

## Eficiencia y Riesgo Básico de Seguros Tipo Índice para Contingencias Climáticas y de Mercado en Producción Lechera

Laura Gastaldi,<sup>1</sup> Alejandro Galetto;<sup>2</sup> Daniel Lema<sup>3</sup>

### RESUMEN

En el ámbito de la producción lechera se han diseñado instrumentos para transferir los riesgos asociados con la variabilidad climática y la volatilidad de precios que afectan al sector. Se trata de coberturas de tipo paramétricas, una contra eventos extremos de precipitación (excesos y déficit) y la segunda para compensar situaciones de margen desfavorable entre el precio de la leche y un vector de gastos de alimentación y costo de la tierra. Uno de los principales problemas de estas coberturas es el riesgo básico inherente a la falta de representatividad entre el índice propuesto y la situación verificada entre los asegurados. En este trabajo se aborda la problemática a partir de un análisis de tipo exploratorio, en el primer caso contrastando el funcionamiento de la cobertura con la ocurrencia de eventos adversos de lluvias a diferentes distancias desde el punto de medición del índice; y en el segundo caso comparando el margen económico de referencia con el margen de una muestra de tambos pampeanos. La metodología aplicada también incluyó el cálculo de indicadores que reflejan la eficiencia de las coberturas y permiten identificar aspectos del diseño que inciden sobre su riesgo básico.

**Palabras Clave:** TAMBO, COBERTURA PARAMÉTRICA, ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO, MARGEN ECONÓMICO, DESEMPEÑO

### ABSTRACT

The development of index-insurance products could offer a practical alternative for weather risk management in milk production. The main problem with this class of index-products is what is known as "basis risk", which arises when the payoffs of a hedging instrument (a specific insurance contract) do not correspond closely to the underlying exposures. In this paper we approach the problem of basis risks in two types of insurance products for dairy production in Argentina, which cover precipitation and market risks. In the first case, geographic basis risk is measured through the difference in payments arising from index calculated from observations at different locations. In the second case is an economic margin insurance product, where basis risk is measured as the difference between the standard economic margin with the results for specific production systems from a sample of dairy farms. The proposed methodology allows for the calculation of a set of indicators which show the coverage efficiency of the insurance products regarding the performance of basis risk. These indicators also help to identify key issues for the development of improved index-insurance products.

**Key words:** DAIRY FARM, INDEX INSURANCE, STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX, ECONOMIC MARGIN, PERFORMANCE

**Códigos JEL/JEL Clasificación:** D81, G22, O16.

## 1. Introducción

<sup>1</sup> INTA – EEA Rafaela, mail: gastaldi.laura@inta.gob.ar

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Empresariales, Univ. Austral, mail: agaletto@austral.edu.ar

<sup>3</sup> INTA – Instituto de Economía y UCEMA, mail: lema.daniel@inta.gob.ar

## 1.1. El riesgo en la empresa agropecuaria

La empresa agropecuaria enfrenta riesgos de diferentes tipos, de los cuáles los más significativos son los de origen climático y de mercado, y el productor tiene varias opciones para “gestionar” estos riesgos, que en general se pueden dividir en tres grandes clases, que son (i) acciones de eliminación o mitigación, (ii) compartir el riesgo o (iii) incorporarlo en el análisis de decisiones (Hardaker y otros, 2015).

La acción de “compartir” el riesgo (*risk-sharing*) se puede desarrollar de diferentes maneras, que incluyen el uso de contratos de producción y comercialización y el uso de seguros. En nuestro país, los seguros agropecuarios están muy difundidos, pero concentrados casi exclusivamente en la cobertura de algunos riesgos climáticos (granizo en particular) y en el ámbito de la producción agrícola pampeana y de unos pocos cultivos extra-pampeanos (Superintendencia de Seguros de la Nación, 2018).

Los seguros tradicionales, que en Argentina están regulados por legislación que data de la década del '60, están basados en un mecanismo de tipo “patrimonial”, que requiere la verificación del daño previo al pago de la indemnización, por lo que suelen tener altos costos administrativos. Una característica de este tipo de seguros es que su desempeño sufre los efectos de dos problemas comunes que son el “riesgo moral” y la “selección adversa”.

## 1.2. Los seguros tipo índices

Como una alternativa frente a los seguros tradicionales, desde hace un par de décadas se han desarrollado coberturas denominadas “tipo índice”, o “paramétricas”, que tuvieron su origen a partir de los modelos de derivados climáticos y financieros que se habían hecho populares en la década del '90.

En los seguros paramétricos la indemnización está sujeta a un índice y a un monto fijo de pago por unidad de índice que sobrepasa (o es inferior) al valor considerado disparador del seguro. Esto implica que el seguro no indemniza en función de las pérdidas que pudieran registrarse en la ubicación de riesgo, sino que paga teniendo en cuenta al comportamiento observado del índice en un determinado período  $t$  en relación con el valor disparador de la cobertura.

Conceptualmente, estos seguros parten de la relación causa – efecto que existe entre ciertos “eventos específicos” (Turvey, 2001) y el resultado de la producción, y entonces el objeto asegurado no es el efecto sino la causa (como una sequía, por ejemplo).

Se argumenta que los seguros tipo índice o paramétricos tienen tres ventajas frente a los seguros patrimoniales clásicos (Ceballos, 2016). En primer lugar, como no hay que probar un daño, se reducen sustancialmente los problemas de riesgo moral (*moral hazard*). En segundo lugar, como la información es prácticamente simétrica entre el asegurado y el asegurador, casi no existe selección adversa. Finalmente, el costo administrativo de estos instrumentos, al no requerir la inspección y verificación de daños, debiese ser sensiblemente más bajo que el de los seguros patrimoniales tradicionales.

En la Argentina también hemos asistido al desarrollo de distintas propuestas de coberturas paramétricas, las que han tomado nuevo impulso a partir del año 2015, cuando la SSN modificó las condiciones para la inscripción comercial de las mismas, reduciendo exigencias de verificación “in situ” de los daños, y abriendo el camino para que varias compañías de seguros incursionen con propuestas específicas, tanto en el caso de cultivos como también en el caso de la producción de leche.

---

<sup>4</sup> El riesgo moral se asocia con acciones que una de las partes realiza sin ser percibidas por la otra. En particular, en el caso de seguros, es típica la falta de incentivos que tiene el asegurado para adoptar acciones preventivas que disminuyan los riesgos de pérdida, ya que las mismas son cubiertas por las aseguradoras (Varian, 1996).

<sup>5</sup> El problema de selección adversa ocurre cuando se les cobra la misma prima a todos los productores agropecuarios independientemente del riesgo que cada uno de éstos tenga. Consecuentemente, se produce un desbalance en la cartera de asegurados a favor de aquellos cuyo riesgo individual de sufrir pérdidas supera a la medida de riesgo contemplada por las compañías aseguradoras para fijar el valor de la prima

Sin embargo, luego de más de 20 años de experiencia en el desarrollo de distintas coberturas, principalmente en países en desarrollo y con la asistencia de organismos internacionales que a veces cofinancian parte de los costos de implementación, la utilización de los seguros tipo índice no ha alcanzado un volumen significativo, especialmente en relación con las expectativas que se generaron en el ambiente académico principalmente (Binswanger, 2012). De la misma manera, en nuestro país, y a pesar que el desarrollo y oferta de estas coberturas es más reciente, tampoco parece haberse generado un nivel de demanda por las ofertas comerciales vigentes.

### 1.3. El problema del riesgo básico

Hay varias razones que explicarían la falta de difusión de los seguros basados en índices, pero entre todas ellas se destaca un problema, que es la existencia de lo que se llama “riesgo básico”, y que sintéticamente, se refiere a la falta de una correspondencia robusta entre el índice que se mide y que dispara el pago del seguro, y el fenómeno productivo subyacente.

Ceballos (op. cit.) clasifica al riesgo básico según su origen, y distingue cuatro tipos posibles, que son el “espacial o geográfico”, el riesgo de “diseño del producto”, otros riesgos covariados (plagas, etc.) y los riesgos “idiosincráticos” (derivados del manejo). Los dos que han merecido mayor atención son el riesgo básico de origen geográfico, que se refiere a la situación que ocurre cuando el punto de medición de la variable climática está alejado del lugar donde tiene lugar el proceso productivo (una estación meteorológica que está a gran distancia del predio), y el riesgo básico derivado del diseño del producto, que puede surgir de una mala elección de la variable climática, o del índice que la representa, o de la forma funcional de la relación entre clima y producción.

Independientemente de su origen, el riesgo básico puede ser definido como la suma de la probabilidad que exista una pérdida pero que no haya pago, más la probabilidad que no haya pérdida, pero sí que haya pago. La primera de ellas, obviamente la más importante desde el punto de vista del productor, y que explica la demanda por este tipo de coberturas (Clarke, 2016, citado por Ceballos, op. cit.), es lo que se denomina “*downside risk*” (riesgo de impacto negativo).

Adicionalmente, el riesgo básico se puede descomponer en dos componentes. Una situación es cuando se produce un daño pero el seguro no dispara, pero a ello hay que agregar la situación en el que el seguro dispara, pero no en la cuantía compatible con el monto del daño que experimenta el productor.

### 1.4. La cuantificación del riesgo básico

Ante las dificultades para lograr la difusión comercial de los productos paramétricos se han llevado a cabo estudios para cuantificar el riesgo básico. Por ejemplo, Chen y Roberts (2004) analizaron el impacto de este tipo de riesgo en el caso de un derivado climático para producción lechera, basado en mediciones de humedad y temperatura, comparándolo con la efectividad de inversiones en equipamiento para la reducción del riesgo.

Otros autores, como Woodward y García (2008) compararon los efectos del riesgo básico asociados a coberturas de temperatura y precipitaciones, llegando a la conclusión, bastante extendida por otros estudios posteriores, en el sentido que el efecto es mucho menor para aquellos riesgos, como los derivados de la temperatura, que tienen un alto grado de correlación espacial, en contraposición al caso de las precipitaciones, que exhiben variaciones geográficas significativas.

Finalmente, se han desarrollado estudios que demuestran empíricamente el impacto negativo del riesgo básico sobre la demanda de este tipo de coberturas (ejemplo, Jensen y otros, 2018), lo que ha dado lugar al desarrollo de alternativas en el diseño de este tipo de seguros que de alguna manera reducen los efectos negativos de la existencia de riesgo básico (Elabed *et al*, 2013).

En función de las consideraciones que se han presentado, surge con claridad que el conocimiento y la medición del “riesgo básico” son elementos críticos para el diseño de este tipo de coberturas, en la

medida que se pretende que la difusión de las mismas tenga sustento comercial en una demanda efectiva por parte de los productores.

En Argentina, el problema del riesgo básico en coberturas paramétricas se exploró en Gastaldi *et al.* (2020), quienes analizaron dos productos para producción lechera, uno basado en un índice climático de precipitaciones (que tiene una oferta comercial concreta para excesos y déficit de lluvias) y otro para cubrir márgenes desfavorables de precios, que es una adaptación del “programa de cobertura lechera” vigente en EEUU (Dairy Coverage Program, véase Newton, 2019). En dicho trabajo, los autores midieron el riesgo básico de la cobertura climática a partir de la diferencia de pagos entre pares de puntos geográficos, pero sólo para los eventos de excesos de lluvias; mientras que en la cobertura de márgenes usaron una metodología para evaluar situaciones de tipo dicotómicas comparando el índice con el margen estimado para seis modelos de producción de leche.

La propuesta en este trabajo es profundizar el análisis del riesgo básico de ambas coberturas para el sector lechero, aplicando una metodología común. Adicionalmente, se plantea evaluar el seguro de lluvias de manera integral, abarcando tanto los eventos de excesos como déficit; y en el caso de la cobertura de márgenes contrastar el índice con márgenes asociados a sistemas reales de producción de leche. Todo ello tiene por finalidad contribuir al desarrollo de instrumentos eficientes de transferencia de riesgos que puedan ser aplicados mediante políticas públicas o en el ámbito privado (King, 2012).

## 2. Metodología

La eficiencia y el riesgo de las coberturas paramétricas para lechería se exploraron mediante indicadores utilizados para evaluar situaciones de tipo dicotómicas (WWRP/WGNE *Joint Working Group on Verification*), metodología también utilizada en Osgood *et al.* (2007) y en Gastaldi *et al.* (2012). Las situaciones dicotómicas refieren a la existencia o no de disparo de la cobertura que da lugar a una indemnización o pago (D), según se correspondan o no con la ocurrencia de eventos desfavorables (ED) en un determinado lapso de tiempo (t).

Estas combinaciones determinan cuatro clases de situaciones que pueden ser organizadas en una tabla de doble entrada teniendo en cuenta si la cobertura dispara o no y el tipo de evento registrado (Tabla 1).

**Tabla 1.** Categorización de disparos (D) según la ocurrencia o no de un evento desfavorable (ED).

Categoría de disparos	Evento registrado
Correcto no disparo	No D, No ED
No disparo incorrecto	No D, Si ED
Disparo incorrecto	Si D, No ED
Correcto disparo	Si D, Si ED

Fuente: elaboración propia.

Desde el punto de vista de un productor agropecuario, y en relación con las cuatro situaciones de la Tabla 1, la que no ofrece inconvenientes es la llamada “correcto no disparo” (no hay evento desfavorable, el seguro no dispara y por lo tanto no paga).

Luego, hay dos situaciones de disparos incorrectos que reflejan un mal funcionamiento del seguro, que son cuando ocurre un evento desfavorable pero el seguro no dispara (“no disparo incorrecto”), lo cual genera un riesgo llamado “*downside risk*”. La otra situación no deseada se produciría cuando la cobertura dispara, pero la situación es normal (“disparo incorrecto”), denominado “*upside risk*”. Esto último, si bien no causa un perjuicio directo al productor, eleva el valor final de la prima disminuyendo la eficiencia del seguro.

Y finalmente, la cuarta situación es cuando se produce un evento desfavorable y la cobertura dispara (“correcto disparo”). Ese disparo da derecho a una indemnización o pago que puede ser igual, menor o mayor al que corresponde, generando tres situaciones que llamamos non risk (si el pago es igual al que corresponde), downside risk adicional (si el pago es menor) o un upside risk adicional (si el pago es mayor). Para calcular estos riesgos adicionales hay que reclasificar las situaciones de “correcto disparo” en dos categorías:

- Correcto disparo\_pago correcto = pago cobertura = pago debido (*non risk*)
- Correcto disparo\_pago menor = pago cobertura < pago debido (*downside risk* adicional)
- Correcto disparo\_pago mayor = pago cobertura > pago debido (*upside risk* adicional)

En la Tabla 2 se resumen las situaciones posibles.

**Tabla 2.** Tabla de contingencias entre disparos, pagos y eventos registrados.

Tipo de evento	Desfavorable			Normal	Total
Disparos	Correcto disparo_pago menor <i>downside risk adicional</i>	Correcto disparo_pago igual <i>non risk</i>	Correcto disparo_pago mayor <i>upside risk adicional</i>	Disparo incorrecto <i>upside risk</i>	Disparos
No disparos	No disparo incorrecto <i>downside risk</i>			Correcto no disparo	No Disparos
Total	Eventos desfavorables			Eventos normales	Total general

Fuente: elaboración propia.

A partir situaciones descritas, es posible estimar indicadores que reflejan la eficiencia y el riesgo del sistema. Desde el punto de vista temporal (momento en que se producen los disparos) se pueden calcular cuatro indicadores, a saber:

- Desempeño = (correcto disparo + correcto no disparo) / total general
- Probabilidad de disparo correcto = correcto disparo / eventos desfavorables
- Probabilidad de disparo incorrecto = disparo incorrecto / eventos normales
- Sesgo = total disparos / eventos desfavorables

Desde el punto de vista del riesgo del sistema (down y up), los indicadores serían los siguientes:

- *Downside risk* = (correcto disparo\_pago menor + no disparo incorrecto) / (correcto disparo + disparo incorrecto + no disparo incorrecto)
- *Upside risk* = (correcto disparo\_pago mayor + disparo incorrecto) / (correcto disparo + disparo incorrecto + no disparo incorrecto)

En este punto, además de estimar desde el punto de vista dicotómico, sería deseable cuantificar los montos de los dos tipos de riesgos por su impacto sobre el valor de la prima.

Siguiendo esta metodología, se analizaron una cobertura contra eventos adversos de precipitación y otra para cubrir situaciones desfavorables de margen económico (Galetto *et al.*, 2018).

En el primer caso, y teniendo en cuenta que la distancia es uno de los principales determinantes del riesgo básico en las coberturas climáticas basadas en observaciones de tipo sinópticas, el análisis se realizó considerando diferentes distancias entre el punto de medición del índice de lluvias y la ubicación del riesgo. En la cobertura de margen económico, donde el riesgo básico puede estar asociado a problemas de diseño del índice, el análisis se realizó contrastándolo con el margen asociado a una muestra representativa de tambos de la región pampeana argentina.

## 2.1. Cobertura paramétrica para eventos extremos de precipitación

En este caso se contrastaron los disparos calculados para un determinado punto de medición de lluvias (PML) de referencia (PML<sub>ref</sub>), respecto a lo registrado en otros PML localizados a diferentes distancias del PML<sub>ref</sub>. Estos puntos fueron nombrados como PML de comparación (PML<sub>comp</sub>) y representarían la ubicación de riesgo de los potenciales productores asegurados con base en PML<sub>ref</sub>.

Se trabajó con 12 PML localizados en las provincias de Santa Fe y Córdoba, con datos mensuales de lluvias del período julio 1980 a junio 2017, totalizando 444 datos temporales (t)<sup>6</sup>. La distancia (D) entre los PML se estableció a partir de la siguiente fórmula:

$$D = R * \cos^{-1}(\text{Sen}(\text{Lat}_{EM1}) * \text{Sen}(\text{Lat}_{EM2}) + \text{Cos}(\text{Lat}_{EM1}) * \text{Cos}(\text{Lat}_{EM2}) * \text{Cos}(\text{Long}_{EM2} - (\text{Long}_{EM1}))) \quad (1)$$

siendo *R* una constante que refleja el radio de la tierra. La *D* promedio entre PML fue de 103 km, con máximo de 242 y mínimo de 18 km, según se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Matriz de distancia entre puntos de medición de lluvias.

Distancia entre Coordenadas geográficas (km)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1- Balnearia (Cba)	0											
2- Carlos Pellegrini (SF)	143	0										
3- Ceres (SF)	141	242	0									
4- Chipión (Cba)	31	134	123	0								
5- Morteros (Cba)	71	151	92	42	0							
6- Porteña (Cba)	57	118	126	28	35	0						
7- Rafaela (SF)	113	98	154	86	73	58	0					
8- Ramona (SF)	74	107	135	46	44	18	40	0				
9- San Cristóbal (SF)	158	200	88	128	86	112	102	107	0			
10- San Francisco (Cba)	70	77	171	57	80	45	63	42	149	0		
11- San Guillermo (SF)	102	189	54	78	40	75	102	82	66	119	0	
12- San Justo (SF)	201	181	169	170	136	144	99	130	81	162	136	0

Fuente: elaboración propia.

Dado que la cobertura bajo análisis se basa en el índice de precipitación estandarizado (IPE; McKee y otros, 1993), para calcular los disparos que compensan los eventos adversos de precipitación<sup>7</sup>, las series de lluvias debieron transformarse previamente en series de IPE. La estimación del IPE se realizó en una planilla de cálculo aplicando el algoritmo descrito en Edwards (1997), ajustando las lluvias a una función de distribución gamma y considerando como base el período 1980-2009. En la Tabla III del Anexo se presentan los valores mínimos y máximos de los IPE por PML.

Según los términos o condiciones de la cobertura, los disparos se generan cuando el IPE<sub>t</sub> alcanza el valor disparador, siendo en este caso |1,5|. A partir de ese valor se activa un mecanismo de pago que incluye una compensación por la ocurrencia del evento más una por la intensidad del mismo, en ambos casos expresados como porcentaje de la suma asegurada (%). El esquema de pago se presenta a continuación y en la Tabla 4 los porcentajes correspondientes:

<sup>6</sup> En Tablas 1 y 2 del Anexo se presentan estadísticas descriptivas de las series de lluvias

<sup>7</sup> IPE 1 y 2 para la cobertura de excesos de lluvias; IPE 6 y 3 (sólo dic, ene, feb) para la cobertura de déficit de lluvias

$$\begin{aligned}
 IPE_t < |\text{disparador}| & \quad 0\% \\
 IPE_t \geq |\text{salida}| & \quad \% \text{ ocurrencia} + \% \text{ intensidad} \quad (2) \\
 |\text{disparador}| \leq IPE_t \leq |\text{salida}|^8 & \quad \% \text{ ocurrencia} + [\% \text{ intensidad} / (\text{salida} - \text{disparador})] * IPE_t - \text{disparador}
 \end{aligned}$$

**Tabla 4.** Tabla de montos indemnizables según riesgo cubierto y estación del año, expresados como porcentaje de la suma asegurada.

IPE Disparador:  1,5	Excesos lluvias (IPE 2 e IPE 1)			Déficit lluvias (IPE 6 + IPE 3 verano)			
	IPE Salida:  4	Ocurrencia	Intensidad	Total	Ocurrencia	Intensidad	Total
Invierno (jun, jul, ago)		5%	5%	15%	2,50%	2,50%	5%
Primavera (set, oct, nov)		5%	5%	10%	2,50%	2,50%	5%
Verano (dic, ene, feb)		5%	10%	15%	5%	5%	10%
Otoño (mar, abr, may)		10%	20%	30%	5%	5%	10%

Fuente: Sancor Seguros e INTA Rafaela, 2019.

De esta manera, la base de datos quedó conformada por 29.304 observaciones, valor que surge de las 444 observaciones temporales por 66 comparaciones entre pares de PML (según fórmula 3)

$$\text{Número de comparaciones} = \frac{n(n-1)}{2} \quad (3)$$

donde n es la cantidad de PML disponibles (12 PML).

El análisis se realizó para diferentes rangos de distancia entre los PML, según se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5:** Cantidad de comparaciones de puntos de medición de lluvias (PML) contenidas en diferentes rangos de distancia.

Rangos de distancias (km)	Número de comparaciones de PML
< 20	1
20 a 40	5
40 a 60	9
60 a 80	10
80 a 100	8
100 a 150	21
≥ 150	12
<i>Total</i>	<i>66</i>

Fuente: elaboración propia.

Otros trabajos tomados como referencia (como ej. Norton *et al.*, 2012), aplicaron una metodología similar, pero con mayor densidad de observaciones meteorológicas a distancias cortas, lo que les permitió obtener indicadores más robustos.

<sup>8</sup> Valor del índice en donde se maximiza la indemnización

## 2.2. Cobertura de margen económico

La evaluación se realizó para el período enero 2008 a junio 2020, totalizando 150 meses. En este caso, la cobertura indemniza situaciones económicas desfavorables haciendo uso de un índice mensual, que refleja el margen que queda luego de descontar al precio de la leche un vector de gastos de alimentación y un equivalente al costo de oportunidad de la tierra. Este margen está asociado al perfil productivo de un tambo de tipo modal a nivel país, definido a partir de información de la encuesta sectorial lechera del INTA del ejercicio 2014/2015.

La fórmula del Margen Económico (Mg) es la siguiente:

$$\text{Mg}^9 = \text{Precio leche (US\$/l)} - [0,240 \text{ kg maíz} \times P_m(\text{US\$/kg}) + 0,089 \text{ kg expeller soja} \times P_s(\text{US\$/kg} \times 1,5)] - 0,260 \text{ kg silo maíz} \times P_m \times 0,5 - 0,086 \text{ kg soja} \times P_s \quad (4)$$

donde  $P_m$  es el precio del maíz y  $P_s$  es el precio de la soja. La primera parte del costo representa el valor del concentrado (33% de la dieta), que está compuesto en un 72,7% por maíz ( $0,33 \times 0,727 = 0,240$ ) y un 27,3% por expeler de soja ( $0,33 \times 0,273 = 0,089$ ), con un precio del expeler un 50% superior al de la soja. La segunda parte es el costo del silo de maíz (26% de la dieta), que se cuesta un 50% del precio del grano de maíz. La tercera parte representa el costo de oportunidad de la tierra, y se calcula considerando una productividad media es de 10.000 litros de leche por hectárea utilizada por las vacas en ordeño y un valor medio del alquiler de 8,6 q/ha de soja (860 kg/ha). Para evitar problemas de tipo de cambio y variaciones del valor de la moneda local los valores se expresan en dólares.

El margen económico de este tambo modal referente (Tref) se contrastó con el margen económico calculado para 194 tambos (Tcomp) de la región pampeana, haciendo uso de los porcentajes de uso de concentrados y silajes empleados en cada sistema y su nivel de productividad; asociados al ejercicio 2018/2019. Se utilizó este set de datos más actuales con el objetivo de verificar si el índice propuesto (definido a partir de información productiva del ejercicio 2014/15) mantiene su representatividad con el paso del tiempo. En la Tabla 6 se presentan las principales características de estos sistemas.

**Tabla 6.** Estadísticas descriptivas de tambos de la región pampeana. Ejercicio 2018/19

Modelos productivos		Promedio	Muy extensivos	Muy intensivos
Cantidad de casos (n)		175	10%	11%
Carga animal	VT/ha VT	1,39	0,96	2,05
Concentrados	(% MS)	29	18	40
Silaje de maíz	(% MS)	25	10	34
Forraje Fresco	(% MS)	46	72	26
Productividad	l leche año/ha VT	7.802	3.803	14.117

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la encuesta sectorial lechera 2018/2019 (Gastaldi *et al*, 2020)

En este caso, la base quedó conformada por 29.100 observaciones que surgen de las 194 comparaciones (Tref vs Tcomp) por los 150 meses analizados (t). Se consideró un margen disparador de 0,125 U\$/litro de leche, punto a partir del cual dispara la cobertura y paga la diferencia entre dicho margen garantizado y el margen observado en el mes t. El nivel disparador elegido de manera ad-hoc permitiría cubrir un monto mínimo de otros gastos directos y de estructura.

<sup>9</sup> El precio de la leche está tomado de la Dirección Nacional Láctea, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, el precio de la soja y del maíz de la Bolsa de Comercio de Rosario, y el tipo de cambio se toma de la información del Banco Central de la República Argentina (BCRA).

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Eficiencia de la cobertura climática

En la Tabla 7 se presentan los indicadores de eficiencia de la cobertura contra eventos adversos de precipitación para diferentes rangos de distancia entre las PML<sub>ref</sub> y las PML<sub>comp.</sub>, tal como fueron explicados en la metodología. Adicionalmente, en la tabla se incluye la probabilidad de disparos opuestos que representa una situación donde, por ejemplo, en un establecimiento asegurado se registra un evento de excesos de lluvias mientras que en la PML<sub>ref</sub> se verifica la situación opuesta (déficit), o viceversa.

**Tabla 7:** Indicadores de eficiencia de la cobertura para eventos adversos de precipitación, para diferentes rangos de distancia.

Distancia (km)	Comparaciones (n)	Desempeño (%)	Probabilidad disparo correcto (%)	Probabilidad disparo incorrecto (%)	Sesgo (%)	Downside risk (%)	Non risk (%)	Upside risk (%)	Disparo por evento opuesto (%)
< 20	1	87,20	66,70	8,90	112,50	43,80	0,00	56,20	0,00
20 a 40	5	85,50	60,90	9,40	105,40	48,00	0,00	51,40	0,50
40 a 60	9	84,10	55,40	9,80	101,60	49,30	0,00	50,00	0,70
60 a 80	10	82,20	50,60	11,10	103,10	49,00	0,00	50,30	0,70
80 a 100	8	80,80	41,90	11,40	98,80	50,20	0,00	48,20	1,60
100 a 150	21	79,30	39,70	12,70	102,40	49,20	0,00	49,90	0,90
>=150	12	76,90	33,20	13,90	99,60	48,90	0,00	50,00	1,10

Fuente: elaboración propia

Los resultados muestran una tendencia a la disminución de la eficiencia de la cobertura conforme aumenta la distancia entre el PML<sub>ref</sub> y los PML<sub>comp.</sub>, lo cual representa un problema desde el punto de vista comercial. Este comportamiento esperado no hace más que reflejar el efecto negativo de la distancia en las coberturas paramétricas basadas en observaciones meteorológicas de tipo sinópticas, es decir a nivel de superficie. Cuanto más alejado está el punto asegurado del punto de monitoreo, mayor es el riesgo de no representatividad (Gastaldi *et al*, 2020)

A una distancia menor a 20 km, y con un solo par de comparación, la cobertura se comporta adecuadamente en el 87,2% de los meses analizados (jul 1980 a jun 2017), disparando cuando debe disparar y no disparando cuando no hay evento climático adverso según los términos de la cobertura; independientemente si el monto pagado coincide o no con el que corresponde.

Sin embargo, cuando se analizan los eventos en los cuáles el seguro debería disparar por registrarse lluvias adversas en los PML<sub>comp.</sub>, el ajuste de la cobertura disminuye ya que compensa solamente el 66,7% de estos eventos (probabilidad de disparo correcto). Vale aclarar que este porcentaje sólo refleja la existencia de un disparo, pero no muestra si el monto pagado en términos monetarios se ajusta al que debiera ser. Podría ocurrir que paga lo que corresponde, paga menos o paga más, siendo estos últimos dos casos una situación no deseada desde el punto de vista comercial. En situaciones de *downside risk* existiría disconformidad por parte de los asegurados mientras que, en el *upside risk* el mayor pago terminaría trasladándose a la prima comercial.

La situación opuesta al párrafo anterior es la probabilidad de disparo incorrecto, que para una distancia de hasta 20 km fue del 8,9%. Este valor representa las veces que la cobertura dispara a pesar que no haberse registrado un evento adverso en la PML<sub>comp.</sub>. Es decir, en estos casos, el productor asegurado cobraría una indemnización por una situación no registrada en el lugar donde éste se localiza.

El sesgo, indicador que representa la cantidad de veces que la cobertura dispara en relación con las veces que tendría que haber disparado, resultó mayor al 100% en casi todos los tramos de distancia.

Esto implica que, en promedio, los productores recibirían más indemnizaciones que las merecidas, aunque no siempre en el momento en que corresponde hacerlo, teniendo en cuenta las probabilidades de disparo correcto e incorrecto.

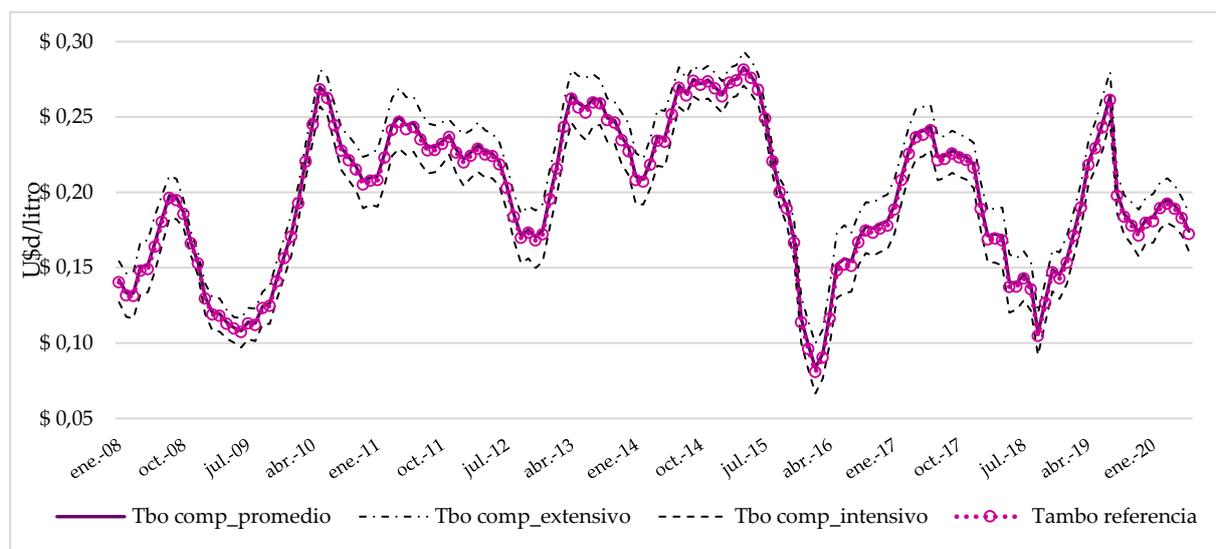
Como se mencionó anteriormente, el monto indemnizado es otro factor de riesgo que se reflejan en el *upside* y *downside risk* del sistema (si la indemnización recibida es igual a la indemnización que corresponde no habría riesgo, lo que se llamó *non risk*). El primer caso se generaría cuando la cobertura paga un monto superior porque la intensidad del evento de lluvias fue mayor en  $PML_{ref}$  respecto a lo ocurrido en el punto geográfico asegurado ( $PML_{comp}$ ); o directamente no se registró el evento adverso, pero igual se compensó. En este caso, no habría conflictos entre el productor asegurado y la aseguradora, pero estos pagos por exceso terminan impactando en el costo de la cobertura. La segunda situación es la más crítica, porque la cobertura indemniza por debajo de lo debido, ya sea porque la intensidad del evento de lluvias fue menor en  $PML_{ref}$  respecto a  $PML_{comp}$ , o directamente no se registró el evento adverso en  $PML_{ref}$  y no se disparó la cobertura.

Tomando como ejemplo una distancia  $< 20$  km, el 56,2% de los pagos fue superior (*upside risk*) y mayoritariamente asociados a una situación de disparo incorrecto (56%). El valor de *downside risk* fue del 43,8% y en el 52,2% de las veces derivado de situaciones de no disparo incorrecto (hubo evento adverso pero la cobertura no disparó). En ningún caso los disparos correctos determinaron pagos correctos (*non risk*)

A medida que aumenta la distancia también pueden registrarse problemas de incompatibilidad de disparos, donde se dispara la cobertura por un evento contrario al registrado (disparo opuesto). Por ejemplo, en la  $PML_{ref}$  la cobertura dispara por exceso de lluvias cuando en la  $PML_{comp}$  existe déficit hídrico. Estas situaciones no son muy comunes, pero ocasionalmente pueden presentarse y con mayor frecuencia a medida que se incrementa la distancia. Como ejemplo se menciona lo ocurrido en julio de 1988 entre las localidades de Morteros, Chipión y San Guillermo; mientras que en la primera se registraba un evento de déficit en las otras dos localidades la ocurrencia de lluvias excesivas hubiera hecho disparar la cobertura.

### 3.2. Eficiencia de la cobertura económica

A continuación, se presentan los resultados asociados a la cobertura de margen económico, mostrando en primer lugar el comportamiento histórico del margen en el tambo de referencia y en los tambos de comparación (Figura 1).

**Figura 1:** Evolución histórica del margen considerado en la cobertura económica lechera.

Se observa un comportamiento similar entre el margen del tambo de referencia y el margen promedio de los tambos comparados, lo que hace suponer que el índice diseñado con datos productivos del ejercicio 2014/15 mantiene su representatividad, aunque no de manera perfecta. La situación es diferente cuando se compara con los tambos más o menos intensivos en el manejo de la alimentación, donde el ajuste de la cobertura es más débil.

**Tabla 8.** Indicadores de eficiencia de la cobertura de margen económico en sistemas lecheros de la región pampeana argentina.

Indicador	Indicador	Mínimo	Máximo
Desempeño	93%	36%	100%
Probabilidad disparo correcto	63%	14%	100%
Probabilidad disparo incorrecto	3%	0%	10%
Sesgo	91%	14%	1500%
Downside risk	60%	0%	100%
Non risk	0%	0%	0%
Upside risk	40%	0%	100%
Upside risk, sobre disparo correcto	37%	0%	100%
Downside risk, sobre disparo correcto	63%	0%	100%

Fuente: elaboración propia

El desempeño del seguro fue del 93% con una probabilidad de disparo correcto del 63% (distribución de frecuencias en Figura 1 del Anexo). El valor mínimo de probabilidad de disparo correcto (14%) se registró en un tambo con características atípicas en cuanto al nivel suplementación con concentrados y silajes y la respuesta productiva. Por su parte la probabilidad de disparo correcto del 100% se dio en el 55% de los tambos analizados.

El sesgo, como proporción de la cantidad disparos efectuados durante todo el período respecto de la cantidad de meses económicamente desfavorables, independientemente de la correspondencia entre momento de disparo y mes desfavorable, fue del 91%, pero con una elevada variabilidad (14% - 1500%) lo que estaría indicando que el margen propuesto no ajusta adecuadamente en algunos sistemas productivos.

Precisamente, al analizar por nivel de intensificación se llegó a los siguientes resultados (Tabla 9)

**Tabla 9.** Indicadores de eficiencia de la cobertura de margen económico en sistemas extensivos e intensivos de producción de leche.

Promedio	Muy extensivos	Muy intensivos
Desempeño	95%	94%
Probabilidad disparo correcto	79%	35%
Probabilidad disparo incorrecto	10%	4%
Sesgo	196%	36%
Downside risk	33%	94%
Non risk	0%	0%
Upside risk	67%	6%
Upside risk, sólo sobre disparo correcto	64%	14%
Downside risk, sólo sobre disparo correcto	36%	86%

Fuente: elaboración propia

En base a los indicadores de probabilidad de disparos incorrectos, de sesgo y de *up/downside risk* la cobertura podría sobre-compensar a los tambos muy extensivos ( $\approx 10\%$  tambos del país) y lo opuesto para el grupo de tambos más intensivos ( $\approx 10\%$  tambos del país); comportamiento que estaría reflejando que el margen de referencia (índice) propuesto no se ajusta a las situaciones extremas. En el primer caso, y con el objetivo de mejorar la representatividad del índice, se debería proponer un margen de referencia que contemple un menor uso de alimentos suplementarios y viceversa para tambos intensivos. En línea con lo dicho, en los tambos extensivos sería suficiente una cobertura que considere un perfil de alimentación basado en un 20% de concentrados y 15% de silaje. En cambio, en los tambos muy intensivos, el margen debería considerar al menos un 40% de concentrados y 35% de silajes. En ambos casos, los cambios en el margen (índice) modificarían el valor de la prima pura, que en el modelo propuesto es de aproximadamente 0,8% de la suma asegurada.

Para los tambos restantes, en los cuales el nivel de uso de alimentos suplementarios es intermedio, el margen de referencia (índice) vigente en la cobertura sigue siendo representativo. Sin embargo, los constantes cambios técnico-productivos que se registran en la lechería nacional y que se reflejan en una baja en el uso actual de concentrados (29% vs 33%, en 2018/19 vs 2014/15, respectivamente), señalan la necesidad de ir ajustando el índice (ecuación 4) como medida de reducción del riesgo básico de este esquema de aseguramiento.

#### 4. Conclusiones

En los últimos años se han presentado varias propuestas de coberturas de tipo paramétricas para el sector agropecuario, pero existen pocos estudios que muestren el nivel de eficiencia y el riesgo básico de las mismas. De hecho, la escasa o nula difusión comercial de las mismas llevaría a pensar que hay problemas con la demanda del producto, que podrían deberse, al menos parcialmente, a situaciones de presencia de riesgo básico que limitan su capacidad como instrumento para la gestión del riesgo.

En este trabajo se aborda esta problemática, a partir del análisis de dos coberturas orientadas a cubrir riesgos de eventos adversos de precipitación y de precios del sector lechero argentino. En ambos casos se aplicó una metodología de tipo exploratoria que evalúa la correspondencia entre la cantidad y momento de los disparos que genera cada cobertura en relación con la situación observada entre hipotéticos asegurados, durante un período de 37 años y 12,5 años, respectivamente. No se realizó la cuantificación desde el punto de vista económico, que permitiría una comprensión más completa del riesgo básico del sistema.

En el trabajo se distinguen dos componentes del riesgo básico, uno que se denomina “*downside risk*” (el seguro no dispara, o paga menos, cuando tiene que pagar) y que afectaría directamente la demanda de estos productos, y otro llamado “*upside risk*” (el seguro dispara cuando no tiene que disparar, o paga más de lo que debe), y que representa un problema indirecto sobre la demanda, pues aumenta el monto de la prima comercial.

La cobertura climática tuvo un desempeño (disparos correctos más no disparos correctos sobre total de eventos) del 87,2%, cuando la distancia entre el punto de medición del índice y del predio asegurado fue menor a 20 km. La eficiencia fue decayendo con la distancia, aumentando la probabilidad de disparo incorrecto, no disparo incorrecto y también de disparos por eventos opuestos a los ocurridos.

En relación con el seguro de margen económico, el nivel de intensificación de los sistemas se presenta como variable crítica del riesgo básico, y la cobertura podría no ser representativa en sistemas productivos muy extensivos o muy intensivos. Si bien el desempeño general fue del 93%, sería conveniente prever actualizaciones periódicas de los parámetros que definen el índice, es decir el margen de referencia, para mantener el ajuste de esta propuesta de cobertura con la realidad productiva de los tambos.

La existencia de riesgo básico resta eficiencia a las coberturas y genera problemas de subestimación/sobrestimación de la prima pura, afectando consecuentemente la viabilidad comercial de estos esquemas de aseguramiento. Por este motivo, los estudios que aporten conocimiento sobre este riesgo se consideran necesarios para mejorar el diseño de las coberturas paramétricas antes de su implementación.

## 5. Referencias

- Banco Central de la República Argentina. Principales variables. Dólar mayorista. <http://www.bcra.gov.ar/default.asp>
- Binswanger-Mkhize, H. (2012) Is There Too Much Hype about Index-based Agricultural Insurance?, *The Journal of Development Studies*, 48(2):187-200.
- Bolsa de Comercio de Rosario. Precios Cámara Arbitral de Cereales. <https://bcr.com.ar/es/mercados/mercado-de-granos/cotizaciones/cotizaciones-locales-0>
- Ceballos, F. (2016). “Estimating Spatial Basis Risk in Rainfall Index Insurance. Methodology and Application to Excess Rainfall Insurance in Uruguay”. IFPRI Discussion Paper No. 01595, 48 p.
- Chen, G. & 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>].
- Clarke, D. J. (2016). A theory of rational demand for index insurance. *American Economic Journal: Microeconomics*, 8(1), 283-306
- Dirección Nacional Láctea - MAGyP. Precios pagados al productor. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_lecheria/estadisticas/\\_03\\_precios/index.php](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/_03_precios/index.php)
- Edwards, D.C. 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Thesis Master of Science degree in Atmospheric Science. Colorado State University, United State, 155 pp.
- Elabed G., M. Bellamare, M. Carter & C. Guirkingner (2013) Managing basis risk with multiscale index insurance. *Agricultural Economics*, 44, pp. 419-431.
- Galetto, A., Gastaldi, L. & Lema, D. (2018). An index-insurance proposal for weather and market risk for the Argentine dairy sector. *Trabajo presentado en el Congreso Anual de la International Food and Agribusiness Association (IFAMA)*, Buenos Aires, Argentina, junio 2018

- Gastaldi L., Galetto A. & Lema D. (2020). Propuesta de coberturas paramétricas para riesgos climáticos y de mercado en el sector lechero argentino. *Revista de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, 21(1). e-ISSN 0327-3318
- Gastaldi L., Osgood D., Podestá G. & Lema D. (2012). Seguro basado en un índice climático para la producción de soja en Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, 9.
- Gastaldi L., Litwin G., Maekawa M., Moretto M., Marino M., Engler P., Cuatrin A., Centeno A. & Galetto A. (2020). Encuesta Sectorial Lechera del INTA. Resultados del ejercicio productivo 2018-2019. Informe Técnico. Publicación Miscelánea Año VIII N° 2. e-ISSN 2314-3126
- Hardaker, J.B., R. Huirne, J. Anderson & G. Lien (2015). *Coping with risk in agriculture - Applied Decision Analysis* (3rd ed.). CABI Publishing, Oxford.
- Jensen, N., A. Mude and C. Barrett (2018), How basis risk and spatiotemporal adverse selection influence demand for index insurance: Evidence from northern Kenya, *Food Policy*, 74(1), pp. 172-198.
- King, R.P. (2012). The science of design. *Amer. J. Agr. Econ.* 94(2): 275-284; doi: 10.1093/ajae/aar128. Downloaded from <http://ajae.oxfordjournals.org/> by guest on January 26, 2012
- McKee, T.B., N.J. Doesken & J. Kleist. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Preprints, 8th Conference on Applied Climatology*, pp. 179-184. January 17-22, Anaheim, California.
- Newton, J. (2019). "Reviewing Dairy Margin Coverage". Farm Bureau, Market Intelligence, 19 Jan, 8 p. (tomado de: <https://www.fb.org/market-intel/reviewing-dairy-margin-coverage>).
- Norton, M., Turvey, C. & Osgood, D. (2012) Quantifying spatial basis risk for weather index insurance. *The Journal of Finance*, 14(1), pp. 20-34.
- Osgood D.E, McLaurin, M. Carriquiry, M., Mishra, A., Fiondella, F., Hansen, J., Peterson, N., & Ward, N. (2007). Designing Weather Insurance Contracts for Farmers in Malawi, Tanzania, and Kenya, Final Report to the Commodity Risk Management Group, ARD, World Bank. International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University, New York, USA
- SSN. Superintendencia de seguros de la nación. 2018. Encuesta de Seguros en los Sectores Agropecuarios y Forestal. Publicada en internet, disponible en [http://www.ora.gob.ar/BO/EncuestasSSN/Informes/INFORME\\_ENC\\_CENSAL\\_2018.pdf](http://www.ora.gob.ar/BO/EncuestasSSN/Informes/INFORME_ENC_CENSAL_2018.pdf)
- Turvey, C. (2001) "Weather Derivatives for Specific Event Risk in Agriculture", *Review of Agricultural Economics* 23(2):333-351.
- USDA (2021). Farm Service Agency. Dairy margin coverage program. <https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/dairy-margin-coverage-program/index>
- USDA (2021). Farm Service Agency. Margin protection program for dairy. <https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/Dairy-MPP/index>
- Varian, H. R. (1996). *Intermediate microeconomics*. W.W. Norton and Company, Inc. New York. 649 pp.
- Woodard, J. & García, P. (2008), Basis risk and weather hedging effectiveness, *Agricultural Finance Review*, 68, pp. 99-117.
- WWRP/WGNE Joint Working Group on Verification. Publicado en internet, disponible en <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/#Introduction>.

## 6. Anexos

Tabla A.1. Serie histórica de precipitaciones anuales en milímetros, período 1981-2016.

Fuente	Cooperativa	INTA	INTA	Cooperativa	Cooperativa	Cooperativa	INTA	Privado	INTA	UTN	Cooperativa	INTA
Localidad /Año	Balnearia, CBA	Carlos Pellegrini, SF	Ceres, SF	Chipión, CBA	Morteros, CBA	Porteña, CBA	Rafaela, SF	Ramona, SF	San Cristóbal, SF	San Francisco, CBA	San Guillermo, SF	San Justo, SF
1981	1.206	1.442	930	1.335	1.412	1.386	1.455	1.877	957	1.373	1.204	1.420
1982	854	824	917	816	963	979	837	835	1.051	747	1.019	820
1983	796	1.051	922	892	1.239	945	1.053	1.170	901	1.002	1.125	970
1984	1.078	1.136	1.377	1.138	751	976	997	1.128	1.496	951	1.046	1.382
1985	665	888	878	765	751	821	981	972	1.125	796	804	1.128
1986	696	1.021	979	914	1.024	1.019	1.324	1.041	628	899	1.146	1.275
1987	953	912	971	1.028	959	1.079	1.103	1.403	877	981	800	1.115
1988	733	819	646	629	548	521	636	708	547	649	786	1.081
1989	823	737	704	1.020	840	832	769	918	864	648	540	890
1990	937	1.431	1.094	1.077	1.272	995	1.177	1.228	1.128	1.113	1.119	1.869
1991	1.189	1.291	1.171	1.361	1.104	1.287	1.284	1.321	1.121	1.127	1.065	1.234
1992	1.164	1.388	1.420	1.446	1.320	1.311	1.165	1.320	1.462	1.209	1.344	1.347
1993	986	1.177	907	906	702	869	1.024	1.138	686	973	697	1.255
1994	653	929	1.027	783	709	937	645	694	1.282	683	679	1.100
1995	715	785	775	734	694	795	912	855	832	668	680	1.092
1996	1.057	729	941	855	1.008	759	726	795	1.086	706	906	1.032
1997	851	809	901	933	933	853	757	804	893	900	1.384	953
1998	854	951	1.045	708	896	810	899	949	1.048	753	920	1.016
1999	1.181	981	851	1.327	967	972	1.130	1.063	618	860	955	872
2000	882	1.332	1.023	1.107	1.235	1.325	1.135	1.228	1.026	1.118	929	1.206
2001	1.110	1.271	1.214	1.300	1.018	1.150	1.074	1.045	869	1.114	1.132	1.306
2002	850	1.190	1.305	1.020	861	1.126	1.068	1.144	1.236	783	758	1.457
2003	1.102	974	1.108	1.127	1.077	1.047	1.303	1.212	975	839	1.332	1.321
2004	663	797	615	802	653	722	686	743	515	620	811	1.018
2005	890	954	1.018	906	1.005	881	1.032	867	1.049	992	1.064	1.108
2006	928	1.204	791	930	724	864	989	791	746	1.039	697	1.294
2007	810	1.280	993	1.034	994	1.220	1.218	1.402	863	1.002	777	1.280
2008	877	774	453	685	771	909	752	981	403	848	614	790
2009	900	900	779	787	816	986	989	918	656	881	854	1.257

Fuente	Cooperativa	INTA	INTA	Cooperativa	Cooperativa	Cooperativa	INTA	Privado	INTA	UTN	Cooperativa	INTA
Localidad /Año	Balnearia, CBA	Carlos Pellegrini, SF	Ceres, SF	Chipión, CBA	Morteros, CBA	Porteña, CBA	Rafaela, SF	Ramona, SF	San Cristóbal, SF	San Francisco, CBA	San Guillermo, SF	San Justo, SF
2010	767	632	826	816	916	883	799	729	761	714	805	856
2011	858	962	1.000	867	944	897	967	1.082	1.019	925	1.019	1.165
2012	1.152	1.488	778	1.206	975	1.120	1.244	1.336	749	1.241	1.065	1.300
2013	755	867	626	689	867	894	922	989	559	977	829	1.089
2014	1.056	1.176	1.210	1.178	1.304	1.147	1.173	1.229	972	1.284	1.232	1.535
2015	1.332	1.193	1.136	1.004	1.160	1.039	1.094	1.015	965	1.055	1.095	1.189
2016	1.160	1.226	967	1.231	1.369	1.195	1.283	1.244	1.462	902	1.224	1.503
Promedio	930	1.042	953	982	966	987	1.017	1.060	929	927	957	1.181
Mediana	886	978	954	932	961	974	1.028	1.043	929	913	942	1.177
Mínimo	653	632	453	629	548	521	636	694	403	620	540	790
Máximo	1.332	1.488	1.420	1.446	1.412	1.386	1.455	1.877	1.496	1.373	1.384	1.869

Tabla A.2. Promedio mensual de precipitaciones en milímetros. Período 1981-2016.

Mes	Balnearia, CBA	Carlos Pellegrini, SF	Ceres, SF	Chipión, CBA	Morteros, CBA	Porteña, CBA	Rafaela, SF	Ramona, SF	San Cristóbal, SF	San Francisco, CBA	San Guillermo, SF	San Justo, SF
1	136	124	132	139	134	129	123	136	139	123	144	138
2	127	134	134	125	125	137	136	149	127	119	119	152
3	136	138	143	153	144	158	146	156	120	134	121	149
4	82	98	99	87	111	89	111	103	102	86	118	140
5	28	45	34	35	35	35	48	39	38	40	33	61
6	14	27	18	20	26	19	26	22	14	18	27	33
7	15	22	14	15	18	18	19	20	10	18	17	27
8	16	27	15	19	22	21	22	24	12	24	18	29
9	31	45	31	34	34	37	40	42	31	36	38	53
10	80	108	83	70	77	78	84	87	82	84	79	111
11	128	117	108	128	128	126	122	130	113	106	114	137
12	139	151	141	153	114	141	139	151	135	135	131	144

**Tabla A.3.** Índice de precipitación estandarizado (IPE). Mínimo y máximo absoluto del por escala temporal para el período ene 1980- jun 2017. Serie base de cálculo del IPE 1980-2009.

IPE		Mínimo absoluto												Máximo absoluto											
Localidad	Escala	E	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D
Balnearia	1	-1,84	-2,18	-1,83	-2,09	-0,62	-0,25	-0,17	-0,52	-0,84	-2,11	-2,57	-3,11	1,83	3,46	1,81	2,09	2,45	2,36	2,51	3,27	2,45	2,23	1,73	1,98
	2	-1,65	-2,40	-2,72	-2,48	-2,27	-1,50	-1,11	-0,84	-1,50	-1,79	-2,15	-2,56	2,04	2,40	4,22	1,97	1,84	2,52	1,74	1,97	2,28	2,23	2,11	1,70
	3	-2,25	-2,06	-2,03	-3,04	-2,49	-2,44	-1,83	-1,28	-1,50	-1,84	-1,99	-2,48	1,97	2,15	3,20	3,70	1,66	1,76	2,61	1,79	2,23	2,49	1,88	1,64
	6	-1,76	-1,74	-1,67	-1,36	-1,61	-2,63	-3,26	-2,80	-2,33	-2,65	-1,78	-2,23	1,84	2,05	2,71	2,29	2,41	2,74	3,62	1,62	1,72	2,30	2,14	2,11
Carlos Pellegrini	1	-1,63	-1,58	-2,71	-2,38	-1,83	-1,50	-0,84	-0,97	-1,50	-2,02	-2,38	-2,24	2,49	2,06	2,72	2,17	2,18	2,20	2,15	2,32	2,21	3,15	2,20	1,96
	2	-1,17	-2,23	-2,08	-2,76	-1,59	-2,42	-3,22	-1,50	-2,73	-2,27	-2,39	-2,02	1,97	2,09	2,30	2,57	2,08	2,64	2,05	2,23	1,90	2,26	2,66	2,00
	3	-1,79	-1,65	-1,97	-2,52	-3,09	-1,77	-2,53	-3,16	-2,10	-2,09	-2,20	-2,01	2,08	1,78	2,02	2,04	2,36	1,77	2,79	1,94	1,84	2,49	2,45	2,25
	6	-1,65	-1,76	-1,69	-1,74	-1,79	-2,51	-2,53	-2,18	-1,70	-1,82	-2,37	-1,97	1,66	1,51	2,25	2,30	2,10	2,09	1,89	2,04	2,09	2,22	2,17	2,56
Ceres	1	-2,39	-2,31	-2,36	-2,62	-3,20	-1,50	-1,50	-1,83	-1,83	-3,05	-2,08	-2,15	2,43	2,26	2,12	1,60	3,05	2,16	1,98	2,09	1,49	2,07	1,97	2,49
	2	-1,34	-1,67	-1,45	-3,39	-2,50	-1,97	-1,83	-2,24	-2,18	-1,77	-2,08	-1,93	2,60	2,48	1,93	1,83	1,85	2,93	1,79	1,89	1,36	2,16	1,80	1,87
	3	-1,36	-1,76	-2,17	-2,22	-3,35	-2,59	-2,51	-2,38	-1,84	-1,67	-2,02	-1,87	2,30	2,99	1,80	1,65	1,65	1,72	2,68	1,45	2,13	2,07	1,88	2,17
	6	-1,43	-1,48	-1,52	-1,69	-1,65	-2,34	-2,60	-3,55	-1,89	-1,92	-1,64	-1,87	2,37	2,35	2,07	2,15	2,34	1,44	1,66	1,46	1,71	2,01	2,08	2,21
Chipión	1	-2,37	-2,19	-1,87	-1,79	-0,62	-0,84	-0,34	-0,52	-0,84	-2,48	-2,29	-4,14	2,10	1,93	2,36	2,31	2,17	2,01	2,45	2,87	2,08	2,22	2,07	2,76
	2	-1,64	-2,11	-1,96	-2,40	-2,20	-1,50	-1,83	-1,11	-1,83	-1,99	-2,28	-2,00	2,62	2,15	2,17	2,21	2,09	2,57	2,03	2,15	2,40	2,41	2,19	2,09
	3	-2,48	-2,52	-2,17	-2,12	-2,44	-2,40	-1,83	-1,83	-2,14	-2,05	-1,89	-2,27	2,02	2,50	1,71	2,10	1,93	1,84	2,62	1,88	1,92	2,70	1,99	2,02
	6	-1,78	-1,76	-1,58	-1,52	-1,73	-2,43	-2,33	-2,64	-1,96	-2,07	-2,08	-1,73	2,07	2,00	1,81	1,69	1,77	2,06	1,96	1,81	1,56	2,17	2,35	2,47
Morteros	1	-2,15	-1,83	-2,23	-2,29	-0,84	-0,52	-0,43	-0,62	-0,97	-1,83	-1,90	-2,64	2,47	1,76	2,53	2,48	2,58	1,76	2,16	2,85	2,11	2,23	2,37	1,79
	2	-1,78	-2,22	-2,24	-1,75	-2,23	-1,50	-1,11	-0,97	-1,50	-3,62	-2,20	-1,67	1,84	2,03	2,17	2,03	2,20	2,25	2,11	1,77	2,48	1,67	2,09	2,29
	3	-2,47	-2,86	-2,37	-1,85	-1,73	-2,36	-1,83	-1,28	-1,83	-2,61	-1,89	-1,99	2,23	1,67	1,69	2,13	1,89	2,02	2,02	1,90	1,93	2,49	2,09	2,11
	6	-1,77	-1,54	-1,74	-1,78	-1,77	-2,86	-2,24	-2,06	-2,34	-1,89	-1,86	-1,56	1,98	1,76	2,24	2,31	1,68	1,67	1,94	1,54	1,83	3,26	2,03	2,25
Porteña	1	-1,72	-2,61	-2,32	-2,13	-1,83	-0,97	-0,73	-0,97	-1,50	-2,27	-2,03	-3,42	1,76	1,73	2,90	2,29	1,89	2,32	2,30	2,50	2,11	2,04	2,28	2,04
	2	-1,51	-2,40	-1,55	-2,59	-2,13	-3,10	-1,50	-1,83	-1,58	-1,84	-2,24	-2,23	2,15	1,80	3,13	2,13	2,12	2,66	2,21	1,77	1,98	1,84	2,10	1,84
	3	-2,44	-1,75	-2,06	-2,03	-2,68	-2,14	-2,91	-1,83	-2,24	-2,11	-2,76	-2,54	1,68	2,00	2,65	2,57	1,90	1,99	2,53	2,08	2,13	2,13	1,83	1,87
	6	-1,82	-1,81	-1,67	-1,68	-1,50	-1,89	-2,23	-2,46	-1,59	-2,09	-2,10	-2,28	1,80	2,24	2,45	2,26	2,24	2,09	2,40	1,70	1,84	2,65	2,26	2,23
Rafaela	1	-1,77	-1,83	-2,62	-2,21	-1,96	-3,10	-1,83	-1,83	-1,82	-1,62	-2,63	-2,19	2,12	2,36	2,77	2,03	2,03	1,85	1,65	2,26	1,92	2,31	2,36	2,10
	2	-1,79	-2,41	-2,16	-3,03	-2,37	-2,35	-2,25	-2,27	-1,86	-1,99	-1,77	-2,12	1,70	2,73	2,64	1,88	1,94	2,69	2,55	1,58	1,77	1,97	2,35	1,82
	3	-2,66	-1,75	-2,04	-2,63	-1,84	-2,52	-2,51	-2,51	-1,98	-2,21	-1,90	-1,67	1,62	2,11	2,26	1,94	1,89	1,72	2,76	2,22	1,77	2,26	2,08	2,10
	6	-1,69	-1,54	-1,52	-1,72	-1,50	-1,88	-1,94	-1,78	-2,11	-1,54	-1,68	-1,63	2,12	1,72	2,37	1,97	2,03	2,35	1,94	1,74	1,62	2,41	1,88	2,55
Ramona	1	-2,64	-2,18	-2,03	-2,15	-1,28	-1,28	-0,97	-0,84	-1,50	-2,03	-2,26	-2,89	2,35	2,03	3,08	2,81	1,90	2,77	2,19	2,39	2,05	2,90	2,01	1,84
	2	-1,69	-2,61	-1,42	-2,60	-1,87	-2,02	-1,83	-1,50	-1,91	-1,55	-2,07	-1,75	1,93	2,19	2,84	2,35	2,99	2,79	2,72	1,55	2,15	2,15	2,86	2,21
	3	-2,20	-2,19	-2,10	-1,95	-2,26	-1,96	-2,55	-1,83	-2,24	-1,84	-1,76	-1,62	1,67	1,90	2,49	2,37	2,17	2,88	2,73	2,27	1,89	2,31	2,59	2,23
	6	-1,57	-1,77	-1,74	-1,43	-1,31	-1,45	-2,01	-2,16	-1,65	-1,80	-1,52	-1,52	2,18	1,78	2,30	2,22	2,54	2,75	2,24	2,04	2,70	2,59	2,26	2,40
San Cristóbal	1	-3,13	-1,87	-2,19	-1,28	-0,97	-0,25	-0,17	-0,43	-0,97	-1,83	-1,91	-2,43	2,08	2,06	1,82	4,60	3,38	2,21	1,87	3,10	2,18	2,47	2,29	2,13
	2	-1,58	-1,58	-1,43	-2,44	-1,83	-1,83	-0,73	-1,11	-1,83	-1,54	-1,86	-1,74	2,80	2,34	1,85	2,95	2,99	3,38	1,82	1,72	2,20	2,53	1,96	2,08

IPE		Mínimo absoluto												Máximo absoluto											
Localidad	Escala	E	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D
	3	-1,68	-1,75	-1,75	-2,36	-2,41	-1,83	-2,38	-1,28	-1,58	-1,48	-2,17	-1,74	2,36	3,05	2,27	3,12	2,43	2,85	3,31	1,97	1,96	2,39	2,00	2,22
	6	-1,27	-1,36	-1,51	-1,67	-1,61	-2,10	-2,48	-2,56	-1,94	-1,61	-1,75	-1,57	2,47	2,50	2,38	2,28	2,27	2,16	2,64	2,35	3,11	2,89	2,01	2,35
San Francisco	1	-2,12	-1,70	-2,68	-1,84	-1,83	-1,50	-1,28	-1,11	-2,18	-1,60	-2,40	-2,68	2,18	2,12	2,49	2,42	2,32	1,74	2,22	2,65	2,25	2,47	2,31	2,03
	2	-1,74	-2,16	-2,00	-3,17	-2,23	-1,86	-3,03	-1,83	-2,08	-2,01	-2,44	-1,94	1,90	2,67	2,58	1,92	3,05	2,10	1,94	2,21	2,77	2,59	2,83	2,11
	3	-1,75	-1,62	-1,91	-2,42	-2,97	-2,43	-2,15	-2,41	-2,26	-2,00	-2,27	-2,48	1,97	2,40	2,17	2,46	2,17	2,85	1,96	1,82	2,59	3,24	2,44	2,19
	6	-1,50	-1,68	-1,56	-1,61	-1,55	-1,81	-2,44	-2,31	-2,09	-2,25	-2,09	-1,90	2,37	2,31	2,65	2,43	2,17	2,47	2,35	1,98	3,03	3,31	2,86	2,41
San Guillermo	1	-1,76	-2,70	-2,18	-2,81	-1,11	-0,73	-0,17	-0,34	-0,73	-2,09	-1,99	-1,70	2,24	1,99	1,99	2,82	2,34	1,99	2,15	2,52	1,95	2,14	2,52	2,27
	2	-1,46	-2,42	-1,53	-2,39	-3,14	-1,50	-1,11	-0,84	-1,50	-1,74	-2,97	-2,08	2,37	1,88	1,88	2,29	2,30	2,49	2,13	1,94	1,93	2,23	2,41	1,81
	3	-1,78	-2,42	-1,98	-1,83	-2,70	-3,23	-1,83	-1,11	-1,50	-1,98	-2,73	-2,56	2,08	2,64	1,66	2,53	2,11	1,99	2,29	2,16	1,86	2,06	1,71	1,97
	6	-1,51	-1,47	-1,44	-1,62	-1,66	-2,10	-2,42	-3,05	-2,38	-1,74	-2,63	-3,01	2,10	2,51	2,22	1,78	2,11	2,06	2,19	1,85	1,87	1,97	1,77	1,94
San Justo	1	-1,89	-2,32	-1,80	-2,91	-1,28	-1,28	-0,73	-1,11	-1,82	-2,26	-2,06	-3,13	2,09	2,16	2,30	2,51	2,54	2,08	1,85	2,41	2,17	1,89	3,94	2,05
	2	-1,78	-2,08	-2,32	-2,11	-3,31	-1,74	-2,88	-2,54	-1,95	-2,37	-2,52	-2,79	2,00	2,56	2,68	1,66	2,08	2,15	1,93	1,62	2,33	2,27	2,27	2,21
	3	-2,32	-1,86	-1,88	-1,82	-2,20	-2,11	-2,14	-2,77	-2,38	-2,93	-2,73	-2,21	1,98	2,65	3,06	2,66	1,50	1,76	2,05	1,96	1,95	2,40	2,01	2,00
	6	-1,80	-1,59	-1,61	-1,77	-1,73	-1,76	-1,93	-2,44	-2,03	-2,46	-2,27	-2,53	1,84	2,12	2,49	2,69	2,67	2,93	2,43	1,36	1,75	2,10	2,45	2,08

**Figura A.1.** Distribución de frecuencias del nivel de desempeño de la cobertura de margen económico medido en una muestra de 194 establecimientos lecheros de la región pampeana argentina.

