituto de Investigación en Economía y Prospectiva) y la FCE-UBA (Instituto de Investigaciones en Administración, Contabilidad y Métodos Cuantitativos para la Gestión) hemos generado un espacio para el intercambio, el debate y la capacitación que, en formato de seminarios, nos convocó este 2021, y por segundo año consecutivo, a compartir los avances en tan estratégica temática.

Presentamos aquí los resúmenes de los 19 trabajos. Se ordenan en cinco bloques que dan cuenta de la diversidad de abordajes: desde el riesgo medido a nivel de una empresa hasta la valoración económica de las pérdidas de una región por efectos climáticos; desde el uso de tecnologías satelitales para el diagnóstico hasta los alcances de la economía circular como marco conceptual, expresan la riqueza del encuentro. En el quehacer del Seminario 2021, también tuvimos la oportunidad de debatir en una mesa redonda sobre la situación actual en Argentina del mercado de seguros

y derivados agropecuarios. Además, en una sesión especial de trabajos publicados, el Dr. Alejandro Plastina (Iowa State University) presentó resultados sobre un estudio de los efectos del cambio climático en la productividad total de los factores en la producción agrícola de los Estados Unidos; el Mag. Pablo Mac Clay junto al Dr. Roberto Feeney (ambos de la Universidad Austral), disertaron sobre la actitud de los actores agropecuarios ante los riesgos; y el Dr. Daniel Lema (INTA/UCEMA) abordó la temática de las políticas públicas en Argentina para afrontar el riesgo. Finalmente, en el cierre del Seminario, en una interesante conferencia, el Dr. Guillermo Berri (UNLP), nos habló sobre los que ofrece la meteorología hoy y lo que se puede esperar a futuro”. La apertura, a cargo de autoridades de INTA y de la FCE, da cuenta de la relevancia política, institucional y académica del evento¹.

Desde el equipo editorial queremos agradecer el apoyo la Universidad Nacional Noroeste de Buenos Aires (UNNOBA), al Mercado a Término de Buenos Aires (MATBA-Rofex), Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria (CREA) y a la Asociación Argentina de Economía Agraria (AAEA) por su interés en apoyar y difundir esta iniciativa.

Esperamos que esta publicación sea de utilidad y contribuya a la resolución de problemas del sistema agropecuario, forestal y agroindustrial argentino y a la generación de políticas públicas y herramientas de gestión de riesgos.

¹ La totalidad de las sesiones de dos días del II Seminario de Gestión del Riesgo Agropecuario, realizado en forma virtual los días 17 y 18 de septiembre de 2021, pueden encontrarse en el link:
<https://www.youtube.com/watch?v=161CjSESQbQ&t=9226s>
https://www.youtube.com/watch?v=nP1QI095_As&t=1s.



BLOQUE 1

**Valoración económica de la
variabilidad climática y de mercado**

Pronóstico, monitoreo e impacto económico de la variabilidad climática en la producción de soja de Argentina *

Esteban Otto Thomasz¹; Ana Silvia Vilker¹; Kevin Corfield²

¹IADCOM- Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires

² Becario de Maestría UBACYT - IADCOM

anavilker@gmail.com

Introducción

El Sistema de Evaluación de Pérdidas por Sequías e Inundaciones –SEPSI- que se desarrolla dentro del Programa de Investigación en Valuación de la Vulnerabilidad Socioeconómica al Riesgo Climático tiene 4 instancias de evaluación de impacto en las campañas agrícolas.

1. Valor tendencial con incertidumbre climática: representa el valor de la producción de poroto de soja bajo un escenario climático promedio. Es un indicador del valor tendencial de cada campaña en ausencia de eventos climáticos extremos, ya sean favorables o desfavorables.

2. Proyección con riesgo climático: realizada al inicio de campaña, incorporando el pronóstico de precipitaciones del grupo DIVAR del CIMA/CONICET-UBA, denominado “Pronóstico probabilístico estacional”: Osman y co-autores (2020). Calibration and Combination of seasonal precipitation

forecasts over South America using Ensemble Regression. Submitted to Climate Dynamics.

3. Monitoreo con certidumbre climática. Incorpora los valores de precipitaciones y/o de balance hídrico generados durante todo el período crítico de la cosecha, estimando el impacto sobre los rindes. Actualmente, el monitoreo de campaña agregada arrojó un ajuste del 70% en el caso de precipitaciones y del 85% entre el balance hídrico y los rindes de soja promedio a nivel país.

4. Valuación de impacto. Por último, se valúa económicamente la producción a cuya estimación ha contribuido el balance hídrico ya que ha permitido mejorar las correlaciones entre los rindes de soja y las variables climáticas a nivel departamental, sobre todo respecto a precipitaciones y SPEI.

* Este trabajo se realiza en el marco de los siguientes proyectos: PICT-2018-03537 Sistema de valuación de pérdidas económicas por eventos climáticos extremos en cultivos extensivos de Argentina y el proyecto UBACYT Gestión responsable y sustentable de riesgos agropecuarios en Argentina.

Resultados

Los resultados de cada una de las instancias y en esta oportunidad correspondientes a la campaña de soja 2020/21 fueron los siguientes:

Ingreso Tendencial

De acuerdo a las estimaciones del SEPSI y publicado en el Reporte 3 del 14 de diciembre 2020, la campaña sojera 2020/21 arrojaría un valor bruto de producción tendencial del poroto de soja del orden de los u\$s 20.757 millones, bajo el modelo con incertidumbre climática.

Pronóstico con riesgo climático

El pronóstico con riesgo climático publicado en el mismo reporte de diciembre 2020 marcaba una alta probabilidad de tener una campaña por debajo de dicho promedio (44%). Es decir un 44% de probabilidad en el tercil inferior, un 35% en el intermedio y un 21% en el superior, sobre todo teniendo en cuenta los valores de la campaña 2019/20, en la que el primer tercil de la distribución climática tenía asociada una probabilidad del 20.9%, es decir, menos de la mitad de la 2020/21. Focalizando en el tercil más bajo de la distribución, ello implicaba que la probabilidad más alta de resultado de campaña se ubicaba en el intervalo de va entre 43.8 y 48.4 millones de toneladas.

Este resultado se reportó en valor bruto de producción, resumiendo que “se espera con un 44% de probabilidad acumulada que la producción sea de hasta u\$s 19.346 millones”. Dicho valor en dólares equivale al límite superior del intervalo del primer tercio (48.8 millones de toneladas de poroto de soja) valuado al precio vigente en ese momento (u\$s 396 por tn).

En líneas generales, puede concluirse que el intervalo que arrojaba mayor probabilidad era aparentemente el que se estaba dando en la campaña en curso, la proyección con certidumbre climática se trata en los párrafos siguientes.

Proyección con certidumbre climática

Precipitaciones

El modelo en base al dato directo de precipitaciones arroja un ajuste máximo del 70%, es decir, que al nivel agregado el 70% de los cambios del rinde en la producción de poroto de soja respecto a su nivel tendencial son explicados en un 70% por cambios en los niveles de precipitaciones. Este resultado tiene una doble lectura: por una lado, muestra el peso preponderante que tiene el clima y particularmente el agua sobre el cultivo más importante de Argentina; por otro, aun teniendo certeza sobre el nivel de precipitaciones registrado, la proyección tienen un elevado margen de error dado que el

30% restante es explicado por otros factores. La proyección con certidumbre climática se realiza con los datos de las precipitaciones reales acaecidas en la totalidad de los períodos críticos identificados a lo largo del país, correspondientes a los meses de diciembre, enero y febrero para el caso del modelo de proyección de la producción agregada (total país). Vale destacar, que la incorporación de la climatología de los meses de marzo y abril cobra mayor relevancia ante la presencia de la variedad soja de segunda, que en las últimas campañas alcanzó una proporción del 30% en la producción

total. No obstante, el monitoreo de soja de segunda a nivel agregado actualmente se encuentra en desarrollo, dado que para los modelos estadísticos aplicados la historia temporal de esta variedad es corta, y su masa crítica a nivel territorial es marcadamente inferior. Esto dificulta el análisis en base al conjunto de estaciones meteorológicas actualmente analizadas.

Con las limitaciones mencionadas y tomando los precios internacionales vigentes, (marzo 2021, momento en que se realizó la estimación) implicaría una valuación de la campaña sojera del orden de

Balance hídrico

La Oficina de Riesgo Agropecuario –ORA MAGyP– realiza actualmente el monitoreo del contenido de humedad en el suelo para cultivos específicos, utilizando un modelo de balance hídrico que considera características de los suelos locales (INTA), del cultivo particular (Agroindustria) y variables meteorológicas diarias (SMN). El desarrollo del modelo de reserva de agua hídrica viene a contribuir a la evaluación anticipada de la probabilidad de ocurrencia de déficit hídricos o excesos de agua. Como resultado preliminar, a nivel agregado se ha encontrado una relación de hasta

Gestión del riesgo macroeconómico

El enfoque propuesto en el desarrollo de la investigación se basa en contribuir a la mejora continua de un sistema de evaluación de daños y pérdidas para promover el diseño de políticas de adaptación más eficientes. El objetivo es proveer información necesaria no solamente para las inversiones en adaptación del sector productivo, para mejorar la producción y hacerla más sustentable, sino también en el frente macroeconómico y fiscal.

Todo el aparato oleaginoso y granario

los u\$s 23.317 millones. Si bien en cantidades representa un 10% inferior al valor tendencial, es un 15% superior en dólares, dado el efecto precio.

El último pronóstico, cuyos detalles se comentan en los párrafos siguientes, actualmente estaría siendo incrementado hasta un 85% en base al uso del balance hídrico, como resultado del Proyecto de Desarrollo Estratégico UBA realizado conjuntamente entre ProVul FCE-UBA el CIMA/ CONICET-UBA y la ORA-MAGyP.

el 85% entre el rinde de la producción agregada de poroto de soja y el balance hídrico. Es decir, que cambios en los rindes agregados de poroto de soja respecto a su valor tendencial estarían explicados hasta en un 85% por los cambios en el balance hídrico. Este es el mayor ajuste obtenido a la fecha respecto a otros indicadores climáticos, como el índice de sequía de Palmer o el índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración (SPEI).

Por último, la valuación final de impacto se realiza con los datos definitivos de campaña.

agroexportador (no sólo el complejo sojero) es posiblemente la mayor ventaja competitiva de Argentina, pero al mismo tiempo constituye su principal fuente de vulnerabilidad, debido a que depende de dos factores exógenos:

En primer lugar el clima, dado que la mayor proporción de los cultivos exportables son cultivos de secano, expuestos totalmente a las inclemencias climáticas, y principalmente el agua.

Respecto a ello, el modelo de ajuste que se encuentra en desarrollo, tanto en base a precipitaciones o

balance hídrico, permite realizar simulaciones a futuro en base a diferentes escenarios climáticos. No obstante, en lo que hace a la planificación macro-fiscal, más allá de las posibles trayectorias de campañas buenas y malas que van a generarse por efectos climáticos, lo importante es acertar en la trayectoria promedio

En cuanto al segundo factor, los precios internacionales, los que han incrementado fuertemente su volatilidad en los últimos años, y Argentina, en general, es precio-aceptante. Esto implica un fuerte riesgo macroeconómico para el país en su conjunto y no solamente para el sector agrícola, dada la incidencia en la generación de divisas, el impacto fiscal y los encadenamientos productivos. Dentro de este contexto se dan dos

estrategias:

1) Gestionar esa vulnerabilidad, a través de instrumentos macro-financieros; 2) Trabajar en la reducción de la vulnerabilidad en base a la diversificación productiva, tanto de productos como destinos de exportación. Respecto al primer punto, es importante destacar que la historia reciente ha brindado suficientes shocks, tanto climáticos como de precio, como para mejorar un modelo de estimación de generación de ingresos en el mediano plazo.

Por último, cada uno de los puntos presentados en el presente resumen, serán desarrollados en la exposición que se efectuará en el seminario.

Bibliografía

BARROS V. R., BONINSEGNA J. A., CAMILLONI I. A., CHIDIAC M., MAGRÍN G. O. Y

RUSTICUCCI M. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs Clim Change*, 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.

BERT, F., SATORRE, E., RUIZ TORANZO, F., & PODESTÁ G. (2006). Climatic information and decision-making in maize crop production systems of the Argentinean Pampas. *Agricultural Systems*, 88(2-3), 180–204. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.03.007>

CEPAL. (2014). La economía del cambio climático en la Argentina. Primera aproximación. Impreso en Naciones Unidas. Santiago de Chile.

Recuperado

[dhttp://www.cepal.org/es/publicaciones/35901-la-economia-del-cambioclimatico-en-la-argentina-primera-aproximacion](http://www.cepal.org/es/publicaciones/35901-la-economia-del-cambioclimatico-en-la-argentina-primera-aproximacion)

CHIMELI, A. B., DE SOUZA FILHO, F. D. A., HOLANDA, M. C., & PETERINI, F. C. (2008). Forecasting the impacts of climate variability: lessons from the 97 rainfed corn market in Ceará, Brazil.

Environment and Development Economics. 13(02), 201-227.

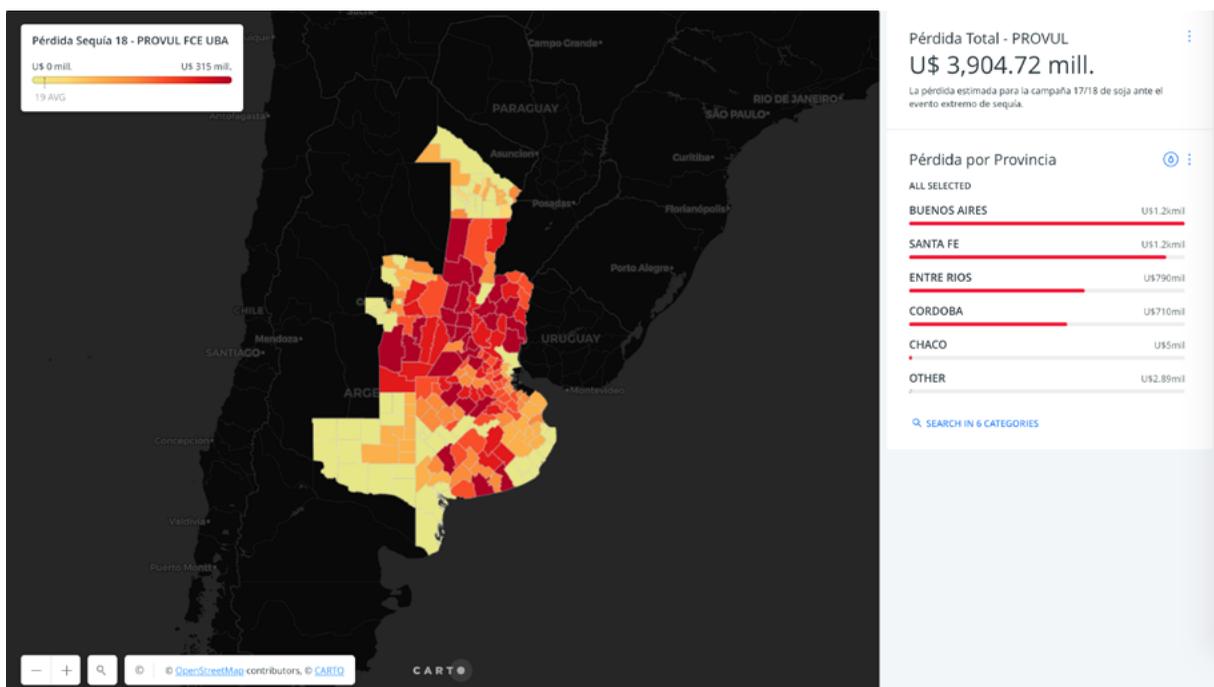
doi:10.1017/S1355770X07004172

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (1978). Effective rainfall in irrigated agriculture. Chapter 3, Section 3: Potential Evapotranspiration/Precipitation Ratio Method (India). M-56ISBN 92-5-100272-X.

Available at <http://www.fao.org/3/x5560e/x5560e00.htm#Contents>

FORTE LAY, J. A. Y BURGOS J. J. (1983). "Verificación de métodos de estimación de la variación del almacenaje de agua en suelos pampeanos". Actas del Taller Argentino-Estadounidense sobre sequías (CONICET-NSF), realizado en Mar del Plata entre el 4 y el 8 de Diciembre de 1978. Editor J.

- J. Burgos. Buenos Aires, Argentina. Pág. 162-180. Noviembre de 1983.
- HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., & FRIEDMAN, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, Inference and prediction* (2nd. ed.). Springer.
- 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.
- LETSON, D., LACIANA, C., BERT, F., WEBER, E., KATZ, R., GONZALEZ, X. AND PODESTÁ, G. (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.
- 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. En: 10.1016/j.agrformet.2010.07.008.
- MAGRIN, G., C. GAY GARCÍA, D. CRUZ CHOQUE, J.C. GIMÉNEZ, A.R. MORENO, G.J. NAGY, C. NOBRE AND A. VILLAMIZAR, (2007) *Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L.Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson. Cambridge, UK. Eds., Cambridge University Press, 581-615.
- 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.
- 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.
- 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.
- OSMAN, M., COELHO, C.A.S. & VERA, C.S. (2021). Calibration and combination of seasonal precipitation forecasts over South America using Ensemble Regression. *Clim Dyn* <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05845-2>
- PALTASINGH, K. R., GOYARI, P., & MISHRA, R. K. (2012). Measuring weather impact on crop yield using aridity index: Evidence En: *Odisha. Agricultural Economics Research Review*, 25(2), 205-216.
- 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. doi:10.17533/udea.le.n85a04
- THOMASZ, E., CASPARRI, M. (2015). *Innovaciones Financieras para Adaptación al Riesgo Climático: el caso de las Coberturas basadas en Índices*. Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión (CMA).
- THOMASZ, E., VILKER, A., & RONDINONE, G. (2017). The economic cost of extreme and severe droughts in soybean production in Argentina. Recuperado en: <https://www.cya.unam.mx/index.php/cya>.
- THOMASZ, E., ERIZ M., VILKER, A., RONDINONE, G. CORFIELD, K. (2021). Resultados PDE: Proyección y monitoreo campaña soja 2021. Reporte Provul 1/2021. Recuperado en: http://www.economicas.uba.ar/institutos_y centros/provul/
- THOMASZ, E., ERIZ M., VILKER, A., RONDINONE, G., CORFIELD K. (2020). Proyecciones soja campaña 2020/21. Reporte Provul 3/2020. Recuperado en: http://www.economicas.uba.ar/institutos_y centros/provul/



Pérdida estimada total para la campaña 2017/18 de soja ante el evento extremo de sequía.

Fuente: Elaboración equipo PROVUL.

Relación entre el régimen de precipitaciones y la economía de la producción agrícola en el este y sur de Córdoba

Carlos Ghida Daza

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Marcos Juárez.

ghidadaza.carlos@inta.gob.ar

Resumen

Las actividades agrícolas en el área pampeana y, específicamente en el sur y sudeste de Córdoba, han mostrado un importante desarrollo especialmente desde la década del 90 hasta la década actual. A su vez, es de interés observar la evolución de la agricultura en dos áreas de Córdoba de diferentes características agroecológicas en dicho período. Estas son el departamento Marcos Juárez (con 93 % de tierras de aptitud agrícola) y el dpto. General Roca en el sur (con 56 % de tierras agrícolas). El objetivo del trabajo es analizar los posibles efectos del régimen de precipitación en los resultados económicos agrícolas (VBP) del área bajo estudio para determinar si se produjeron situaciones críticas ambientales y como afectaron la productividad y los precios de los productos. En general se muestran valores bajos de correlación entre variables climáticas respecto a rendimientos y precios. Dentro de ese marco se da mayor correlación entre

SPI y precios, especialmente en General Roca. La correlación entre VBP y SPI muestra cifras más altas, aunque no significativas, siendo la relación de signo positivo en Marcos Juárez (por un período de mayor humedad en los últimos ciclos) que coincidió con la tendencia creciente del VBP. En General Roca se dio una situación inversa con ciclos más húmedos al comienzo y más secos al final del período coincidiendo con importantes incrementos del VBP (por la mayor agriculturización). Se deben agregar al análisis otras variables climáticas (que tengan en cuenta aspectos edáficos y de temperatura) para ajustar las posibles respuestas productivas al clima en cada zona junto a una mayor disponibilidad de datos climáticos a nivel local para mejores pronósticos.

Palabras clave: Agricultura; economía; precipitaciones

Abstract

Agricultural activities in the Pampean area and, specifically in the south and southeast of Córdoba, have shown an important development especially from the 90s to the current decade. In turn, it is of interest to observe the evolution of agriculture in two areas of Córdoba with different agroecological characteristics in that period. These are the Marcos Juárez department (with 93% of agricultural land)

and the department. General Roca in the south (with 56% agricultural land). The objective of the work is to analyze the possible effects of the precipitation regime on the agricultural economic results (VBP) of the area under study to determine if critical environmental situations occurred and how they affected productivity and product prices. In general, low correlation values are shown between

climatic variables with respect to yields and prices. Within this framework, there is a greater correlation between SPI and prices, especially in General Roca. The correlation between VBP and SPI shows higher figures, although not significant, being the relationship of positive sign in Marcos Juárez (due to a period of higher humidity in recent cycles) that coincided with the increasing trend of VBP while in General Roca it occurred an inverse situation with cycles that are wetter at the beginning and drier at

Introducción

Las actividades agrícolas en el área pampeana y específicamente en el sur y sudeste de Córdoba, han mostrado un importante desarrollo especialmente desde la década del '90 hasta la década actual. Mientras que a nivel nacional la superficie sembrada de los tres principales cultivos (soja, maíz, trigo) se incrementó desde el promedio trienal de las campañas 1990/91-1992/93 a 2017/18-2019/20 en un 154 % pasando de 12,8 a 32,6 mill ha, la producción lo hizo un 289 % pasando de 31 a 119 mill t. En la composición de cultivos se pasó de una predominancia de trigo con el 40 % de la superficie agrícola sembrada en 1990/92 a soja con el 52 % en el último trienio mencionado.

A su vez, es de interés observar la evolución de la agricultura en dos áreas de Córdoba de diferentes características agroecológicas en dicho período. Estas son el departamento Marcos Juárez (con 93 % de tierras de aptitud agrícola y un rango de 850 /900 mm de precipitación anual) y el dpto. General Roca en el sur (con 56 % de tierras agrícolas y un rango de precipitaciones entre 650 /800 mm).

En Marcos Juárez el aumento de superficie sembrada en los trienios mencionados fue solo de 43 %, pasando de 0,57 a 0,83 mill ha mientras que la producción se incrementó es 151 % variando desde 1,6 a 4 mill t en el último trienio. A su vez, en

the end of the period, coinciding with significant increases in VBP (due to greater agriculturalization). Other climatic variables (which take into account soil and temperature aspects) should be added to the analysis to adjust the possible productive responses to the climate in each zone, together with a greater availability of climate data at the local level for better forecasts.

Key words: Farming; economy; rainfall

Gral. Roca la superficie sembrada aumentó un 759 % pasando de 0,087 a 0,75 mill ha mientras que la producción aumentó en 1549 % al pasar de 0,2 a 3,2 mill t.

Esta importante diferencia de comportamiento entre departamentos muestra un significativo incremento de la agricultura en la zona de aptitud menor (Gral. Roca) mientras que es menor al promedio nacional en la región más agrícola (Ms. Juárez) debido a la alta participación de la agricultura desde los '90 en esta zona.

También varía la proporción de cultivos, en Ms Juárez en 1990/92 ya predominaba soja con el 68% de la superficie mientras que en 2017/19 sigue vigente, pero con el 58% porque se ha incrementado maíz, pasando de 10 al 20% del total mientras que trigo mantiene un 20% en ambos períodos. En Gral. Roca, en cambio, a comienzos del período analizado, predominaba trigo con 54 % de superficie, mientras que el último trimestre fue relegado por soja con 49% y maíz con 41%.

En forma paralela al proceso de agriculturización tiene también importancia el aumento de la relevancia del sistema productivo agrícola puro, este modelo representa el 65% de las empresas del dpto. Marcos Juárez y el 23% en Gral. Roca (CNA 2008)

El mejor aprovechamiento de la oferta ambiental (especialmente de las lluvias), la reducción del tiempo operativo, la reducción de costos y el beneficio económico promovieron la rápida adopción de ésta tecnología con un impacto abrupto de la superficie sembrada. El aumento de la participación de los sistemas agrícolas en el uso del suelo aún en zonas menos aptas para cultivos produce aumentos en el riesgo global de la empresa al disminuir la diversificación de actividades y también decrece la resiliencia del sistema ante cambios súbitos en variables exógenas que lo afectan. En el área analizada la variabilidad de rendimiento agrícola, medida por el coeficiente de variación, considerando el período 2001/02 a 2019/20, es de un 21, 22 y 19% para soja, maíz y trigo respectivamente en el dpto. Ms Juárez mientras que en Gral Roca es de 33, 33 y 31% respectivamente para los mismos cultivos. De

Objetivos

Teniendo en cuenta la disponibilidad de estadísticas climáticas de precipitaciones mensuales para el período analizado en los dos departamentos de Córdoba, se elaboraron relaciones entre variables productivas, económicas y climáticas (considerando el índice de precipitaciones normalizadas SPI). El objetivo del trabajo, por lo tanto, es analizar los posibles efectos del régimen de precipitación en

Materiales y métodos

Se analizaron las relaciones entre rindes y precios agrícolas de trigo, maíz y soja para el período 1997/8 al 2019/20 para los departamentos de Marcos Juárez y Gral. Roca respecto al régimen de precipitaciones mensuales en dicho período en cada zona. También se compararon estas variables con el Índice de Precipitaciones Estandarizado (SPI), índice climático de uso común para evaluar posibles efectos sobre el Valor de la Producción Agrícola (VBP) en esas zonas. Para ello se contaba con da-

este modo se muestra un elevado componente del riesgo en el área más marginal la que, a su vez, presenta la mayor "agriculturización" probablemente por los mejores márgenes de cultivos respecto a la ganadería bovina extensiva con manejo modal.

En el caso de los precios de productos en el período la variabilidad tiene un valor de coeficiente de variación de 32% en maíz y 27% en soja y trigo. Cuando se analiza el efecto conjunto de cambios en rendimiento, superficie de las actividades y precios de productos de agricultura mediante una variable que engloba a todos los factores como el Valor Bruto de la Producción, en el período se observa una variabilidad del 32 % en el dpto. Marcos Juárez y del 68% en Gral. Roca confirmando el carácter de mayor marginalidad y elevado riesgo en esta última zona.

los resultados económicos agrícolas (VBP) del área bajo estudio para determinar si se produjeron situaciones críticas ambientales y como afectaron la productividad y los precios de los productos. De este modo se tendrá un mayor conocimiento de la relación del ambiente y el riesgo de la agricultura en el área analizada.

tos climáticos (series de precipitaciones del SMN y de la EEA INTA Marcos Juárez), series de rendimientos agrícolas (MAGyP nacional) y series de precios en cosecha (Bolsa de Cereales de Rosario).

Se graficaron las series de rendimientos y precios respecto a los datos de precipitaciones acumuladas de los últimos doce meses en el intervalo julio /junio de cada campaña para verificar la evolución

y luego se calcularon las correlaciones entre estas variables en cada departamento. Igual cálculo se realizó para determinar la relación con el SPI. Finalmente se realizó este procedimiento con el VPB en las dos zonas.

Resultados

En las Tablas 1 y 2 se muestran los resultados de la relación de las variables climáticas respecto a los rindes y precios para Marcos Juárez, mientras que en las Tablas 3 y 4 se muestran iguales resultados para el departamento General Roca.

Tabla 1: Marcos Juárez, correlación entre rendimientos respecto a precipitaciones y SPI

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,41011649	1		
Trigo	-0,369626	-0,2231107	1	
SPI 12	-0,4626079	0,30969594	0,09698707	1
PP J/J	0,28423224	0,45628498	-0,272851	

Tabla 2: Marcos Juárez, correlación entre precios en cosecha respecto a precipitaciones y SPI.

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,891464417	1		
Trigo	0,759128374	0,633136756	1	
SPI 12	0,317223508	0,064845582	0,275556013	1
PP J/J	-0,01958197	-0,09169651	0,169398351	

Tabla 3: Gral. Roca, correlación entre rendimientos respecto a precipitaciones y SPI.

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,541515302	1		
Trigo	-0,1593662	-0,00071036	1	
SPI 12	0,2433783	-0,07608678	0,18532413	1
PP J/J	0,326749605	0,267120283	-0,15535502	

Tabla 4: Gral.Roca, correlación entre precios en cosecha respecto a precipitaciones y SPI.

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,891464417	1		
Trigo	0,759128374	0,633136756	1	
SPI 12	-0,47509928	-0,43710796	-0,36597659	1
PP J/J	-0,20693941	-0,15511732	0,015250424	

En las Tablas 5 y 6 se muestran los resultados de la relación entre las variables climáticas y el VBP de ambos departamentos.

Tabla 5: Marcos Juárez, correlación entre VBP agrícola respecto a precipitaciones y SPI.

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,593192074	1		
Trigo	0,791110586	0,116895417	1	
SPI 12	0,534207411	0,19867011	0,490603734	1
PP J/J	-0,05899063	0,077255496	-0,28978584	

Tabla 6: Gral.Roca, correlación entre VBP agrícola respecto a precipitaciones y SPI.

	Maíz	Soja	Trigo	SPI 12
Maíz	1			
Soja	0,87740838	1		
Trigo	0,64737017	0,47105564	1	
SPI 12	-0,4518804	-0,5251227	-0,2808556	1
PP J/J	-0,1467031	0,04637596	-0,2306627	

Comentarios

En general se muestran valores bajos de correlación entre variables climáticas respecto a rendimientos y precios. Dentro de ese marco se da mayor correlación entre SPI y precios, especialmente en General Roca.

La correlación entre VBP y SPI muestra cifras más altas, aunque no significativas, siendo la relación de signo positivo en Marcos Juárez (por un

período de mayor humedad en los últimos ciclos) que coincidió con la tendencia creciente del VBP mientras que en General Roca se dio una situación inversa con ciclos más húmedos al comienzo y más secos al final del período coincidiendo con importantes incrementos del VBP (por la mayor agriculturización).

Se debe agregar al análisis otras variables

climáticas (que tengan en cuenta aspectos edáficos y de temperatura) para ajustar las posibles respuestas productivas al clima en cada zona junto a una mayor disponibilidad de datos climáticos a nivel local para mejores pronósticos.

Bibliografía

Bolsa de Cereales de Rosario

<https://www.bcr.com.ar/es>

Ghida Daza C. 2019

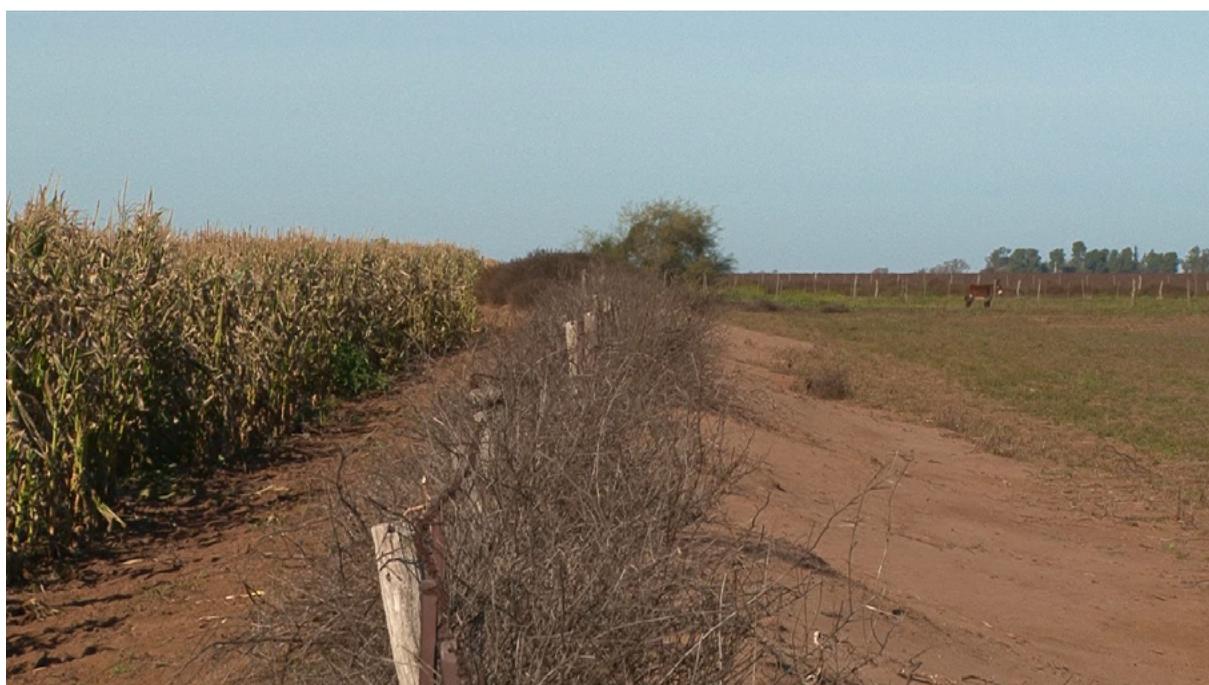
<https://inta.gob.ar/documentos/analisis-economico-de-cambios-en-los-sistemas-predominantes-del-sudeste-de-cordoba-en-el-periodo-1979-2018>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

<https://www.argentina.gob.ar/agricultura>

Servicio Meteorológico Nacional

<https://www.argentina.gob.ar/smn>



Cultivo de maíz con efecto de sequía, provincia de Córdoba.

Fuente: Foto tomada por el equipo de Comunicaciones de INTA EEA Marcos Juárez.

Evaluación económica de las pérdidas por granizo en los oasis de la provincia de Mendoza e identificación de eventos extremos

María Eugenia Van Den Bosch

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Mendoza

vandenbosch.maria@inta.gob.ar

Resumen

Una de las principales amenazas a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de Mendoza son las tormentas de granizo, las cuales constituyen un factor de disturbio de las previsiones productivas. Si bien constituyen un evento de naturaleza aleatoria, la distribución espacial y los niveles de intensidad (y de daño) presentan aspectos diferenciales según la zona. El objetivo del presente fue evaluar las pérdidas económicas en los cultivos y determinar frecuencia y magnitud de los fenómenos extremos, recurriendo como fuente de información primaria los registros de denuncias de estos

sinistros. En esta etapa se calcularon las pérdidas económicas atribuibles al impacto de las “mangas de piedra” y se identificaron los fenómenos que por su impacto se consideraron como extremos. Esto permitió calificar a los distintos departamentos según su riesgo y la ocurrencia de eventos extremos como así también el comportamiento de cada campaña desde 1993 hasta 2019 y generar modelos tendenciales de estos fenómenos.

Palabras clave: Granizo, riesgo, eventos extremos, evaluación económica.

Abstract

Hail storms are one of the main hazards that threaten the sustainability of the farming systems of Mendoza. They are a factor of disturbance of productive forecasts and although they are random phenomenon, the spatial allocation and the intensity levels (and of damage) present differences depending the area. The goal of this research was to perform an economic assessment of the losses of the crops and determine frequency and magnitude of extreme events of hail, making use of information source the official registers of

damage of these casualties. In this step economic losses of “mangas de piedra” were calculated and extreme events were identified when their impact was high or very high. This allowed to cast the departments (counties) in function of their risk and the occurrence of extreme events and the behavior of each campaign since 1993 to 2019 and to generate statistical models of tendency.

Keywords: Hail, risk, extreme events, economic assessment

Introducción

El agroecosistema bajo riego de la provincia de Mendoza, caracterizado por sistemas de producción intensivos, está expuesto a varias contingencias climáticas siendo las tormentas graniceras y las heladas las más frecuentes.

La ocurrencia de las precipitaciones de granizo no es espacialmente homogénea, se presenta a manera de mangas y su incidencia es diferente tanto por razones meramente meteorológicas como por el nivel de precipitación u orográficas (Ortiz Maldonado, Fornero, & Caretta, 1990). Constituyen factores de baja probabilidad y alto impacto y por lo tanto califican como “shocks” dentro de las evaluaciones (Chavez, Conway, Ghil, & Sadler, 2015).

Como todo fenómeno, las tormentas graniceras presentan distintos atributos: la **incidencia** describe la cantidad de eventos presentes, la **intensidad** es un indicador de la potencia. La **peligrosidad** o **amenaza** es el fenómeno, actividad humana o condición peligrosa con potencialidad de ocasionar daños. Es un atributo intrínseco del fenómeno entendido como la conjugación de los dos atributos anteriores (Alwang, Siegel, & Jørgensen, 2001).

La **vulnerabilidad** constituye una propiedad del sistema productivo en sí, entendida como la calidad o estado potencial de ser lesionado en sus capacidades y la **exposición** constituye el nivel de vulnerabilidad o nivel de desventaja atribuidos a su localización o estacionalidad. Se concibe como el nivel de **susceptibilidad** de afrontar un fenómeno adverso. Está dada por las características y las circunstancias del sistema, que lo hacen más o menos susceptible a los efectos dañinos que podría producir una amenaza particular (Brooks, 2003).

El riesgo es

“la probabilidad de que ocurra un daño o una pérdida de carácter económico, social o ambiental sobre un elemento dado (personas, elementos materiales o ambientales) en un determinado sitio y en un periodo determinado”
(Basualdo, Berterretche & Vila, 2015:16)

Constituye el indicador compuesto que conjuga la peligrosidad del evento con la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios y puede evaluarse a través de las pérdidas ocasionadas por el evento (Adger, Brooks, Bentham, & Agnew, 2004).

Este trabajo aspira a realizar una estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por las tormentas graniceras de naturaleza extrema a escala de los departamentos con actividad agropecuaria relevante de la provincia de Mendoza recurriendo como principal fuente de información los registros de daños.

Metodología

Los oasis de la provincia de Mendoza. Un agroecosistema diversificado y heterogéneo

Figura 1: Provincia de Mendoza. Departamentos y oasis bajo riego.



La proporción de sistemas productivos varía según el Departamento, aunque los más frecuentes y extendidos corresponden a viñedos, frutales de carozo, pepita, nogales y olivos y el resto son fundamentalmente cultivos hortícolas. A lo largo del período de análisis estos han ido evolucionando y mutando. La Tabla 1 refleja los valores correspondientes al final del período analizado.

Tabla 1 Provincia de Mendoza. Superficie implantada por grupo de cultivos.2018

Cultivo	Superficie [ha]	EAP
Vid	131.184	8.939
Olivo	15.825	2.127
Frutales de carozo	15.246	3.629
Frutales de pepita	4.880	278
Nogales	5.874	566
Almendros	2.494	135
Hortalizas	32.638	3.115
Otros	58.498	
TOTAL	266.639	*

Fuente: CNA2018 * No se consigna el total porque no corresponden a categorías excluyentes.

Las fuentes de información para el cálculo de las estimaciones

1. Pérdidas de cantidades físicas de producción

Los informes de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC)¹ del Gobierno de Mendoza, que anualmente publica desde 1993 el resumen a escala departamental, constituyen la fuente de información primaria. Esta información discrimina las pérdidas de producción en tres estratos: menos del 50%, 50% -79% y 80% y más de daño, además informa las pérdidas por grupo

de cultivos (vid, frutales, hortalizas y otros); estos datos permitieron estimar para cada departamento, ciclo productivo y grupo de cultivos el volumen de la producción perdido recurriendo a rendimientos promedio de cada zona y calculando una media ponderada cuando se trate de agrupamientos (parral y espaldero, distintos frutales, etc.).

2. Pérdidas económicas de la producción

La valoración económica del volumen perdido se realizó recurriendo a un precio promedio ponderado de los componentes del grupo actualizando la serie anual de 30 años. Esta operación permitió agrupar los valores anteriores en un solo indicador anual por Departamento.

3. Valor bruto de la producción

Para ello fue necesario considerar la dinámica de cada grupo de cultivos desde el inicio del período de análisis recurriendo a fuentes censales y estimaciones provinciales; para los años sin datos, se procedió a triangular. Una vez estimada la superficie se calculó, en función de los precios promedio y los rendimientos, este valor que permitió estimar la gravedad de las pérdidas.

Construcción de la base de datos y su procesamiento

Con los datos anteriores se procedió a generar una matriz que consignaba campaña analizada, Departamento y grupo de cultivos (vid, frutales, hortalizas y total); para cada uno de estos se colocaron las pérdidas declaradas y calculadas a partir de la superficie y el nivel de daño en volumen de producción perdido, se incluyó asimismo la producción potencial (estimada en función de la superficie de los cultivos y los rendimientos modales), lo que permite presentar las pérdidas relativas de cada departamento. Luego, incluyendo el precio del producto, se calcularon las pérdidas

económicas, variables que permiten incluir un valor global a escala departamental y su importancia relativa.

Se considera que un evento es extremo -altas pérdidas- cuando éstas son superiores a 1,5 desvíos de las pérdidas promedio anuales y muy extremos – muy altas pérdidas- cuando superan el doble de este promedio. Estos datos fueron luego procesados en RStudio para su análisis y visualización. En primera etapa se evaluó el nivel de significancia de los modelos mediante un test de tendencia y para los Departamentos donde

¹<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/web1/estadisticas.php>

los indicadores arrojaban valores significativos se realizaron los modelos ajustados a la mejor función.

Resultados

En la Tabla 2 se observan las diferencias entre los Departamentos, siendo notables las diferencias espaciales y su vinculación con fenómenos de naturaleza extrema.

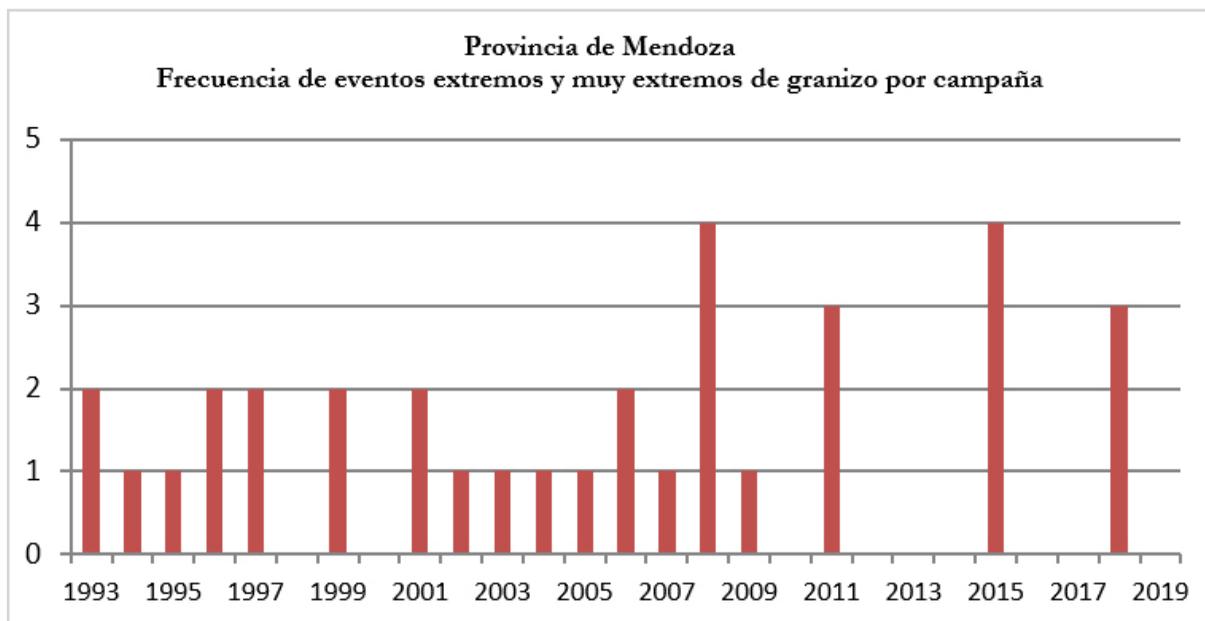
Tabla 2 Provincia de Mendoza. Pérdidas relativas del Valor Bruto de la Producción por tormentas graniceras por Departamento. Serie 1993 -2019

Departamento	Pérdida promedio	Frecuencia eventos extremos	Frecuencia eventos muy extremos
Gral. Alvear	22%	4	7
Guaymallén	3%	0	0
Junín	16%	0	3
La Paz	12%	2	2
Las Heras	3%	0	0
Lavalle	11%	0	1
Luján de Cuyo	7%	0	1
Maipú	10%	1	1
Rivadavia	14%	2	0
San Carlos	8%	0	0
San Martín	16%	0	5
San Rafael	11%	0	1
Santa Rosa	17%	3	2
Tunuyán	7%	0	0
Tupungato	6%	0	0
TOTAL	10%	12	22

Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC.

La Figura 1 describe la evolución de los fenómenos extremos observándose en las últimas fases del período de análisis mayor concentración en menor número de años.

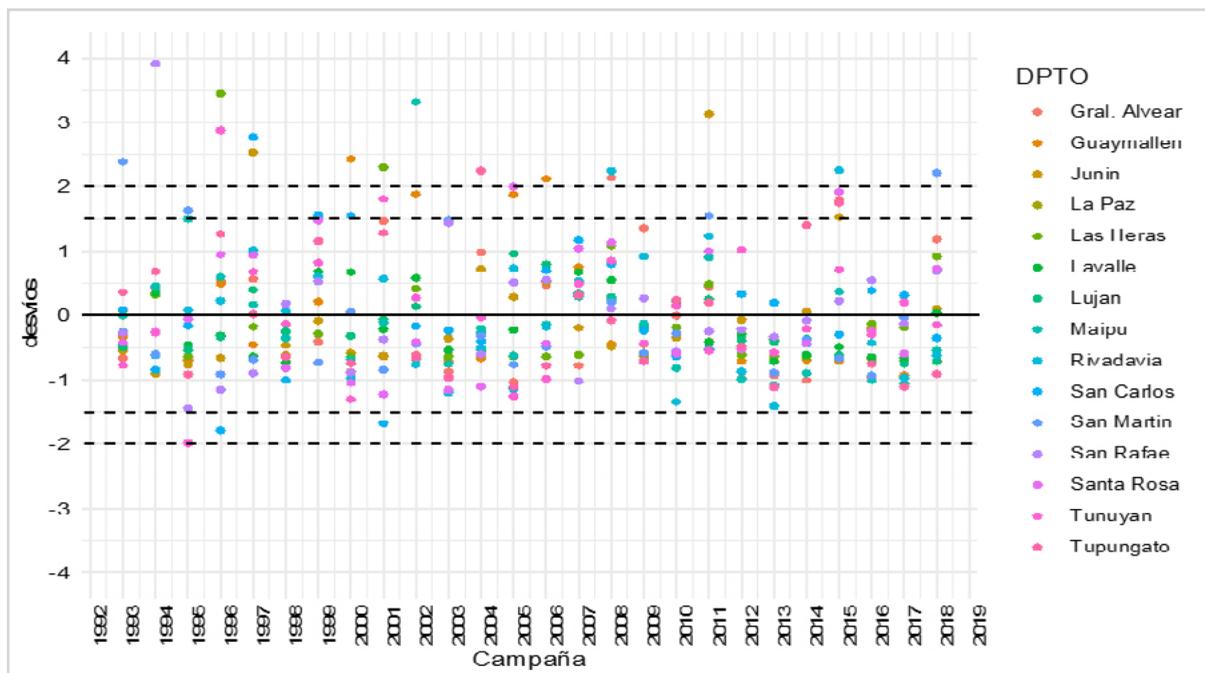
Figura 1 Evolución de eventos de granizo extremos y muy extremos por campaña 1993-2019



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC.

En la Figura 2 se presentan los desvíos de las pérdidas relativas por campaña y los umbrales que califican a estos valores como extremos y muy extremos en consonancia con los datos presentados en la Tabla 1.

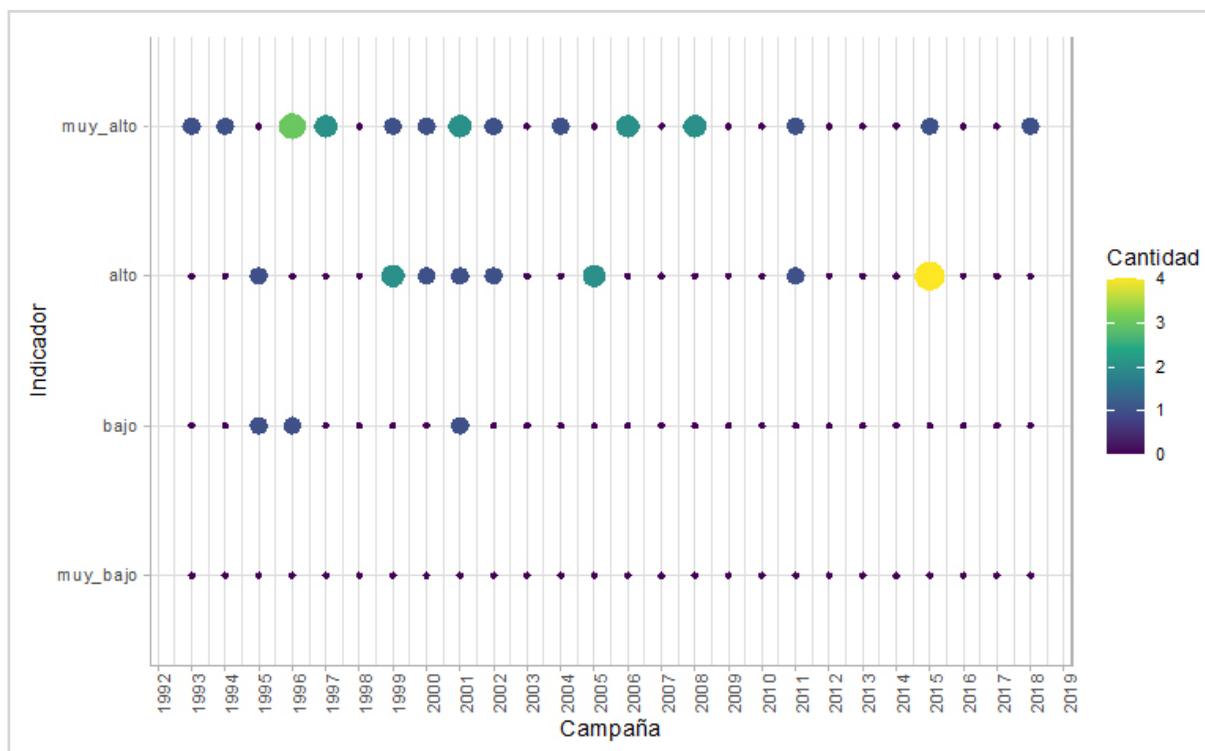
Figura 2 Provincia de Mendoza. Desvíos estandarizados de las medias o valores tendenciales de las pérdidas por eventos graniceros



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC.

En la Figura 3 se refleja la extensión espacial de estos fenómenos en relación a su intensidad (desde *muy bajo a muy alto*).

Figura 3 Provincia de Mendoza cantidad de departamentos con eventos extremos de granizo campañas 1993/2019



Fuente: Elaboración propia en base a series de la DACC.

La mayor parte de los Departamentos no presenta valores de tendencia significativos dado su gran error; otros, como el caso de Maipú, presentan valores con pendiente positiva y en otros los modelos generan valores decrecientes.

Conclusiones

La utilización de la variable “pérdidas económicas”, constituye un indicador directo de riesgo ya que refleja la conjugación de sus componentes de amenaza y vulnerabilidad. Los años disponibles son los suficientes para obtener conclusiones fiables que permitirán en este escenario errático, mejorar las proyecciones futuras.

De acuerdo a este análisis inicial se visualizan zonas donde la presencia de eventos extremos es nula o escasa, como en el Valle de Uco y el Oasis

Norte, mientras que el Este y Sur provincial son los de mayores niveles de riesgo.

Si se analizan las tendencias por Departamento el comportamiento no es homogéneo ya que algunos presentan valores crecientes y otros no, pero siempre con errores de alto valor. En algunos casos, la tendencia negativa podría explicarse por la implementación de sistemas de lucha activa, o el incremento de sistemas de cobertura o diversificación geográfica tanto como la desaparición de las

unidades productivas en zonas muy castigadas históricamente, como es el caso de San Rafael, que reconvirtieron unidades agrícolas en proveedoras de servicios turísticos.

En algunos casos las tendencias pueden estar en función de las variaciones en la tasa de denuncias (fuente primaria de estos datos), dado que el nivel de pago de seguros alienta o desalienta el trámite.

Queda para futuros análisis la información disponi-

ble a nivel de grupos de cultivos, dada la vulnerabilidad diferencial entre ellos; los frutales destinados a consumo en fresco son más vulnerables que las uvas con destino a molienda enológica; estos datos permitirán también el análisis de tendencias y comportamiento de las series temporales y el impacto de medidas de mitigación y de reducción de exposición como la instalación de sistemas pasivos (malla antigranizo).

Reconocimientos

El presente trabajo constituye un producto del Proyecto Disciplinario del INTA PD I065 Gestión Integral del Riesgo Agropecuario. Sincero agradecimiento a la Dra. Ing. Agr. Silvina Cabrini, coordinadora del Proyecto por sus aportes, sugerencias y aliento en el desarrollo, como por el análisis estadístico de las bases.

Bibliografía

Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., & Agnew, M. (2004). *New indicators of vulnerability and adaptive capacity (tr7).pdf*. Norwich.

Alwang, J., Siegel, P. B., & Jørgensen, S. L. (2001). *Vulnerability: A View From Different Disciplines. Social Protection Discussion Paper Series* (Vol. 0115). Washington DC: Social Protection Unit Human Development Network The World Bank.

Basualdo, A., Berterretche, M., & Vila, F. (2015). *Inventario y características principales de los mapas de riesgos para la agricultura disponibles en los países de América Latina y el Caribe*. San José: C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Retrieved from <http://www.iica.int>

Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. *Tyndall Centre Working Paper, 38* (September 2003), 1–20.

Chavez, E., Conway, G., Ghil, M., & Sadler, M. (2015). An end-to-end assessment of extreme weather impacts on food security. *Nature Climate Change, 5*(11), 997–1001. <https://doi.org/10.1038/nclimate2747>

Ortiz Maldonado, A., Fomero, L., & Caretta, A. (1990). *Estudio Zonificación granicera Oasis Norte y Este*. Mendoza: Cátedra de Meteorología y Fenología Agrícolas³ Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo.



Producción de uva en Luján de Cuyo.

Fuente: Foto tomada por María Eugenia Van Den Bosch, INTA EEA Mendoza.

Aproximación al valor bruto primario de la ganadería ovina en Patagonia y Mesopotamia

Mariana Calvi¹; Martín Roa²

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Mercedes.

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. AER Los Antiguos

calvi.mariana@inta.gob.ar

Introducción

La ganadería es una empresa a cielo abierto, donde el principal recurso alimenticio es el pastizal, altamente dependiente de las condiciones climáticas predominantes. Con la aparición de eventos climáticos de mayor intensidad a lo habitual, se generan diferencias en la producción de pasto afectando la producción ganadera y el resultado económico de la empresa, ya sea por una disminución de ingresos o por un aumento de costos cuando hay posibilidades de salvar la productividad. A su vez, estos eventos extremos pueden alterar la sanidad de la hacienda en pastoreo, inclusive cambiando el nivel de mortalidad. Otro factor de riesgo relevante en la ganadería es el de mercado, ya que el productor no conoce a qué precio va a vender su producción.

La ganadería ovina es la actividad agropecuaria por excelencia en la Patagonia, no obstante lo cual, también se desarrolla en otras regiones del país

como la Mesopotamia. Los sistemas de producción son muy distintos entre ambientes, con respecto al capital, tecnología, mano de obra, especialización, comercialización. Sin embargo, se asemejan en la escasa eficiencia productiva y económica en años normales, lo cual los convierte en sistemas vulnerables. Cabe aclarar, que la ovejería es castigada por el abigeato y los depredadores. A su vez, la carne ovina tiene como característica la participación en el mercado informal en una proporción importante, como así también el autoconsumo de una parte de la producción.

En este trabajo nos propusimos estimar el valor bruto de la producción ovina a nivel departamental y su variabilidad económica, debido a eventos climáticos extremos en dos ambientes muy diferentes.

Metodología

En primer lugar, se seleccionó como departamento de referencia para la Mesopotamia a Mercedes (Corrientes) y para la Patagonia a Lago Buenos Aires (Santa Cruz). Se procedió a describirlos con respecto a las características ambientales y productivas.

Se estimó la producción de carne y lana aportada por el ovino a nivel departamental para los ejercicios ganaderos 2008/2009 a 2020/2021 en Mercedes y desde 2012/2013 a 2019/2020 en el caso de Lago Buenos Aires. Como así también, el valor bruto de la producción considerando el precio de

la carne y lana al momento de mayor venta, en dólares al tipo de cambio mayorista del BCRA en la misma fecha. Para todo ello, se acordó un método

de cálculo que se adaptó a la disponibilidad de información en cada lugar (Tabla 1).

Tabla 1: Cálculos utilizados por departamento.

Cálculos	Unidades	Mercedes	Lago Buenos Aires
Producción de carne (PC)	Toneladas	$PC = ((\text{cordero destete} - \text{cordero reposición}) \times \text{peso cordero}) + ((\text{oveja refugio} - \text{oveja mortandad}) \times \text{peso oveja})$ *sobre categoría oveja	$PC = Puij * Qij + Difij$
Producción de lana (PL)	Toneladas	$PL = (\% \text{ fina de lana}) + (\% \text{ mediana de lana})$ *sobre stock adulto	$PL = Puij * Skij$
Valor bruto de la producción de carne (VBPC)	Millones U\$S	$VBPC = (PC \text{ cordero} \times \text{precio cordero}) + (PC \text{ oveja} \times \text{precio oveja})$	$VBPC = Prij * Puij * Qij + Difij$
Valor bruto de la producción de lana (VBPL)	Millones U\$S	$VBPL = (PL \text{ fina} \times \text{precio fina}) + (PL \text{ mediana} \times \text{precio mediana})$	$VBPL = Prij * Puij * Skij$
Valor bruto de la producción total (VBP)	Millones U\$S	$VBP = VBPC + VBPL$	$VBP = \sum (Prij * Puij * Qij + Difij) + (Prij * Puij * Skij)$

Fuente: Elaboración propia.

Notas Mercedes: Existencias en marzo por categoría y año de SENASA. Indicadores físicos carne de informantes calificados (destete 75%, reposición 25%, refugio 20%, mortandad 5%). Peso categorías según ONCCA (cordero 27 kg, oveja 41 kg). Indicadores físicos lana según FLA (esquila adulto 3,68 kg, finura zafra 20,5% fina y 79,5% mediana).

Referencias Lago Buenos Aires: Pu: peso individual lana/carne (kg), Pr: precio unitario del producto (U\$S/kg), Q: cantidad anual de cabezas comercializadas, Dif: diferencia de inventario, Sk: stock ovino a marzo, i: categoría, j: año.

La variable climática que más afecta la actividad ovina son las precipitaciones, que provocan sequías, especialmente en Patagonia, o inundaciones, especialmente en Mesopotamia. Por lo tanto, se necesita información histórica de fuentes confiables para calcular el índice estandarizado de precipitación (SPI). Por el momento, se utilizaron los registros de la estación convencional meteorológica del INTA EEA Mercedes de los últimos 50 años para el cálculo de SPI en Mercedes. Otras variables

climáticas que pueden considerarse más adelante son las temperaturas a través del índice de enfriamiento y las cenizas volcánicas, esta última para Patagonia.

Por último, se identificaron los eventos climáticos y los precios extremos en la serie de años evaluada, y se asociaron a la producción lograda y al valor bruto obtenido por la misma.

Resultados

El departamento Mercedes en la provincia de Corrientes, tiene una superficie de 977.625 hectáreas. El stock ovino era de 178.859 cabezas en 763 establecimientos, según SENASA a marzo del año 2020. El clima es subtropical húmedo (precipitación media 1592,8 mm y temperatura media 20,6

°C) y su campo natural tiene una disponibilidad de 5906 kgMS/ha/año (promedio de 20 años).

La actividad ovina es acompañada por la bovina, es decir, son sistemas ganaderos mixtos, donde frecuentemente la carga animal es 0,80 EV/ha y los ovinos participan con un 10% a 20% de la misma.

Las razas ovinas mayoritarias son doble propósito Ideal y Corriedale, en cuanto a la lana se consideró que ambas rinden 70% pero la finura en Ideal es 26,5 micras y en Corriedale es 28,5 micras.

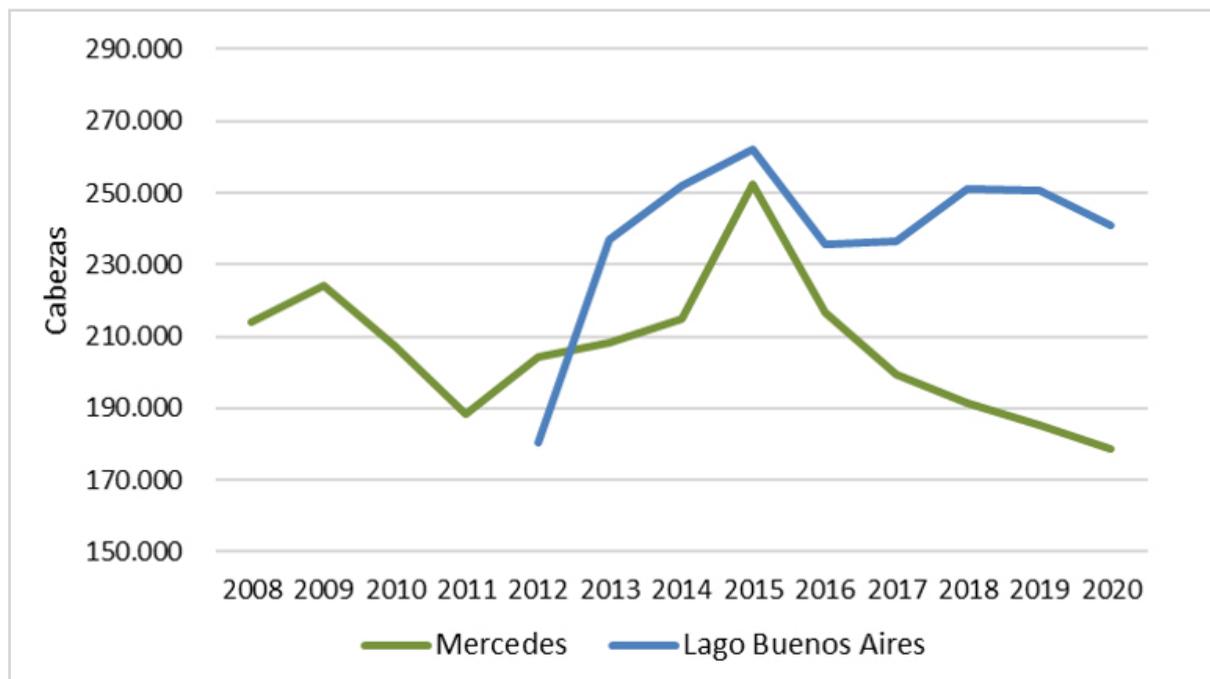
El departamento Lago Buenos Aires en la provincia de Santa Cruz, dispone de una superficie igual a 28.609 km². Según SENASA a marzo del año 2020, el stock ovino era de 240.738 cabezas en 107 establecimientos. Las aéreas agroecológicas que integran el departamento son Pastizal Subandino, Distrito Occidental y Meseta Central. Las precipitaciones oscilan de oeste a este entre los 300 y 100

mm anuales y la temperatura media de 8 a 12 °C. El pastizal varía de estepas gramíneas de alta cobertura con productividad primaria (promedio de 20 años) de 440 kg MS/ha/año a estepas arbustivas de baja cobertura de 83 kg MS/ha/año.

Se configuran una diversidad de sistemas productivos en los que convive el ganado ovino y bovino, en estados puros y mixtos. En los sistemas ovinos puros las razas Merino y Corriedale y sus cruzan son predominantes. En cuanto a la lana se consideró que en promedio rinde 55% y la finura es 21 micras.

En la Figura 1 se aprecia la evolución del stock ovino de los departamentos de referencia.

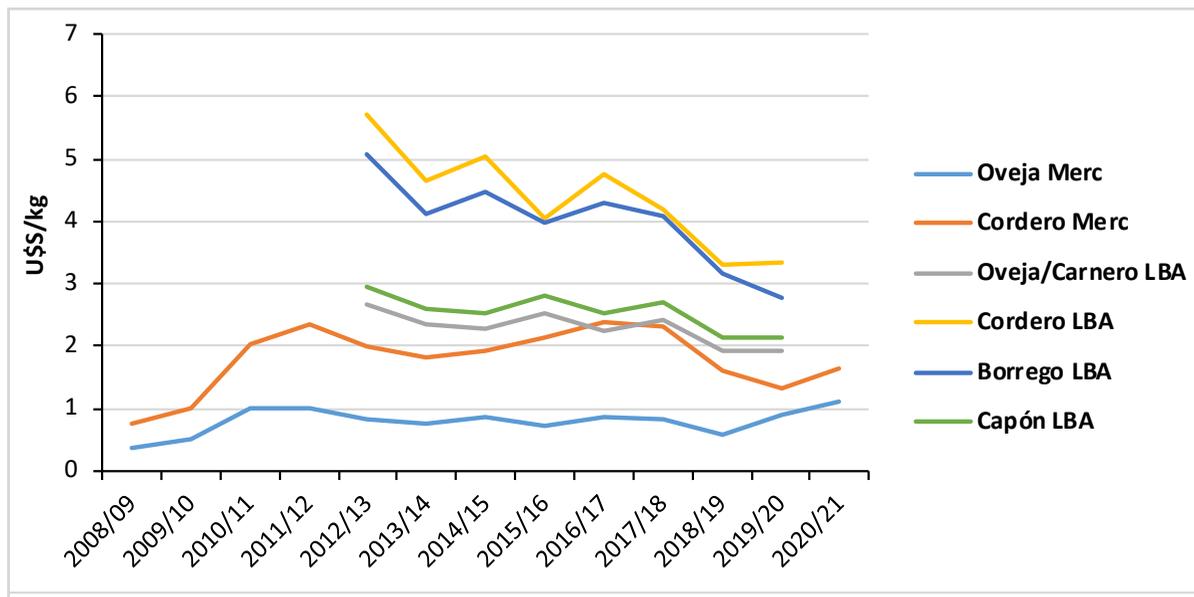
Figura 1. Evolución del stock ovino por departamento.



Fuente: SENASA.

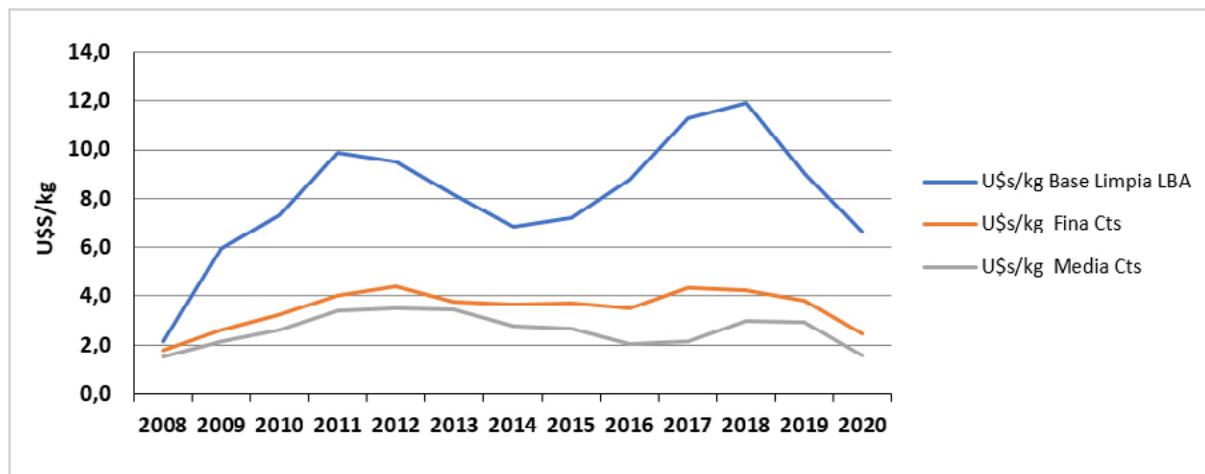
En las Figuras 2 y 3 se observa la evolución de los precios de carne y lana aplicados en cada lugar, respectivamente.

Figura 2. Evolución de los precios de carne por categoría y Departamento.



Fuente: Elaboración propia. LBA en base a datos del Informe de Precios de Carne y Ganado de la Patagonia (2014-2020) y al Índice Novillo Mercado de Liniers (2008-2013). Ctes en base a datos del Informe del Mercado Ovino de Buenos Aires (2009-2016 y 2019) y al Índice Novillo Mercado de Liniers (2008, 2017, 2018 y 2020).

Figura 3. Evolución de los precios de carne por categoría y Departamento.



Fuente: Elaboración propia. Para LBA y Ctes en base a SIPYM PROLANA de diciembre de cada año por finura y rinde.

En la Tabla 2 se muestran los resultados productivos por departamento de la serie de años estudiada.

Tabla 2. Resultados productivos por departamento.

Zafra	Mercedes		Lago Buenos Aires	
	Carne	Lana	Carne	Lana BL
	Toneladas			
2008/2009	2.964	680		
2009/2010	2.962	677		
2010/2011	2.780	662		
2011/2012	2.650	631		
2012/2013	2.746	592	1.681	429
2013/2014	2.757	614	899	615
2014/2015	2.616	623	800	590
2015/2016	3.389	772	62	624
2016/2017	2.421	624	318	592
2017/2018	2.194	576	497	563
2018/2019	2.134	549	245	578
2019/2020	2.034	530	261	546
2020/2021	1.969	505		

Figura 4. Producción ovina en Mercedes.

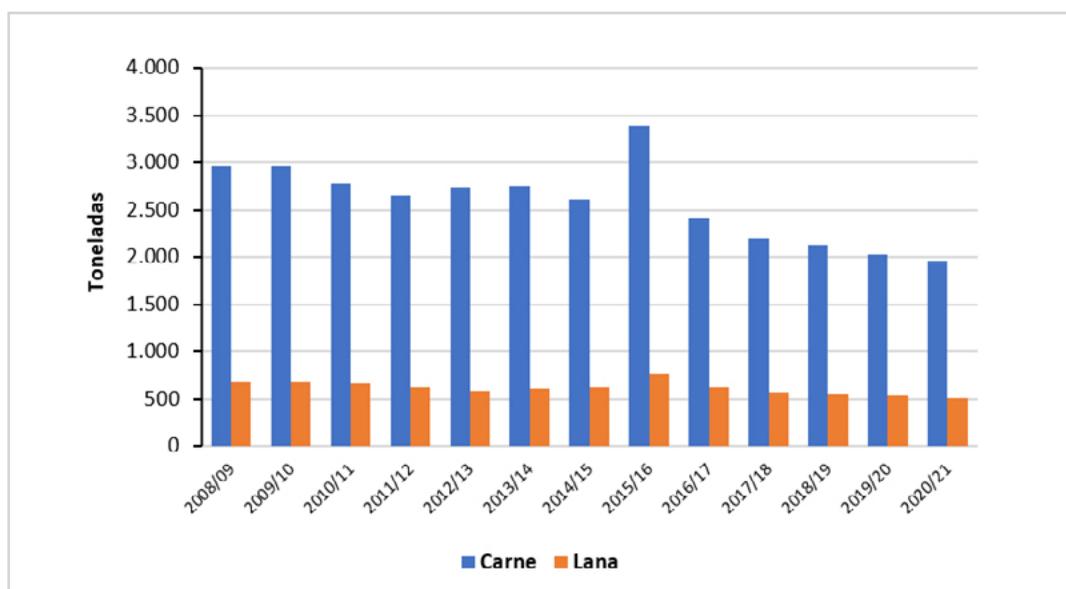
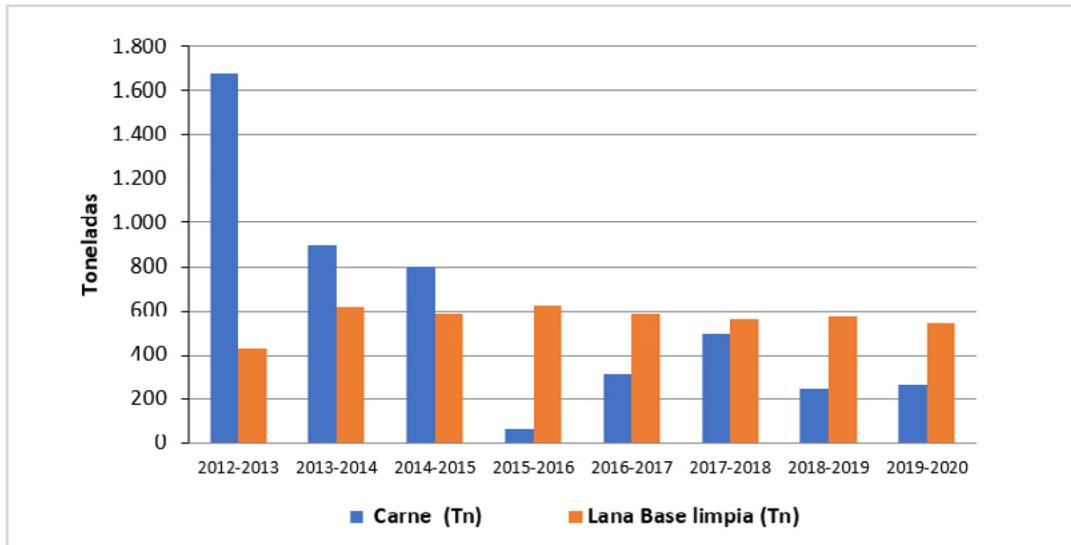


Figura 5. Producción ovina en Lago Buenos Aires.



En la Tabla 3 se muestran los resultados económicos por departamento de la serie de años estudiada.

Tabla 3. Resultados económicos por Departamento.

Zafra	Mercedes		Total	Lago Buenos Aires		Total
	Carne	Lana		Carne	Lana BL	
	Millones U\$S					
2008/2009	1,901	1,079	2,980			
2009/2010	2,537	1,527	4,064			
2010/2011	4,751	1,818	6,569			
2011/2012	5,069	2,234	7,303			
2012/2013	4,480	2,195	6,674	5,360	4,080	9,439
2013/2014	4,115	2,151	6,266	2,592	5,009	7,600
2014/2015	4,130	1,838	5,967	2,416	4,032	6,448
2015/2016	5,764	2,236	8,000	0,127	4,506	4,633
2016/2017	4,643	1,469	6,111	0,885	5,185	6,070
2017/2018	4,075	1,485	5,560	1,380	6,363	7,743
2018/2019	2,715	1,767	4,481	0,559	6,881	7,440
2019/2020	2,411	1,644	4,055	0,622	4,940	5,562
2020/2021	2,904	0,886	3,790			

Figura 6. Valor bruto de la producción ovina en Mercedes.

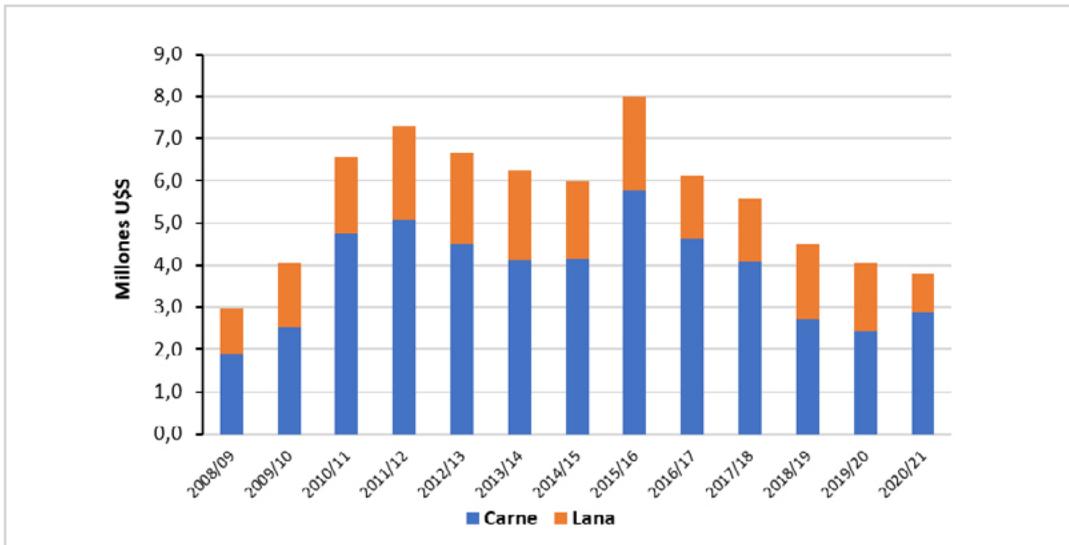
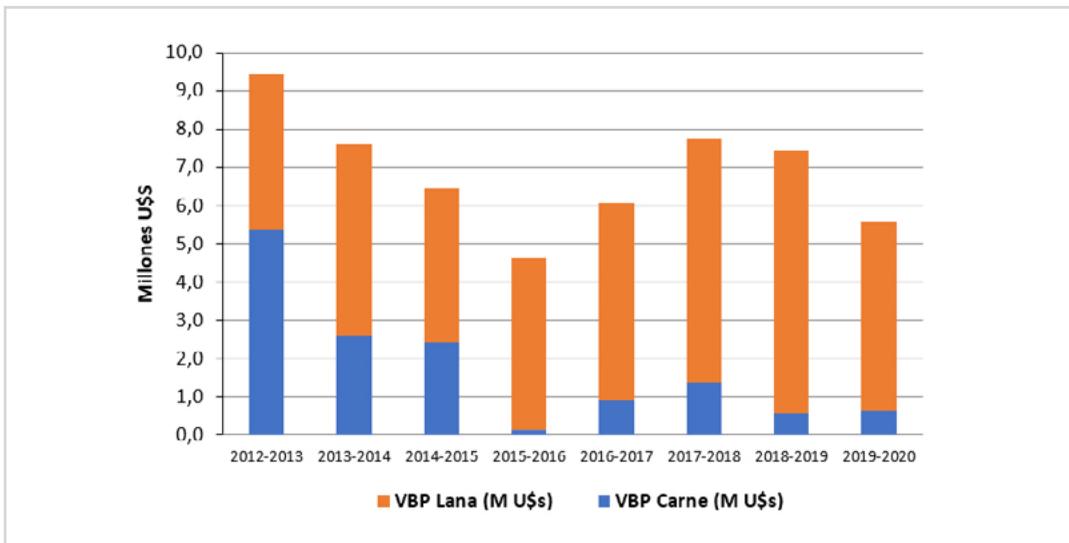


Figura 7. Valor bruto de la producción ovina en Lago Buenos Aires.



Consideraciones

Para el departamento Lago Buenos Aires, la base de datos utilizada en los cálculos presenta variaciones relacionadas con ajustes de stocks, que generan saltos importantes entre los años 2012 y 2013, impactando en la determinación del valor bruto de la producción. La producción de lana limpia no presentó grandes variaciones en el período analizado, pero sí fluctuó el valor bruto de la producción de lana, resultando el precio del producto el factor determinante. La producción de carne ovina es la

variable más sensible a las condiciones climáticas.

En el departamento de Mercedes las estimaciones de producción se basan en el stock. Tal es así, que la producción tanto de carne como de lana acompañan las variaciones de stock. Sin embargo, la fluctuación del valor bruto de la producción se debe más a precio que a producción. Se detectó una tendencia bajista en los rendimientos con un valor extremo superior en carne y otro en lana.

Bibliografía

SENASA (2008-2020). Bases de existencias y movimientos de ganado ovino.

SIPYM PROLANA (2008-2020). Bases de precios de lana por tipo.

Informe de Precios de Carne y Ganado de la Patagonia (2014-2020).

Informe del Mercado Ovino de Buenos Aires (2009-2020).



Zona bajo Caracoles, departamento Lago Buenos Aires, provincial a Santa Cruz.

Fuente: Foto tomada por Martín Roa. INTA AER Los Antiguos.



Producción ovina en la provincia de Corrientes.

Fuente: Foto tomada por MV. Lucia Peart.

Análisis de riesgo de un sistema nogalero de la provincia de Catamarca

Gabriel Lacelli¹; Gabriela Sabadzija²; Juan Colica²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Reconquista

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Catamarca

lacelli.gabriel@inta.gob.ar

Resumen

Se cuantifica el riesgo económico enfrentado por un sistema nogalero familiar que opera 3 ha y ha iniciado un proceso de reconversión tecnológica consistente en el recambio de variedades y mayor valor agregado en el producto vendido mediante el partido de la nuez. Se caracteriza el sistema en sus componentes estructurales y funcionales (recursos productivos que tiene y tecnología que aplica) y luego se estiman los resultados económicos para los valores actuales de precio, rendimiento y porcentajes de nuez pulpa y con cáscara vendi-

das. Luego se aleatorizan estas variables a través de distribuciones triangulares, cuyos parámetros (máximos, modales y mínimos) son obtenidos a partir de informantes expertos y datos del mercado. A la distribución de resultados obtenidos (ingreso en \$/año) se la contrasta con diferentes puntos o niveles críticos y se mide la frecuencia e intensidad con que los mismos no son cubiertos. A partir de allí se define la tipología de riesgo del sistema.

Palabras Clave: Sistema nogalero, familiar, riesgo.

Abstract

The economic risk faced by a family walnut system that operates three hectares and has begun a process of technological reconversion consisting of the replacement of varieties and greater added value in the product sold, is quantified. The system is characterized in its structural and functional components (productive resources that it has and technology that it applies) and then, the economic results are estimated for the current values of price, yield and percentages of pulp and shell nuts sold. These variables are then randomized

through triangular distributions, whose parameters (maximum, modal and minimum) are obtained from expert informants and market data. The distribution of results obtained (income in \$/year) is contrasted with different points or critical levels and the frequency and intensity with which they are not covered is measured. From there, the risk typology of the system is defined.

Key words: Walnut system, family, risk.

Introducción

La producción nogalera en Catamarca, reviste importancia estratégica social, económica y geográfica. Según el Censo Nacional Agropecuario 2018, el 20% de los establecimientos declara presencia del cultivo de nogal, con una superficie promedio cercana a las dos hectáreas. El cultivo tiene gran dispersión geográfica, localizándose en valles y bolsones intermontanos de distintos ambientes agroecológicos con variada altitud, humedad y aridez. A nivel nacional, con más de 5.000 hectáreas implantadas, Catamarca es la segunda provincia en superficie después de Mendoza. La actividad está experimentando un continuo proceso de mejora productiva tanto por reconversión varietal

como por replantado, empleando variedades californianas y obtenciones de INTA Catamarca.

Según estudios realizados por proyectos institucionales, poco más del 60% de dichos establecimientos corresponde al sistema nogalero familiar. Esta denominación se fundamenta en que, todo o parte importante de los ingresos de la unidad productiva y la unidad familiar, proviene de la venta de nuez; y en que, todo o gran parte de la fuerza de trabajo de la unidad productiva, está basada en mano de obra del productor y/o su familia.

Caracterización del sistema nogalero tradicional con reconversión

La integración de capitales se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Integración de capitales del sistema nogalero familiar.

	\$	%
Tierra	3.909.750	48,3
Mejoras	2.994.310	37,1
Subtotal capital fundiario	6.904.960	85,4
Explotación fijo inanimado	1.085.680	13,4
Explotación fijo vivo	---	
Circulante	100.000	1,2
Subtotal capital explotación	1.185.680	14,7
Capital total invertido	8.088.745	100,0

La tierra fue valuada por su valor de mercado; las mejoras por su valor residual activo circunstanciado y consideradas a mitad de vida útil; el capital de explotación fijo inanimado por el valor de mercado de los bienes (valor de cambio) y el circulante estimado como porcentaje de los gastos de producción. El valor del tipo de cambio considerado fue el promedio del dólar divisa tipo vendedor del BNA para el período 15 de agosto al 15 de septiembre de 2021.

El planteo productivo supone un monte nogalero con un proceso de reconversión varietal del 70%, con variedades selectas (Californianas –Chandler-, Variedades INTA –Trompito y Argentina y otras); el 30% restante corresponde a variedades criollas. El monte conserva

una densidad de plantación de 100 plantas por hectárea, con heterogeneidad en el tamaño y edad de las plantas debido al mismo proceso de reconversión. El riego es superficial (tasa), el manejo cultivo se encuentra en proceso de mejora, el control de plagas y

enfermedades se encuentra vinculado al servicio público (Agencias de Extensión de INTA, Agronomías de Zona y Municipalidades) y la cosecha es manual.

Se consideraron además los siguientes parámetros productivos y de calidad:

Variedad	Criolla	Selecta
Superficie	30% (0,9 ha)	70% (2,1 ha)
Rendimiento nuez	733 kg/ha	2.667 kg/ha
Rendimiento pulpa al partido	30%	45%

El manejo técnico del cultivo consiste en poda, riegos, cuidados sanitarios, fertilización y labores sobre el suelo. La cosecha, además de esta propiamente dicha que es manual, implica recolección, acarreo y embolsado y la post cosecha, el despelonado, secado y pelado (o partido). En algunos Distritos este servicio lo prestan las plantas de procesamiento de los Municipios.

El producto nuez se comercializa con cáscara (también llamada entera) o como pulpa (también llamada partida), para las variedades selectas. La nuez criolla se vende en su totalidad partida.

Los gastos directos de producción ascienden a 142.381 \$/ha e incluyen servicios de maquinarias, mano de obra e insumos. La cosecha, el secado y el partido son gastos variables y se cobran en \$/kg por

lo que oscilan con las variaciones de rendimientos. El valor del jornal se consideró en \$2.273.

Asimismo, se estimaron gastos de estructura o indirectos, como movilidad, impuesto inmobiliario, monotributo, asesoramientos (contable y técnico), telefonía, mantenimiento de bienes de capital y consorcio de riego entre otros. Los mismos ascienden a 238.295 \$/año. En lo que hace a las amortizaciones de los bienes durables, totalizan 329.053 \$/año. Por otra parte, se considera que la familia aporta unos 150 jornales/año, los que, valorizados por el monto establecido por el convenio sectorial, representan una remuneración de 341.632 \$/año. En la Tabla 2, se presenta una síntesis de estas medidas de resultados económicos para la situación determinística de precios y rendimientos modales.

Tabla 2. Medidas de resultado económico para la situación de precios y rendimientos modales

Concepto	Unidad	Valor
Ingreso Bruto	[\$/año]	1.974.783
- Cosecha, secada, partida	"	217.356
- Gastos de producción	"	427.147
Margen Bruto	"	1.330.284
- Gastos estructura	"	238.295
Resultado Operativo	"	1.091.359
- Amortizaciones	"	329.053
Ingreso Neto	"	762.306
- Retribución al trabajo familiar	"	341.632
Ingreso al Capital	"	420.674
Rentabilidad	%	5,2%

Las variables críticas y los parámetros considerados

Solamente se aleatorizaron las variables que definen el ingreso: precios de la criolla pulpa, de la selecta con cáscara y de la selecta pulpa; los rendimientos culturales de ambas variedades y la pro-

porción de selecta que se lleva a partido. Todas estas fueron tratadas con distribuciones triangulares y los parámetros considerados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros establecidos para las distribuciones de probabilidad triangulares

	Precios			Rendimientos		Proporción
	Criolla pulpa	Selecta con cáscara	Selecta pulpa	Criolla	Selecta	Selecta partida
	\$ /kg			kg/ha		%
Máximo	350	400	1.200	1200	4.000	70
Modal	300	350	650	700	2.500	50
Mínimo	175	250	500	300	1.500	30

Se establecieron correlaciones entre las variables “rendimiento criolla” y “rendimiento selecta” (0,80) y entre “precio selecta con cáscara” y “precio selecta pulpa” (0,95). Se realizaron tres corridas de 100 iteraciones cada una. Lo que interesa en este punto son todos los resultados (no sólo los valores medios), ya que lo que se intenta examinar es la probabilidad que el sistema caiga por debajo de ciertos valores de ingreso que son considerados como sensibles. A esos valores se los llama niveles críticos o focos de pérdida. Se establecieron los siguientes niveles críticos:

El nivel crítico 1, es de carácter financiero y establece un monto anual mínimo que satisfaga *el consumo o gastos familiares* (alimentación, vestimenta, educación, esparcimiento, etc.); es establecido en forma “externa” al sistema y se lo equipara con el monto anual de la canasta básica total definida por el INDEC. Tiene la limitante de

ser un criterio que no necesariamente represente el consumo de “esa” familia, pero la ventaja de permitir comparar el riesgo para ese nivel crítico entre diferentes sistemas.

Los otros cuatro niveles críticos son de naturaleza económica e intentan explorar la probabilidad que el sistema no cubra el monto anual de depreciaciones de sus bienes de capital (nivel crítico 2: *descapitalización*), luego le agregamos la retribución al trabajo familiar (nivel crítico 3: *descapitalización + trabajo familiar*). El nivel crítico 4 agrega a los anteriores un monto que representa una tasa de interés o retribución a los capitales invertidos en mejoras y explotación (nivel crítico 4: *descapitalización + trabajo familiar + intereses del capital*). Finalmente, el nivel crítico 5, suma un monto que cubra una renta positiva a la tierra (nivel crítico 5: *descapitalización + trabajo familiar + intereses del capital + renta fundiaria*).

Los montos para los cinco niveles críticos se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Montos de los niveles críticos o focos de pérdida considerados para el sistema nogalero familiar (en \$/año)

Niveles críticos	Monto
Consumo Familiar (criterio financiero)	852.912
Niveles críticos económicos	
Descapitalización (329.53)	329.053
Trabajo familiar (341.632)	670.685
Intereses (122.400)*	793.085
Renta fundiaria (117.293)*	910.378

* Considera una tasa del 3%

Las preguntas que se pretenden responder son, ante escenarios cambiantes de precios y rendimientos, ¿Cuáles son las probabilidades que el sistema no garantice un resultado operativo suficiente para cubrir estos valores? ¿Con qué frecuencia “cae” por debajo de los mismos? ¿Cuál es la intensidad de la pérdida en cada ocasión?

Los indicadores de riesgo

El riesgo se calcula para cada nivel crítico. Por una parte, se mide la frecuencia con la que el resultado operativo es menor que el nivel crítico; a ese indicador que se expresa en porcentaje se lo llama Índice de Frecuencia del Riesgo (IFR). Se lo categoriza en “bajo”, “medio” y “alto”, dependiendo del nivel crítico, entendiendo que no es lo mismo que 1 de cada 5 veces (IFR = 20%) no se alcance a cubrir las necesidades de consumo de la familia (NC1) que, en la misma proporción, no se logre cubrir el nivel crítico 5, que supone en todo caso, pérdidas de ganancias o cuanto mucho un cierto nivel de descapitalización. En consecuencia, un IFR del 20% será “alto” cuando se contrasta contra el NC1 y medio o bajo cuando se trate de otros niveles críticos.

La segunda dimensión del riesgo es la magnitud de la pérdida. Se despliega acá cuánto se pierde

cada vez que se pierde. A este indicador se lo llama Índice de Intensidad del Riesgo (IIR) y mide el promedio de la caída del ingreso respecto del nivel crítico considerado. En el ejemplo del IFR 20% se sabe que el resultado operativo es 20 de cada 100 veces inferior a \$852.912, pero ¿Cuán lejos está el resultado operativo en cada una de esas 20 veces de los \$852.912 que se necesitan para el consumo familiar? Una cosa es que el promedio de esas 20 veces sea, por ejemplo, \$800.000 (\$52.912 por debajo de lo que se considera “crítico” o riesgoso, o el 6,2% de pérdida, expresado de otro modo) y otra muy diferente es que sea \$500.000 (\$352.912 por debajo o 41% de pérdida). También para el IIR se establecen categorías cualitativas, pero en este caso solamente dos: bajo y alto, siendo bajo valores de caída menores al 10% para el caso del NC1 y menores al 25% para el caso del NC5.

Con las dimensiones cuanti y cualitativas de ambos indicadores se construye una matriz de doble entrada que permite establecer la tipología del riesgo del sistema, tal como se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de doble entrada para establecer la tipología de riesgo de los sistemas

		Indicador de Frecuencia del Riesgo (IFR)		
		Bajo	Medio	Alto
Indicador de Intensidad del Riesgo (IIR)	Bajo	Bajo Riesgo	Riesgo Medio	Riesgo Medio
	Alto		Riesgo Medio	Riesgo Alto

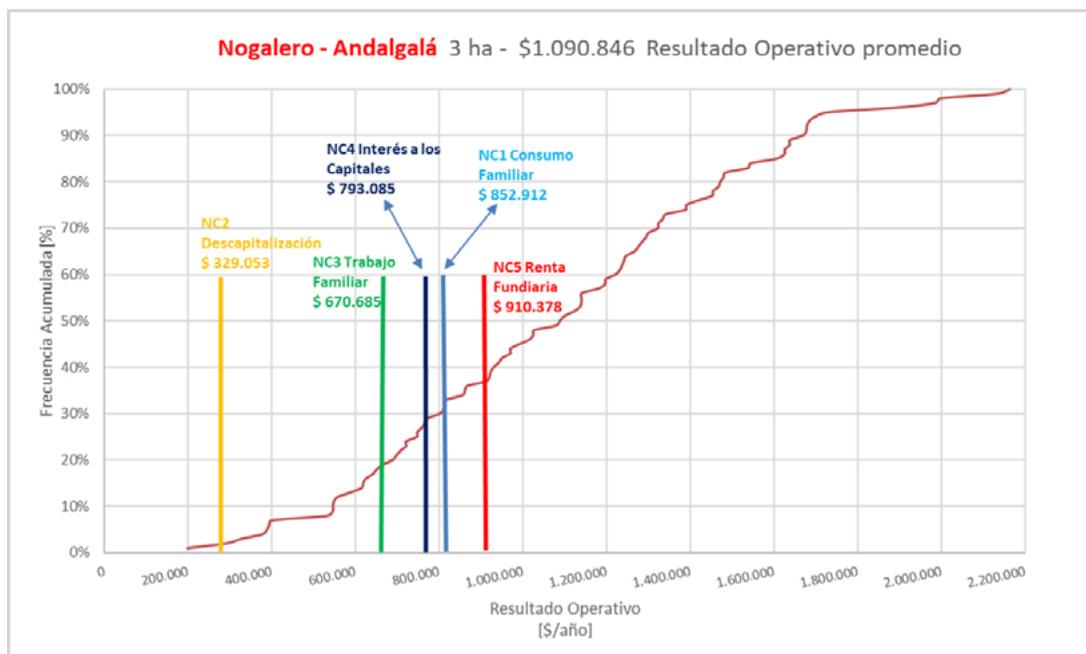
Si el IFR es bajo, se considera que el sistema es de “bajo riesgo” para el NC que se trate, independientemente de la intensidad de la pérdida. Luego, se consideran sistemas de “alto riesgo” cuando ambos indicadores son altos y de “riesgo medio” ante otras combinaciones, aunque deben diferenciarse las situaciones originadas por las distintas combinaciones. El riesgo en un sistema de IFR alto e IIR bajo (es muy frecuente que le vaya mal, pero

no “tan mal”) merece un abordaje diferente a cuando el IFR es medio y el IIR es alto (a veces le va mal, pero cuando eso ocurre, le va muy mal). Estas consideraciones son necesarias al momento de diseñar estrategias de gestión del riesgo. Los sistemas de riesgo alto (IFR e IIR altos), requerirían de fuertes intervenciones de políticas públicas para sacarlos del cuadrante rojo.

Los resultados obtenidos

El promedio de las tres corridas arrojó una distribución de probabilidad del Resultado Operativo, que sintetiza todas las consideraciones y supuestos trazados. La relación entre los resultados operativos y los diferentes niveles críticos, puede apreciarse en la siguiente figura.

Figura 1. Frecuencia acumulada del resultado operativo y niveles críticos



Como puede apreciarse, la media probabilística del resultado operativo (1.090.846 \$/año) es muy similar a la media determinística (1.091.359 \$/año). Pero acá lo que interesa es la distribución y la probabilidad que los niveles críticos “corten” a la curva de la frecuencia acumulada del resultado operativo. Cuánto más a la izquierda de la curva estén las líneas que representan estos puntos de pérdida, menos riesgoso es el sistema; y viceversa.

En este caso y en primer lugar, se aprecia que el sistema nunca presenta valores negativos para el resultado operativo, lo cual es de suma importancia, ya que aún en las peores combinaciones de los valores de las variables críticas, no presenta situaciones de quebranto. Luego se ve que puede tener situaciones de estrechez financiera (hasta un tercio de la probabilidad de no cubrir el consumo

familiar), pero que en general tiene un desempeño económico competitivo, con pocas situaciones que lo ponen en zona de descapitalización (NC2) y que el trabajo familiar (NC3) puede ser “pagado” a precios de mercado en más del 80% de probabilidad. Tampoco es malo el desempeño cuando a todo lo anterior (depreciaciones y trabajo familiar) se le exige una retribución del 3% real sobre los capitales invertidos incluida la tierra (NC4 y NC5), ya que con una probabilidad superior al 60% puede garantizarlo.

Con respecto al aspecto financiero (NC1), sería interesante explorar además de cuestiones tecnológicas, otras vinculadas al tamaño del sistema, cuestión que escapa en principio al alcance de este trabajo.

Al introducir la segunda dimensión del riesgo, la intensidad, a través del IIR, se configuran las siguientes tipologías para cada uno de los niveles críticos considerados:

Tabla 6. Tipologías de riesgo resultantes para el sistema nogalero familiar

Niveles Críticos		IFR	IIR	Tipología
NC1	Consumo familiar	33 (Alto)	29 (Alto)	Riesgo Alto
NC2	Descapitalización	3 (Bajo)	16 (Medio)	Riesgo Bajo
NC3	Descapitalización + Trabajo familiar	19 (Medio)	25 (Alto)	Riesgo Medio (de alta intensidad)
NC4	Descapitalización + TF + Intereses	29 (Medio)	27 (Alto)	Riesgo Medio (de alta intensidad)
NC5	Descapitalización + TF + Intereses + Renta fundaria	36 (Medio)	31 (Alto)	Riesgo Medio (de alta intensidad)

Comentarios

Desde el punto de vista de garantizar un ingreso efectivo que cubra las necesidades de consumo de la familia (aceptando el supuesto que el monto establecido en este trabajo a través de la CBT, es un mínimo a satisfacer), es un sistema que requiere incrementar los ingresos ¿cómo? Podría ser profundizando el proceso de reconversión, agregando más valor en la comercialización, disminuyendo la intermediación a través de la organización para el acopio procesamiento, fraccionamiento y comercialización con identificación geográfica y varietal o bien sumando ingresos extraprediales. Tal vez se encuentre cercano a la frontera del crecimiento por eficiencia tecnológica y la solución sea incrementar el tamaño; una alternativa sería un seguro social agropecuario que le complemente ingresos familiares a este segmento de sistemas y que podría salir de un fondo compensador.

No presenta riesgos de descapitalización, eso es vital, ya que garantiza la renovación de los bienes de capital necesarios para el proceso productivo,

principalmente lo que hace a la reinversión en el monte frutal. Cuando se le aumenta la exigencia, y se le requiere además de la amortización, remunerar a los factores de la producción intervinientes (trabajo familiar, capitales y tierra), entra en zona de riesgo medio, pero con la particularidad que el índice de intensidad es alto pero el de frecuencia es medio; no es para despreciar pero, en todo caso, puede plantear alguna duda en cuanto a la sustentabilidad de estos sistemas en el mediano y largo plazo, y no necesariamente pone en riesgo la continuidad o permanencia actual del mismo. No obstante, el hecho de que sea frecuente ver montes frutícolas en regular estado de conservación, de que encarar un proceso de rejuvenecimiento de los mismos suele ser dificultoso para el productor, y tanto más el de asumir un proceso de reconversión varietal (con la merma ingresos por menor producción y el desembolso de dinero –inversión-, que implica), nos lleva a preguntarnos qué aspectos falta considerar y/o ajustar, para explicar de mejor modo la realidad del productor.

Bibliografía

Lacelli, Gabriel. Guías Metodológicas para la identificación, caracterización y análisis del riesgo en sistemas agropecuarios (documentos internos del Proyecto “Estudio Integral del riesgo agropecuario” PDI065 del INTA). En www.inta.gob.ar/reconquista (2020)



Proceso de recolección del suelo durante la cosecha manual de la nuez, Santa María, provincia de Catamarca.

Fuente: Foto tomada por Juan Colica.



BLOQUE 2

**Evaluación de derivados y seguros
para la gestión del riesgo agropecuario**

Coberturas paramétricas en el agro argentino: Situación actual y visión de mercado de compañías aseguradoras

Laura Gastaldi¹; Daniel Miguez²

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Rafaela

²Oficina de Riesgo Agropecuario. www.ora.gob.ar

gastaldi.laura@inta.gob.ar

Resumen

A partir de una encuesta online se analiza la oferta de seguros paramétricos para el agro, penetración de mercado y perspectivas de desarrollo en diferentes actividades agropecuarias. Un tercio de las compañías ofrece este tipo de seguros, pero con un nivel de venta de nulo a medio. A mediano plazo, se percibe una probabilidad de lograr niveles acep-

tables de comercialización en cultivos agrícolas extensivos y en ganadería bovina. En general, existe consenso sobre la necesidad de programas públicos-privados que favorezcan el desarrollo de mercado, así como también de adecuada información climática para mejorar el diseño y el ajuste de estas coberturas a las necesidades de los productores.

Abstract

An online survey was conducted to explore the supply of agricultural index insurance and market prospects in different activities. A third of the insurance companies offer index insurance, but with a zero to medium sales level. In the medium term, they perceive a greater probability of acceptable

sales levels in extensive crops and livestock. In general, there is consensus on the importance of public-private programs to improve market development, as well as adequate climate data to improve the design and adjustment of these coverage.

Introducción

En las últimas décadas se han desarrollado y comenzado a comercializar en diferentes países los llamados seguros basados en índices. En este tipo de instrumentos, la pérdida productiva se estima a partir de una o más variables correlacionadas con los rendimientos. De esta manera, lo que se asegura es un nivel del índice por debajo (o por encima) del cual corresponde indemnizar.

También llamados paramétricos, estos seguros se desarrollaron originalmente en el sector energético para compensar la exposición a temperaturas

extremas^[1]. En la década del 2000 comenzaron a implementarse en el sector agropecuario, existiendo experiencias en países como EE. UU^[2], España^[3] y Uruguay^[4], entre otros.

En Argentina, los paramétricos fueron aprobados en el año 2015 a partir de la resolución conjunta SAGyP 157/2015 y SSN 39149/2015^[5]. Desde esa fecha hasta la actualidad, se han registrados diferentes productos en la Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN), cuya comercialización

comienza a visibilizarse a partir de la Encuesta de Seguros en los Sectores Agropecuarios y Forestal del ejercicio 2020^[6].

En este trabajo se examina la política de las

Metodología

Se realizó una encuesta online a compañías aseguradoras de Argentina que operan en el sector agropecuario, indagando los siguientes temas: **I)** política interna respecto a diseño de paramétricos, inscripción de coberturas en SSN e inclusión en la cartera de seguros ofertados; **II)** productos ofrecidos, nivel de comercialización y perfil de tomadores; **III)** acciones de promoción; **IV)** características intrínsecas de los paramétricos que inciden en su adopción; **V)** percepción sobre la probabilidad de niveles aceptables de venta en los próximos cinco

Resultados

Más de la mitad de las compañías (10/18) implementó en los últimos años una política activa de diseño de paramétricos, y seis de estas empresas lograron inscribir sus desarrollos en la SSN.

En materia comercial, también son seis las aseguradoras que incluyen estos productos (propios y/o diseños de terceros) en su cartera de seguros agro-

pañías aseguradoras de Argentina respecto a esta temática, analizando oferta y formas de comercialización de estas coberturas y las perspectivas de penetración de mercado en diferentes actividades agropecuarias.

años (escala 1 a 5, muy baja a muy alta) y **VI)** factores determinantes para favorecer el desarrollo de mercado.

Se lograron 18 respuestas sobre un total 28 compañías que operaron en el sector agropecuario durante el año 2020. En conjunto, estas empresas absorbieron el 86,7% de las primas emitidas de ese ejercicio. La encuesta fue respondida por los gerentes o responsables comerciales de la división de seguros agropecuarios de cada compañía.

pecuarios (Tabla 1). Cabe mencionar, que la mayoría de las empresas que ofrecen paramétricos son compañías no líderes (puesto >10 en ranking de SSN), posiblemente como una estrategia de búsqueda de nichos de mercado que les permita escalar participación a nivel nacional.

Tabla 1. Oferta actual de coberturas paramétricas para producciones agropecuarias

Producción Agropecuaria	Riesgo cubierto	Índices
Soja	Sequía	Milímetros acumulados de lluvias S4 index Índice de sequedad de la vegetación (TDVI) Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) Índice de agua disponible (IAD)
Maíz	Sequía	Milímetros acumulados de lluvias en estación meteorológica S4 index Índice de sequedad de la vegetación (TDVI) Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) Índice de agua disponible (IAD)
Lechería	Excesos y déficit lluvias	Índice de precipitación estandarizado (IPE)
Cerezas	Heladas y lluvias	Temperaturas y milímetros de lluvia en estación meteorológica

La oferta está preferentemente orientada a cubrir eventos de sequía en cultivos extensivos (soja y maíz), y a través de índices construidos a partir de imágenes satelitales. A diferencia, en lechería y cerezas¹, se utilizan índices asociados a observaciones meteorológicas de tipo sinópticas. El nivel de venta de estos productos en los últimos dos años fue calificado como nulo (3/6) y medio (3/6)². El perfil de los tomadores resultó variado, sin llegar a una cartera integrada totalmente

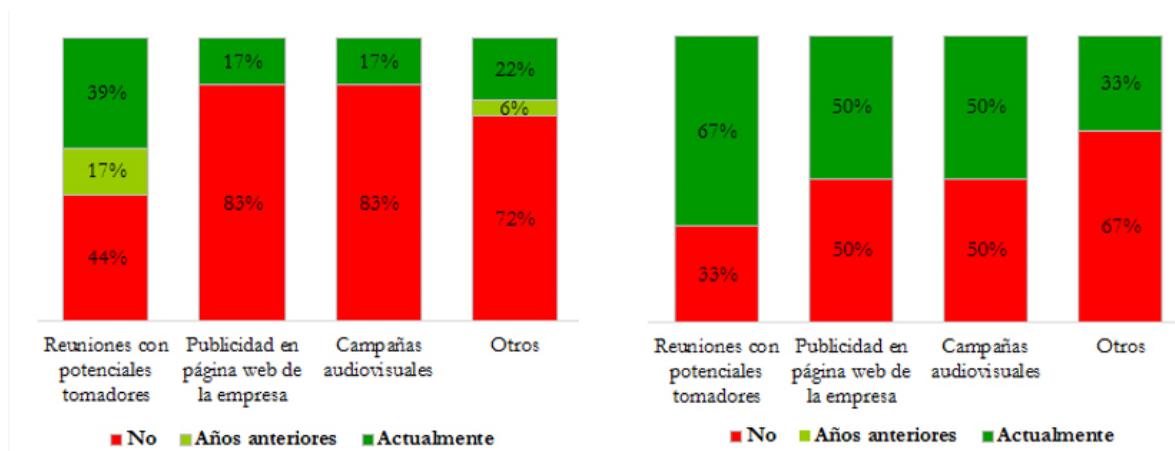
por productores agropecuarios o agregadores (cooperativas, gobiernos, etc).

Asumiendo que el nivel de venta de un producto depende, entre otros aspectos, de las acciones promoción de los oferentes, en la Figura 1 se presenta esta información para el total de la muestra **(a)** y para las empresas que ofrecen estas coberturas **(b)**.

¹ Esta cobertura si bien sigue un esquema paramétrico, se comercializa como un seguro tradicional con peritaje.

² En el último reporte de la SSN correspondiente al ejercicio 2019/2020, las coberturas paramétricas representaron el 0,6% de las primas emitidas, el 0,02% de las pólizas emitidas y el 0,2% de las hectáreas aseguradas a nivel nacional. A nivel provincial, se comercializaron productos paramétricos en Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Santiago del Estero, Chaco y Salta.

Figura 1: Acciones de promoción de coberturas paramétricas para el agro



A) Total empresas aseguradoras

B) Aseguradoras que ofrecen paramétricos

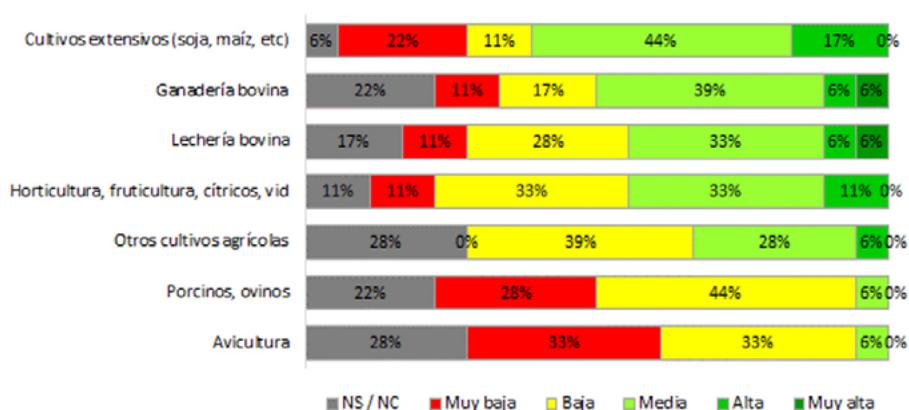
A nivel general (Figura 1.a) se observa una conducta pasiva mientras que en Figura 1.b las acciones fueron algo más frecuentes, principalmente las reuniones con potenciales tomadores. Este comportamiento poco activo en materia de promoción posiblemente se relacione con las características de los paramétricos que, a criterio de las aseguradoras, inciden de manera negativa en su adopción; a la vez que generan incertidumbre comercial en las mismas compañías por la posible conformación de carteras de asegurados con distribuciones de cúmulo de riesgo no eficientes:

- Deficiencia en la construcción de los índices, que no siempre se adaptan a los clientes.
- Se utilizan índices no siempre identificables por los tomadores.
- Elevado riesgo básico, que no logra morigerarse con la información y herramientas disponibles.
- El cálculo del valor de la póliza es algo incierto en el actual contexto de variabilidad climática.
- Al cubrir eventos climáticos, los pronósticos generan especulación.

- Se adaptan a las necesidades de agregadoras, no así a los productores individuales.
- Complejidad para que los productores agropecuarios entienda el funcionamiento del índice.

No obstante lo anterior, las aseguradoras prevén algunas mejoras en los niveles comercialización de los paramétricos, especialmente en cultivos extensivos (soja, maíz, trigo) y ganadería bovina (Figura 2). Sin embargo, para esta última actividad no existen productos actualmente aprobados por la SSN. El antecedente más cercano corresponde a Arias y otros (2012) [7], quienes evaluaron la factibilidad de un seguro basado en el NDVI para la ganadería del sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

Figura 2: Probabilidad de comercialización aceptable en los cinco años.



Para finalizar, se muestran los factores considerados determinantes del desarrollo de mercado de los paramétricos en el agro argentino (Figura 3). Los principales fueron la existencia de programas públicos-privados que consideren subsidios a la prima, lo que supone un potencial impulso a la venta de estos productos, y la disponibilidad de información climática para mejorar el diseño y el ajuste de estas coberturas a las diferentes realidades agropecuarias (actividades y zonas geográficas).

Figura 3: Determinantes para el desarrollo de mercado de coberturas paramétricas en el agro



La necesidad de capacitación que promueva la cultura aseguradora se ubicó en tercer lugar. En este punto, un debate frecuente en el sector es la conveniencia de comercializar los paramétricos en forma individual o a través de agregadores, en cuyo caso este tipo de capacitaciones sería menos determinante.

Consideraciones finales

Desde su aprobación en Argentina, se han diseñado y aprobados diferentes seguros paramétricos para cubrir riesgos climáticos en el agro, principalmente sequía en cultivos extensivos. A pesar de la existencia de estas coberturas, muy pocas aseguradoras los incluyen en su cartera de productos.

Ciertas características propias de este tipo de seguros, asociadas principalmente con el índice, son observadas por las compañías como factores que pueden desalentar la adopción, a la vez de gene-

rarles incertidumbre comercial. Posiblemente ello explique las pocas acciones de promoción que se realizan para favorecer la penetración en el mercado de estos productos.

En general, existe consenso en la necesidad de programas públicos-privados que favorezcan el desarrollo de mercado, así como también adecuada información climática para mejorar el diseño y el ajuste de estas coberturas a las diferentes realidades agropecuarias existentes en el país.

Bibliografía

- [1] Martin S., Barnett, B. and Coble, K. (2001): "Developing and Pricing Precipitation Insurance", *Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 26(1): 261-274.
- [2] <https://www.rma.usda.gov/en/Policy-and-Procedure/Insurance-Plans/Rainfall-Index>
- [3] https://www.mapa.gob.es/es/enssa/lineas_de_seguros/seguros_ganaderos/410_perdida_pastos.aspx
- [4] <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/oferta-seguros-agropecuarios/oferta-seguros-agropecuarios>
- [5] <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-39149-2015-246583>
- [6] <https://www.argentina.gob.ar/superintendencia-de-seguros/estadisticas/riesgos-agropecuarios-y-forestales>
- [7] Arias D., Valdivia P., Stutley C., Bacchini D., Occhiuzzi S. y D. Miguez. NDVI pasture index-based insurance for livestock producers in South West Buenos Aires province. Feasibility study: final report. Technical report, World Bank and Agricultural Risk Office – Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries, Argentina, 2012.



Cultivo de soja anegado, centro de Santa Fe.

Fuente: Foto tomada por el equipo de Comunicaciones de INTA Rafaela.

Seguros agropecuarios basados en índices. Coberturas disponibles y en desarrollo en Argentina

Daniel Miguez¹; Laura Gastaldi²

¹Oficina de Riesgo Agropecuario. www.ora.gob.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Rafaela

dfmiguez@magyp.gob.ar

Palabras Clave: Transferencia de riesgos, coberturas paramétricas, legislación, oferta.

Resumen

En el presente trabajo, se aborda la situación de los seguros agropecuarios basados en índices en Argentina, contemplando su evolución desde su aprobación como seguros por parte de la Superintendencia de Seguros de la Nación hasta la actualidad. Igualmente, se detallan los aspectos característicos de cada uno de éstos, así como también se mencionan aquellas propuestas de cobertura que se encuentran con algún tipo de

avance en su proceso de desarrollo y aprobación por parte de la entidad reguladora de la actividad aseguradora. La mayor parte de las coberturas aprobadas están orientadas a cubrir eventos asociados al fenómeno meteorológico lluvias y para producciones típicas de la región pampeana argentina. No se conocen productos inscriptos o en proceso de aprobación para producciones intensivas y/o extra-pampeanas.

Abstract

In this paper, the situation of index-based agricultural insurance in Argentina is addressed, considering its evolution from its approval as insurance by the Superintendency of Insurance of the Argentina to the present day. In addition, the characteristics of each of these contracts are detailed, as well as those product proposals that are in an approval

process by the regulatory entity of the insurance activity. Most of them covering drought events for typical activities in the Argentina Pampean region. There are no known products registered or in the approval process for intensive and / or extra-Pampean productions.

Introducción

En las últimas décadas se han desarrollado y comenzado a comercializar una variante de cobertura a los seguros tradicionales o patrimoniales, los seguros índices (o paramétricos) en los que el objeto de cobertura se materializa a través del cumplimiento de una o más condiciones aplicadas a un parámetro o índice que está correlacionado con los rendimientos, llamado/s

disparador/es. En los casos en los que se verifique el cumplimiento de esta/s condición/es (por ej. superar/no superar un determinado valor) se asume que se registraron pérdidas y por lo tanto corresponde una indemnización o compensación. Sin embargo, aún con un buen diseño de la cobertura, pueden presentarse algunos problemas, dado que este tipo de seguro no requiere de un

peritaje o determinación del daño *in situ* o a campo (lo que representa una gran ventaja al reducir los costos y agilizar la operatoria de pago respecto a las coberturas tradicionales), pudiendo presentar lo que se denomina “riesgo básico” (*basis risk*). Este riesgo surge cuando el índice elegido y su valor/es disparador/es no reflejan adecuadamente lo que ocurre a nivel de unidad asegurada, derivando en determinaciones de pago incorrectas, ya sea por situaciones en las que se realizan pagos, pero no hay daño, o viceversa, habiendo daño, no se realizan pagos ^{[1],[2]}.

En Argentina, los primeros desarrollos paramétricos se remontan a la primera década de este siglo, destacándose varios diseños: **I)** seguro en base a un índice de rendimientos por área, **II)** heladas en fruta fina basado en un índice de temperatura, **III)** excesos y déficit de lluvias para empresas tamberas basado en un índice de precipitaciones (2008); **IV)** Seguro para algodón de la provincia del Chaco contra las pérdidas provocadas por sequías y lluvias excesivas (2011); **V)** Seguro para productores ganaderos ubicados en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (SOBA) contra sequías severas y otros riesgos climáticos que causan pérdidas en sus pasturas y campos

Resultados

Se ha podido corroborar que, según la resolución conjunta SAGyP 157/2015 y SSN 39149/2015, el mecanismo de aprobación de una póliza de seguro índice contempla dos etapas. En la primera, la empresa aseguradora debe presentar ante la SSN un plan de seguro basado en índice junto con un estudio técnico de factibilidad que debe especificar el tipo de índice, el área de influencia geográfica del mismo, el tipo de producción o cultivo y los periodos críticos a los cuales responde. En el estudio se debe constatar estadísticamente la relación (correlación) entre el/los índices propuestos y las

naturales (2011).

Las tres primeras propuestas fueron aprobadas por la Superintendencia de Seguros de la Nación (SSN), pero como una cobertura tradicional, es decir con verificación de pérdida a través de peritaje, dada la falta de una normativa específica que habilitara los seguros paramétricos en Argentina.

Recién en el año 2015 la SSN, juntamente con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP), sanciona la habilitación y reglamentación de las coberturas índices para la producción agropecuaria a través de la resolución conjunta SAGyP 157/2015 y SSN 39149/2015 de mayo de 2015 ^[3].

Desde entonces, se han inscripto en Argentina numerosos productos orientados a transferir riesgos en la producción agropecuario. En este trabajo se repasa el procedimiento de inscripción de los diseños paramétricos y se realiza una síntesis de las coberturas habilitadas para su comercialización y las propuestas en proceso de aprobación por la SSN, considerando información proporcionada por la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación y compañías aseguradoras de Argentina.

mermas de la producción.

En una segunda instancia, una vez analizadas las condiciones y elementos técnicos contractuales, la SSN remite el plan de seguro a la ORA que será el órgano encargado de emitir un certificado que avale el estudio técnico de factibilidad requerido para el seguro. Esto es lo que se terminó de reglamentar el 01 de septiembre de 2015, mediante la Resolución Ministerial 339/2015 ^[4].

Bajo dicho esquema, se encuentran aprobadas en Argentina varias coberturas paramétricas, en su mayoría orientadas a transferir riesgos de sequía en

cultivos extensivos. En la tabla 1 se describen los productos disponibles teniendo en cuenta su fecha de aprobación.

Tabla 1: Coberturas paramétricas disponibles para su comercialización en el mercado de seguros agropecuarios de Argentina.

Actividad	Riesgo	Índice	Medición del índice	Desarrolladores	Comercialización	Expediente SSN
Maíz (Sta Fe centro y este de Entre Ríos) ^[5]	Déficit hídrico	Acumulación de lluvias	Servicio Meteorológico Nacional (SMN)	ORA Ecoclimasol	Río Uruguay Seguros	39507/2015 0014680/2016
Soja de primera (Región pampeana)	Déficit hídrico	Acumulación de lluvias	SMN	Sancor Seguros INTA Rafaela	Sancor Seguros	0024731/2016 (adicional cobertura granizo)
Producción lechera (Región pampeana)	Excesos y déficit de precipitación	Índice de precipitación estandarizado (IPE)	SMN	INTA Rafaela Sancor Seguros	Sancor Seguros	00945945-APN-GTYN#SSN. RESOL-2019-644-APN-SSN#MHA Julio 2019
Maíz y Soja	Sequía	S4Index	S4 (publica en ROFEX)	S4	El Norte	EX-2019-75401156-APN-GTYN#SSN. RESOL-2019-944-APN-SSN#MHA Octubre 2019
					Paraná Seguros	EX-2019-81809695-APN-GTYN#SSN. RESOL-2019-1092-APN-SSN#MHA Noviembre 2019
Soja	Sequía	Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI)	Instituto Gulich (CONAE)	Sancor Seguros Instituto Gulich	Sancor Seguros	EX-2020-26887701-APN-GTYN#SSN. RESOL-2020-288-APN-GTYN#SSN Agosto 2020
Maíz	Sequía	Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI)	Instituto Gulich (CONAE)	Sancor Seguros Instituto Gulich	Sancor Seguros	EX-2020-26887701-APN-GTYN#SSN. RESOL-2020-466-APN-SSN#MEC Diciembre 2020
Cultivos, incluido pastizales	Excesos y déficits hídricos	Índice de agua disponible (IAD)	ORA	La Segunda ORA	La Segunda	EX-2020-63449370-APN-GTYN#SSN. RESOL-2021-396-APN-SSN#MEC Mayo 2021

En todos los desarrollos, generalmente impulsados por compañías de seguros, se observa la participación de institutos y/u organizaciones con capacidades para el análisis de información climática y productiva, requisito solicitado en el estudio técnico de factibilidad requerido por la SSN.

En particular, los índices propuestos para monitorear los eventos climáticos son estimados por organismos vinculados con el sector público o académico, lo que le confiere confiabilidad al esquema asegurador. Asimismo, a partir de información pública, es posible recrear los valores históricos del mismo, al igual que a lo largo de la vigencia o finalización de la póliza. La excepción le corresponde a la cobertura basada en S4index, índice que elabora la empresa S4^[6] y es publicado por ROFEX, mercados de futuros, a partir de datos satelitales y algoritmos específicos y procesados por dicha empresa. Este producto en particular nació como un derivado climático y recién en el año 2019 fue aprobado por la SSN como un paramétrico.

Respecto a la cronología de inscripción de estos productos en el SSN, se observa un período inicial

(2016) durante el cual se aprobaron dos productos, un impase en los años 2017 y 2018, y un nuevo impulso a partir del año 2019.

A las coberturas presentadas, se suman nuevos desarrollos que se encuentran en trámite de aprobación, a saber:

- Cobertura para Olas de Calor en ganado bovino lechero, según índice de temperatura y humedad (ITH). Como adicional a la Cobertura Paramétrica de Precipitaciones Extremas en la Producción Lechera (Sancor Seguros-Inta Rafaela)
- Seguro Paramétrico "INDEVI" de Sequía Basado en el índice de vegetación mejorada (EVI). Cubre la merma o disminución del rendimiento productivo. La escala de la cobertura es a nivel de productores agrícolas individuales que posean cultivos asegurables (soja, maíz o girasol) en la Provincia de Buenos Aires (La Mercantil Andina).

En términos comerciales, la penetración de estos productos en el mercado es incipiente, y recién comienza a visibilizarse en el ejercicio 2019/2020 según se indica en la Encuesta de Seguros en los Sectores Agropecuarios y Forestal del ejercicio 2020 ^[7].

Consideraciones

En este trabajo se realiza un análisis de la oferta actual de coberturas paramétricas para actividades agropecuarias de Argentina. La mayor parte de las propuestas están orientadas a cubrir eventos asociados al fenómeno meteorológico lluvias y para producciones típicas de la región pampeana argentina. No se conocen productos inscriptos o en proceso de aprobación para producciones intensivas y/o extra-pampeanas.

En general, los desarrollos son impulsados por las compañías de seguros y en alianza con instituciones

u organizaciones idóneas para analizar la relación (correlación) entre el/los índices propuestos y las mermas de la producción agropecuaria. En términos de transparencia de los esquemas de aseguramiento, se destaca que la mayor parte de los productos están basados en índices estimados y monitoreados por organismos objetivos, con amplia trayectoria y reconocimiento en materia climática y con una posición neutral respecto a la situación contractual entre las compañías de seguros y los potenciales asegurados.

Bibliografía

- [1] Chen, G. and M. Roberts (2004). "Weather Derivatives in the Presence of Index and Geographical Basis Risk: Hedging Dairy Profit Risk". Proceedings of the NCR-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting and Market Risk Management, St Louis, MO [http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134].
- [2] Elabed G., M. Bellamare, M. Carter and C. Guirkingner (2013) "Managing basis risk with multiscale index insurance". Agricultural Economics, Vol. 44, pp. 419-431
- [3] <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-39149-2015-246583>
- [4] <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-339-2015-251546/texto>
- [5] http://www.ora.gov.ar/seguros_maiz.php
- [6] <http://www.s4agtech.com>
- [7] <https://www.argentina.gob.ar/superintendencia-de-seguros/estadisticas/riesgos-agropecuarios-y-forestales>



Seguros paramétricos para la actividad agropecuaria.

Fuente: Fotos tomadas por el equipo de Comunicaciones de INTA Rafaela y disponibles en páginas del SMN.



BLOQUE 3

Cuantificación de los efectos de los eventos climáticos sobre la productividad agropecuaria

Relación entre índices de sequía usando datos meteorológicos y satelitales, en la estepa magallánica seca (Patagonia)

Paula Paredes^{1,2}; Dora Maglione¹; Marisa Sandoval¹; Julio Soto¹; Oscar Bonfili³

¹ Universidad Nacional de la Patagonia Austral

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

³ Servicio Meteorológico Nacional

pparedes@uarg.unpa.edu.ar

Resumen

Los efectos de la sequía impactan en el sector productivo de las distintas regiones, incidiendo en la vegetación, la disponibilidad de agua y las consecuencias que ello ocasiona, por lo que resulta de interés el estudio de su comportamiento, a fin de poder realizar monitoreo y alertas tempranas. Existen en la literatura distintos índices propuestos, algunos se obtienen a partir de datos meteorológicos, y otros a partir de imágenes satelitales. El objetivo del presente trabajo es relacionar índices de sequía obtenidos con datos de estaciones meteorológicas (Anomalía de Precipitación- AP, el Índice Estandarizado de Precipitación -SPI, el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspira-

ción- SPEI), índices de sensores remotos de MODIS (Índice Normalizado de Sequía- NDDI, Índice Normalizado de Agua- NDWI, Índice Normalizado de Vegetación- NDVI, Índice de Vegetación Mejorado- EVI) y anomalías de éstos últimos para el área ecológica Estepa Magallánica Seca, considerando el período 2000 - 2019. Los resultados muestran que el SPI calculado en la escala de 12 meses se correlaciona de manera moderada con la anomalía de NDWI, aunque ambas, al igual que el NDDI, permiten detectar los eventos de sequías en el período considerado.

Palabras Clave: SPI - NDVI - NDWI - NDDI.

Abstract

The effects of drought have an impact on the productive sector of the different regions, affecting the vegetation, the availability of water and the consequences that this causes, for which the study of its behavior is of interest, in order to be able to carry out monitoring and early warnings. There are different proposed indices in the literature, some are obtained from meteorological data, and others from satellite images. The objective of this work is to relate drought indices obtained with data from meteorological stations (Precipitation

Anomaly-AP, the Standardized Precipitation Index -SPI, the Standardized Precipitation and Evapotranspiration- SPEI), indices from remote sensors from MODIS (Normalized Difference Drought Index- NDDI, Normalized Difference Water Index- NDWI, Normalized Difference Vegetation Index- NDVI, Enhanced Vegetation Index- EVI) and anomalies of the last, for the Dry Magellan Steppe ecological area, considering the period 2000-2019. SPI calculated on the 12-month scale is moderately correlated with the NDWI anomaly, although both,

like the NDDI, allow the detection of drought events in the period considered.

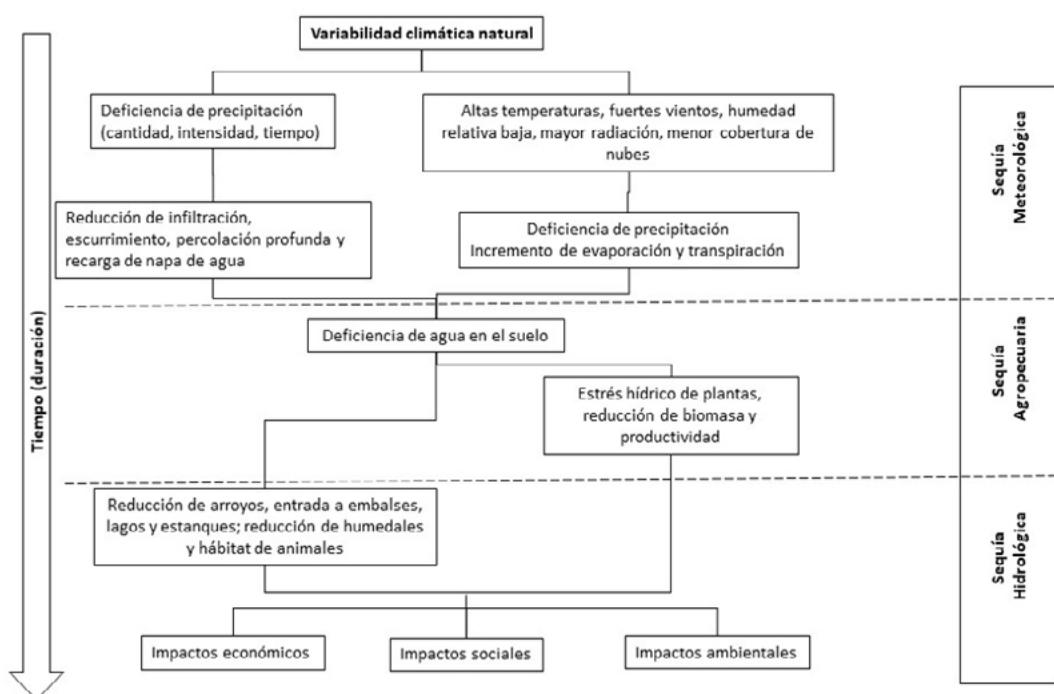
Key words: SPI - NDVI - NDWI - NDDI.

Introducción

La sequía es un fenómeno meteorológico progresivo (Gillette, 1950), que implica la falta de precipitación en los sistemas naturales, y eventualmente afectan la condición de la vegetación (Kogan, 1997). Un denominador común en relación a las muchas definiciones dadas de sequía (Organización de las Naciones Unidas, 1994; Organización Meteorológica Mundial, 2006, entre otros), es que todas coinciden en que corresponde a una escasez de precipitación en relación al comportamiento “normal”, considerado este último como un promedio de una serie histórica de precipitaciones. Las diferencias en el concepto de sequía radican en la manera e intensidad en que impacta y sus efectos sobre diferentes ambientes naturales.

Wilhite & Glantz (1985) definen cuatro tipos de sequías a partir de su origen y los efectos que produce: meteorológica (relacionada al grado de desviación de la precipitación en comparación a un comportamiento “normal”), agrícola (que está relacionada a la anterior y al impacto en los cultivos), hidrológica (relacionada a los efectos de periodos de precipitación relativamente cortos, es decir los escurrimientos a nivel de superficie y subsuelo) y socio-económica (en términos de suministro de agua y demanda por grupos humanos) (Figura 1). Conocer las características de las sequías (intensidad, duración, extensión espacial) puede ayudar a calcular y predecir pérdidas económico-productivas de una región.

Figura 1. Secuencia de ocurrencia e impactos de los tipos de sequías. (NDMC -National Drought Mitigation Center, 2020)



Los datos meteorológicos son una fuente confiable de información para estudiar estos fenómenos. Sin embargo, la disponibilidad de estos datos está limitada por la cantidad de estaciones o la accesibilidad. Particularmente en el sur de la Patagonia, es notable la escasez de estaciones, y las series temporales que existen son relativamente cortas en la mayoría de ellas. Una alternativa para cubrir estas falencias es utilizar sensores remotos, que tienen la ventaja de cubrir grandes áreas a bajo costo. Desde hace décadas existen trabajos que han relacionado exitosamente datos meteorológicos de terreno con los obtenidos de imágenes satelitales (Fonnegra Mora, 2017; Soto et al., 2020; Vaiman, 2018, entre otros).

Algunos de los índices que se pueden calcular usando datos meteorológicos son la Anomalía de Precipitación (AP, obtenido a partir de estandarizar los valores en cada periodo considerado), el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, por sus siglas en inglés Standardized Precipitation Index, desarrollado por McKee et al., 1993) y el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI, por Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index, propuesto por Vicente-Serrano et al., 2010).

Metodología

Área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada al sur de la provincia de Santa Cruz (Patagonia), en el área ecológica Estepa Magallánica Seca y su continuidad del lado chileno. Esta es una de las áreas más productivas de la provincia desde el punto de vista ganadero. Se caracteriza por tener temperaturas promedios anuales entre 6° y 7°C y precipitaciones promedios anuales entre 200 y 300 mm (Almonacid et al., 2021, En prensa; Oliva et al.,

Los dos primeros hacen uso de la serie temporal de precipitaciones, y el último incorpora además la temperatura. Estos índices pueden ser calculados en distintas escalas temporales, lo que permite analizar los tipos de sequía, en particular las obtenidas usando la escala de 6 y 12 meses están vinculadas con la sequía agropecuaria.

A partir de datos satelitales es posible calcular índices relacionados a la condición de la vegetación, como el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI, Normalized Difference Vegetation index, Rouse Jr et al., 1974), el Índice de Agua Normalizado (NDWI, Normalized Difference Water Index, Gao, 1996), el Índice Normalizado de Sequías (NDDI, Normalized Difference Drought Index, Gu et al., 2007), el Índice de Condición De la Vegetación (VCI, Vegetation Condition Index), entre otros. Permitiendo evaluar y monitorear sequías (Gu et al., 2007; Kogan, 1997).

El objetivo del presente trabajo fue relacionar índices de sequía obtenidos con datos de estaciones meteorológicas (AP, SPI, SPEI), índices de sensores remotos de MODIS (NDDI, NDWI, NDVI, EVI) y anomalías de éstos últimos para el área ecológica Estepa Magallánica Seca.

2001). La vegetación está conformada por estepas gramíneas con dominancia de *Festuca gracillima*, algunos pastos cortos y puede presentar arbustos aislados. En líneas generales, puede concluirse que el intervalo que arrojaba mayor probabilidad era aparentemente el que se estaba dando en la campaña en curso, la proyección con certidumbre climática se trata en los párrafos siguientes.

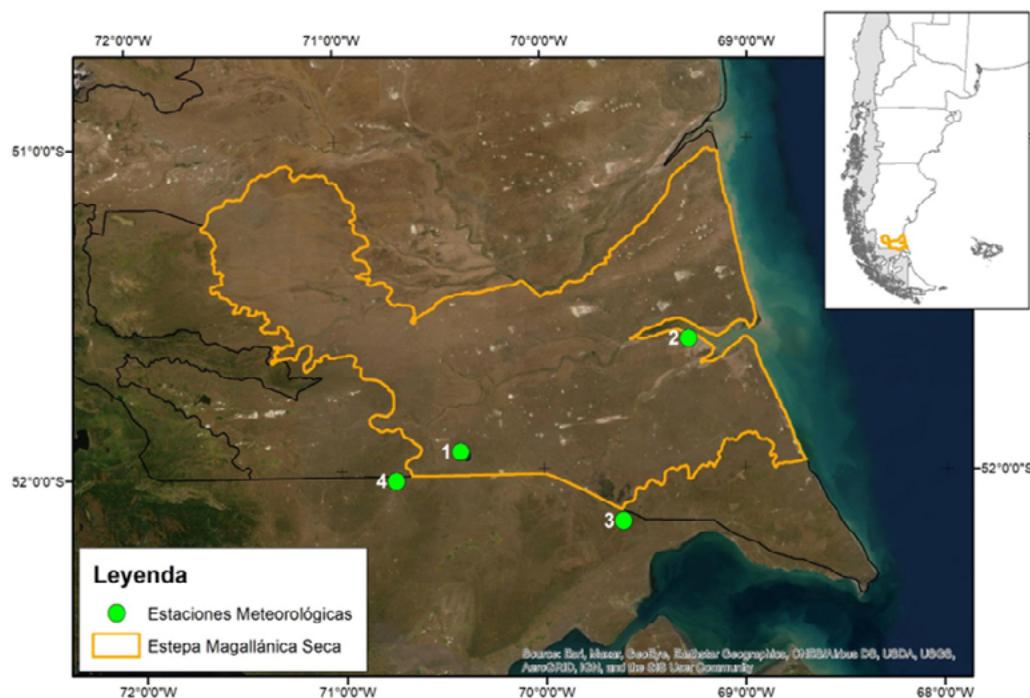
Datos

Dentro del área de estudio se encuentran 4 estaciones meteorológicas (Figura 2). Los datos de éstas fueron obtenidos de distintas fuentes (Dirección Meteorológica de Chile; INTA; Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica; Servicio Meteorológico Nacional: Dirección General de Aguas de Chile), seleccionándose solo aquellas que tienen series completas de datos de precipitación desde el año 2000 al 2019. Los datos faltantes de temperatura fueron completados usando distintas técnicas estadísticas (Allen et al, 2006; Toro Trujillo et al, 2015; WMO, 1983). Los resultados corresponden a un recorte de las series de datos de 20 años con la finalidad de hacerlos coincidir con los datos obtenidos desde las imágenes satelitales, aunque para el cálculo de los índices de sequías AP, SPI y SPEI se utilizaron series más prolongadas para mejorar su confiabilidad. Los mismos se

calcularon en diferentes escalas temporales (1, 3, 6 y 12 meses).

Se trabajó con el producto MOD13Q1.006 (índices de vegetación, 250m, 16 días) del sensor MODIS Terra (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Para extraer la información se generaron polígonos adyacentes a cada estación con una superficie igual o mayor a 3 píxeles de las imágenes empleadas, evitando áreas antropizadas. Los datos fueron obtenidos utilizando la plataforma Google Earth Engine, empleando la banda "SummaryQA" para seleccionar sólo los píxeles de buena calidad. Además de utilizar las bandas de NDVI y EVI, se utilizaron las otras bandas para calcular otros índices: NDWI y NDDI. A partir de los índices espectrales, se calcularon anomalías para cada uno (ANDVI, AEVI, ANDWI y ANDDI).

Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio y de estaciones meteorológicas. Lugares de las estaciones meteorológicas: 1. Potrok Aike (INTA), 2. Río Gallegos (SMN), 3. Monte Aymond (DGA) y 4. Teniente Merino (DGA).



En la Tabla 1, se explicitan las categorías para cuantificar el exceso o déficit de agua según el tipo de índice considerado.

Tabla 1: Clasificación de las sequías utilizando los diferentes índices

Categorías	Índices Meteorológicos	Índices Espectrales		
	SPI – AP – SPEI	ANDVI	NDDI	NDWI
Normal o sin sequía	$\geq 0,00$	$\geq 0,00$	$\leq 0,20$	$\geq 0,40$
Ligeramente seco	(-1,00 ; 0,00)	(-1,00 ; 0,00)	(0,20 ; 0,30]	[0,30 ; 0,40)
Sequía moderada	(-1,50 ; -1,00]	(-1,50 ; -1,00]	(0,30 ; 0,40]	[0,20 ; 0,30)
Sequía severa	(-2,00 ; -1,50]	(-2,00 ; -1,50]	(0,40 ; 0,50]	[0,00 ; 0,20)
Sequía extrema	$\leq -2,00$	$\leq -2,00$	$\geq 0,50$	$< 0,00$

Donde: SPI (Índice Estandarizado de Precipitación), AP (Anomalía de Precipitaciones), SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación -Evapotranspiración), ANDVI (Anomalía del Índice de Vegetación Normalizado), NDDI (Índice de Sequía Normalizado) y NDWI (Índice de Agua Normalizado)

Se estudiaron las correlaciones entre los distintos conjuntos de índices: meteorológicos, índices espectrales, anomalías de los índices espectrales. Todo el análisis se realizó utilizando el software R (r-project.org).

Resultados preliminares

En la Tabla 2 se presentan algunas correlaciones entre las variables consideradas

Tabla 2: Correlaciones para AP, SPI, SPEI, NDVI, EVI, NDWI, NDWI y las anomalías de NDWI y NDDI

	SPI-1	SPEI-1		SPI-3	SPEI-3
AP-1	0,95	0,89	AP-3	0,98	0,91
SPI-1		0,89	SPI-3		0,90
	SPI-6	SPEI-6		SPI-12	SPEI-12
AP-6	0,98	0,90	AP-12	0,99	0,90
SPI-6		0,89	SPI-12		0,90
	ANDWI	ANDDI		NDWI	NDVI
SPI-12	0,53	-0,55	NDDI	-0,95	
ANDWI		-0,94	EVI		0,82

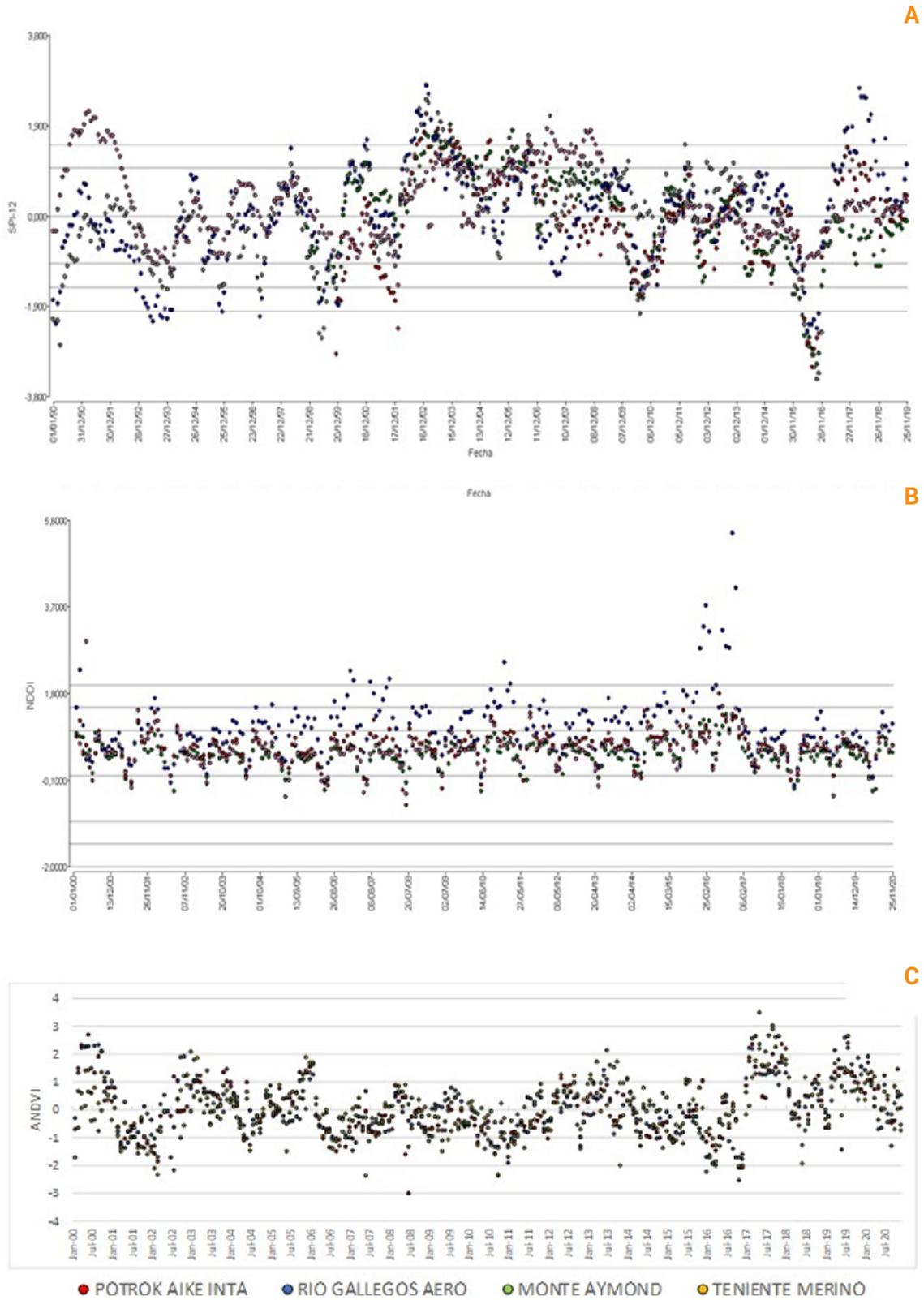
Donde: SPI (Índice Estandarizado de Precipitación), AP (Anomalía de Precipitaciones), SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación -Evapotranspiración), NDVI (Índice de Vegetación Normalizado), EVI (Índice de Vegetación Mejorado), NDWI (Índice de Agua Normalizado), ANDDI (Anomalía del Índice de Sequía Normalizado) y ANDWI (Anomalía de Índice de Agua Normalizado). Para AP, SPI y SPEI -k indica la escala temporal para el cálculo del índice, y la letra A delante del nombre de NDWI, NDVD indica que es la anomalía correspondiente al índice espectral.

Se observa que los índices de sequía a partir de datos meteorológicos (AP, SPI, SPEI) están altamente correlacionados para las distintas escalas temporales consideradas (n=1, 3, 6, 12). Además, ANDWI y ANDDI están altamente correlacionadas de manera negativa.

El SPI de 12 meses (SPI12), el NDDI y ANDWI muestran los eventos de sequía agropecuarias más importantes observados en la zona en las últimas décadas, por ejemplo, para los años 2006, 2007,

2011 y 2016 (Figura 3). Estas coinciden con las declaraciones de emergencias agropecuarias en la zona (AFIP). En todas las estaciones se evidencia el mismo comportamiento temporal, aunque con distinta intensidad. El SPI12 fue correlacionado moderada y positivamente con ANDWI (0.53) y moderada y negativamente con ANDDI (-0.55).

Figura 3. Evolución temporal de índices de sequía para las series analizadas:
a) SPI de 12, b) NDDI y c) ANDVI.



Las diferentes estaciones mostraron distintas relaciones entre estas variables. Esto puede deberse a que, a pesar de estar en una misma área homogénea, la Estepa Magallánica Seca, presenta heterogeneidad en su vegetación (Schenkel et al., 2021) y en la precipitación.

Las sequías son eventos relativamente complejos, donde participan diferentes fenómenos ambientales. En posteriores análisis se incorporarán otras variables asociadas a sequías obtenidas de sensores remotos, como el contenido hídrico en suelo y la temperatura superficial.

Bibliografía

- AFIP. Biblioteca Electrónica | AFIP - Administración Federal de Ingresos Públicos. Recuperado 16 de julio de 2021, de <http://biblioteca.afip.gob.ar/cuadroslegislativos/cuadroLegislativo.aspx?i=219>
- Allen, R. G., Pereira, L. S. & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo – Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riesgo y drenaje. 56: 227-240.
- Almonacid, L., Pessacg, N., Diaz, B., Bonfili, O., & Peri, P. L. (2021). Nueva base de datos reticulada de precipitación para la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Meteorológica*, 46(2), 28-54.
- Almonacid, L., Pessacg, N., Diaz, B., Bonfili, O., & Peri, P. L. (En prensa). Nueva base de datos reticulada de temperatura para la provincia de Santa Cruz, Argentina. 37.
- Dirección General de Aguas de Chile. . Recuperado 16 de julio de 2021, de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx>
- Dirección Meteorológica de Chile. Portal de Servicios Climáticos— Dirección Meteorológica de Chile. Recuperado 16 de julio de 2021, de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/>
- Fonnegra Mora, D. (2017). Desarrollo de un sistema operativo para el cálculo de índices de sequía basados en información espacial [Universidad nacional de Córdoba]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/5991>
- Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- Gillette, H. P. (1950). A Creeping Drought under Way. *Water and Sewage Works*, 104-105.
- Gu, Y., Brown, J. F., Verdin, J. P., & Wardlow, B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. *Geophysical Research Letters*, 34(6). <https://doi.org/10.1029/2006GL029127>
- INTA. Sistema de Información Patagonia Sur. Recuperado 16 de julio de 2021, de <http://sipas.inta.gob.ar/>
- Kogan, F. N. (1997). Global Drought Watch from Space. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(4), 621-636.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. 6.
- NDMC -National Drought Mitigation Center. (2020). Types of Drought. <https://drought.unl.edu/Education/DroughtIn-depth/TypesofDrought.aspx>
- Oliva, G., González, L., Rial, P., & Livraghi, E. (2001). Áreas ecológicas de Santa Cruz y Tierra del Fuego. En *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de Manejo Extensivo* (pp. 41-82).
- Organización de las Naciones Unidas. (1994). Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. <https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/Spanish.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial. (2006). Vigilancia y alerta temprana de la sequía: Conceptos, progresos y desafíos futuros. Organización Meteorológica Mundial.
- Rouse Jr, J. W., Haas, R., Schell, J., & Deering, D. (1974). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. En *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium: Volumen 2: Technical presentations section A* (Stanley C. Freden, Enrico P. Mercanti, Margaret A. Becker, pp. 309-317).
- Schenkel, C. A., Oliva, G. E., Paredes, P. N., Humano, G., & Ferrante, D. (2021). Cartografía de un nuevo Modelo de Estados y Transiciones de la Estepa Magallánica Seca en la Patagonia argentina. *Ecología Austral*, 31, 301-315.
- Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica. Sistema Nacional de Información Hídrica. Argentina.gob.ar. Recuperado 16 de julio de 2021, de <https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/hidricas/base-de-datos-hidrologica-integrada>
- Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado 16 de julio de 2021, de

<https://www.smn.gob.ar/>

Soto, J., Paredes, P., Maglione, D., Sandoval, M., & Bonfilii, O. (2020). Comportamiento de la vegetación a partir del índice verde y datos climáticos en dos sitios de la Patagonia Austral. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 12(4), 17-31. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v12.n4.751>

Toro Trujillo A.M., Arteaga Ramírez R., Vázquez Peña M.A. & Ibáñez Castillo L. (2015). Relleno de series diarias de precipitación, temperatura mínima, máxima de la región norte del Urabá Antioqueño. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2): 577-588

Vaiman, N. (2018). Comparación de índices climáticos y espectrales en la estimación de rendimiento de maíz y soja a nivel departamental en Entre Ríos [Info:ar-repo/semantics/tesis de maestría, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires]. <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/6151>

Vicente-Serrano, S., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23, 1696-1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

Willhite, D., & Glantz, M. (1985). Understanding: The Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water International - WATER INT*, 10, 111-120. <https://doi.org/10.1080/02508068508686328>

WMO (1983). *Guide to climatological practices*. WMO-No100. Ginebra, Suiza. 180 p.

Empleo de la variabilidad estacional e intraestacional para evaluar la predictabilidad del rendimiento de los cultivos

Natalia Gattinoni; Gabriel Rodríguez

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de Clima y Agua

gattinoni.natalia@inta.gob.ar

Resumen

El conocimiento y la predictibilidad de los fenómenos climáticos de gran escala (p. ej. El Niño – Oscilación del Sur) y su posible interacción sobre los patrones de lluvias y temperaturas en nuestro país, podría ser un aporte para la predicción de los rendimientos, constituyendo una herramienta complementaria a los modelos de simulación de cultivos utilizados para tal fin. Varios estudios han utilizado la técnica de aprendizaje automático o machine learning como herramienta para la predicción de rendimientos en función de distintas variables meteorológicas. En este trabajo se muestra la propuesta de investigación cuyo objetivo principal es evaluar el uso de pronósticos estacionales e in-

tra-estacionales y su relación con la predictabilidad del rendimiento de los cultivos. Este estudio pretende identificar los predictores océano-atmosféricos de mayores escalas que podría sustentar la elaboración de pronósticos estacionales de rendimiento de los principales cultivos agrícolas con antelación al período de definición del rendimiento del cultivo y/o toma de decisión de manejo. De esta manera, permitiría ajustar, con bases racionales, decisiones de manejo como fecha de siembra, cultivo-variedad a implantar y nivel tecnológico a utilizar.

Palabras Clave: Predicción de rendimientos, variabilidad, regresión, machine learning

Abstract

Large-scale climate knowledge and predictability and their possible interaction with rainfall and temperature patterns in Argentina might contribute on the prediction of yields, constituting a complementary tool to the crop simulation models used for this purpose. Machine learning techniques have been used on several studies as a tool for predicting performance based on different meteorological variables. This paper shows a research proposal whose main objective is to evaluate the use of seasonal and intra-seasonal forecasts and their

relationship with the predictability of crop yield. This study aims to identify the larger-scale ocean-atmospheric predictors that could support the preparation of seasonal yield forecasts for the main agricultural crops in advance of the period of definition of the crop yield and / or decision-making on management. In this way, it would allow to adjust, with rational bases, management decisions such as sowing date, crop-variety to be implanted and technological level to be used.

Introducción

La variabilidad climática estacional e interanual es la principal explicación de los cambios de los patrones de lluvias y temperaturas en nuestro país y por consiguiente es la mayor influencia sobre la producción agropecuaria de Argentina provocando, en varias oportunidades, notables pérdidas al sector.

Una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual es el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS, por sus siglas en inglés). La presencia de este fenómeno en la región de Pacífico genera cambios en los patrones de lluvias y temperaturas a partir de las llamadas teleconexiones. Durante sus fases extremas (El Niño/La Niña) se registran lluvias superiores/inferiores a lo normal durante el trimestre octubre-diciembre y durante el otoño del año siguiente (Ropelewski et al., 1989), que afectan significativamente la producción agropecuaria (Podestá et al., 1999; Ferreira et al., 2001). En áreas de la región Pampeana, la probabilidad de obtener rendimientos superiores a lo normal durante los años El Niño alcanza el 70% en maíz y 90% en soja; mientras que la probabilidad de obtener rendimientos inferiores a lo normal en años La Niña puede llegar al 90% en ambos cultivos (Magrin et al., 1998, Fernández Long et al. 2011).

Existen otros modos de variabilidad climática que actúan en diferentes escalas temporales: semanas, meses, años y décadas afectando el régimen pluviométrico en el Sudeste de Sudamérica (Pombo et al., 2019). Entre los que explican mayormente la variabilidad se encuentran: la Oscilación Antártica (AAO, por sus siglas en inglés) o Modo Anular del Sur (SAM, por sus siglas en inglés) (Silvestri et al., 2003), el Dipolo del Océano Índico (IOD, por sus siglas en inglés) (Chan et al., 2008) y la Oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés) (Álvarez et al., 2017). La suma o combinación entre estos fenómenos de carácter oscilatorio conjun-

tamente con el ENOS, pueden tener importantes impactos en la circulación de la atmósfera en latitudes medias y por lo tanto, modificar el comportamiento de las precipitaciones y de las temperaturas dependiendo de la época del año y de la región.

El conocimiento y la predictibilidad de los fenómenos climáticos de gran escala, citados anteriormente y su posible interacción sobre los patrones de lluvias y temperaturas en nuestro país, podría ser un aporte para la predicción de los rendimientos, constituyendo una herramienta complementaria a los modelos de simulación de cultivos utilizados para tal fin (p. ej. Mercou et al., 2007, Rocha et al., 2012). De esta manera, permitiría ajustar, con bases racionales, decisiones de manejo como fecha de siembra, cultivo-variedad a implantar y nivel tecnológico a utilizar.

La predicción de los rendimientos de los cultivos es de gran importancia para la producción de granos en nuestro país y por ende para la economía del mismo. Rocha et al. (2012) presentaron un esquema de pronóstico de rendimiento de soja y maíz en la región Pampeana utilizando los pronósticos estacionales asociados al fenómeno del ENOS, obteniendo pronósticos más precisos y con mayor anticipación. Varios trabajos han empleado la variabilidad climática de las precipitaciones, así como particularmente el fenómeno ENOS, para evaluar la predicción de los rendimientos en Argentina (Hurtado et al. 2003, de la Casa et al. 2006, Fernández Long et al. 2010, Fernández 2019).

Recientemente, varios trabajos han utilizado la metodología de aprendizaje automático o machine learning como herramienta estadística para la predicción de rendimientos en función de distintas variables como ser temperaturas, precipitaciones e índices satelitales de vegetación (Feng et al. 2019, Marquez Ramos et al. 2020). Particularmente, Leng

et al. (2020) muestra que los modelos de regresión y de machine learning resultaron aceptables para predecir los rendimientos promedios en EE.UU.

El objetivo de este trabajo es mostrar la propuesta de investigación dentro del proyecto disciplinario de INTA: "Caracterización diagnóstica de la variabilidad climática actual y de la vulnerabilidad de las

producciones agropecuarias por efecto del Cambio Climático", el cual tiene como objetivo principal evaluar el uso de pronósticos estacionales e intra-estacionales y su relación con la predictibilidad del rendimiento de los cultivos.

Materiales y métodos

Variable a explicar

Se utilizarán los rendimientos suministrados por las Estimaciones Agrícolas del Ministerio de Agroindustria. Campañas: 1970/1971-2018/19. Los mismos serán considerados a nivel departamental, especificando un departamento de referencia por cada región y cultivo. En primera instancia se utilizarán los rendimientos de Trigo Total para la región Pampeana.

Variables meteorológicas regresoras

Como se enunció anteriormente, el rendimiento será analizado en relación a la variabilidad climática estacional e interanual asociada a los fenómenos o modos de influencia planetaria. Cada fenómeno es monitoreado por distintas instituciones internacionales a partir de diferentes índices que se describen a continuación:

a) El Niño Oscilación del Sur (ENOS): este fenómeno puede ser monitoreado por los siguientes índices:

- Índice Niño Océánico (su sigla en inglés: ONI): calculado trimestralmente como la media de 3 meses de la anomalía de temperatura de superficie del mar en la región Niño 3.4 (5°-5°S, 120°- 170°O, serie base: 1971-2019.

(Fuente: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

- Índice de Oscilación del Sur (su sigla en inglés: SOI): calculado mensualmente a partir de los

valores de presión en dos puntos geográficos del Pacífico Tropical.

(Fuente: <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>)

-Índice MEI: es un índice que integra los cambios en el océano como también en la atmósfera, se calcula a nivel bimestral (fuente: <https://psl.noaa.gov/enso/mei/>)

b) Modo Anular del Hemisferio Sur (MAS) u Oscilación Antártica: para monitorear este fenómeno se utiliza el índice propuesto por Marshall (2003) como la diferencia media mensual entre la anomalía media de la presión a nivel del mar en seis estaciones cercanas a 40°S y la correspondiente a seis estaciones próximas a 65°S. Se calcula a nivel mensual (Fuente: <http://www.nerc-bas.ac.uk/icd/gjma/sam.html>).

c) Dipolo del Océano Índico: este modo de

variabilidad se describe a partir de un índice calculado como la diferencia entre las anomalías de temperaturas de la superficie del mar en dos regiones del Océano Índico Tropical. (Fuente: <http://www.bom.gov.au/climate/iod/>).

Metodología para el análisis de los datos

Se propone modelar o simular estadísticamente los rendimientos recurriendo al uso de distintos los modelos para obtener una predicción del comportamiento de dicha variable a partir de los indicadores océano-atmosféricos. En primera instancia se utilizarán los modelos de regresión logística y regresión lineal por su simple aplicación, posteriormente se empleará la técnica de machine learning - aprendizaje automático. Dentro de todas las técnicas incluidas en el aprendizaje automático, Random Forest (RF) ha sido utilizada en trabajos previos con resultados favorables y demostrando ser precisa en aplicaciones agronómicas (Leng et al (2020), Feng et al (2019), Marquez Ramos

et al (2020)). RF es el algoritmo de aprendizaje automático supervisado más popular y capaz de realizar tareas de clasificación y regresión. Se utilizará el período 1970/2019 para generar la relación entre las variables predictoras y los rendimientos y, además, calibrar y validar el modelo de RF (Prasad et al (2021)).

Se utilizará como herramienta de trabajo el software R, por ser un software libre y una herramienta potente para trabajar con datos y simulaciones. R es un lenguaje de programación enfocado principalmente al análisis estadístico, que puede ser compilado en Linux, Windows y MacOS.

Resultados esperados

Esta investigación pretende identificar los predictores océano-atmosféricos de mayores escalas que podría sustentar la elaboración de pronósticos estacionales de rendimiento de los principales cultivos agrícolas con antelación al período de definición del rendimiento del cultivo y/o toma de decisión de manejo. La disponibilidad de

dichos pronósticos podría aportar elementos útiles al manejo racional estratégico y táctico de muchos sistemas, así como resultar una herramienta estadística complementaria a los modelos de simulación de rendimientos utilizados en varios estudios previos.

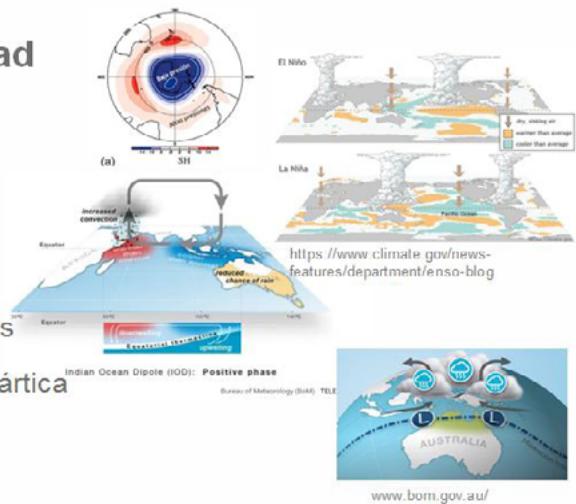
Bibliografía

- Álvarez M., Álvarez S., Vera C. y Kiladis G., (2017). MJO Modulating the Activity of the Leading Mode of Intraseasonal Variability in South America. *Atmosphere, Communication*, 8, 232; doi:10.3390/atmos8120232.
- Chan S., Behera S. y Yamagata T., (2008). Indian Ocean Dipole influence on South American rainfall, *Geophysical Research Letters*, 35, doi:10.1029/2008GL034204.2008
- de la Casa A. y Ovando g., (2006). Influencia de episodios ENOS sobre la precipitación y el rendimiento de maíz en la provincia de Córdoba, Argentina, *Agricultura Técnica, Chile*, 66 (1):80-89.
- Feng P., Wang B., Liu D., Ji F., Niu X., Ruan H., Shi L. and Yu Q. (2019). Machine learning-based integration of large-scale climate drivers can improve the forecast of seasonal rainfall probability in Australia, *Environ. Res. Lett.*, 15, doi:10.1088/1748-9326/ab9e98.
- Fernández M., (2019). Predicción del rendimiento en grano de trigo en la región subhúmeda-seca pampeana en base a diferentes índices climáticos, *Rev. Facultad de Agronomía UNLPam*, 29(2):61-72.
- Fernández Long M., Spescha L., Hurtado R. y Murphy G., (2011). Impacto del ENSOS sobre los rendimientos de maíz en la región pampeana argentina, *Agriscientia*, 28, 31-38.
- Fernández Long M., Serio L., Spescha L. y Hurtado R. (2010). Relación entre los rendimientos de maíz y algunos índices de variabilidad climática, *Actas IX Congreso Nacional de Maíz, Rosario, Santa Fe*.
- Ferreira, R. A.; Podesta, P.; Messina, C. D.; Letson, D.; Dardanelli, J; Guevara, E.; Meira, S. (2001). A linked-modeling framework to estimate maize production risk associated with ENSO-related climate variability in Argentina. *Agricultural and Forest Meteorology*, 107: 177 – 192.
- Hurtado R., Spescha L., Fernández Long M. y Murphy G., (2003). Evaluaci[on del ENSO com predictor de los rendimientos de maíz en la región Pampeana (Argentina), *Rev. Facultad de Agronomía*, 23(2-3): 131-139.
- Leng G. y Hall J. (2020), Predicting spatial and temporal variability in crop yields: an inter-comparison of machine learning, regression and process-based models, *Environ. Res. Lett.* 15, doi:10.1088/1748-9326/ab7b24
- Magrin, G. O; Grondona M. O.; Travasso, M. I.; Boullón, D. R.; Rodríguez, C. D.; Messina, C. D. (1998). Impacto del Fenómeno “ENSO” sobre la Producción de Cultivos en la Región Pampeana Argentina. INTA-Instituto de Clima y Agua, Boletín de divulgación, 16 p.
- Marquez Ramos A., Prado Osco L., et al., (2020). A random forest ranking approach to predict yield in maize with uav-based vegetation spectral indices, *Computers and Electronics in Agriculture*, V.178, ISSN 0168-1699, doi:10.1016/j.compag.2020.105791.
- Marshall, G. J. (2003). Trends in the Southern Annular Mode from observations and reanalyses. *Journal of Climate*, v. 16: 4134-4143.
- Mercau, J. L., J. L. Dardanelli, et al., (2007). Predicting on-farm soybean yields in the pampas using CROPGRO-soybean, *Field Crops Research* 100: 200:209.
- Podestá G. P.; Messina, C. D.; Grondona, M. O.; Magrin, G. O. (1999). Associations Between Grain Crop Yields in Central-Eastern Argentina and El Niño-Southern Oscillation. *J. of Appl. Meteorol.*, 38 (10): 1488-1498.
- Pombo, D. y Dillon, B. (2019). Las inundaciones en el Noreste de La Pampa: una mirada multidisciplinaria. Santa Rosa; Universidad Nacional de La Pampa, 235p. ISBN 978-950-863-355-2.
- Prasad N., Patel N. y Danodia A., (2021). Predicción del rendimiento de cultivos de algodón a nivel regional utilizando un enfoque forestal aleatorio. *Escupió. Inf. Res.* 29, 195-206. doi:10.1007/s41324-020-00346-6.
- Rocha A., Bert F., Skansi M., Veiga H., Podestá G., Toranzo F. y Gonzalez M., (2012). Pronóstico de rendimiento de los cultivos de granos en la región Pampeana a través del uso de modelos de simulación agronómica. *Actas congreso CONGREGMET*. <http://repositorio.smn.gob.ar/>
- Ropelewski, C. F.; Halpert, M. S. (1989). Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation. *J. Climate*, 2, 268–284.
- Silvestri, G. and Vera, C.S., (2003). Antarctic Oscillation signal on precipitation anomalies over southeastern South America. *Geophys Res Lett*, 30, No. 21, 21-15, ISSN 0094-8276.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA ESTACIONAL O SUBESTACIONAL

Forzantes o modos de variabilidad

- ❑ ENSO : El Niño – Oscilación del Sur
- ❑ IDO: Dipolo del Océano Índico
- ❑ Oscilación de Madden-Julian
- ❑ Temperatura de la superficie de los océanos
- ❑ SAM: Modo Anular del sur – Oscilación Antártica



Forzantes oceánico-atmosféricos a escala global.

Fuente: Elaboración propia en base a información de distintos centros internacionales. .

Cuantificación de los impactos de sequía sobre el cultivo de soja en Uruguay

Alessio Bocco¹; Daniel Bonhaure¹; Cecilia Hidalgo¹; Guillermo Podestá¹; Santiago Rovere¹; Hori Tsuneki²; Gonzalo Antunez³; Baethgen Walter⁴; Adrián Cal⁵; Ángela Cortelezzi⁶ María Methol⁶, Guadalupe Tiscornia⁵

¹ Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA)
(<https://sissa.crc-sas.org>)

² Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

³ Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SNIA). Uruguay

⁴ International Research Institute for Climate and Society, Columbia University. Palisades. New York

⁵ Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS). INIA Las Brujas. Uruguay

⁶ Oficina de Programación y Política Agropecuaria (MGAP). Uruguay
boccoalessio@gmail.com

Resumen

Un componente esencial del análisis de riesgo de impactos de sequía es la cuantificación de la respuesta del sistema a la sequía. Caracterizar la asociación entre la intensidad de los eventos secos y su momento de ocurrencia permite comprender la vulnerabilidad del cultivo de soja y desarrollar estrategias de gestión del riesgo de sequía. El objetivo de este estudio es la cuantificación de los impactos de distintos tipos de sequía sobre el cultivo de soja en La Estanzuela (Uruguay). Dada la escasa cantidad de eventos secos en el registro histórico se desarrolló un generador estocástico de series climáticas sintéticas. Estas series climáticas sintéticas alimentaron el modelo CROPGRO para simular el cultivo de soja. Se realizaron dos tipos de simulaciones paralelas, una regada a plenitud (sin estrés hídrico) y otra sin riego en condiciones de secano (con estrés hídrico). El cociente entre

los rendimientos con y sin estrés hídrico permitió estimar la brecha de rendimiento causada por el impacto de la sequía. Además, se calcularon dos indicadores de estrés hídrico para cuantificar su intensidad: evapotranspiración relativa - cociente entre la evapotranspiración real y potencial - y el porcentaje de agua disponible en el suelo. La asociación entre la brecha de rendimiento y los indicadores de estrés se modeló mediante curvas de vulnerabilidad que reflejan la sensibilidad del cultivo a la sequía. Caracterizar dicha sensibilidad permitirá la determinación de umbrales para la emisión de alertas tempranas. La metodología propuesta también permite expandir el espacio de riesgo para el desarrollo de seguros agrícolas.

Palabras Clave: Riesgo, sequía, soja.

Introducción

La sequía es uno de las amenazas climáticas más difícil de caracterizar y sólo se evidencia cuando el desbalance en el ciclo hidrológico ya impacta sobre distintos sistemas ecológicos y sociales. Tradicionalmente la sociedad reacciona cuando la crisis de sequía ya está establecida, lo que resulta en respuestas mal coordinadas, costosas y menos efectivas. Un nuevo paradigma propone un enfoque más proactivo de planificación y monitoreo, por ejemplo, incluyendo sistemas de alerta temprana que permitan iniciar acciones tempranas de mitigación de impactos (Cruz et al., 2021). La implementación de sistemas de alerta sobre sequías requiere una definición de las situaciones que disparan acciones de mitigación. Para esto, es necesario caracterizar la asociación entre las condiciones de sequía y el tipo y magnitud de posibles impactos, por ejemplo, sobre el rendimiento de cultivos comerciales.

Una alternativa para estudiar esta asociación es el análisis estadístico de datos históricos de rendimientos y eventos secos. Sin embargo, la cantidad

de eventos en los registros históricos generalmente es muy baja lo que dificulta el ajuste de asociaciones estadísticas. Por esta razón, en este trabajo se generan series climáticas sintéticas largas (con propiedades estadísticas similares al clima observado) que se utilizan como entrada a modelos biofísicos de cultivos para simular rendimientos. El uso de series sintéticas y rendimientos simulados aumenta considerablemente el número de eventos secos y el espectro de condiciones ambientales lo que permite caracterizar mejor los riesgos e impactos de la sequía.

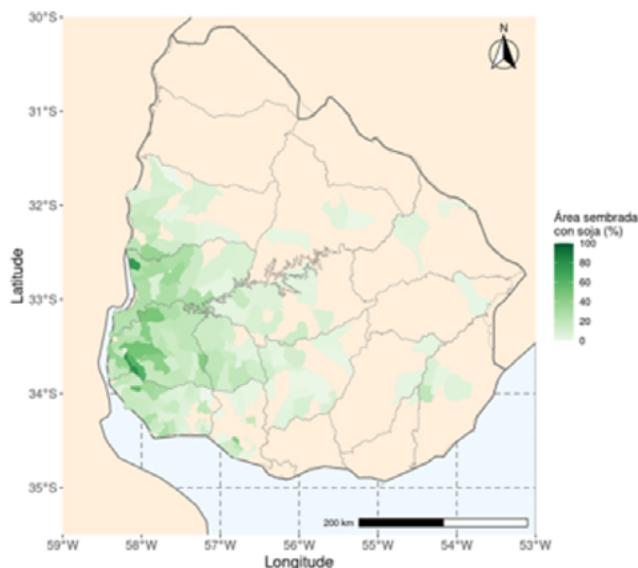
El propósito de este estudio es explorar la asociación entre sequías de distintos tipos (breves vs. extendidas, intensas vs. leves) y los rendimientos de soja en el oeste de Uruguay. Los resultados ayudarán al diseño de sistemas de alerta temprana, permitiendo la definición de disparadores de acciones de mitigación, y también el diseño de instrumentos de transferencia de riesgo como seguros agrícolas paramétricos.

Área y sistemas estudiados

La soja es el principal cultivo de verano en Uruguay abarcando una superficie de 910.000 hectáreas en la campaña 2020/2021. Este cultivo se realiza en condiciones de secano (sin riego), lo que aumenta su vulnerabilidad a la ocurrencia de sequías. Por ejemplo, condiciones de sequía resultaron en bajos rendimientos (promediando 1880 kg ha⁻¹ a nivel nacional) en 2020/21 (DIEA, 2021). La soja se con-

centra en el litoral occidental donde se encuentran los suelos con mayor aptitud agrícola de Uruguay: cinco departamentos - Soriano, Río Negro, Colonia, Paysandú y Flores – incluyeron el 80% del área total de soja en 2019/2020 (DIEA, 2020). La Figura 1 muestra la proporción de superficie sembrada con soja por unidad censal (DIEA, 2011).

Figura 1. Proporción de superficie sembrada con soja por unidad censal.



Este estudio se enfocó en rendimientos de soja simulados para la estación experimental La Estanzuela (Depto. Colonia) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Esta región tiene un clima templado con temperaturas máxima media de 22 °C (± 6.3) y mínima media de 12 °C (± 5.4) y

precipitación anual de 1110 mm. Los suelos predominantes alrededor de La Estanzuela son Argiúdoles típicos y vérticos. Los materiales genéticos de soja más utilizados son grupos de madurez largos (GM VI), que abarcan un 55% de la superficie total de este cultivo en Uruguay (URUPOV).

Métodos y resultados preliminares

Los componentes del enfoque utilizado se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del esquema utilizado para caracterizar el impacto de sequías sobre el rendimiento de soja en Uruguay



El primer paso involucra el uso de un generador estocástico para simular largas series diarias de temperaturas máxima y mínima y precipitación. El generador está basado en un procedimiento desarrollado por Verdin et al. (2015) e incluye cuatro modelos generalizados aditivos (Wood, 2017) que simulan, respectivamente, (I) la ocurrencia y (II) montos de precipitación y las temperaturas (III) máxima y (IV) mínima diarias. La radiación solar diaria se estima con las temperaturas simuladas utilizando el modelo de Bristow et al. (1984).

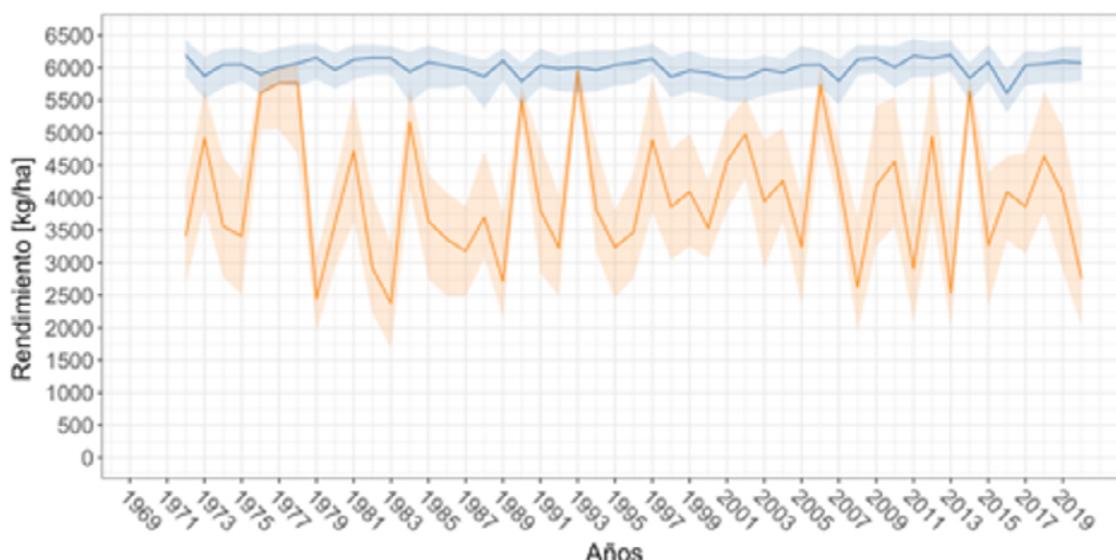
En este estudio las series sintéticas están condicionadas por totales trimestrales de precipitación acumuladas para capturar la variabilidad de baja frecuencia presente en la región. Estas series condicionadas o pseudohistóricas reproducen los períodos secos y húmedos en el registro histórico. Se generaron 100 realizaciones pseudohistóricas del período 1971-2020 (es decir, un total de 5000 años sintéticos) para La Estanzuela. Una exhaustiva variedad de diagnósticos visuales y estadísticos confirmó que las series sintéticas tienen propiedades estadísticas similares a los datos históricos.

Las series climáticas sintéticas son entrada para modelos biofísicos de cultivos que simulan rendimientos para cada campaña agrícola sintética (de noviembre de un año sintético a mayo del siguiente año). Utilizamos el modelo CROPGRO (Jones et al., 2003), ampliamente calibrado y validado en la región para la simulación del crecimiento y desarrollo de la soja (Rizzo et al., 2021). Además de rendimientos, CROPGRO simula otras variables derivadas como la evapotranspiración real y poten-

cial, y la cantidad del agua en el suelo. CROPGRO requiere otras entradas como la descripción de los suelos, características fenológicas del cultivo y prácticas de manejo agronómico. El suelo es un Argiudol típico (Molfino et al., 2001). Los coeficientes genéticos de la variedad simulada (grupo de madurez VI) requeridos por CROPGRO fueron calibrados por los autores (datos no publicados).

Para cuantificar el impacto de la sequía se realizaron dos simulaciones paralelas (Figura 2). En una primera simulación se evitó el estrés hídrico mediante un riego simulado; el rendimiento resultante se aproxima al rendimiento potencial de la variedad utilizada (Van Ittersum et al., 2013). En una segunda simulación no se utilizó riego, reproduciendo los rendimientos alcanzados con posible estrés hídrico en condiciones de secano. La Figura 3 muestra el espectro de rendimientos potenciales (área azul) y rendimientos limitados por estrés hídrico (área naranja) para las 100 realizaciones simuladas. Las líneas indican las medianas de los rendimientos para cada tipo de simulación. Los rendimientos cuando no hay estrés hídrico son muy estables y altos. En cambio, la presencia de estrés resulta en rendimientos más variables que, en algunos casos, pueden acercarse a los rendimientos potenciales mientras que en otros casos pueden ser bastante más bajos (por ejemplo, si la precipitación ha sido baja). Para cada campaña sintética se calcula la brecha de rendimiento como el cociente entre el rendimiento con estrés hídrico y el rendimiento potencial.

Figura 3 Rendimientos potencial y limitado por agua para el cultivo de soja en La Estanzuela.



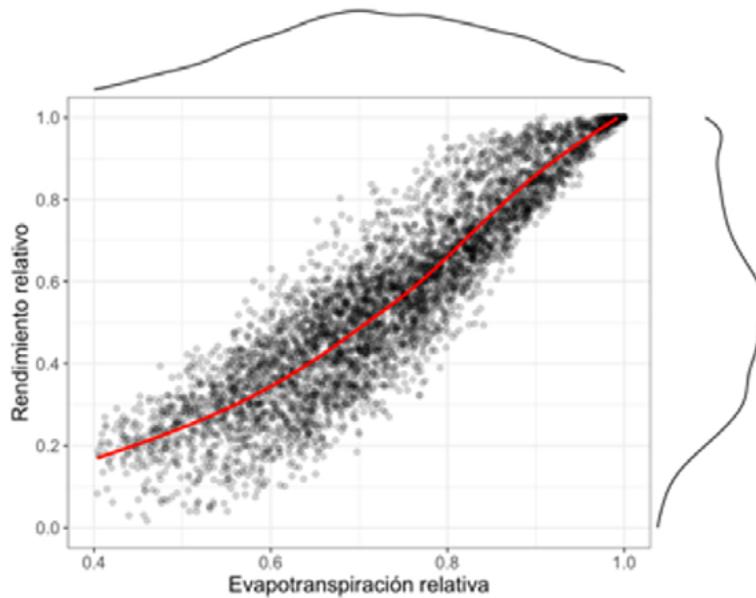
Para cuantificar el estrés hídrico durante cada campaña sintética utilizamos dos indicadores: I) La evapotranspiración relativa - el cociente entre la evapotranspiración real (ETR) y potencial (ETP); y II) El porcentaje de agua útil disponible en la capa del suelo explorada por las raíces del cultivo. Seleccionamos estos indicadores ya que existen diagnósticos similares que son generados regularmente para el Uruguay, como el balance hídrico decádico de INIA, o el Índice de Estrés Evaporativo (Evaporative Drought Index, ESI) que produce NASA (Anderson et al., 2016).

A continuación se construyen curvas de vulnerabilidad (Wu et al., 2021) que reflejan la sensibilidad del cultivo a diferentes intensidades de estrés. Por ejemplo, la Figura 4 muestra la asociación entre la brecha de rendimiento (eje Y) y el estrés hídrico caracterizado mediante la evapotranspiración relativa acumulada durante todo el ciclo del cultivo. Cada punto corresponde a una campaña sintética.

Se ajusta una tendencia mediante la técnica de loess (Cleveland et al., 1988).

La Figura 4 revela una clara asociación entre la intensidad del estrés hídrico y la caída en el rendimiento real con respecto al potencial. Por ejemplo, valores de evapotranspiración relativa próximos a 1 indican poco o nulo estrés hídrico. En estos casos la brecha de rendimiento es pequeña - los rendimientos obtenidos son muy cercanos al potencial. Al revés, valores bajos de evapotranspiración relativa sugieren considerable estrés hídrico; aquí, los rendimientos obtenidos son muy bajos y la brecha de rendimiento es mucho mayor. Otro aspecto que ilustra la Figura es la mayor cobertura del espacio de riesgo de sequía. El uso de series sintéticas multiplica la cantidad de rendimientos simulados (5000) permitiendo así abarcar un mayor número de combinaciones de condiciones de estrés y los rendimientos resultantes.

Figura 4 Curva de vulnerabilidad considerando la totalidad del ciclo.



Con las curvas de vulnerabilidad es posible estimar el valor del indicador de estrés hídrico asociado al rendimiento de indiferencia (por debajo de cual no se cubren los costos). De esta forma, es posible estimar cuán frecuentemente ocurren condiciones de estrés que originan pérdidas económicas. Por ejemplo, asumimos un rendimiento de indiferencia de 2000 kg ha⁻¹. El rendimiento relativo correspondiente a este valor es 0.33 y surge de dividir el rendimiento de indiferencia por la media

del rendimiento potencial simulado (6000 kg ha⁻¹). Este umbral de pérdidas económicas se supera, en promedio, en 8 de cada 10 años. El mismo tipo de análisis puede realizarse con el otro indicador de estrés hídrico - el porcentaje de agua útil en la zona explorada por raíces. Ambos indicadores pueden ser calculados para el ciclo completo del cultivo o por etapas fenológicas puntuales que representen períodos críticos para la determinación del rendimiento.

Bibliografía

- Anderson, M. C., Zolin, C. A., Sentelhas, P. C., Hain, C. R., Semmens, K., Tugrul Yilmaz, M., Gao, F., Otkin, J. A., y Tetrault, R. (2016). The Evaporative Stress Index as an indicator of agricultural drought in Brazil: An assessment based on crop yield impacts. *Remote Sensing of Environment*, 174, 82-99.
- Bristow, K. L., y Campbell, G. S. (1984). On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*, 31(2), 159-166.
- Cleveland, W. S., y Devlin, S. J. (1988). Locally weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting. *Journal of the American Statistical Association*, 83(403), 596-610.
- Cruz, G., Gravina, V., Baethgen, W. E., y Taddei, R. (2021). A typology of climate information users for adaptation to agricultural droughts in Uruguay. *Climate Services*, 22, 100214.
- DIEA. (2011). Censo general agropecuario. In: DIEA - MGAP.
- DIEA. (2020). Encuesta Agrícola "Invierno 2020". In: DIEA - MGAP.
- DIEA. (2021). Encuesta Agrícola "Invierno 2021". In: DIEA - MGAP.
- Jones, J. W., Hoogenboom, G., Porter, C. H., Boote, K. J., Batchelor, W. D., Hunt, L., Wilkens, P. W., Singh, U., Gijsman, A. J., y Ritchie, J. T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, 18(3-4), 235-265.
- Molfino, J., y Califra, A. (2001). Agua disponible de las tierras del Uruguay. *Segunda aproximación. División Suelos y Aguas. Dirección General de Recursos Naturales Renovables Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca*.
- Rizzo, G., Monzon, J. P., y Ernst, O. (2021). Cropping system-imposed yield gap: Proof of concept on soybean cropping systems in Uruguay. *Field Crops Research*, 260, 107944.
- Van Ittersum, M. K., Cassman, K. G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., y Hochman, Z. (2013). Yield gap analysis with local to global relevance—a review. *Field Crops Research*, 143, 4-17.
- Verdin, A., Rajagopalan, B., Kleiber, W., y Katz, R. W. (2015). Coupled stochastic weather generation using spatial and generalized linear models. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 29(2), 347-356. doi:10.1007/s00477-014-0911-6
- Wood, S. N. (2017). *Generalized additive models: an introduction with R*: Chapman and Hall/CRC.
- Wu, Y., Guo, H., Zhang, A., y Wang, J. a. (2021). Establishment and characteristics analysis of a crop–drought vulnerability curve: a case study of European winter wheat. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(4), 1209-1228.



Campo de soja en América del Sur.

Fuente: Foto tomada por Claus Isenberg.

Variabilidad, tendencia y eventos extremos en los rendimientos agrícolas a nivel partido en la provincia de Buenos Aires

Silvina Cabrini^{1,8}; Francisco Fillat¹; Natalia Gattinoni²; Danila Ibern³; Magdalena Marino⁴; Rubén Alvarez⁵; Guillermo Martín⁵; Cecilia Paolilli¹; Hernán Urcola⁶; Daniel Iurman⁷

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Clima y Agua

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AEE San Pedro

⁴ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Brandsen

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Trenque Lauquen

⁶ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Balcarce

⁷ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Ing. Ascasubi

⁸ Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

cabrini.silvina@inta.gob.ar

Resumen

Este trabajo se propone generar información para ser utilizada posteriormente en la medición de pérdidas económicas de eventos extremos a nivel departamental en la provincia de Buenos Aires. Se analizan las series de rendimientos de los principales cultivos: maíz, trigo y soja, en el período 2001-2021. Se estiman las tendencias, valores esperados y valores extremos para cada cultivo y cada partido. La ocurrencia de valores extremadamente bajos de rendimientos a nivel departamental en los

tres cultivos se registró en años caracterizados por ser segundos años consecutivos de Niña. Adicionalmente, en el caso de trigo hubo rendimientos extremadamente bajos en una campaña con condiciones climáticas predisponentes para el desarrollo de fusarium.

Palabras Clave: Variabilidad climática, ENSO, productividad, tendencia.

Introducción

La región Pampeana argentina es una de las principales regiones agrícolas del mundo, con una participación clave en el mercado mundial de cereales y oleaginosas. Las fluctuaciones en la productividad de estos cultivos pueden tener impactos importantes en el bienestar de la población mundial. Si bien existen diferentes tipos

de riesgos en la agricultura (Komarek et al., 2020), la variabilidad climática es el principal determinante de las fluctuaciones en los resultados productivos y económicos de esta actividad (Penalba et al., 2007; Thomasz et al., 2016; Heinzenknecht et al., 2018). Por lo tanto, la caracterización de la variabilidad climática y los efectos sobre la producción

agropecuaria son de especial interés.

El fenómeno conocido como ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) tiene importantes impactos en la agricultura mundial. ENSO se refiere a la variación de las temperaturas de la superficie del mar en la mitad oriental del Océano Pacífico tropical. Las temperaturas de la superficie del mar son capaces de influir en el clima durante largos períodos y están asociadas con sequías e inundaciones en diferentes regiones. En la región Pampeana se asocia a la fase La Niña de este fenómeno a la ocurrencia de niveles de precipitaciones menores a los promedios y a la fase El Niño a niveles mayores. Información sobre el ENSO ha sido utilizada para predecir y explicar situaciones de sequías e inundaciones en la región Pampeana.

La metodología de la FAO para la evaluación económica de los impactos de eventos climáticos distingue entre daños y pérdidas (Conforti et

al., 2020). Daños son los costos de reparación y reposición de los activos involucrados en la producción agrícola (p.ej. cultivos perennes). Las pérdidas incluyen los cambios en los flujos económicos, que dependen de las diferencias entre las expectativas y el valor real de la producción obtenida y los costos incurridos.

Este trabajo se propone generar información para ser utilizada posteriormente en la medición de pérdidas económicas de eventos extremos a nivel departamental en la provincia de Buenos Aires. Se analizan las series de rendimientos de los principales cultivos: maíz, trigo y soja, en el período 2001-2021. Se estiman las tendencias, valores esperados y valores extremos para cada cultivo y cada partido. La ocurrencia de valores extremos se relaciona a las fases del fenómeno ENSO registradas para cada campaña.

Datos y métodos

Los datos utilizados en este estudio son los valores departamentales de rendimientos por unidad de superficie de la base de datos de Estimaciones Agrícolas del MAGyP para trigo total, maíz y soja total <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>.

Con estas series de rendimientos se consideran tres modelos alternativos:

$$\text{Modelo sin tendencia:} \quad R_{ijt} = \alpha_{ij} + \varepsilon_{ijt} \quad [1]$$

$$\text{Modelo con tendencia lineal simple:} \quad R_{ijt} = \alpha_{ij} + \beta_{ij} t + \varepsilon_{ijt} \quad [2]$$

$$\text{Modelo con cambio de tendencia:} \quad R_{ijt} = \alpha_{ij} + \beta_{1ij} t + \beta_{2ij} (t - t^*)_+ + \varepsilon_{ijt} \quad [3]$$

Donde:

R_{ijt} es el rendimiento del cultivo i , en el partido j , en la campaña t

i es el set de actividades agrícolas. Se consideran trigo, maíz y soja.

j es el set de partidos

t es el set de campañas consideradas: 2000/2001-2020/2021 (trigo) - 2000/2001-2020/2021 (soja, maíz),

t^* es el punto de cambio de tendencia (Fong et al., 2020)

$(t - t^*)_+ = t - t^*$ if $t > t^*$ and 0 otherwise

Para el cálculo de los desvíos estandarizados se eligió el modelo que mejor describe cada serie de rendimientos por partido y cultivo: i) si la tendencia no es significativa se utiliza el modelo [1], ii) si la

tendencia es significativa y el cambio de tendencia no lo es se utiliza el modelo [2], si el cambio de tendencia es significativo se utiliza el modelo [3].

Luego se realiza el conteo de partidos con valores extremos de rendimientos en cada campaña. Los eventos se identifican de acuerdo a la cantidad de desvíos estandarizados con respecto al valor estimado, según el siguiente criterio:

- Extremadamente alto >2
- Muy alto >1.5 & <2
- Muy bajo <-1.5 & >-2
- Extremadamente bajo <-2

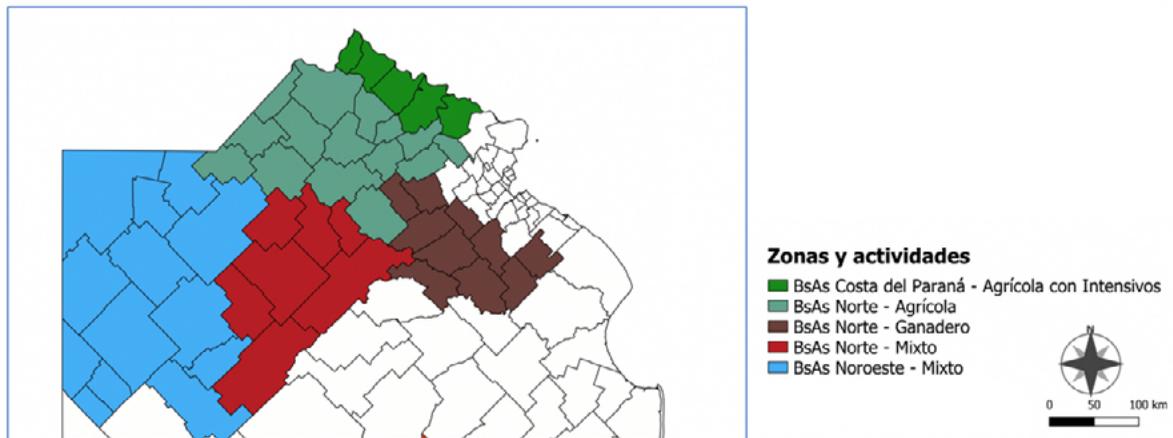
Finalmente, se relaciona la cantidad de partidos con eventos extremos por campaña con la fase del fenómeno ENSO reportada para cada campaña.

Resultados preliminares

Se presentan resultados preliminares para 48 partidos que abarcan la zona Norte de la Provincia de Bs.As. Los partidos se agrupan en 5 regiones (Figura 1):

- a. Bs.As. Costa del Paraná - Agrícola con Intensivos (5): Baradero, Ramallo, San Nicolás, San Pedro, Zárate.
- b. Bs.As. Norte - Agrícola (15): Arrecifes, Capitán Sarmiento, Carmen de Areco, Chacabuco, Chivilcoy, Colón, Exaltación de la Cruz, General Arenales, Junín, Leandro N. Alem, Pergamino, Rojas, Salto, San Andrés de Giles, San Antonio de Areco.
- c. Bs.As. Noroeste - Mixto (13): Carlos Tejedor, Daireaux, Florentino Ameghino, General Pinto, General Villegas, Hipólito Yrigoyen, Lincoln, Pehuajó, Pellegrini, Rivadavia, Salliqueló, Trenque Lauquen, Tres Lomas
- d. Bs.As. Norte – Mixto (7): Alberti, Bolívar, Bragado, Carlos Casares, General Viamonte, 9 De Julio y 25 de Mayo.
- e. Bs.As. Norte - Ganadero (8): Suipacha, Mercedes, Navarro, General Las Heras, Lobos, Cañuelas, Roque Pérez, Monte.

Figura 1. Zona de estudio, partidos del Norte de la Provincia de Buenos Aires.



Los aumentos de rendimiento durante el período analizado son significativos en el 90% de los partidos en el caso de trigo y en aproximadamente la mitad de los partidos para los cultivos de verano (Tabla 1). En el caso de trigo se detecta un cambio (disminución) de tendencia en la mitad de los partidos analizados, este cambio se produce entre 2006 y 2009 según el partido.

En el caso de maíz y soja las tendencias estadísticamente significativas en el rendimiento se observaron con mayor frecuencia en los partidos de las regiones con mayor aptitud agrícola (grupos a y b).

En trigo los valores extremadamente bajos y muy bajos se producen en una alta proporción de los partidos en las cosechas 2009 y 2013 (Figura 2). La campaña 2008/2009 corresponde a un año Niña, que es un segundo evento Niña consecutivo (Tabla 2). La campaña 2012/2013 corresponde a un año Neutro, la incidencia de fusarium que tuvo fuertes

impactos negativos en los rendimientos (González, Fernanda, 2020, com pers).

En trigo, la mayor frecuencia de partidos con valores extremadamente altos de rendimientos se da en la cosecha 2010, en esta campaña la situación fue de Niño moderado.

En los cultivos de verano los valores extremos negativos ocurrieron en la cosecha 2009, y en un número reducido de partidos en la cosecha 2018. En ambos casos las campañas se caracterizaron por un segundo evento Niña consecutivo (Figuras 3 y 4, Tabla 2).

Los valores extremadamente altos de rendimientos fueron menos frecuentes, aparecen en las cosechas 2015 y 2019 en soja y 2004, 2007 y 2019 en maíz. La cosecha 2004 corresponde a un año Neutro, en las otras tres campañas fueron de Niño débil.

Tabla 1. Resultados de los modelos de tendencias de las series de rendimientos 2001-2021 para 48 partidos del Norte de Buenos Aires.

Trigo	a. Costa del Paraná	b. Norte agrícola	c. Noroete mixto	d. Norte mixto	e. Norte ganadera	Total Buenos Aires - Norte
Partidos del territorio	5	15	13	7	8	48
Partidos con tendencia significativa	5	15	13	6	4	43
Partidos con cambio de tendencia significativa	5	15	4	1	0	25
Tendencia promedio (kg año-1)	--	--	60	79	82	74
Tendencia promedio 1er período (kg año-1)	312	285	276	396	--	317
Tendencia promedio 2do período (kg año-1)	44	-3	34	-33	--	11
Punto promedio de cambio de tendencia	2006/07	2008/09	2008/09	2005/06	--	
Rendimiento estimado 2021 (kg año-1)	4218	4221	3882	4208	3851	4076
Maiz	a. Costa del Paraná	b. Norte agrícola	c. Noroete mixto	d. Norte mixto	e. Norte ganadera	Total Buenos Aires - Norte
Partidos del territorio	5	15	13	7	8	48
Partidos con tendencia significativa	5	11	4	2	0	22
Partidos con cambio de tendencia significativa	0	0	0	0	0	0
Tendencia promedio (kg año-1)	132	88	127	97	--	111
Tendencia promedio 1er período (kg año-1)	--	--	--	--	--	
Tendencia promedio 2do período (kg año-1)	--	--	--	--	--	
Punto promedio de cambio de tendencia	--	--	--	--	--	
Rendimiento estimado 2021 (kg año-1)	9113	9355	7797	8134	7112	8302

Soja	a. Costa del Paraná	b. Norte agrícola	c. Noroeste mixto	d. Norte mixto	e. Norte ganadera	Total Buenos Aires - Norte
Partidos del territorio	5	15	13	7	8	48
Partidos con tendencia significativa	5	12	7	2	0	26
Partidos con cambio de tendencia significativa	0	0	0	0	0	0
Tendencia promedio (kg año-1)	46	55	51	49	--	50
Tendencia promedio 1er período (kg año-1)	--	--	--	--	--	
Tendencia promedio 2do período (kg año-1)	--	--	--	--	--	
Punto promedio de cambio de tendencia	--	--	--	--	--	
Rendimiento estimado 2021 (kg año-1)	3706	3851	2980	3076	2771	3277

Figura 2. Cantidad de partidos de la Provincia de Buenos Aires con valores extremos de rendimientos de trigo.

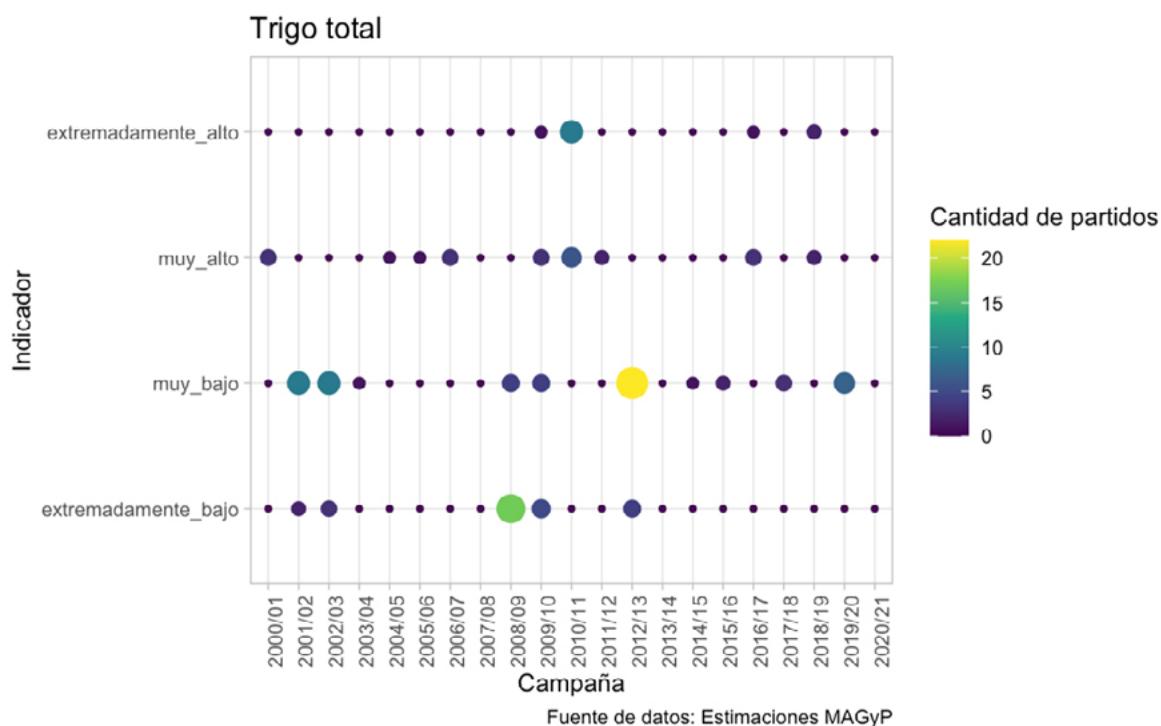


Figura 3. Cantidad de partidos de la Provincia de Buenos Aires con valores extremos de rendimientos de maíz.

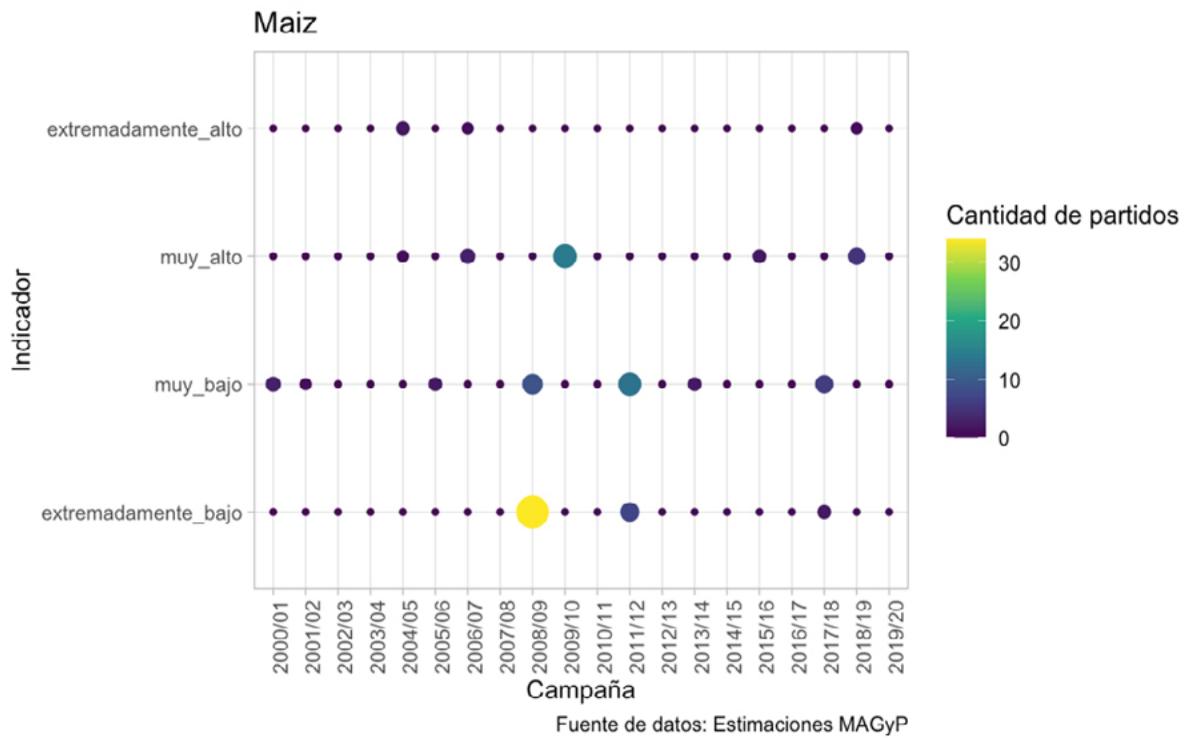


Figura 4. Cantidad de partidos de la Provincia de Buenos Aires con valores extremos de rendimientos de soja.

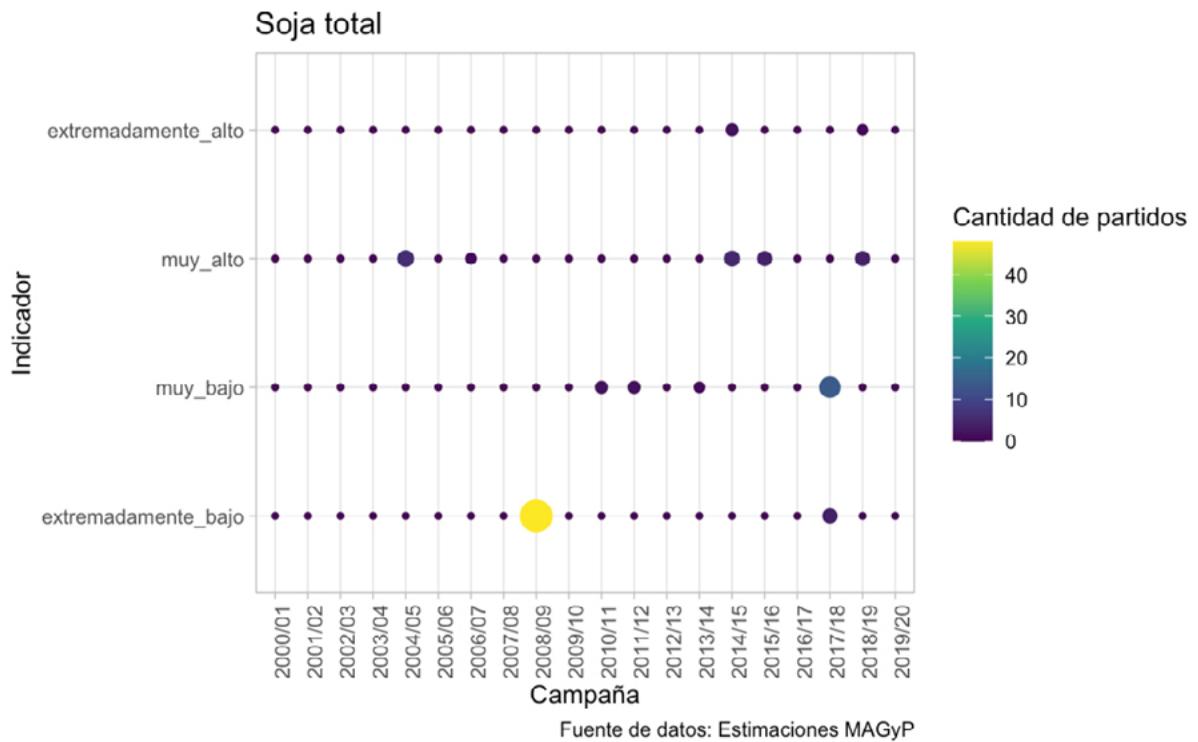


Tabla 2. Cantidad de partidos con valores extremos de rendimientos según fase del fenómeno ENSO – 48 partidos del Norte de la provincia de Buenos Aires, campaña 2000/2001–2020/2021

Campaña	Evento	TRIGO				SOJA				MAIZ				
		extremadamente bajo	muy bajo	muy alto	extremadamente alto	extremadamente bajo	muy bajo	muy alto	extremadamente alto	extremadamente bajo	muy bajo	muy alto	extremadamente alto	
2011/12	Niña.moderada	2da Niña consecutiva	0	0	2	0	7	13	0	0	0	2	0	0
2007/08	Niña.fuerte		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2010/11	Niña.fuerte		0	0	6	9	0	0	0	0	2	0	0	
2020/21	Niña.moderada		0	0	0	0								
2008/09	Niña.debil	2da Niña consecutiva	17	4	0	0	34	9	0	0	48	0	0	
2017/18	Niña.debil	2da Niña consecutiva	0	3	0	0	2	6	0	0	4	14	0	
2000/01	Niña.debil		0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	
2005/06	Niña.debil		0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	
2016/17	Niña.debil		0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	
2001/02	neutro		2	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
2003/04	neutro		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2012/13	neutro		4	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2013/14	neutro		0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	
2019/20	neutro		0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2004/05	Niño. debil		0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	6	
2006/07	Niño. debil		0	0	3	0	0	0	3	1	0	0	1	
2014/15	Niño. debil		0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2	
2018/19	Niño. debil		0	0	2	2	0	0	5	1	0	0	4	
2002/03	Niño.moderado		3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2009/10	Niño.moderado		5	4	3	1	0	0	14	0	0	0	0	
2015/16	Niño.muy fuerte	2do Niño consecutivo	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	4	

Bibliografía

- Conforti, P., Markova, G., & Tochkov, D. (2020). FAO's methodology for damage and loss assessment in agriculture. *FAO Statistics Working Paper* 19-17. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca6990en>.
- Fong, 2020. Using the R package chngpt. <https://cran.r-project.org/web/packages/chngpt/vignettes/chngpt-vignette.pdf>.
- Heinzenknecht, G., Basualdo A., & Boragno, S. (2018) Mapas de Riesgo de Déficit y Excesos Hídricos en los Cultivos Según Escenarios de Cambio Climático. Proyecto Adaptación y Resiliencia de la Agricultura Familiar del Noreste de la Argentina ante el Impacto del Cambio Climático y su Variabilidad.
- Komarek, A. M., De Pinto, A., & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178, 102738. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102738>.
- Penalba, O.C., Bettolli, M.L. & Vargas, W.M. (2007) The Impact of Climate Variability on Soybean Yields in Argentina. Multivariate regression". *Meteorological Applications* 14(1):3 – 14.
- Thomasz, E. O., Casparri, M. T., Vilker, A. S., Rondinone, G., & Fusco, M. (2015). Medición Económica De Eventos Climáticos Extremos En El Sector Agrícola: El Caso De La Soja En Argentina. *Revista de Investigación En Modelos Financieros*, 4(2), 30–57. <https://doi.org/2250-6861>.



Cultivo de trigo, norte de la provincia de Buenos Aires.

Fuente: Foto tomada por Silvina Cabrini, INTA EEA Pergamino.



BLOQUE 4

Medio ambiente y riesgo agropecuario

EU carbon border adjustments as a transition risk to Argentina's export-oriented agriculture sector: A partial-equilibrium analysis

Mats Marquardt; Sofia Gonzales-Zuñiga; Frauke Röser

NewClimate Institute

m.marquardt@newclimate.org

Abstract

Countries with progressive carbon-pricing schemes proactively consider introducing carbon border adjustments to counter carbon leakage and ensure a level-playing field for domestic emission-intensive and trade-exposed (EITE) industries. As Argentina is a major exporter of emission-intensive agriculture commodities, the introduction of an EU carbon border adjustment (CBAM) could pose a serious economic transition risk to the country. We propose a reduced-form partial equilibrium model and apply input-output analysis to quantitatively estimate the economic impact on Argentina that would result from the introduction of an EU CBAM covering agriculture imports. At the moment, the modelling

approach is limited to explicitly represent trade relationships between four countries; the modelling strategy will be extended to feature a richer analysis over the course of the ongoing research project. Preliminary findings show that the EU CBAM can be disruptive for global agriculture commodity markets and may adversely affect Argentine export revenues, also for commodities where the EU is not among Argentina's main trade partners. We conclude that low emission agriculture production systems can be a source of competitive advantage in increasingly carbon-constrained markets.

Keywords: Carbon border adjustment, carbon tariff, partial equilibrium.

Resumen

Los países con sistemas progresivos de fijación de precios del carbono se plantean de forma proactiva la introducción de ajustes al carbono en frontera, para contrarrestar las fugas de carbono y garantizar la igualdad de condiciones para las industrias nacionales con altas emisiones y expuestas al comercio internacional. Dado que Argentina es un importante exportador de productos agrícolas intensivos en emisiones, la introducción de un impuesto al carbono en frontera (ICF) por parte de

la Unión Europea podría suponer un grave riesgo de transición económica para el país. Proponemos un modelo de equilibrio parcial simplificado y aplicamos el análisis "input-output" para estimar cuantitativamente el impacto económico que resultaría de la introducción de un ICF de la Unión Europea que grabara las importaciones agrícolas argentinas. Por el momento, el enfoque de la modelización se limita a representar las relaciones comerciales entre cuatro países, con miras a

This working paper is part of the Ambition to Action Phase II project funded by the International Climate Initiative (IKI) of the German Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

ampliarlo a lo largo del proyecto de investigación en curso. Los resultados preliminares muestran que un ICF de la Unión Europea impactaría los mercados globales de productos agrícolas y puede afectar negativamente a los ingresos de las exportaciones argentinas, incluso para los productos básicos en los que la Unión Europea no se encuentra entre

Introduction

Several countries have started introducing carbon pricing schemes, such as in the form of carbon taxes or cap and trade systems of emission certificates (Pérez & Rhode, 2020). Carbon pricing schemes intend to internalize the social cost of unaccounted carbon emissions from economic activities. The internalization of the cost of negative externalities, however, can drive carbon leakage, i.e. the transfer of emission intensive activities to countries with weaker climate policies. This particularly applies to emission-intensive and trade exposed (EITE) industries whose competitiveness on the world market is adversely affected by higher production costs.

Some countries and economic unions, notably the European Union (EU), are considering introducing carbon border adjustment taxes or related mechanisms to prevent the leakage of carbon emissions to countries without comparable carbon pricing schemes. Essentially, such mechanisms impose an equivalent tax on imported goods or services to level the playing field for domestic and foreign producers (Nedumpara & Pradeep, 2021).

The EU has passed an initial resolution to support the introduction of a WTO-compatible carbon border adjustment mechanism (CBAM) in March 2021 (European Parliament, 2021), and has started to propose specific CBAM design elements (such as mechanisms, coverage, etc.). The EU CBAM, if adopted, will initially not cover agricultural imports, as neither the EU's emission trading system (EU

los principales socios comerciales de Argentina. Llegamos a la conclusión de que los sistemas de producción agrícola de bajas emisiones podrían ser una ventaja competitiva en mercados con crecientes restricciones a las emisiones de carbono.

ETS) currently covers emissions from the agriculture sector. However, some EU member countries are proactively pushing for an inclusion of agricultural imports in the CBAM, given the sector's carbon leakage risk (Appunn, 2021).

The introduction of the CBAM can affect trade flows between the EU and exporting third countries. For countries such as Argentina, that are characterized by a large export-oriented agriculture sector which contributes significantly to GDP, CBAM-induced trade diversion can result in deteriorating terms of trade (the ratio of export prices to import prices) (Weko, S., Eicke, L., Marian, A., & Apergi, M., 2020). By virtue of how carbon border adjustment works, economic risks are particularly high for countries producing goods that are comparatively emission intensive and for which there is strong international competition.

This study represents an explorative ex-ante analysis of the possible economic impacts and trade risks Argentina may face in an increasingly emission-constrained market. The Paris Agreement and countries' long-term climate goals require a transformation of value chains that is consistent with the imperative of stabilizing global warming at 1.5°C. In this context, we evaluate the potential impact of the introduction of the CBAM assuming full coverage of agriculture imports, on Argentine export revenue and GDP for selected commodities.

Literature review

The general design of carbon border adjustments, specifically with respect to their compatibility with the World Trade Organization's (WTO) General Agreement on Tariffs and Trade (GATT), has received much attention recently¹. Quantitative research on the economic impact of carbon border adjustment mechanisms is generally more limited or lacks granularity with respect to how specific economies or traded goods are impacted.

The World Bank (2021) estimated first-order impacts of the CBAM for cement, steel, and aluminium imports from selected countries. The first-order economic impact represents the carbon cost ("carbon bill") to exporters facing the carbon tariff, assuming unchanged trade flows. First-order effects do not capture how changes in the price for emis-

sion-intensive imported goods divert trade, and as such provide no understanding of changes to trade flows between country pairs. For more comprehensive analysis of market dynamics, general equilibrium modelling (CGE) is commonly applied, which allows estimating the economic and environmental impacts of carbon border adjustments more comprehensively². These models have the advantage of determining prices and quantities simultaneously in multiple interconnected markets, but tend to lack detailed representation of underlying dynamics. Quantitative analyses on the economic impact of the CBAM for the agriculture sector and specific commodities is generally sparse, and non-existent for the case of Argentina

¹ See for example Falcao (2021); Kolev et al. (2021); Nedumpara & Pradeep (2021)

² See Bellora & Fontagn (2021) for an overview

Methodology

Note: The herein presented methodology represents a simplified, reduced-form approach, limited to the analysis of four countries. The methodology, however, is scalable and will be adjusted to explicitly model trade flows between a larger number of country pairs over the course of the project.

The methodology applied in this study combines partial equilibrium (PE) modelling of trade dynamics and input-output analysis for the estimation of domestic economic impacts. It goes beyond a simple first-order effects approach in that it explicitly models price adjustments and changes in trade flows resulting from the introduction of the CBAM. The approach, however, excludes cross-sectorial interactions with other industries, but as such retains minimal data requirements and the ability to conduct analyses at a disaggregated (commodity) level.

The PE model estimates how changes to bilateral

tariffs, such as those imposed via the CBAM, affect trade flows and trade revenues between modelled countries. We adopt Francois & Hall (2002)'s global simulation model (GSIM), a multi-country global market PE representation of product-level trade, assuming national product differentiation (i.e. imports from different origins are imperfect substitutes). Inputs to the model comprise an initial bilateral trade matrix at world prices and an initial bilateral tariff matrix in ad valorem form, as well as exogenously defined elasticities of substitution, import demand elasticities, and export supply elasticities.

We model the introduction of the CBAM by exoge-

nously defining a tariff increase for imported agriculture commodities into the EU. The size of the tariff increase is determined as a function of (country-specific) commodity emission intensities, international transport emissions, and the carbon price applied in the CBAM. We model the carbon price, given that it is not known, as a variable range with values of between USD 0-100/tonne. The model solves by imposing market clearing (changing prices so that there is no excess supply or demand on the world market) to determine equilibrium quantities imported and exported for a given commodity and for each country pair.

We further evaluate the impact of the CBAM-induced forgone revenue on the Argentine economy by means of input-output analysis. Using the OECD

input-output table for Argentina (OECD, 2019), we analyse the direct and indirect economic impact of demand shocks (reduced demand for Argentine exports). In this way, we estimate the impact of the CBAM on the Argentine GDP.

We model trade flows between Argentina, China, the EU, and the rest of the world (ROW) in aggregated terms (reduced form). The model is applied on the commodity level, drawing on harmonized system product level trade and tariff data from the UN Comtrade (2017) and TRAINS (2015) databases, respectively. The evaluation includes several of Argentina's key export-oriented agriculture commodities, such as bovine meat, soybeans, wheat, maize, as well as milk and cream.

Preliminary results

Note: Results presented herein must be understood as preliminary, given ongoing efforts to extend the methodology described above.

The introduction of the CBAM results in higher import tariffs for all countries exporting to the EU. Argentina incurs revenue losses from forgone trade for all commodities modelled. Economic impacts are significant for bovine meat, maize and soybeans, but smaller for wheat and milk and cream. The analysis finds that a carbon price of USD 55 (USD 100) results in the Argentine GDP to drop by 0.15% (0.25%) per year, driven by a 3% (5%) reduction in its per year trade revenues generated from the five commodities.

These estimates do not capture the full potential economic impact of the CBAM, given that the share of export flows modelled in this study represents just about 40% of the total Argentine agriculture export revenue in 2019. Further, the economic impact estimated is especially significant when taking into

account that the EU is not a major trade partner of Argentina for the commodities modelled with the exception of bovine meat.

Forgone export revenues exceed the absolute ARG-EU trade value for most commodities. In other words, the introduction of the CBAM reduces Argentina's export revenues from a given commodity by more than the total value of ARG-EU exports. These over proportional losses of export revenue are likely the result of commodity oversupply on the world market (as EU demand decreases) and resulting lower price levels and trade diversion. This is, however, not the case for meat of bovine animals, where foregone revenue from Argentina's exports to the EU are partly offset by increased exports to China.

Discussion / Conclusion

The modelling strategy and the preliminary results offer indicative insights on how the CBAM could affect Argentine trade revenues, should it be introduced with coverage of agriculture commodity imports. However, without clarity on the design elements of a potential CBAM, its coverage both with respect to sectors and trading partners, and the future carbon price, the results of the study represent only one of many possible impact scenarios.

Nevertheless, this study highlights the transition

risks faced by exporters of emission-intensive commodities in increasingly emission-constrained markets. It follows that in emission-constrained markets low-emission production systems can represent a competitive advantage. As such, Argentina can strengthen its position as a key exporter of agriculture commodities on world markets by exploring and implementing mitigation options that help reduce the sector's emission intensity.

References

- Appunn. (2021). German agriculture ministry wants EU carbon border tax for farming imports. *Clean Energy Wire*. <https://www.cleanenergywire.org/news/german-agriculture-ministry-wants-eu-carbon-border-tax-farming-imports>
- Bellora, C., & Fontagn, L. (2021). EU Carbon Border Adjustment with the US Rejoining Paris: A Bit of a Game Changer. 01, 75049. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/10617.pdf>
- European Parliament. (2021). A WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism. 1–12. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0071_EN.pdf
- Falcao, T. (2021). Ensuring an EU Carbon Tax Complies With WTO Rules. *Tax Notes International 101*(1). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3827532
- Francois, J., & Hall, H. K. (2002). Global Simulation Analysis of Industry-Level Trade Policy: the GSIM model. *IIDE Discussion Papers*, October. <https://ideas.repec.org/p/lnz/wpaper/20090803.html>
- Kolev, G., Kube, R., Schaefer, T., & Stolle, L. (2021). Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): Motivation, Ausgestaltung und wirtschaftliche Implikationen eines CO₂-Grenzausgleichs in der EU. *Econstor*. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/232541/1/1752628462.pdf>
- Nedumpara, J. J., & Pradeep, S. (2021). Implementing carbon tax: from rhetoric to reality. *Indian Journal of International Law*, 59(1–4), 139–171. <https://doi.org/10.1007/s40901-020-00122-z>
- OECD. (2019). Input-Output Tables. <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IOTS>
- Pérez, M. H., & Rhode, C. (2020). Carbon pricing: International comparison. *CESifo DICE Report*, 18(1), 49–58. <https://www.ifo.de/DocDL/ifo-dice-2020-1-Rhode-Hofbauer-Perez-Carbon-Pricing-International-Comparison-spring.pdf>
- UN Comtrade. (2017). *UN Comtrade Database*. <https://comtrade.un.org/>
- UNCTAD. (2015). *TRAINS* - Global database on non-tariff measures. <https://trains.unctad.org/>
- Weko, S., Eicke, L., Marian, A., & Apergi, M. (2020). The Global Impacts of an EU Carbon Border Adjustment Mechanism. In *IASS Policy Brief* (Vol. 6, Issue November, pp. 1–16). <https://doi.org/10.2312/iass.2020.055>



Exportaciones Argentinas.

Fuente: Imagen tomada por el equipo de Gerencia de Comunicación de INTA.

Análisis exploratorio de la percepción de riesgos del sector agroexportador argentino frente a cambios en las regulaciones ambientales y en las preferencias de los consumidores

Laura Gastaldi¹; Ignacio Pace Guerrero²; Ignacio Amaro²; Silvina Cabrini³

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Rafaela

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIEP

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino

gastaldi.laura@inta.gob.ar

Resumen

A partir de una encuesta online respondida por 16 empresas agroexportadoras argentinas, se explora la percepción del riesgo de ocurrencia e impacto de diferentes escenarios basados en un aumento de las regulaciones ambientales en el comercio internacional y cambios en las preferencias de los consumidores. En términos generales, la Unión Europea se percibe como el destino de exportación

en donde se podrían registrar los mayores cambios en materia comercial y de demanda. En algunos escenarios la percepción del impacto en los volúmenes y precios de exportación tendió a negativo.

Palabras clave: Sustentabilidad ambiental, GEI, tarifas comerciales.

Introducción

Los nuevos estándares ambientales y sanitarios en el comercio internacional de productos agropecuarios y agroindustriales, tienen una creciente influencia en las relaciones comerciales internacionales. Estas representan oportunidades y a la vez amenazas para los países y empresas exportadoras. Pueden restringir el acceso a mercados, incrementar los costos, etc. Sin embargo, constituyen también una fuente potencial de ingresos adicionales.

La tendencia al incremento de nuevas regulaciones comerciales asociadas a características ambientales, sanitarias, etc. imponen un nuevo contexto de acción a los exportadores que enfrentan una fuente adicional de riesgo. No está claro cómo estos cambios en las políticas comerciales impactan sobre las economías en desarrollo. Existen mode-

los que intentan medir los cambios en los flujos comerciales como consecuencia de la aplicación de determinadas regulaciones, como por ejemplo el desarrollado por New Climate Institute.

La producción agroindustrial argentina posiciona al país dentro de los principales exportadores de estos productos, donde se destacan los complejos sojero (25% del valor de las exportaciones en 2019) con principales destinos Unión Europea, Vietnam, China e India; maicero (9%) a Vietnam, Egipto, Medio Oriente; y carne bovina (6%) a China y Unión Europea (INDEC 2019). En este contexto, resulta interesante indagar acerca de las percepciones de los exportadores en relación al incremento de regulaciones de origen ambiental y sanitarias en los mercados de destino. Algunos trabajos

han analizado las percepciones que tienen los exportadores en determinados sectores. Entre ellos se destacan Mauro Silva Ruiz, et al. (2012) que analiza el caso de los exportadores de cuero y calzado en Brasil; Engler, et al. (2012) analizan el caso de frutas frescas en Chile; Kim y Galperín (2020) estudian los casos de café, té y yerba mate en América Latina.

En este trabajo se analizan las percepciones sobre los riesgos y oportunidades para la competitividad

Metodología

Durante abril y mayo de 2021, se realizó una encuesta online a empresas y/o entidades agroexportadoras de las cadenas agrícola, cárnica y láctea. La primera sección releva datos de las firmas referidos a: **I)** cadena agroindustrial, **II)** volumen de exportación, **III)** principal destino y producto, **IV)** certificaciones y regulaciones exigidas en el principal destino, **V)** política de la empresa en materia de sustentabilidad ambiental (escala likert), y **VI)** apreciación sobre los factores determinantes de la capacidad y el potencial exportador de la empresa.

En la segunda sección se consultó sobre la percepción acerca de la probabilidad de ocurrencia (PO), impacto sobre volumen exportado (IV) y precios de exportación (IP) de 4 escenarios a 10 años:

- E1:** Aumento de los compromisos de Argentina de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- E2:** Aumento de requisitos de tipo ambiental por destino de exportación

de las exportaciones agroindustriales de Argentina frente a la creciente relevancia de los compromisos globales en materia ambiental, a partir de información relevada mediante encuesta a agroexportadores.

E3: Incremento de impuestos de tipo ambiental

E4: Cambios en las preferencias de los consumidores.

En los últimos tres escenarios, los destinos fueron Unión Europea, E.E.U.U., China, Brasil y resto del mundo. En esta sección, se empleó un esquema de respuesta escalada en 5 categorías: muy baja (1) a muy alta (5) para PO y muy negativa (1) a muy positiva (5) para IV e IP.

La muestra fue de 16 respuestas (37,5% agrícola, 25% cárnico, 37,5% lácteo), una corresponde a la Cámara Provincial de exportadores de carne y otra al Programa Argentino de Carbono Neutro. En base al número de empresas habilitadas para exportar, la representatividad de la misma es del 17% (<https://www.cancilleria.gob.ar/es/argentinatradenet/directorio-de-exportadores>).

Resultados

Las firmas agrícolas exportaron, en los últimos 3 años, alrededor del 44% de lo producido; principalmente harina de soja a Vietnam. En el sector cárnico, el promedio exportado fue del 67,5% a China; y en el sector lácteo se exportó una media del 26% de lo producido, en particular leche en polvo a Brasil y Argelia.

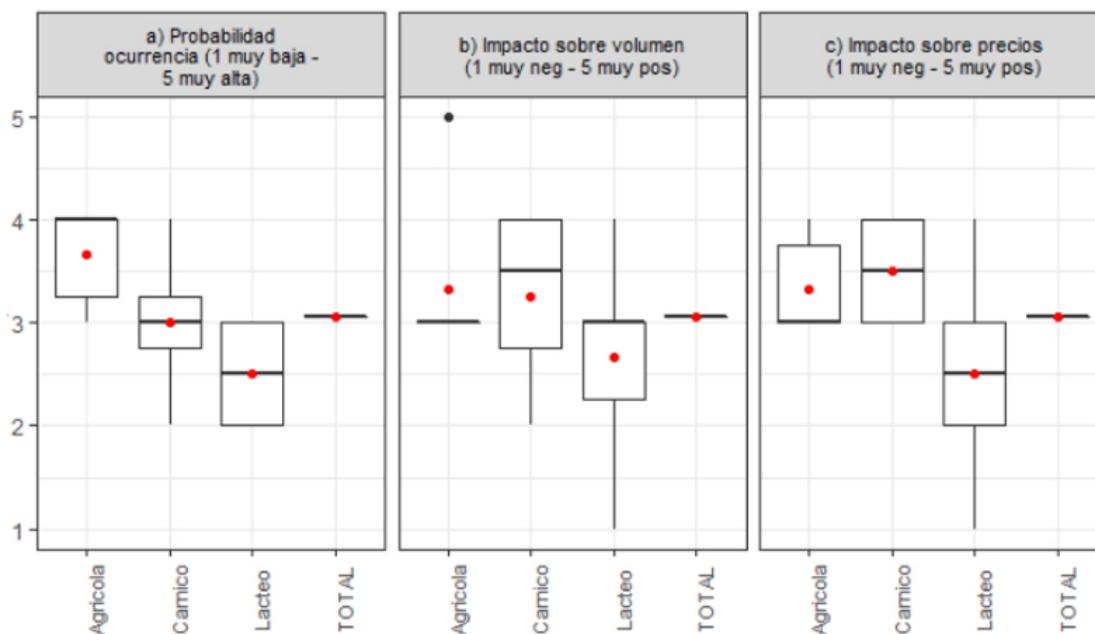
Para ingresar mercadería a los países de destino, las empresas entrevistadas manifestaron presentar diferentes certificaciones de tipo sanitarias y fitosanitarias (87%), certificados de origen (80%), HCCP (53%), buenas prácticas (40%) e ISO (13%).

Los exportadores de productos de origen animal presentaron más certificaciones que sus pares agrícolas, incluso ingresando al mismo destino. En ningún caso se mencionó la exigencia asociada con la huella de carbono del producto.

Pese a que las certificaciones de tipo ambiental aún no fueron exigidas, las empresas están trabajando en temáticas vinculadas con la sustentabilidad ambiental, con una valoración promedio de 4 (trabajan activamente). Por sector, los valores fueron 4,3 - 4 y 3,5 para agrícola, lácteo y cárnico, respectivamente.

A continuación, se presentan los resultados asociados a la percepción del riesgo de ocurrencia e impacto del E1.

Figura 1: Boxplot de la percepción del riesgo de ocurrencia e impacto de un aumento de los compromisos de Argentina de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (E1).

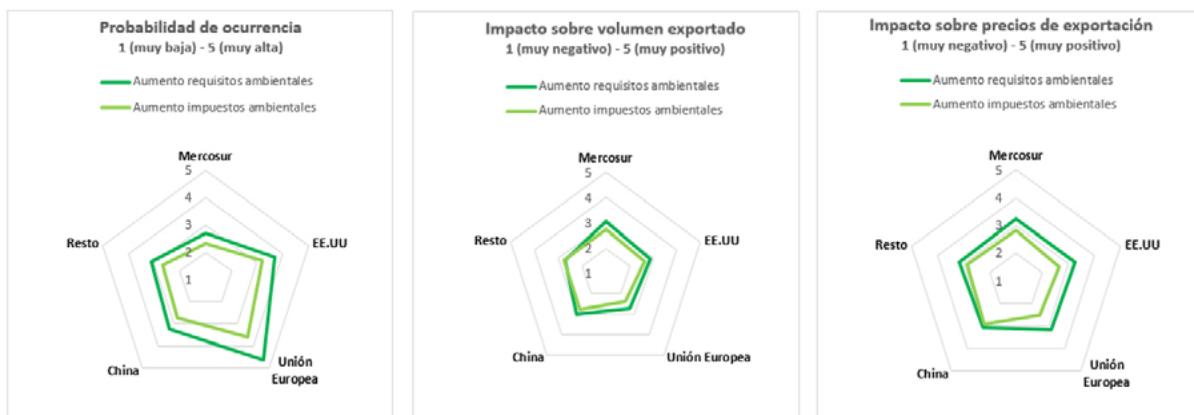


Considerando el total de la muestra, la percepción de este escenario a 10 años para PO resultó media, y neutro para IV e IP. En ningún caso se asignó una probabilidad de ocurrencia muy alta al aumento de las restricciones internas. Estas respuestas indicarían un alto grado de incertidumbre sobre las acciones

del gobierno en la materia. Si la percepción que prevalece es que el país no implementará medidas con impactos importantes en la producción agropecuaria entonces las empresas estarían menos estimuladas a invertir en manejo ambiental, especialmente si se orientan al mercado interno.

En la figura 2 se presentan las percepciones asociadas a los E2 y E3, desagregadas por destino de exportación.

Figura 2: Percepción del riesgo de ocurrencia e impacto de un aumento de requisitos de tipo ambiental (E2) y de impuestos ambientales (E3) por destino.

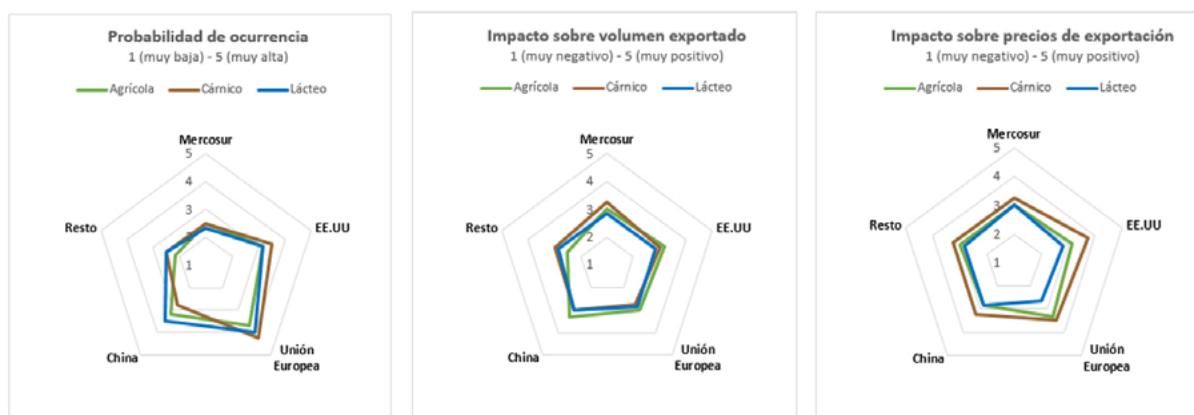


Unión Europea es el destino donde se percibe una mayor PO de cambios en regulaciones ambientales para la importación y Mercosur como el destino en el cual los cambios serían menos probables. Se percibe más probable la ocurrencia de un E2, de

aumento de regulaciones, respecto a un E3, asociado a un incremento de impuestos ambientales. En cuanto al impacto de estos escenarios, los valores promedios en IV fueron 2,90 y 2,65 y en IP de 3,19 y 2,75, para E2 y E3, respectivamente.

El E4 se presenta en la figura 3, discriminando por sector.

Figura 3: Percepción del riesgo de ocurrencia e impacto de cambios en las preferencias de los consumidores por región (E4).



Unión Europea se percibe como la zona en la cual se podrían registrar los mayores cambios en las preferencias de los consumidores, especialmente en productos cárnicos y lácteos. Estos cambios podrían estar asociados con las corrientes alimen-

ticias vegetarianas y veganas, especialmente en regiones de mayor PBI per cápita. La valoración sobre el IV de este escenario fue en promedio de 2,99, mientras que la percepción sobre el IP se diferenció más entre sectores.

Las regulaciones ambientales y/o cambios en las preferencias de los consumidores no son las únicas fuentes de riesgos percibidas por los agroexportadores, quienes consideran que existen otros aspectos que son determinantes de la capacidad y el potencial exportador de Argentina: “la cadena de abastecimiento”, “escala y calidad”, “eficiencia”, “costos internos”, “estabilidad macroeconómica”,

“seguridad jurídica” y “retenciones”, entre las más relevantes. De hecho, los entrevistados consideran mucho más relevante en el potencial agroexportador de Argentina normalizar las cuestiones macroeconómicas y los acuerdos comerciales, que el impacto que puede tener las cuestiones ambientales en las economías desarrolladas.

Consideraciones finales

Los resultados indican que no se vislumbra una política activa de Argentina en materia de reducción de emisiones de GEI, pero se perciben mayores requisitos ambientales en los destinos de exportación, especialmente en Unión Europea. En esta región se presentarían los mayores cambios en las preferencias de los consumidores por productos

de origen animal.

La percepción del impacto en el volumen exportado y los precios fue neutra; sólo en el escenario de un aumento de impuestos ambientales la percepción tendió a ser más negativa.

Bibliografía

Engler A., Nahuelhual L., Cofré, G. y Barrena, J. (2012) “How far from harmonization are sanitary, phytosanitary and quality-related standards? An exporter’s perception approach”. *Food Policy* (2012).

INDEC. (2019). Complejos Exportadores. Informes Técnicos Vol. 4 N° 36.

Kim, M. E. y Galperin, C. (2020). ¿Hijos del rigor? Las exigencias sanitarias y ambientales al comercio y el desempeño de las empresas exportadoras de infusiones de América Latina 1, 9–27.

Silva Ruiz M., De Oliveira e Aguiar A., Cortez P.L., Echevengúá Teixeira, C. and Silveira Graudenz, G. (2012). Technical Barriers to Trade of Leather and Footwear: Impacts and Challenges Posed by International Standards, Regulations and Market Requirements in Brazil. (2012). DOI: 10.5772/50575. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/international-trade-from-economic-and-policy-perspective/technical-barriers-to-trade-of-leather-and-footwear-impacts-and-challenges-posed-by-international-st>.



Puerto de Argentina.

Fuente: Imagen tomada por el equipo de Gerencia de Comunicación de INTA.

Economía circular en CREA: Conceptos para empresas agroindustriales más sostenibles

Ariel Angeli¹; Esteban Barelli²; Gonzalo Berhongaray³; Guillermo Garcia¹

¹ Área de Ambiente, Unidad I+D, CREA

² Área de Economía, Unidad I+D, CREA

³ Área de Lechería, Unidad I+D, CREA

aangeli@crea.org.ar

Resumen

Los sistemas de producción agropecuaria de Argentina enfrentan el desafío de evolucionar hacia modelos sostenibles, lo que implica que todos los actores deberán ser parte de importantes cambios. En este sentido, se empieza a pensar y plantear a los modelos de Economía Circular como un abordaje capaz de promover el desarrollo sostenible de las empresas y del sector agroindustrial del país. En post de indagar y promover el concepto de Economía Circular, y, por ende, la sostenibilidad

en la producción agropecuaria, en el Movimiento CREA se plantea un proyecto de Economía Circular con el fin de instalar el concepto y analizar sus potencialidades, tales como su relación con la gestión integral del riesgo agropecuario como así también el valor agregado generado, los beneficios y oportunidades no económicas que surjan.

Palabras clave: Sostenibilidad, economía circular, gestión de riesgos agropecuarios.

Abstract

The Argentinean agricultural production system faces the challenge to evolve to a sustainable model, which implies that all the actors should be part of important changes. Thereby, the Circular Economy models begin to be considered as a proper approach to promote the sustainable development in the agricultural sector. With the intention of investigating and promoting the

Circular Economy, therefore the agricultural sector sustainability, the CREA Movement proposes the Circular Economy project whose objectives are to define the concept and to analyze its potentialities such as its relationship with the agricultural risk management or the added value and its benefits and opportunities.

Contexto

El sector agroindustrial argentino enfrenta múltiples desafíos. Debe colaborar, dada su relevancia socioeconómica, en la recuperación local post-pandemia, y ser un actor clave frente a

los crecientes desafíos ambientales y sociales que se presentan. En dicho contexto, el actual debate en el que se encuentran los sistemas de producción del agro argentino cobra aun mayor relevancia.

Así, los nuevos retos que se plantean para una producción agropecuaria sostenible requieren de una evolución de los sistemas productivos y comerciales, en donde todos los actores serán partícipes de importantes cambios.

CREA entiende a la producción agropecuaria sostenible como *“una forma de realizar la producción orientada a satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras para atender las suyas, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales de la producción y procurando mantener un equilibrio entre ellos”* (Vázquez Amábile, G., Angeli, A., Federico, B., Campos, M., Cañada, P., Casas, R., Chaij, J., Feiguin, M.F., Fritz, F., Idígoras, G., Magnasco, E., Martini, G., Montane, M., Nuñez, M., Preliasco, P., Radrizzani, A., Schmidt, F., 2018). Estos conceptos guían la búsqueda de soluciones integradoras frente a los desafíos actuales. En este sentido, se empieza a pensar y plantear modelos de Economía Circular como un abordaje capaz de promover el desarrollo sostenible de las empresas y del sector agroindustrial del país. Del mismo modo, la posibilidad de contar con empresas que cuenten con una mirada integral de sus negocios, contemplando las diferentes dimensiones de la producción (económica, social y ambiental), es un paso adelante en la gestión integral de los riesgos agropecuarios.

En una primera aproximación, los modelos de Economía Circular se proponen *“como un ciclo de desarrollo positivo continuo que preserva y mejora el capital natural, optimiza el rendimiento de los recursos y minimiza los riesgos del sistema mediante la gestión de existencias finitas y flujos renovables”* Ellen MacArthur Foundation (2015). En este punto, es importante destacar que su aplicación resulta una gran oportunidad para avanzar en la gestión integral de los riesgos agropecuarios de una manera sostenible. *El riesgo es un conjunto de consecuencias*

inciertas que pueden afectar los diferentes resultados de las actividades, particularmente aquellas que son desfavorables para las empresas y el sector (Hardaker et al., 2004). Así, los modelos de Economía Circular no solo buscan ofrecer soluciones al desafío de la producción agropecuaria sostenible, sino que también es una propuesta para gestionar los riesgos de una manera innovadora e integradora.

Estos modelos están emergiendo a nivel global, aunque en sistemas agrícolas de menor escala y más diversificados. Entonces, ¿es adaptable dicha definición de Economía Circular a los casos de Argentina? y, además, ¿son adaptables estos modelos a los sistemas productivos argentinos? Si bien los conceptos de Economía Circular presentan desarrollos incipientes en Argentina, ya existen algunos casos diversos como el uso de fuentes de biomasa para producir bioenergía, la reutilización de desechos como biofertilizantes, e intentos por integrar actividades en una región o en una misma cadena de valor, entre otros. Evaluar de forma integral y dar a conocer estos proyectos puede sentar las bases para la adopción de sistemas altamente innovadores y competitivos. Basado en el aprendizaje conjunto y colaborativo de la red de productores CREA, la propuesta pretende poner en agenda el concepto de Economía Circular y entender, mediante el análisis de casos, el valor que puede tener para una empresa comenzar a trabajar en este tema, identificando beneficios y oportunidades futuras.

Metodología

En post de observar y desarrollar el concepto de Economía Circular en el Movimiento CREA (y, por transferencia, en el resto del sector agro argentino), el proyecto Economía Circular CREA cuenta con dos componentes principales:

1) Introducción conceptual de Economía Circular en el sector agropecuario, mediante el planteo de estudios exploratorios (Fassio, A., Pascual, L., & Suárez, F., 2002) ¿De qué hablamos cuando nos referimos a este término? ¿Qué diferencias y similitudes tiene con otros conceptos como, por ejemplo, Economía Verde o Bioeconomía? Se definirá el concepto como punto inicial para abordar su análisis, reforzando el mismo con la descripción de ejemplos diversos, tanto de Argentina como del mundo. Además, se explorarán

fuentes de información CREA (e.g., Censo y SEA) para tener un estado de situación de adopción de sistemas de Economía Circular en la organización.

2) Estudio de casos CREA de Economía Circular (al menos 5 seleccionados en la Región Pampeana). Mediante la selección y planteos de estudios descriptivos (Fassio et al, 2002), se buscará entender y definir contextos, pros y contras, y condiciones predisponentes y necesarias (tanto a nivel micro como macro) para que una empresa aplique el concepto en su escala productiva. Se espera analizar la Economía Circular y su relación con la gestión integral del riesgo agropecuario como así también el valor agregado generado, los beneficios y oportunidades no económicas que surjan.

Comentarios finales

La iniciativa es una acción conjunta entre las Áreas de Ambiente, de Economía y de Lechería de la Unidad de Investigación y Desarrollo (I+D) de la Asociación de Consorcios Regionales de

Experimentación Agrícola (AACREA). La misma cuenta con el apoyo de la Embajada de Países Bajos, quien facilita el vínculo con expertos de la *Wageningen University and Research*.

Bibliografía

Vázquez Amábile, G., Angeli, A., Federico, B., Campos, M., Cañada, P., Casas, R., Chajj, J., Feiguin, M.F., Fritz, F., Idígoras, G., Magnasco, E., Martini, G., Montane, M., Nuñez, M., Preliasco, P., Radrizzani, A., Schmidt, F. (2018) *Gestión ambiental: desafíos para una producción sostenible*. AACREA, Buenos Aires, Argentina.

Ellen MacArthur Foundation (2015) *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*.

Hardaker, Huirne, Anderson, & Lien (2004). *Coping with Risk in Agriculture* (Vol. II). Londres, Reino Unido: CAB International, Wallingford.

Fassio, A., Pascual, L., & Suárez, F. (2002). *Introducción a la Metodología de la Investigación Aplicada al Saber Administrativo*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Cooperativas.



BLOQUE 5

**Percepción de los actores del
riesgo agropecuario y utilización
de la información climática**

Familias de la agricultura familiar realizan un análisis participativo de sus riesgos climáticos y diseñan medidas de adaptación. El caso del proyecto EUROCLIMA+ en el Norte de Patagonia Argentina

Manuela Fernandez^{1,2}; Juan De Pascuale Bovi^{1,2}; Paula Ocariz^{2,3}; Franca Bidinost³; Santiago Conti⁶; Marta Madariaga⁵; Leonardo Gallo^{2,7}; Saul Deluchi^{2,3}; Alejandra Gallardo⁸; Rodrigo Navedo⁸; Giuliana Gizzi⁹; Fernando Garabito¹⁰; Cecilia Conterno¹¹; Andres Gaetano¹¹; María Inés Maldonado¹¹; Carolina Michel⁶; Georgina Rovaretti⁶; Iris Barth¹²; Pablo Tittone^{1,2,4}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria IFAB EEA Bariloche, Área Recursos Naturales

² Grupo Interdisciplinar Argoecología, Ambiente y Sistemas de Producción (GIAASP)

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Bariloche

⁴ Groningen Institute of Evolutionary Life Sciences, Groningen University, The Netherlands

⁵ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria IFAB EEA Bariloche, Área Desarrollo Rural

⁶ Universidad Nacional de Río Negro

⁷ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria IFAB EEA Bariloche, Área Forestal

⁸ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Zapala

⁹ Centro de Formación Profesional N° 8, Loncopué-Neuquén

¹⁰ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Picun Leufú

¹¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Ing. Jacobacci

¹² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Dirección Nacional

fernandez.manuela@inta.gob.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar el alcance, la metodología y los avances del proyecto EUROCLIMA PLUS “Producción resiliente de alimentos en sistemas hortícola-ganaderos de la Agricultura Familiar en regiones climáticamente vulnerables de Argentina y Colombia”, en el área de Patagonia Norte. Precisamente se detalla I) La metodología seleccionada para el análisis participativo del riesgo climático y el diseño de medidas de adaptación, II) Los principales resultados de los talleres y III) Las

lecciones aprendidas útiles para la replicación. El trabajo realizado fue exitoso ya que las familias productoras incorporaron, al final del proceso de diagnóstico y diseño, los términos usados para definir riesgo climático a nivel internacional (IPCC AR5). Asimismo, identificaron y caracterizaron los componentes del riesgo climático en sus zonas y diseñaron las medidas de adaptación en función de sus propias vulnerabilidades, capacidades y medios de vida.

Introducción

El norte de Patagonia presenta una gran variabilidad ambiental, propia de las regiones áridas y semiáridas (Villagra et al. 2015), siendo la sequía uno de los principales problemas en sus sistemas agrícolas y ganaderos. El cambio climático (CC) acentúa la falta de agua y contribuye especialmente en las zonas áridas y semiáridas, al proceso de desertificación de los suelos, mediante la alteración de la distribución espacial y temporal de la temperatura, las lluvias, la radiación solar y los vientos (OMM 2006). La producción agrícola-ganadera de Neuquén y Río Negro se ve afectada por las sequías prolongadas, la caída de rayos causantes de incendios, nevadas intensas y la caída y depósitos de ceniza sobre grandes extensiones provenientes de las erupciones volcánicas (Easdale 2017). Los impactos negativos de estos fenómenos son cada vez mayores y preocupantes, afectan tanto la dimensión ambiental, social, productiva como económica de los sistemas de producción. Distintos estudios dan cuenta de procesos de desertificación, estado nutricional crítico en animales de cría (acentuado en el parto), con valores de mortandad del orden del 50% para las crías, intensificación del déficit hídrico, dificultad de regenerar especies, mantener la biodiversidad y para responder a la demanda del mercado de productos agrícola a escala local, nacional e internacional, conjuntamente con el empobrecimiento de productores, los conflictos por el uso de los recursos naturales escasos y la precariedad en la tenencia de la tierra (INTA 2017).

Las problemáticas relacionados con el CC son reconocidas por las y los pobladores rurales en los valles, sierras y mesetas de la Patagonia y son abordadas por el INTA y otras instituciones en la región a través del análisis de datos meteorológicos y de modelos climáticos. Bajo este enfoque, el trabajo y las propuestas para afrontar

los impactos del CC en el sector agrícola ganadero se efectúan teniendo en cuenta principalmente las características de los eventos climáticos y no así los demás factores causantes del riesgo climático. Al considerar al riesgo climático como la interacción entre **a)** amenaza definida como el elemento natural potencialmente destructor (ejemplo, disminución de las precipitaciones), **b)** exposición caracterizada como bienes, infraestructuras, población, actividades ubicados en la trayectoria de un probable evento peligroso y **c)** y vulnerabilidad considerada como la propensión que tienen los elementos expuestos a ser afectados por el peligro, debido a su sensibilidad (fragilidad) y capacidad para adaptarse (IPCC 2014, GIZ and EURAC 2017, UNDRR 2017), el abordaje de la problemática cambia sustancialmente.

Frente a este contexto de conocimiento parcial de los riesgos climáticos en el área de Patagonia Norte, el proyecto EUROCLIMAPLUS “Producción resiliente de alimentos en sistemas hortícola-ganaderos de la Agricultura Familiar en regiones climáticamente vulnerables de Argentina y Colombia (PRA)”, financiado por la Comunidad Europea, tiene como finalidad aumentar la resiliencia de las familias agricultoras frente a los impactos del cambio climático, a través del análisis del riesgo, la planificación y la selección de medidas de adaptación desarrolladas de manera participativa. Se entiende por medidas de adaptación las acciones que tiendan a minimizar los impactos adversos del cambio climático y maximizar los positivos (IPCC 2014). El objetivo de este trabajo es mostrar el alcance, la metodología y los avances del mismo. Precisamente se detallará: **I)** La metodología seleccionada para el análisis participativo del riesgo climático, basada en la propuesta de GIZ (GIZ and EURAC 2017) de “cadena de impacto”, **II)** Los principales resultados

de los talleres y III) Las lecciones aprendidas de los talleres y del diagnóstico participativo de riesgo climático.

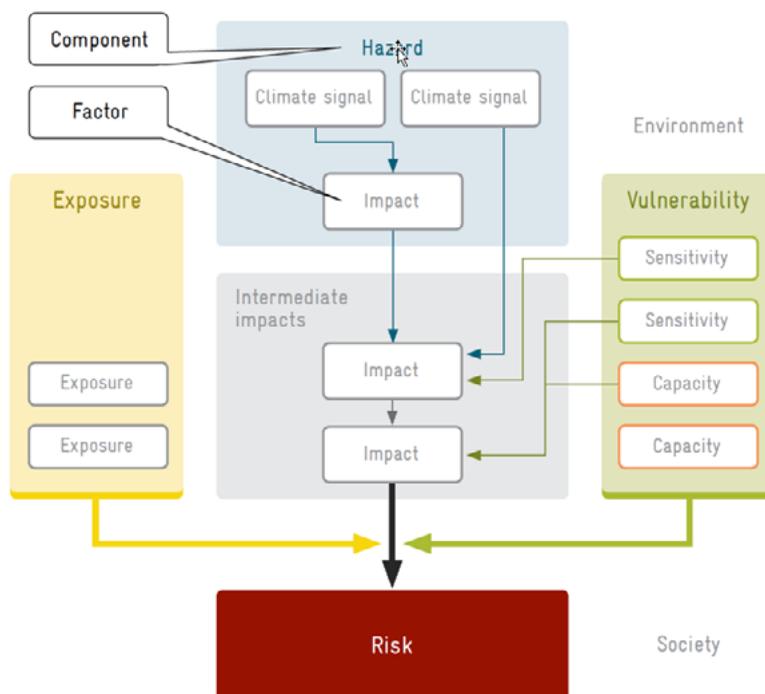
Materiales y Métodos

El área de trabajo en Patagonia Norte abarca siete sitios: Corralito y Cerro Alto, Comallo, Pilquiniyeu del Limay y Chaiful (Río Negro), Loncopué, Covunco Abajo y Limay Centro (Neuquén). Participan aproximadamente 130 personas que representan 70 unidades hortícola-ganaderas de agricultura familiar. El anclaje territorial se logró mediante las Agencias de Extensión Rural del INTA en Bariloche, en Ing. Jacobacci, en Picun Leufú y en Zapala

Se utilizó una metodología participativa para la identificación y análisis colectivo (equipos técnicos y familias productoras) de riesgos climáticos y medidas de adaptación. Se tomó como fuente de información las percepciones de familias productoras ubicadas en zonas climáticamente

vulnerables de la Patagonia Norte. El proceso se llevó a cabo en diferentes etapas. En primer lugar fue necesario “traducir” el concepto de riesgo climático del IPCC AR 5, para utilizarlo en el ámbito de la agricultura familiar. Para ello se basó en la guía desarrollado por GIZ y EURAC donde proponen trabajar con cadenas de impactos, una herramienta analítica que ayuda a comprender, sistematizar y priorizar los factores que generan riesgo en el sistema en cuestión. La estructura de la cadena de impacto se basa en la comprensión del riesgo y sus componentes (amenaza, exposición y vulnerabilidad) y las relaciones de causa-efecto entre los mismos (Figura 1).

Figura 1: Estructura de la cadena de impacto propuesta por GIZ, de acuerdo al enfoque del IPCC AR5 (GIZ and EURAC 2017: 28)

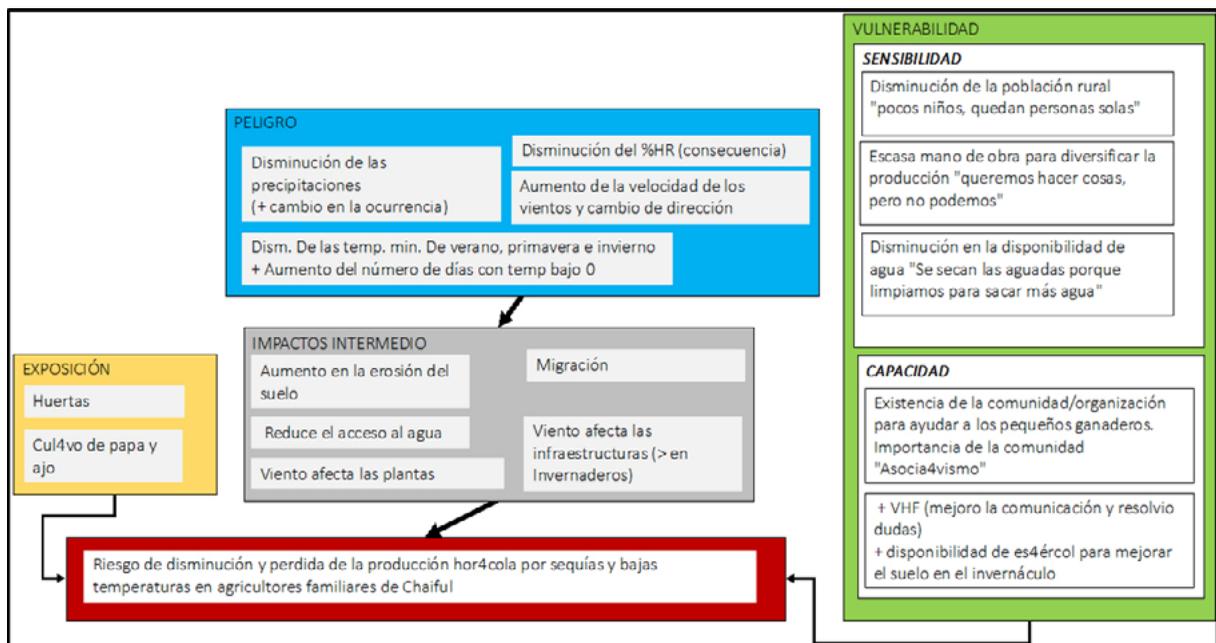


Las familias de la Patagonia Norte identificaron los principales componentes del riesgo climático (amenaza climática, vulnerabilidad, exposición y capacidad). Precisamente perciben las precipitaciones y la temperatura como las variables principales que más han cambiado con el CC. Dentro de sus propias vulnerabilidades mencionan aspectos socio-organizativos que les impiden mejorar conjuntamente sus condiciones de venta y defender sus fuentes de agua frente actores con mayores

recursos económicos y de poder. También el grado de aislamiento, la pérdida de saberes y prácticas de manejo agrícola-ganadero son factores que los vuelven más frágiles a los impactos del cambio del clima. En base a las amenazas climáticas, los elementos expuestos y la vulnerabilidad identificadas por las comunidades, fueron construidas las cadenas de impacto y se formularon un total de quince riesgos climáticos distribuidos en los siete sitios de trabajo.

En la Figura 3, se muestra un ejemplo de la cadena de impacto y el riesgo climático formulado en base a los aportes de los y las participantes. La construcción de estos resultados incorporó la perspectiva de género.

Figura 3: Cadena de Impacto y Riesgo Climático resultante del taller de análisis en la comunidad Nehuen Co del Sitio Chaiful, provincia de Río Negro.



Una vez identificados los riesgos climáticos y las correspondientes cadenas del impacto, las familias participantes de los talleres propusieron posibles medidas de adaptación, adecuadas al contexto local, no sólo en términos climáticos sino también considerando sus recursos y medios de vida. De esta manera las medidas aumentan considerablemente la chance de ser aplicadas en la región, la zona y las fincas.

Al incorporar la perspectiva de género en los talleres

se visibilizaron las diferencias entre las percepciones de los hombres y las mujeres. Las mujeres señalaron una mayor diversidad de amenazas y de factores climáticos que han ido cambiando en el tiempo. Los hombres proponen como medidas de adaptaciones una mayor inversión en infraestructura para mejorar el manejo del agua mientras que las mujeres recomiendan acciones ligadas a la capacitación y la diversificación.

Conclusiones

Gracias al diseño de los talleres, las familias productoras incorporaron los términos usados para definir el riesgo climático a nivel internacional (IPCC AR5). Asimismo, identificaron y caracterizaron los componentes del riesgo climático en sus zonas y direccionaron las medidas de adaptación directamente en dónde consideran que las necesitan y que pueden obtener beneficios con su implementación y uso. De este modo, tanto productores como personal técnico se familiarizaron con los marcos conceptuales del IPCC AR5 y lograron identificar conjuntamente los riesgos climáticos en sus zonas. Se trata de una experiencia relativamente económica y además sencilla que se puede replicar en otros ámbitos. A través del enfoque participativo y de co-construcción y de aprendizaje, las familias tomaron un rol proactivo en la identificación y el desarrollo de medidas de adaptación y de esta manera aumentaron su capacidad adaptativa y su resiliencia frente a las variabilidades climáticas.

Como lecciones aprendidas, se distinguen como factores favorables para la implementación del proceso participativo de análisis del riesgo climático e identificación de medidas de adaptación, los antecedentes y conocimiento del territorio por parte de la mayoría de los equipos técnicos. Los lazos de confianza entre familias productoras y estos actores son un punto clave. Los talleres y la me-

todología propuestos por el INTA son aceptados y legitimados por la población, lo que dinamizó el proceso de trabajo. La planificación de las actividades del proyecto teniendo en cuenta los momentos de siembra, cosecha, de esquila o parto, entre otras actividades productivas, fue un punto clave para el buen desarrollo del proyecto. A mejorar, se sugiere: **I)** Dedicar más tiempo para la nivelación de los conceptos entre el personal técnico, **II)** Incorporar más instancias de acompañamiento, retroalimentación y reflexión técnica al interior del proyecto, **III)** Integrar la perspectiva de género desde el principio con el personal técnico.

Por último se quiere relacionar la metodología y el trabajo propuesto a las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC's), definidas como las acciones que ciertos países se comprometen a realizar para luchar contra el CC. Argentina mediante el Plan Nacional de Cambio Climático propone la elaboración y actualización de los planes sectoriales y subnacionales de adaptación, los cuales necesitan contar con una línea de base relacionada a los riesgos y a la vulnerabilidad en todos los niveles. En este contexto, se considera que la propuesta del proyecto es una contribución metodológica validada que puede replicarse fácilmente en otros ámbitos rurales y/o de la agricultura familiar

Bibliografía

De Pascuale Bovi, J., Ocariz, P., Fernández, M. et al. (2020) El Agua es prioridad: lecciones del proyecto Euroclima, Revista Presencia n° 73 , ISSN 0326-7040. 68: 23-27, pp 22-26.

Easdale M (2017) Hacia lógicas de resiliencia en innovaciones tecnológicas y gestión productiva de sistemas ganaderos extensivos en Patagonia, Argentina, en *X Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos*, Buenos Aires, 7-10 de Noviembre.

GIZ and EURAC (2017) Vulnerability Sourcebook/ Risk Supplement. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk.

INTA (2017) Diagnóstico EEA Bariloche 2017, working paper, p.38.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014) AR5Climate 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.

OMM Organización Meteorológica Mundial (2006) Cambio climático y desertificación, Ginebra: OMM, p.4 Disponible

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2017) Terminology on disaster risk reduction [WWW Document]. URL <https://www.undrr.org/terminology>

Villagra E.S.; Easdale, M. H., Giraudo C.G , Bonvissuto, G.L (2015) Productive and income contributions of sheep, goat and cattle, and different diversification schemes in smallholder production systems of Northern Patagonia, Argentina. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 47, Issue 7, pp 1373-1380.



Taller de riesgo climático del proyecto Euroclima+ en Cerro Alto.

Fuente: Foto tomada por Paula Lagorio.

Vinculación de percepciones rurales con datos climáticos para el desarrollo de medidas de adaptación social y científicamente convalidadas

Andrea Enriquez¹; Manuela Fernández¹; María Valeria Aramayo^{1,2}; María Gabriela Herrera³; Natalia Gattinoni⁴; Adrián Rico⁵; Antonio Solarte⁵

¹Instituto de Investigaciones Forestales Agropecuarias-IFAB (INTA-CONICET)

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Bariloche

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA AMBA

⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de Clima y Agua – CIRN;

⁵Centro para la investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV, Cali, Colombia

enriquez.andrea@inta.gob.ar

Resumen

El cambio climático (CC) impacta en la agricultura familiar del mundo. Las medidas de adaptación (MDA) se aplican para hacer frente a este fenómeno. Aquí presentamos un caso donde MDA fueron desarrolladas a partir de percepciones al CC de familias productoras de Argentina y Colombia, sin considerar tendencias de los datos climáticos. Nuestro objetivo fue comparar percepciones (datos cualitativos) con datos climáticos pasados y futuros (datos cuantitativos) a partir del desarrollo de un método de vinculación, para apoyar la co-construcción de MDA al CC. Las coincidencias entre ambas visiones se encontraron de moderadas (34-54%) a buenas-muy buenas (60-88%), habilitando parcialmente el uso de datos climáticos validados por percepciones para el desarrollo de MDA. La no coincidencia fue moderada (46-66%) a baja

(12-40%), lo que propone la necesidad de integrar las dos visiones para evitar la emergencia de tensiones o inconsistencias. La diversidad de situaciones halladas incluso en sitios cercanos sugiere que las MDA al CC deben adaptarse a cada área particular y no aplicarse como una guía única y generalizada. El método propuesto aporta elementos para la toma de decisión de las estrategias más adecuadas para un determinado territorio y habilita a diseñar y/ o priorizar acciones y promover soluciones socialmente aceptadas y científicamente validadas.

Palabras clave: Cambio Climático; Vulnerabilidad; Adaptación; Índices climáticos; Proyecciones climáticas.

Abstract

Climate change (CC) impacts family farming around the world. Adaptive measures (AM) are applied to deal with this phenomenon. Here we present a case

where AM were developed from perceptions to the CC of local family farmers in Argentina and Colombia, without considering climatic data trends.

Our aim was to compare perceptions (qualitative data) with past and future climate data (quantitative data) through developing a linkage method, to support the co-construction of AM to CC. The coincidences between both views ranged from moderate (34-54%) to good-very good (60-88%), partially enabling the use of perceptions-validated climate data for the development of AM. As a counterpart, the non-coincidence was from moderate (46-66%) to low (12-40%), which proposes the need to integrate the two views to avoid the emergence of tensions or inconsistencies. The diversity of situations

Introducción

El Proyecto “Producción Resiliente de Alimentos en sistemas hortícolas-ganaderos de la Agricultura Familiar en regiones climáticamente vulnerables de Argentina y Colombia” (de ahora en más, PRA) es financiado por la Comunidad Europea a través del programa Euroclima+ (2019). Su objetivo es aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación (agro-ecológica y organizacional) de los sistemas de producción de alimentos con base hortícola y ganadera y de los medios de vida de la Agricultura Familiar frente a los impactos del CC. Para esto, se trabaja con análisis de riesgo, planificación y selección de MDA desarrolladas de manera participativa entre técnicos y familias productoras.

Las familias productoras poseen percepciones sobre el clima local, que son utilizadas como herramienta para planificar sus actividades. La comunidad científica usualmente promueve estrategias para el desarrollo de MDA basadas en datos climáticos, sin considerar las percepciones de los actores del territorio. Cuando las propuestas de la academia-ciencia difieren de las percepciones de la población local puede surgir una posible tensión, reduciendo la eficiencia de las soluciones

found even in nearby places suggests that the AM to CC should be adapted to each specific area and not applied as a single and generalized guide. The proposed method provides elements for decision-making on the most appropriate strategies for a given territory, and allows to design and / or prioritize actions and to promote socially accepted and scientifically validated solutions.

Keywords: Climate change; Vulnerability; Adaptation; Climatic indices; Climate projections.

potenciales.

El éxito de las MDA del Proyecto PRA dependerá de su adecuación, viabilidad y apropiación en cada territorio y contexto local. Para ello, era necesario identificar los riesgos climáticos y las percepciones de los y las agricultores/as a ellos. En este contexto se conformó el “Grupo de trabajo de datos climáticos” (de ahora en más, Clima), quien desde septiembre del 2020 trabaja en la caracterización climática, la evaluación de las tendencias de CC (pasadas y futuras) y la integración de estos datos climáticos con las percepciones de las familias productoras.

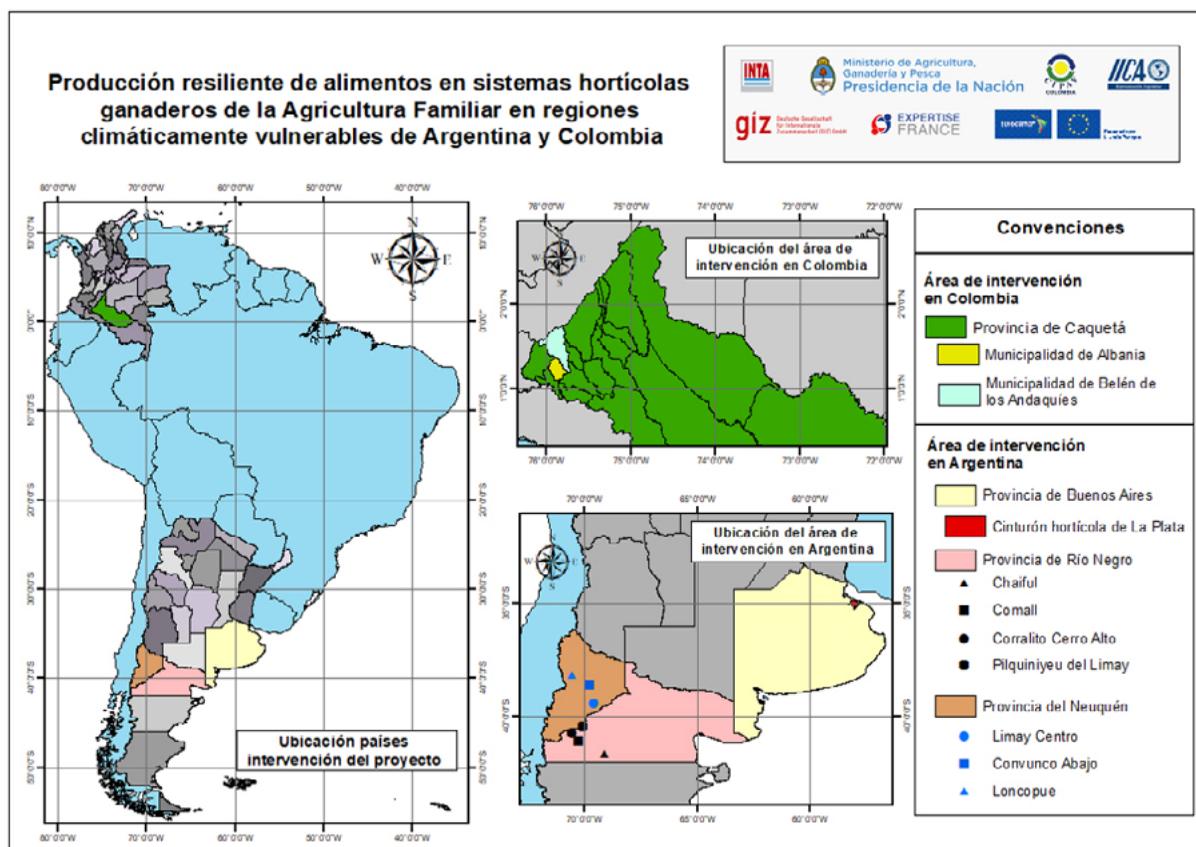
El objetivo de este trabajo fue conocer el grado de coincidencia entre las percepciones sociales y la visión científica para apoyar la co-construcción de MDA al CC. Para esto, se diseñó una metodología para comparar las percepciones climáticas de las familias productoras (datos cualitativos) con I) las tendencias de CC observadas a partir de los datos de estaciones meteorológicas locales y II) las proyecciones de CC estimadas mediante modelos, ambas fuentes de datos cuantitativos.

Metodología

El proyecto cuenta con tres Áreas de Intervención (AI) en la República Argentina (Patagonia Norte, La Plata-Bs.As. y Córdoba) y una en Colombia (Piedemonte Amazónico, Caquetá). Cada una cuenta, a su vez, con Sitios de Intervención (SI) donde las actividades del proyecto tienen lugar

(Figura 1). Las percepciones climáticas fueron recabadas durante diciembre 2019 y enero 2020, desde talleres participativos de análisis de riesgo. Las familias identificaron los cambios percibidos en el clima, sus condiciones de vulnerabilidad y sus capacidades para adaptarse al CC.

Figura 1: Ubicación de las Áreas de Intervención involucradas en este trabajo, dentro de los países incluidos en el PRA.



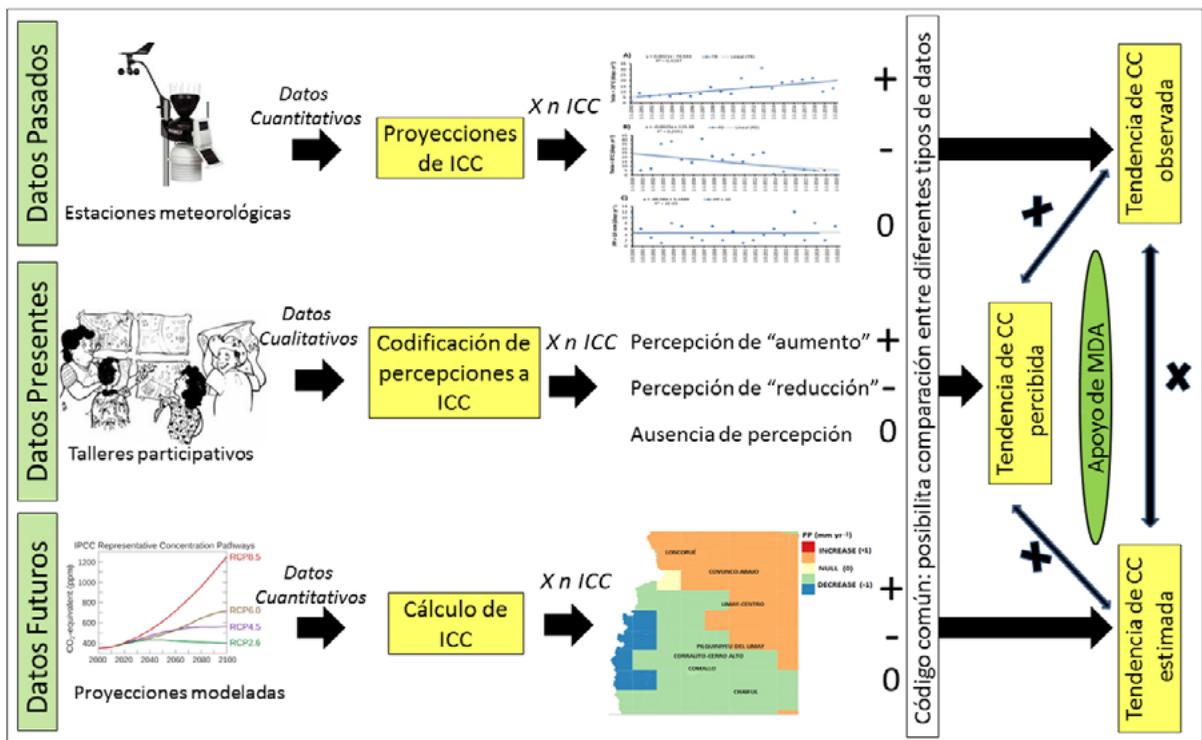
El grupo Clima realizó el diagnóstico climático para cada AI. Luego, evaluó tendencias de CC pasado utilizando índices de cambio climático (ICC) del Panel Intergubernamental sobre el CC (ETCCDI), calculados a partir de datos de estaciones meteorológicas (La Plata: Servicio Meteorológico Nacional de Argentina; Patagonia Norte: Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas; Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios

Ambientales), utilizando el software RCLimDex. Finalmente, analizó las proyecciones futuras de los ICC evaluados a partir de modelos de CC (SIMARC; IDEAM et al., 2015).

Para comparar las diferentes fuentes de información, se transformaron los datos de las percepciones en cuantitativos, a través de su traducción en términos de los ICC utilizados (Figura 2). Una vez que las

tres fuentes de datos convergieron en el formato común (ICC), a cada uno se le asignó un valor positivo (+), negativo (-) o neutro (0) dependiendo de si la percepción manifestada o las tendencias de cambio de los datos meteorológicos o estimadas por proyecciones de CC eran de aumento, de disminución o neutras, respectivamente.

Figura 2: Transformación de diferentes tipos de datos en tendencias de cambio climático (CC) comparables. ICC: índices de cambio climático. MDA: medidas de adaptación. X n ICC: paso realizado para cada uno de los ICC utilizados.



Resultados y discusión

El método permitió contrastar las tendencias de CC percibidas, observadas y estimadas para todos los ICC utilizados y las AI y SI (Tabla 1). La comparación entre las tendencias observadas desde datos meteorológicos y las estimadas por los modelos de proyecciones para cada ICC fue en general de buena a excelente (Tabla 2). Así, comparamos

variaciones climáticas ocurridas y estimadas, validando modelos de CC locales que normalmente presentan múltiples errores. Pudimos establecer el uso potencial pero parcial de las percepciones climáticas del pasado para evaluar los escenarios climáticos futuros y sus actividades productivas relacionadas.

Tabla 1. Ejemplo simplificado del método de contraste utilizado. Tendencias de cambio climático (CC) percibidas (manifestadas en el presente), observadas (sobre datos meteorológicos pasados) y estimadas (proyecciones climáticas futuras). Aumento (+), disminución (-) y sin manifestación o sin cambio (0). Barra indica resultados alternativos.

	Tendencia CC Percibida				Tendencia CC Observada				Tendencia CC Estimada			
Áreas de Intervención												
Campaña												
Patagonia Norte	+	+	-	+	+	+	-/+	+	+	+	-/+	0/+
La Plata	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Colombia	+	0	+	+	+	0	+	+	+	0	+/-	+

Tabla 2. Coincidencia general (%) encontrada entre las tendencias de cambio climático (CC) percibidas-CCP, observadas-CCO y estimadas-CCE, para todos los ICC utilizados.

Áreas de Intervención	CCO vs. CCE	CCP vs. CCO	CCP vs. CCE
Campaña			
Patagonia Norte	53 a 85	49 a 54	34 a 40
La Plata	90	88	72
Colombia	100	60	75

La relación entre percepciones y datos climáticos mostraron coincidencia de moderada (Patagonia Norte) a buena-muy buena (La Plata y Colombia) de las familias productoras (Tabla 2). Esta información permite utilizar los ICC validados por las familias para generar MDA para sus actividades productivas. Como contraparte, la no coincidencia entre percepciones y datos climáticos se encontró en general entre moderada a baja (Tabla 2). Esto propone la necesidad de integrar las dos visiones comparadas para evitar la emergencia de tensiones o inconsistencias en el diseño de las MDA al CC. Mejorar la red de estaciones meteorológicas o familiarizar a las familias productoras con los datos climáticos y los escenarios esperados podría

augmentar su capacidad y resiliencia al cambio climático y mejorar la eficacia de las MDA.

Para Patagonia Norte la escasez de agua fue el riesgo más fuertemente percibido en los talleres participativos, aunque la reducción de precipitación no es un aspecto del CC regional que se confirmó en todos los casos (Tabla 1). Esta percepción estaría asociada a las características propias de las regiones áridas y semiáridas donde el agua es un factor naturalmente limitante, sumado ciclos de sequías recurrentes, incrementos en las temperaturas medias, máximas y mínimas y aumento en la intensidad de las lluvias. En

Colombia se percibió un aumento en las lluvias. Sin embargo, el índice y la proyección de precipitación anual manifiestan una tendencia decreciente, por lo que la falta de coincidencia estaría asociada al incremento observado en la intensidad de los eventos de lluvia. Tanto en Patagonia Norte como en Colombia se percibió, observó y estimó un aumento en el parámetro temperatura, por lo que las MDA identificadas desde las percepciones para esas variables fueron acordes a los datos climáticos históricos y proyectados. En La Plata, destacan las percepciones relacionadas a un aumento en las precipitaciones, dado que las familias describieron incrementos en la intensidad de eventos extremos como granizadas, vientos intensos, lluvias intensas en un corto periodo de tiempo. Se evidencia en este caso, la alta exposición y vulnerabilidad social de las familias productoras

Conclusiones

Las familias productoras de las AI del PRA desarrollan sus actividades en paisajes con diferentes características que van desde un clima naturalmente riguroso y seco (ej. Patagonia Norte) hasta áreas con excesos de lluvias estivales (ej. Colombia). Todos estos sitios son sensibles a las decisiones de uso y al impacto del CC que comprometen su sostenibilidad. El desafío es encontrar estrategias que nos preparen mejor ante los nuevos escenarios climáticos, disminuyendo sus impactos o sacando provecho de las condiciones que se avecinan. Los resultados

frente al impacto de los eventos extremos, como aumento de anegamientos en lotes y viviendas o daños en infraestructuras.

La diversidad de situaciones encontradas en las AI, debido a la combinación entre percepciones y mediciones climáticas (pasadas y futuras), sugiere que las MDA al CC deben adaptarse a cada área particular y no aplicarse como una guía única y generalizada. El método propuesto aporta elementos para la toma de decisión de las estrategias más adecuadas para un determinado territorio. El vínculo entre percepciones y mediciones permite priorizar MDA, detectar acciones no abordadas, ajustar o rediseñar algunas MDA en ejecución y / o pensar en nuevas complementarias.

preliminares del grupo Clima mostraron que para entender mejor las realidades climáticas y sus impactos en el territorio se necesita combinar percepciones y puntos de vista de los productores, recolectados a través de procesos participativos, con datos climáticos registrados en estaciones meteorológicas o desde proyecciones climáticas. Este cruce de información permite diseñar y/o priorizar acciones de adaptación al CC. El PRA sigue trabajando, procurando promover soluciones socialmente aceptadas y científicamente validadas.

Agradecimientos

Al proyecto EUROCLIMA+, a las Familias de las AI y a los organismos nacionales que aportaron información climática.

Bibliografía

ETCCDI. http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml Último ingreso: 2/6/2021

EUROCLIMA+. (2019). Producción resiliente de alimentos en sistemas hortícolas-ganaderos de la Agricultura Familiar en regiones climáticamente vulnerables de Argentina y Colombia. On line: <http://euroclimaplus.org/proyectos-alimentos-es-2/produccion-en-regiones-vulnerables>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011 – 2100. Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Enfoque Nacional – Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

SIMARC. <https://simarcc.ambiente.gob.ar/> Último ingreso: 2-6-2021



Taller en Huarenchenque - Loncopué, Neuquén, Argentina.

Fuente: Foto tomada por Juan De Pascuale.

Índice de confianza de productores agropecuarios - Propuesta de un modelo causal

Valeria Gogni¹; Esteban Barelli^{1,2}; Laura Pederiva²; Mariano Bonoli³; Silvia Ramos³; Alejandra Castellini³; Horacio Rojo³; Emilio Picasso³

¹Universidad de Buenos Aires- Facultad de Ciencias Económicas- ProGIRA-CIMBAGE-IADCOM

²Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA)

³Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ingeniería

valeria.gogni@economicas.uba.ar

Resumen

El Índice de Confianza del Empresario Agropecuario confeccionado por la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (ICEA CREA)¹, desde al año 2012, exhibe las expectativas de los productores sobre la economía en general y su situación económica y financiera en particular. Como complemento de este índice se propone en este trabajo el desarrollo de la estructura de un modelo causal a efectos de ampliar la medición del ICEA identificando variables potencialmente relevantes. La vinculación entre estas

variables se realiza mediante modelos de ecuaciones estructurales con variables latentes (SEM/PLS)² evidenciando que los resultados obtenidos son de gran utilidad para comprender de qué manera la percepción y las expectativas influyen en la visión del productor agropecuario sobre la economía general, y la situación económica y financiera de su empresa.

Palabras clave: Modelo Causal-Confianza–Productores Agropecuarios.

Abstract

The Confidence Index of the Agricultural Entrepreneur prepared by the Argentine Association of Regional Consortiums for Agricultural Experimentation (ICEA CREA), since 2012 shows the expectations of producers about the economy in general and their economic situation in particular. As a complement to this index, the development of the

structure of a causal model is proposed in this work in order to broaden the measurement of the ICEA by identifying potentially relevant variables. The link between these variables is made through structural equation models with latent variables (SEM / PLS), showing that the results obtained are very useful to understand how perception and expecta-

¹ La Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) es una organización civil sin fines de lucro de la que forman parte aproximadamente 1900 productores que se nuclean en grupos CREA. Está integrada y dirigida por productores agropecuarios.

² *Structural Equations Model* (SEM)- Partial least square (PLS)

tions influence the vision of the agricultural producer about the general economy and the economic and financial situation of the company.

Introducción

Las actividades agroindustriales son relevantes en la economía del país, aportando a través del comercio exterior, del empleo y del desarrollo de las comunidades en todo el país. En ese sentido, resulta de interés indagar las diferentes variables que impactan en la confianza de los productores de un sector tan importante para Argentina.

Desde la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA) se genera el índice de confianza del productor agropecuario (ICEA CREA). Este indicador comenzó a calcularse en noviembre de 2012 y se construye a partir de las opiniones de los empresarios agropecuarios que integran el movimiento CREA en relación a la economía nacional, sectorial y al contexto financiero y económico empresarial. El análisis de la evolución del índice de confianza del empresario agropecuario a través del tiempo

Modelo causal propuesto

Se plantea un modelo de ecuaciones estructurales que permite evaluar la relación entre variables observables y no observables o latentes. Estos modelos combinan características del análisis factorial y la regresión múltiple para estudiar tanto la medición como las propiedades estructurales de modelos teóricos (Demirbag et al, 2006). Este enfoque queda formalmente definido por dos conjuntos de ecuaciones lineales: el modelo estructural y el modelo de medición.

El modelo estructural propuesto especifica las

Key words: Causal Model - Trust - Agricultural Producers.

cuantifica la percepción y expectativas de los empresarios del sector agropecuario (CREA, Informe ICEA CREA marzo 2021³)

Con el propósito de profundizar en las causas que afectan la confianza del productor agropecuario, CREA y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, en un marco de colaboración institucional, proponen un modelo causal a fin de que permita comprender las variaciones del índice ICEA CREA e identificar las relaciones causales con las variables que impactan en las actividades. De esta manera, se busca indagar en la percepción de los productores de las distintas fuentes de riesgo que inciden en el negocio agropecuario, con el fin de generar datos e información útil al momento de gestionar los riesgos por parte del sector privado como del público.

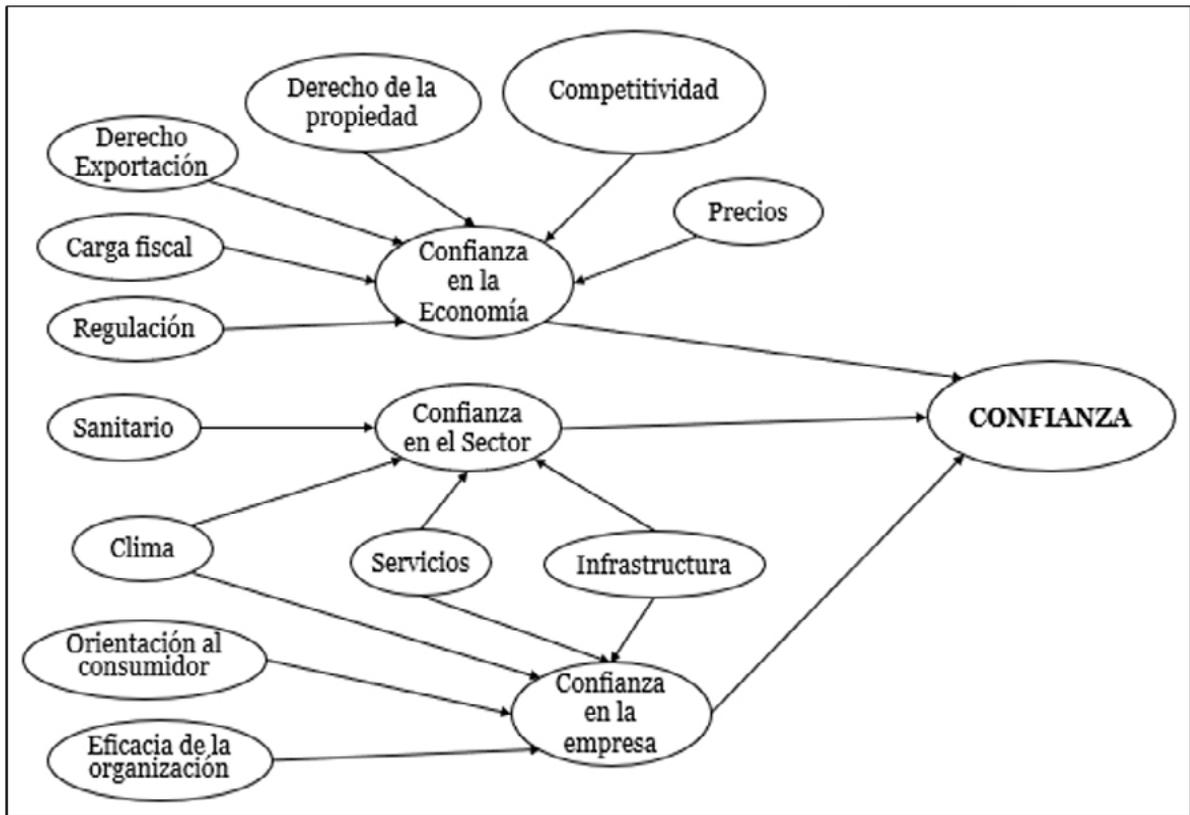
relaciones entre las variables no observadas o latentes. Como las variables latentes no pueden ser observadas directamente, se las mide de manera indirecta a través de otras variables, llamadas variables observadas, manifiestas o indicadores que se obtuvieron a través de un cuestionario incorporado al censo CREA 2019 donde se utilizaron mapas cognitivos (Eden, 2004) y la técnica de Brainswarming (McCaffrey, 2018) para elaborar el mismo. El modelo estructural propuesto (Figura 1) y el detalle de las variables manifiestas para cada

³ <https://www.crea.org.ar/resultados-indice-de-confianza-del-sector-agropecuario-icea-marzo-2021/>.

variable latente se muestra en la Tabla 1 con el propósito de profundizar en las variables que afectan la confianza del productor agropecuario.

Modelo causal propuesto

Figura 1: Diagrama causal del modelo estructural



Fuente: Elaboración propia.

Variables latentes e indicadores

Tabla 1: Sistema de Medición de las Variables Latentes

Variables Latentes	Indicadores (Observables)
CONFIANZA	C1: Expectativa sobre su negocio agropecuario en los próximos 12 meses
	C2: Recomendación de entrar en el negocio agropecuario.
Confianza en la Economía	Q1: Con respecto a la situación económica del país: como cree que se encuentra en relación a un año atrás?
	Q2: Con respecto a la situación económica del país: como cree que se encontrará dentro de un año?
Confianza en el sector	Q3: Con respecto a la situación económico financiera de su empresa: como cree que se encuentra en relación a un año atrás?
	Q4: Con respecto a la situación económico financiera de su empresa: como cree que se encontrará dentro de un año?
Confianza en la empresa	Q5: ¿Cómo cree que es el momento actual para realizar inversiones en su empresa?
	Q6:¿Cómo cree que será el nivel de precios de los productos agropecuarios dentro de un año en relación al nivel actual?
Carga Fiscal	ECON 8: Inflación moderada y bajo control
	ECON 9: Presión impositiva razonable sobre mi actividad
	ECON 10: Situación económica estable
Competitividad	ECON 1: Tipo de cambio estable
	ECON 2: Nivel de tipo de cambio conveniente para mi actividad (no considere retenciones)
	ECON 3: Alto poder adquisitivo de los consumidores
Precios	ECON 4: Precios internacionales favorables
	ECON 5: Existen instrumentos financieros (futuros/opciones) y están a mi alcance
	ECON 7: Crédito disponible a tasas razonables
Derecho de la propiedad	REGU 1: Firme respeto por la propiedad privada
	REGU 2: Pocas restricciones a la exportación de mis productos
	REGU 3: Políticas de gobierno estables para el sector
Regulación	REGU 4: Presión regulatoria liviana (Ej: Senasa, AFIP)
	REGU 5: Procesos administrativos livianos
Derecho de exportación	REGU 6: Retenciones/ aranceles de exportación razonables para mis productos
Servicios	MER 1: Hay buena disponibilidad de buenos insumos
	MER 2: Hay buena disponibilidad de buenos servicios en mi zona (fumigación, vacunación, cosecha, etc)
	MER 3: El costo de los insumos es muy razonable
	MER 4: El costo de los servicios de producción (fumigación, vacunación, cosecha, etc) es muy razonable
	MER 6: Mis contratistas cumplen en tiempo y forma
Infraestructura	MER 7: La infraestructura de rutas es muy buena en mi zona
	MER 8: Los costos logísticos son muy razonables y eficientes
Sanitario	SAN 2: Las infecciones en el ganado NO son frecuentes en mi campo
	SAN 4: La alta presión de malezas NU es frecuente en mi campo
Clima	CLI 2: Granizo
	CLI 3: Helada
	CLI 4: Inundación
	CLI 5: Sequía
Eficacia de la organización	STRA 8: Tengo una clara visión empresarial estratégica
	STRA 9: En mi empresa se aprende de manera continua
	STRA 10: Tengo personal muy eficaz
Orientación al Consumidor	SIRA 11: Incorporo nuevas tecnologías a mi actividad continuamente
	STRA 6: Me preocupo de adaptar mis productos a lo que piden los clientes
	STRA 7: Nuestros clientes conocen las ventajas de nuestros productos

Resultados preliminares

Como el modelo de medición⁴ es el que establece las relaciones entre estas variables latentes y sus variables asociadas observadas o manifiestas (Gefen et al., 2000) se comienza entonces por analizar la unidimensionalidad de los indicadores de cada variable latente ya que es condición de validez de tales modelos. Se evidenció que los estadísticos de α Cronbach y de ρ Dillon-Goldstein presentan valores superiores a 0,7 y además el cociente del primero y el segundo valor propio de la matriz de correlación supera 2 en todos los casos, confirmando que la primera dimensión domina sobre las otras. Esto permite afirmar que las variables latentes que están involucradas en el modelo estructural están correctamente medidas dado que se apoyan sobre conjuntos coherentes de variables observadas.

Una vez realizada la validación de los modelos de medición se procedió a realizar la estimación de los parámetros aplicando el método Partial least squares (PLS) desarrollado por Wold (1985). En un estadio preliminar se analizó un modelo similar al propuesto, omitiendo en primera instancia las variables latentes intermedias, de modo que las causales se vinculan directamente a la confianza general del productor agropecuario. En este modelo preliminar, se ha detectado influencia estadísticamente significativa sobre la confianza del productor para las siguientes causales: respeto por el derecho de propiedad, efectividad organizativa, poder adquisitivo del consumidor, disponibilidad y calidad de servicios, precios de los granos y clima. Las causales se mencionan en orden decreciente de intensidad de la influencia.

⁴ Todos los modelos de medición son del tipo reflectivo (se supone que los indicadores observados reflejan el comportamiento de la variable latente subyacente, del mismo modo que en el análisis factorial exploratorio) a excepción de la variable clima que es de tipo formativo.

Bibliografía

Demirbag, M., Koh, S.C.L., Tatoglu, E. and Zaim, S. (2006), "TQM and market orientation's impact on SMEs' performance", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 106 No. 8, pp. 1206-28.

Eden, C. (2004). Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159(3), 673-686.

Gefen, D., Straub, W.D. and Boudreau, M.C. (2000), "Structural equation modelling and regression: guidelines for research practice", *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 4 No. 7, pp. 1-80. 7-18.

McCaffrey, T. (2018). *Overcome Any Obstacle to Creativity*. Rowman & Littlefield.

Wold, H. (1985), "Partial least squares", in Kotz, S. and Johnson, N.L. (Eds), *Encyclopedia of Statistical Sciences*, Vol. 6, Wiley, New York, NY, pp. 581-91.

Relevamiento del uso de información climática para la toma de decisiones en productores agropecuarios de la región pampeana

Maria Laura García¹, Estela Cristeche², Silvina Cabrini^{3,4}, Ignacio Pace Guerrero², Mariana Jaldo², Luciana Elustondo⁴, Natalia Gattinon⁵, Pablo Mercuri¹

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIRN

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIEP

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Pergamino

⁴Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

⁵Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de Clima y Agua– CIRN

garcia.ml@inta.gob.ar

Resumen

La variabilidad climática y los eventos extremos pueden tener impactos significativos sobre la actividad agropecuaria. La disponibilidad de información oportuna y de pronósticos climáticos y/o meteorológicos es fundamental para la toma de decisiones de los productores agropecuarios, siendo un aporte para el diseño de sistemas resilientes, para tomar medidas de adaptación y para reducir los impactos negativos. Sin embargo, estudios previos informaron la existencia de barreras para el uso de pronósticos estacionales, en particular de los pequeños agricultores de los países con menor desarrollados. Si la información climática y meteorológica está disponible pero no se utiliza para tomar decisiones, su valor se pierde.

El presente estudio plantea las siguientes preguntas claves: ¿Qué información climática utilizan los productores agropecuarios en la región pampeana argentina? ¿Cuál es la percepción sobre las condiciones climáticas y cómo afectan las actividades productivas? ¿Cuáles son las

prácticas que son modificadas vinculadas con esta información? ¿Qué oportunidades existen para mejorar la provisión de información climática para los productores agropecuarios?

Como estrategia metodológica se realizarán grupos focales con productores agropecuarios en distintas zonas de la región Pampeana considerando las diferencias agroecológicas en los sistemas de producción modales y aprovechando las capacidades técnicas en las diferentes regiones del INTA.

El objetivo del estudio pretende contribuir a tener una mejor comprensión de las necesidades de los destinatarios, mejorar productos elaborados en base a información climática o adaptar servicios a grupos de usuarios específicos. También puede servir para esclarecer el contexto en el que los servicios se suministran y se utilizan.

Palabras clave: Información climática agropecuaria.

Abstract

Climate variability and extreme events can have significant impacts on agriculture. The provision of timely information and weather forecasts is essential for decision-making in farm business. Climate information is essential for building resilient systems, taking adaptation measures, and reducing negative impacts. However, the studies conducted reported barriers to the use of seasonal forecasts, particularly for small farmers in less developed countries. If climate and meteorological information is available but not considered in management decisions, its value is lost.

This study's objective is to answer the following questions: What is farmers' perception of how

weather conditions affect farm productivity? What types of agroclimatic information do farms in the Argentine Pampean employ? What practices are modified based on this information? What is the opportunity to improve the climate information for farmers?

As methodological approach, the focus groups will be held with farmers in different areas of the Pampeana región. This study will be useful to understand the needs of the recipients of agroclimate information and to improve climate based products delivered to farmers. It will also help in clarifying the context in which climate services are provided and used.

Introducción

La variabilidad climática y, en particular, los eventos climáticos extremos pueden tener impactos significativos en la actividad agropecuaria, tanto en forma directa por la afectación de la productividad frente a sequías o inundaciones, como indirecta afectando, por ejemplo, los precios internacionales de los granos.

La disponibilidad de información oportuna y de pronósticos climáticos y /o meteorológicos para los productores agropecuarios y entes gubernamentales es fundamental para la toma de decisiones. Puede contribuir con el diseño de sistemas resilientes, la toma de medidas de adaptación y reducir los impactos negativos frente a un aumento de la variabilidad tanto a escala estacional como entre décadas (Banco Mundial, 2015). Además, ante la perspectiva de buenas condiciones climáticas puede permitir

el incremento de los niveles de producción. Los servicios climáticos¹ no generan valor económico y social, a menos que los usuarios se beneficien de las decisiones que adoptan como consecuencia de la información provista (Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2015).

En este contexto, el aumento en la variabilidad climática ha incrementado la demanda de información climática para favorecer la toma de decisiones. Se espera que los beneficios de los pronósticos climáticos sean de gran importancia en las regiones donde la agricultura es una actividad económica importante. Sin embargo, los estudios realizados informaron la existencia de barreras para el uso de pronósticos estacionales, en particular de los pequeños agricultores de los países con menor desarrollo (Letson, 2001). Si la información climática y meteorológica está disponible pero no

¹ Se entiende por servicios climáticos a la información meteorológica y climática oportuna en cantidad y calidad suficiente para asistir la toma de decisión de diversos sectores sensibles al clima (Carabajal, 2019)

se utiliza para modificar el manejo del cultivo y tomar otras decisiones, su valor se pierde (OMM, 2019). Para fortalecer los servicios climáticos y tener impacto en la producción es necesario que las organizaciones involucradas en la generación de la información puedan cambiar en forma rápida para dar soluciones y se enfoquen en brindar servicios de apoyo para la toma de decisiones de los productores.

La generación de beneficios de los servicios climáticos puede describirse como una “cadena de valor” que vincula la producción y la prestación de servicios con las decisiones de los usuarios y los resultados y valores que se obtienen como consecuencia de dichas decisiones (OMM, 2019). El beneficio fundamental que se deriva del uso de los servicios climáticos depende tanto de la eficacia del proceso de prestación de servicios como de la calidad científica inherente de la predicción u otra información suministrada.

En este sentido, la información disponible puede ser útil para el sector agropecuario, pero puede ser de difícil interpretación para el productor agropecuario (Nyenzi, 2004). Un análisis realizado sobre las características de dicha información permitió encontrar que la mayor parte de las fuentes de difusión de la información son informes técnicos, boletines, artículos técnico-científicos en un lenguaje que difícilmente puede ser asimilado por el productor agropecuario para ser incorporado como base para toma de decisiones en sus actividades (Pabón, 2004). Sivakumar, 2004 argumentó que los pronósticos son probablemente útiles sólo para cierto tipo de productores, dado que no todos los agricultores pueden tener acceso ni utilizan la información.

Los avances científicos, tecnológicos y sociales, entre ellos Internet y la telefonía inteligente, han generado una revolución constante en la demanda y la disponibilidad de servicios de información

meteorológica y climática.

La comunidad de usuarios de los servicios climáticos puede ser entendida en sentido amplio desde instituciones y gobiernos hasta agricultores en el nivel de subsistencia. La OMM (2015) denomina a usuarios a los sectores sensibles al clima, quienes son asistidos con información climática (monitoreo de datos como pronósticos). Los usuarios se clasifican en términos generales en dos categorías, “usuarios finales” son aquellos que usan la información para tomar decisiones en ámbitos socio-productivos y “usuarios intermedios” a aquellos que elaboran subproductos orientados a un sector o región particular. La lista de los usuarios podría estar compuesta por participantes de las siguientes categorías:

- empresas privadas, organizaciones no gubernamentales e instituciones del sector público que generan conocimiento, suministran, difunden y adaptan información, asesoramiento y servicios meteorológicos y de riesgos y efectos conexos a sus clientes y destinatarios en apoyo a la adopción de decisiones;
- empresas, organizaciones y organismos gubernamentales que se ocupan de la gestión de los riesgos;
- productores agropecuarios, asesores, empresas de servicios e insumos agropecuarios que utilizan los servicios climáticos para realizar una planificación y toma de decisiones en diferentes escalas de tiempo.

Estudios previos señalan que los usuarios finales, en este caso los productores agropecuarios, utilizan datos de humedad del suelo para determinar siembra, cosecha, fertilización, riego, condiciones de crecimiento e índices de estrés. Los datos de temperatura del suelo son usados para determinar siembra, modelaje de cultivos y fertilización. La tasa de evaporación es necesaria

para la programación de riego, balance de agua, cálculo de la evapotranspiración potencial y uso de agua para el cultivo. La velocidad y dirección del viento impacta el riesgo de incendios naturales y las fumigaciones. Datos de humedad relativa ayudan en la fumigación de cultivos, momento de cosecha y cálculos de Evapotranspiración Potencial. Radiación solar se necesita para ETP y cálculos en la modelación de cultivos y ayudas para actividades de siembra, crecimiento y cosecha. Los productores usan información climática para ayudarse con muchas decisiones en escalas estacionales e interanuales (Motha,

2004). La planeación estratégica y decisiones de mercado usan sobre todo la información climática para el año. También es importante determinar cuidadosamente el grado de flexibilidad con el cual los diferentes grupos de productores operan en la aplicación de los pronósticos climáticos. Las explotaciones familiares potencialmente tienen una flexibilidad algo mayor para cambiar las fechas de actividades críticas que aquellas que tienen que planificar por adelantado sus necesidades laborales o que tienen que considerar fechas límites de producción (Sivakumar, 2004).

Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo entender los usos, las necesidades y las percepciones de los usuarios finales en relación con la información climática y las experiencias en la toma de decisiones.

El análisis se basará en las siguientes preguntas claves:

- ¿Cuál es la percepción sobre las condiciones climáticas y cómo afectan las actividades productivas?
- ¿Qué información climática utilizan los productores agropecuarios en la región pampeana? ¿Cuáles son las prácticas que son modificadas vinculadas con esta información?
- ¿Qué oportunidades existen para mejorar la provisión de información climática para los productores agropecuarios?

Metodología

Como estrategia metodológica se realizarán grupos focales (GF) con productores agropecuarios en distintas zonas de la región Pampeana considerando las diferencias agroecológicas, en los sistemas de producción modales y aprovechando las capacidades técnicas en las diferentes regiones del INTA: Buenos Aires Sur, Buenos Aires Norte, Córdoba, La Pampa, Santa Fe Sur, Entre Ríos. Los GF constituyen reuniones de un número reducido de personas, entre 4 y 10, con cierta similitud entre sí, pero con suficiente variación como para permitir opiniones contrastantes según los propósitos perseguidos en el estudio (Thorton, 2002). La interacción de los

participantes en este contexto permite explorar sus percepciones, experiencias, actitudes y opiniones haciendo hincapié en la comunicación e intercambio. En los distintos encuentros grupales se utilizará una guía de pautas comunes, la cual contiene los ejes temáticos de la investigación. Las guías de trabajo de los GF incluyen 4 secciones. En una primera sección se realiza la presentación y la introducción al trabajo. En la segunda sección se abre la discusión con preguntas generales sobre los factores que influyen en elección de actividades y planteos técnicos, y sobre los factores de riesgo en la producción agropecuaria. En la tercera parte se aborda el desarrollo de los

temas específicos referidos a la información climática y la toma de decisiones en cuanto a prácticas y manejo en el planteo productivo. Finalmente, en la cuarta sección se realiza un cierre con los principales hallazgos. Para llevar adelante el estudio se cuenta con la disponibilidad y el aporte de un equipo técnico multidisciplinario que en forma colaborativa y participativa se encuentra comprometido en esta tarea. Las reuniones se grabarán y transcribirán. Las transcripciones se analizarán mediante un proceso de codificación

Resultados esperados

El objetivo final del estudio es contribuir a una mejor comprensión de las necesidades y el uso de información climática por parte de los productores agropecuarios en distintos sitios de la región pampeana, con el objeto de mejorar productos elaborados en base a información climática o adaptar servicios a grupos de usuarios

abierto utilizando el software Atlas-ti. El estudio se enmarca dentro de las actividades propuestas por dos proyectos de la cartera 2019 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), los proyectos PD-I222 “Evaluación de impacto de tecnologías y del cambio tecnológico” y PD-I065 “Gestión integral del riesgo agropecuario”, y en el marco de los objetivos planteados en el Plan de Centro de Investigaciones de Recursos Naturales (CIRN) del INTA.

específicos. También puede servir para esclarecer el contexto en el que los servicios se suministran y se utilizan. De las conclusiones podrán surgir recomendaciones para las fuentes de información climática como acciones concretas que mejoren la gestión agropecuaria.

Bibliografía

- Ameagnaglo, Cocou Jaurès, K.A. Anaman, A. Mensah-Bonsu, E. E. Onumah and F. Amoussouga Gero (2017). Contingent valuation study of the benefits of seasonal climate forecasts for maize farmers in the Republic of Benin, West Africa. *Climate Services*. Disponible en [<http://dx.doi.org/10.1016/j.cliser.2017.06.007>]
- 2405-8807/_ 2017 The Authors. Published by Elsevier]
- Banco Mundial (2015). *Increasing Agricultural Production and Resilience Through Improved Agrometeorological Services*, Agriculture Global Practice Technical Assistance Paper, World Bank Group Report Nro. 94486-GLB, MARCH 2015.
- Bert, Federico E., G. P. Podestá y E. H. Satorre (2004). INCORPORANDO LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA A LA TOMA DE DECISIONES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ DE LA REGIÓN PAMPEANA. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de agrometeorología, 13 al 15 de octubre de 2004, Mar del Plata, Argentina. Recuperado 26/07/2021 [<http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ37.htm>]
- Bert, Federico E. Bert, G. P. Podestá, E. H. Satorre y C. D. Messina (2007). Use of climate information in soybean farming on the Argentinean pampas. *Climate Reserach*, Vol. 33: 123-134, 2007. Published February 22. [DOI: 10.3354/cr033123]
- Carabajal, María Inés (2020). Producción, circulación y uso de la información climática. *Contribuciones de la antropología al estudio de los servicios climáticos*. Runa 41.1, mayo-septiembre 2020. [doi: 10.34096/runa.v41i1.5437]
- Letson, D., Llovet, I., Podestá, G., Royce, F., Brescia, V., Lema, D., & Parellada, G. (2001). User perspectives of climate forecasts: crop producers in Pergamino, Argentina, May 2014. [hMps://doi.org/10.3354/cr019057](https://doi.org/10.3354/cr019057)
- Motha, Raymond (2004). Avances recientes en Aplicaciones Agrometeorológicas a Nivel Global. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en [Organización Meteorológica Mundial (2004). *Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos*. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.]
- Nyenzi, Buruhani y Leslie Malone (2004). *Desafíos de la Predicción Climática y su Aplicación en el Sector Agrícola*. División del Programa Mundial de Aplicaciones Climáticas y SIPC. Departamento del Programa Mundial sobre el Clima, Organización Meteorológica Mundial Ginebra, Suiza en [Organización Meteorológica Mundial (2004). *Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos*. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.]
- Organización Meteorológica Mundial (2004). *Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos*. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Organización Meteorológica Mundial (2015). *El valor del tiempo y el clima: evaluación económica de los servicios meteorológicos e hidrológicos*. OMM-Nº 1153, Grupo del Banco Mundial.
- Organización Meteorológica Mundial (2019). *2019 State of Climate Services, Agriculture and Food Security*. WMO -No. 1242. World Meteorological Organization, 2019.
- Pabón, José Daniel (2004). *Aplicación de la Información sobre el Clima en la Agricultura de la Región Andina*, Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Colombia en: [Organización Meteorológica Mundial (2004). *Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos*. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.]
- Sivakumar, M.V.K. (2004). *Predicción Climática y Agricultura*. Organización Meteorológica Mundial, Suiza en: [Organización Meteorológica Mundial (2004). *Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos*. Actas de la Reunión Técnica llevada a cabo en Guayaquil, Ecuador, del 8 al 12 de diciembre de 2003. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.]
- Thornton, Ricardo (2002). "El encanto de los grupos de discusión. Del saber, al saber hacer". *Manuales Didácticos*. Quito: CIESPAL.



Entrevista grupo focal productores-asesores de la zona de la AER Cañada de Gómez, provincia de Santa Fe.

Fuente: Foto tomada por Ing. Agr. Alejandro Ceballos.

Información climática y toma de decisiones de los productores del partido de Junín, norte de Buenos Aires

Marcelo Rossetti

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

rossetti@agro.uba.ar

Resumen

Este proyecto estudia como los productores acceden a esta información climática y si la misma es utilizada es las decisiones dentro de la empresa agropecuaria. La zona de trabajo es el partido de Junín, provincia de Buenos Aires. Se encuestaron 30 productores del partido, el muestreo se realizó por cuotas por superficie operada. Los resultados preliminares indican que para la mayoría de los productores el pronóstico del fenómeno ENSO

influye en la toma de decisiones. Los cambios que se realizan con mayor frecuencia en base a este pronóstico son la elección de cultivos y de la fecha de siembra.

Palabras clave: Fenómeno Niño/Niña, variabilidad climática, toma de decisiones, actividad agropecuaria

Introducción

Una de las principales fuentes de variación climática interanual es el llamado fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), comúnmente conocido como El Niño, que se refiere a cambios en la temperatura de la superficie del mar en la zona Este del Pacífico Ecuatorial. Dado que existen importantes efectos del ENSO sobre la productividad de los principales cultivos de la región pampeana, la información sobre este fenómeno podría ser un insumo valioso para la toma de decisiones de producción en las empresas agropecuarias.

Estudios anteriores indicaron un valor potencial considerable de los pronósticos climáticos basados en ENSO para la agricultura (Adams, Chen, McCarl y Weiher, 1999; Solow et al., 1998). Los pronósticos climáticos pueden mejorar la toma de decisiones agrícolas y reducir los impactos negativos de la variabilidad climática. También permiten

incrementar los niveles de producción en buenas condiciones climáticas. Se espera que los beneficios de los pronósticos climáticos sean de gran importancia en las regiones donde la agricultura de secano es una actividad económica importante. Sin embargo, los estudios informaron un uso limitado y barreras para el uso de los pronósticos estacionales disponibles, particularmente por parte de pequeños agricultores en países menos desarrollados (Letson et al., 2001).

Este proyecto estudia como los productores acceden a esta información climática y si la misma es utilizada es las decisiones dentro de la empresa agropecuaria. El estudio tiene tres objetivos específicos, el primero es identificar las fuentes de consulta de información climática que usan los productores de la zona. El segundo es analizar como los productores utilizan la información

sobre pronósticos de mediano plazo para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra y el manejo de cultivos. El tercer objetivo es relevar las necesidades de capacitación para un mejor acceso e interpretación de la información climática, y para un mejor aprovechamiento de herramientas para la gestión del riesgo frente a la variabilidad climática. El riesgo climático se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento climático determinado y sus consecuencias negativas. Las tres dimensiones asociadas a la gestión integral del riesgo climático incluyen: la ocurrencia de eventos extremos y la exposición a los mismos, la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa (Marin-Ferrer, et al., 2017). Genéricamente la idea de riesgo está asociada a la probabilidad, mayor o menor, de alcanzar un resultado esperado.

De todas las actividades humanas, la producción agrícola es la más dependiente del clima (Oram, 1989). Su vulnerabilidad no es consecuencia sólo de la variabilidad interanual del clima en sí, sino

también de su parcial imprevisibilidad (Hansen, 2002). La variabilidad climática no es un fenómeno reciente. Con el cambio climático, esos eventos que suelen llamarse extremos porque provocan sequías fuertes, inundaciones, olas de calor, etc. se dan en forma más frecuente y acentuada. Así, a la habitual variabilidad se suma una intensificación de esos eventos extremos (Magrin, 2011).

La actividad agropecuaria cumple un rol fundamental en la economía de la región pampeana Argentina. En todas las localidades, especialmente las más chicas, es un factor indicador del bienestar económico de su población. Diferentes localidades viven casi exclusivamente de lo producido por sector agroindustrial y cuando los productores agropecuarios obtienen buenas cosechas, se ve reflejada claramente en las economías de las localidades. Por lo tanto, los impactos del clima en la actividad agropecuaria y las tecnologías para gestionar el riesgo son de sumo interés para esta región.

Zona de estudio

Este estudio se desarrolla en el partido de Junín, provincia de Buenos Aires. En el partido hay aproximadamente 780 productores agropecuarios (Tabla 1). Se caracteriza por ser una zona agrícola-gana-

dera, con un incremento en los últimos años de la producción hortícola. La Tabla 1 muestra la clasificación en estratos según superficies operadas, el estrato más frecuente es de entre 50 – 500 ha.

Tabla 1: Porcentaje de los productores del partido de Junín según la superficie operada.

0 a 50 ha	50 a 200 ha	200 a 500 ha	Más de 500 ha
27,80%	36,70%	36,70%	15,20%

Fuente: Censo Nacional Agropecuario 2018.

La proporción del área destinada a soja 1ra varía entre 85%, y 55% durante el período (2008 – 2018). Los cultivos de maíz y el doble cultivo trigo – soja

de 2da tienen menor participación en la superficie con valores varían entre 15 %, y 20%.

Datos y métodos

Se administró un cuestionario a productores de la localidad de Junín. Se encuestaron 30 productores del partido de Junín. El muestreo se realizó por cuotas por superficie operada. La muestra por cuotas se utiliza en estudios de opinión y mercadotecnia. (Hernández Samperi, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

El cuestionario de la encuesta combina preguntas abiertas y cerradas, y consta de 5 partes: **I)** Información sociodemográfica del agricultor y características de la finca, **II)** Percepción de riesgo, **III)** Acceso a información y pronósticos climáticos, **IV)** Uso de pronósticos ENOS en la toma de decisiones de fincas, **V)** Necesidades de capacitación.

En este caso la realización del cuestionario se dio en un contexto especial; el comienzo de las encuestas coincidió con el inicio de las restricciones para circular, impuestas en el marco de la pandemia COVID 19. Esto llevo a que se alteraran lo planes iniciales y las encuestas tuvieron que ser respondidas de manera electrónica, con lo cual quienes respondieron las encuestas, mayoritariamente son productores de punta, con estudios universitarios, quienes están acostumbrados al uso de tecnología, por lo cual las respuestas son representativas de un segmento de productores de Junín.

Resultados preliminares

Características de los productores encuestados

Se entrevistó a productores de variadas edades, las cuales oscilan entre 32 y 77 años, con superficies de trabajos disimiles que van desde los 50 a 1500 hectáreas (Figura 1). Los

responsables tienen en promedio 25 años de experiencia en la producción agropecuaria y el nivel de educación predominante es universitario (Figura 2).

Figura 1. Frecuencia de productores encuestados según superficie operada.

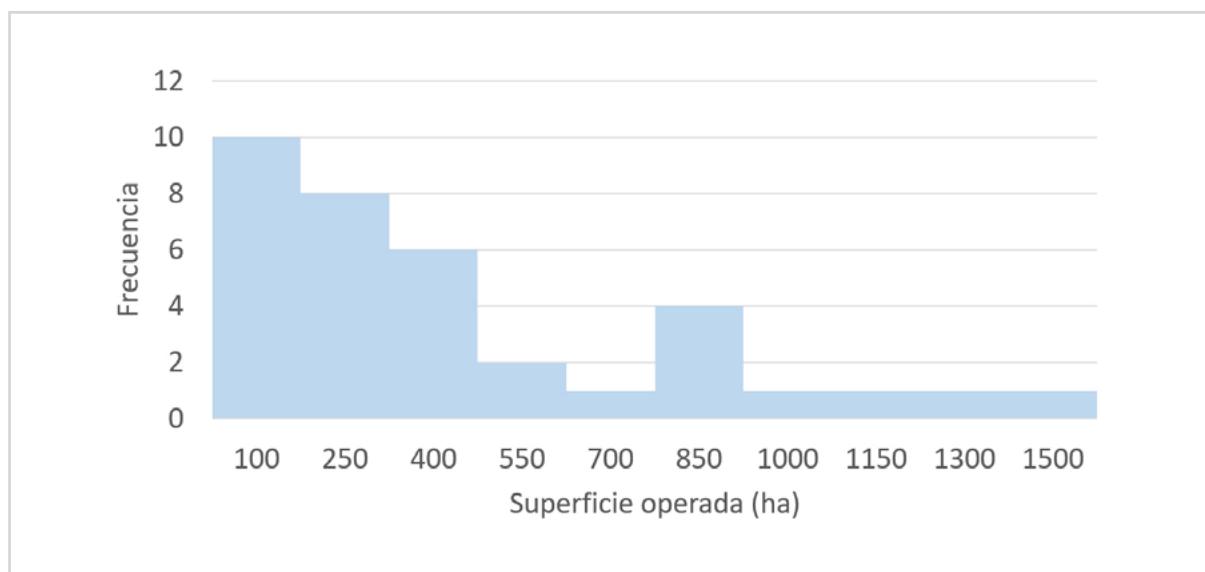
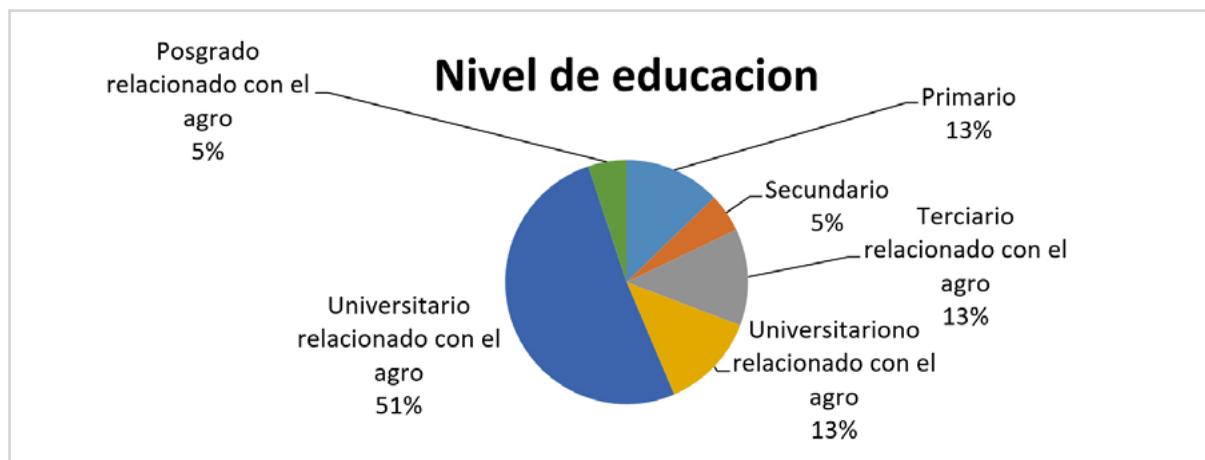


Figura 2. Nivel de educación de los productores encuestados.



Identificación de riesgos

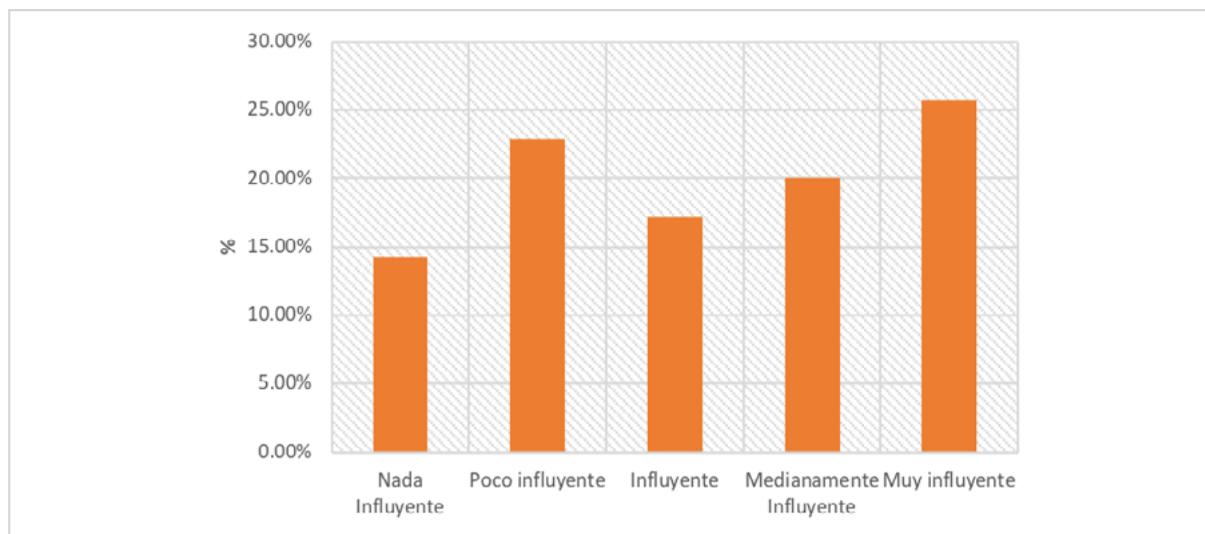
Las fuentes de riesgo mencionadas en primer lugar por los productores fueron: El clima (54%), las políticas económicas (23%), los mercados internacionales (12%) y la tasa de cambio (11%).

ENSO & toma de decisiones

Una característica destacar, es el nivel de influencia de fenómeno Niño/Niña en la toma de decisiones. Se puede decir que, el 15% de los productores considera nada influyente el fenómeno, mientras que el 23% lo considera poco influyente, en tanto el 17% lo considera poco influyente, en tanto el 17% lo considera influyente, el 20% lo considera medianamente influyente, y finalmente casi el 26% lo considera muy influyente. (Figura 3).

Con respecto a los cambios que realizan los productor en base al pronóstico del ENSO el 40% de los productores indica que incluye en la elección del cultivo, el 35% influye en la elección del cultivos y en la fecha de siembra. Un 20% menciona cambios en la fecha de siembra y en el uso de insumos, quedando otro 5% para otras situaciones, incluyendo el cambio de superficie trabajada.

Figura 3. Nivel de influencia del fenómeno niño/a en la toma de decisiones.



Bibliografía

Adams, R. M., Chen, C. C., McCarl, B. A., & Weiher, R. F. (1999). The economic consequences of ENSO events for agriculture. *Climate Research*, 13(3), 165–172. <https://doi.org/10.3354/cr013165>

Hansen, J. (2002) Realizing the potential benefits of climate prediction to agriculture: issues, approaches, challenges.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bautista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.

Komarek, A. M., De Pinto, A., & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178, 102738. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102738>

Letson, D., Llovet, I., Podestá, G., Royce, F., Brescia, V., Lema, D., & Parellada, G. (2001). User perspectives of climate forecasts : crop producers in Pergamino , Argentina, (May 2014). <https://doi.org/10.3354/cr019057>

Magrín, G. (2011). Variabilidad climática: el mejor paliativo es la información

<https://intainforma.inta.gob.ar/variabilidad-climatica-el-mejor-paliativo-es-la-informacion>

Oram, P. (1989). Sensibilidad de la producción agrícola al cambio climático, una actualización. En: *Clima y Seguridad alimentaria*.

Solow, A. R., Adams, R. F., Bryant, K. J., Legler, D. M., Brien, J. J. O., McCarl, B. A., ... Weiher, R. (1998). the Value of Improved Enso Prediction. *Climatic Change*, 39(1), 47–60. <https://doi.org/doi.org/10.1023/A:1005342500057>



Cosecha de soja en la zona núcleo agrícola.

Fuente: Foto tomada por Silvina Cabrini INTA EEA Pergamino.



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina