

## **DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS, LOS SATÉLITES Y LAS BOYAS OCEÁNICAS A LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA: LA RED DE GENERACIÓN Y DISEMINACIÓN DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA PARA LA REGIÓN PAMPEANA (ARGENTINA)**

ALEJANDRA CELIS\*

PABLO FORNI\*\*

### **RESUMEN**

Durante los últimos 15 años, a raíz de innovaciones tecnológicas y avances en la comprensión y el monitoreo de los océanos y la atmósfera, la climatología ha realizado avances sustantivos en el desarrollo de pronósticos climáticos estacionales. En la Argentina, la decadencia de la red nacional de información meteorológica a raíz del ciclo privatizador de la década de 1990 junto con la disponibilidad de instrumentos de recolección de datos (satélites geoestacionarios, boyas oceánicas, estaciones robotizadas) y, sobre todo, nuevas herramientas predictivas (modelos) constituyen el escenario en el que tanto viejas como nuevas organizaciones y expertos tratan de posicionarse de la forma más ventajosa posible en la red emergente de información climática. La dinámica del proceso y la falta de transparencia, debido a características de las instituciones y a la competencia, hacen que no sea sencillo dilucidar quién es quién en esta red, ni conocer las dimensiones de la misma. Deben diferenciarse, en primer lugar, un pequeño número de organizaciones que producen información climática a partir de datos, tanto de origen nacional como extranjero, de aquellas que transforman la información climática en información agronómica y de las que diseminan esta información, en distintos formatos y a través de una variedad de medios. Entre estas se dan relaciones de competencia, de colaboración y legitimación. Por último, en el mundo de la producción agropecuaria los usuarios son productores y asesores agropecuarios, corredores de granos, acopiadores y exportadores. El entorno conceptual de la investigación está inspirado por la perspectiva del actor-red, y la estrategia metodológica es cualitativa, basada en entrevistas y análisis de documentos.

*PALABRAS CLAVE: ACTOR-RED – PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS ESTACIONALES – ESTACIONES METEOROLÓGICAS – TRADUCCIÓN*

\* Centro de Estudios Sociales y Ambientales, <acelis@datamarkets.com.ar>.

\*\* IDICSO, CONICET, <forni@mail.retina.ar>.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 15 años, el estudio de las interacciones entre los océanos y la atmósfera posibilitó el desarrollo de modelos acoplados (atmósfera/océano) para predecir las condiciones climáticas en los meses venideros. Estos modelos de circulación general se usan para predecir fenómenos que operan a gran escala, como El Niño-Oscilación Sur (ENOS), una de las principales fuentes de variabilidad climática estacional e interanual, en muchas regiones agrícolas del mundo, entre ellas, la región pampeana de la Argentina. Aquí, la producción agropecuaria se realiza mayoritariamente sin riego y la variabilidad climática afecta fuertemente los rendimientos de los principales cultivos: soja, maíz, trigo y girasol. Los propios productores agropecuarios de la región consideran al clima como el tercer factor de riesgo productivo, luego de los riesgos económicos y políticos (Bartolomé *et al.*, 2004). La incorporación de los pronósticos climáticos en la planificación agrícola podría tanto disminuir el riesgo como permitir sacar mejor provecho de las condiciones climáticas favorables. Sin embargo, a pesar de una diversa y creciente oferta de este tipo de información, su utilización es aún notoriamente baja (Podestá *et al.*, 2002; Bartolomé *et al.*, 2004; Letson *et al.*, 2001), situación que se repite en otras regiones agropecuarias del planeta.

Numerosas investigaciones realizadas en los últimos años señalan una amplia variedad de obstáculos y limitaciones para incorporar pronósticos climáticos en las actividades productivas (Pulwarty y Redmond, 1997; Roncoli *et al.*, 2001; Broad *et al.*, 2002; Hansen, 2001; Hartmann *et al.*, 2002; Pagano *et al.*, 2002; Lemos *et al.*, 2002; Patt y Gwata, 2002) y muchas de ellas han sido identificadas para la región pampeana (Bert *et al.*, 2006; Podestá *et al.*, 2002; Ferreyra *et al.*, 2001; Baethgen y Magrín, 2000). A grandes rasgos, algunas se vinculan con la propia naturaleza de los pronósticos, su inevitable incertidumbre, la comprensión científica del sistema físico y su dinámica. Otras, se deben a la falta de conocimiento de los tomadores de decisión acerca de los impactos del clima sobre la producción o a la inexistencia de opciones de decisión viables y sensibles al incremento de información provista por los pronósticos. Un último conjunto de limitaciones se vincula con las características de los potenciales usuarios (Stern y Easterling, 1999), sus necesidades, sus creencias, visiones, percepciones y modelos mentales.

En investigaciones previas, nos focalizamos en empresarios agropecuarios de la región pampeana, considerándolos potenciales usuarios de pronósticos climáticos. Indagamos sus conocimientos, visiones y percepciones sobre el clima de la región, su variabilidad y la información climática disponible. En el análisis, identificamos obstáculos para un uso efectivo de los pronósticos climáticos en la actividad agropecuaria.

Los productores investigados tienen, en general, un alto nivel de instrucción y muestran un conocimiento detallado sobre el clima de su región. Todos utilizan sistemáticamente los pronósticos meteorológicos, de corto plazo, en las tareas de campo y consideran que los actuales son relativamente buenos. Consultan pronósticos climáticos estacionales en una variedad de fuentes y, además, los reciben, a menudo sin solicitarlos, de diversas organizaciones. Sin embargo, les tienen escasa confianza y pocos los utilizan para cambiar decisiones. Entre los factores que limitan su uso, los productores señalan la existencia reiterada de pronósticos divergentes o contrapuestos que genera confusión, la falta de guía para elegir alguno en particular o para identificar qué fuentes son más confiables y el completo desconocimiento sobre su nivel de acierto. Un aspecto destacable es la escasa lealtad de los productores y sus asesores a una determinada fuente de información, ya que suelen pasar de una otra cuando se encuentran con un desacierto. Desde la percepción de estos usuarios pareciera que la oferta de información climática es caótica, hecho que se corrobora tanto en la diversidad de instituciones que la diseminan, como en la disponibilidad de múltiples pronósticos, basados en diferentes modelos, que tienen distintas resoluciones espaciales y temporales y se presentan en variados formatos. Este panorama nos condujo a indagar en los aspectos sociales de la red a través de la cual circulan los pronósticos climáticos y que, como señalan Ziergovel y Downing (2004), son importantes para mejorar su diseminación y aplicación.

Esta investigación se propone identificar la red social involucrada en la generación y diseminación de pronósticos climáticos útiles para la producción agropecuaria en la región pampeana y analizar las interacciones dentro de la red, identificando aquellas que pueden limitar o estimular la adopción de pronósticos en la actividad productiva. Como antecedentes, pueden mencionarse investigaciones que se enfocan en la red social de diseminación de pronósticos, por ejemplo, el caso de la industria pesquera en Perú (Broad *et al.*, 2002) y el caso de la diseminación de pronósticos estacionales en Lesotho (Ziergovel y Downing, 2004). Una diferencia importante respecto de estas es que aquí el énfasis está puesto en los generadores y diseminadores de los pronósticos y sus interrelaciones más que en los usuarios finales.

## INVESTIGANDO LA RED: LOS ACTORES Y SUS ESTRATEGIAS

Este artículo es parte de una investigación más amplia sobre la utilización de información climática en la actividad agropecuaria pampeana. La existencia de múltiples generadores, transformadores y diseminadores de pronósticos climáticos para la región pampeana volvió al concepto de *red* orientador de las indagaciones. Entendemos por red a un conjunto de actores (nodos) entre los que existen rela-

ciones (vínculos). Una red puede constar de muchos o pocos actores, y una o más clases de vínculos entre pares de actores. El análisis de estos elementos revela una red dinámica en la que nodos heterogéneos (tanto individuos, grupos y organizaciones, como instrumentos) se posicionan a partir de las estrategias de interacción prevalecientes.

Una dificultad inicial para reconstruir la red fue la ausencia de investigaciones previas sobre instituciones vinculadas a la producción y diseminación de información climática. Comenzamos por identificar los nodos de la red a partir de lo relevado en 57 entrevistas y tres grupos focales realizados previamente con productores y asesores agropecuarios pampeanos, sobre los tipos de productos climáticos que estos actores consultan, las fuentes de información climática y sus valoraciones sobre ellas. A partir de este listado, realizamos entrevistas y recopilamos información documental sobre los nodos (organizaciones, páginas web, revistas, diarios, programas de radio). Indagamos sobre los orígenes, la trayectoria y las características de cada uno, los procesos que realizan en relación a la información climática y sus vínculos con otros nodos en la red. Las referencias cruzadas fueron útiles para identificar y señalar el posicionamiento de los actores en la red. Así, observamos que una característica de la red es su opacidad pues muchos de los actores involucrados no conocen fehacientemente a los principales nodos o tienen visiones fragmentarias de la misma. En total, se realizaron 33 entrevistas y se relevó el material de 40 instituciones.

El análisis de redes sociales tiene una larga tradición en las ciencias sociales; en la actualidad, se ha vuelto crecientemente dominado por modelos matemáticos y por el uso de paquetes de *software* específicos. Sin embargo, en la presente investigación decidimos asumir una perspectiva interaccionista, centrándonos en los actores, sus estrategias e interacciones antes que en las propiedades de la estructura de la red. Dicha perspectiva va de la mano de una estrategia metodológica cualitativa en la que las entrevistas y el relevamiento de fuentes secundarias son fundamentales.

La reconstrucción de la red por la que circula información climática hizo que pronto nos percatáramos de la importancia de los componentes no humanos, ya sea instrumentos de medición y registro de datos o internet; sin estos la red no existiría. En este contexto, adoptamos la teoría del actor-red, propuesta por Callon (1986), que plantea abandonar la distinción entre los componentes naturales y sociales de la red, debido a que dicha diferenciación no existe *a priori*, sino que es producto del análisis. Aun más, no solo no deben escindirse estos componentes sino que los aspectos técnicos y los aspectos sociales deben ser explicados en los mismos términos. Esta perspectiva fue aplicada a los estudios sociales de la ciencia y los procesos de innovación tecnológica originados en laboratorios (Latour, 1987). Asimismo, ha sido utilizada para analizar la creación de actores-

red fuera de los laboratorios. Por ejemplo, Callon (1986) estudió la interacción de pescadores, científicos, redes de pesca y vieiras en Bretaña, Law (1986) las navegaciones de los marinos portugueses a la India durante los siglos xv y xvi, y Sundberg (2005) el desarrollo de la meteorología. Concordantemente con este marco conceptual, prestamos especial atención al carácter heterogéneo de la red incluyendo individuos, organizaciones con distintos niveles de formalización e instrumentos tales como satélites geoestacionarios, estaciones meteorológicas terrestres u oceánicas. Tales artefactos obviamente han sido (y son) emplazados por individuos y organizaciones, pero una vez en funcionamiento se vuelven influyentes en la reconstrucción de la red. Es decir, distintos actores que se vinculan con estos artefactos modifican su posicionamiento en la red así como sus procesos de reelaboración, transformación y diseminación de información climática.

Para comprender tanto las estrategias de articulación dentro de la red como su funcionamiento es fundamental el concepto de *traducción*. Traducción alude a cómo los actores construyen definiciones y significaciones comunes, definen representatividades e intentan cooptarse unos a otros en la prosecución de intereses individuales y colectivos. En este proceso pueden diferenciarse tres etapas: *problematización, interesamiento y enrolamiento*. Distintos actores en la red pueden estar involucrados en diferentes procesos de traducción, cada uno con características y resultados diversos. En la red que nos interesa aquí, diferentes organizaciones e individuos producen pronósticos climáticos a partir de flujos de datos de ciertos instrumentos, los transforman y diseminan, a través de diferentes medios, a actores del ámbito de la producción agropecuaria. Durante la primera etapa, la problematización, cada actor define las identidades e intereses de otros actores de modo que sean consistentes con los propios. En esta etapa, se observan esfuerzos y estrategias de los actores por posicionarse del modo más ventajoso posible y volverse indispensables para el resto, tanto a través de la definición de la naturaleza del problema como de sus posibles soluciones. Así, intentan convertirse en lo que Callon ha denominado “punto de pasaje obligatorio”; este alude a una posición o posiciones específicas en la red que permite a quienes se posicionan allí controlar los flujos, en este caso, de información climática. Asimismo, es una situación en la cual todos o algunos actores de la red actúan de acuerdo con la traducción impuesta por el actor que ocupa la posición clave. Es decir, llevan adelante actividades de recolección, producción, diseminación o transformación de información climática del modo más conveniente para este. En consecuencia, el concepto de traducción posee una doble acepción: de cambio o adaptación de significados y de cambio de situación o lugar.

La segunda etapa, el interesamiento, implica convencer a otros actores de modo que acepten la traducción impuesta por un actor. Aquí también se produce una doble traducción, ya que, por un lado, es necesario hacerse comprensible para

encontrar aliados que se involucren en el proceso; por otro lado, como resultado se produce un proceso global de traducción (en el sentido de cambio de significados y translación) respecto de la situación previa.

En el tercer momento, el enrolamiento, los actores aceptan los intereses definidos por otro actor y asumen roles específicos (Callon, 1986); por ejemplo, devienen clientes, recolectores de datos o diseminadores de determinado tipo de pronósticos producidos con ciertas metodologías o modelos.

Cabe aclarar que en las formulaciones originarias, el concepto de traducción involucra la reelaboración o mediación de las preocupaciones de varios actores en un único punto (Callon, 1986; Latour, 1987). Bajo esta concepción, un tipo de traducción finalmente prevalece sobre las demás y un único actor se convierte en punto de pasaje obligatorio. Perspectivas posteriores, sin embargo, plantean la coexistencia de diferentes puntos de pasaje obligatorio en la red, con distintos tipos de aliados. Así la traducción sería un proceso indeterminado pues existiría un número indefinido de maneras en que los diferentes actores pueden intentar y lograr que su trabajo se vuelva indispensable en la red (Star y Griesemer, 1989; Sundberg, 2005). En efecto, desde que abordamos la reconstrucción de la red de información climática percibimos la coexistencia de múltiples traducciones con procedimientos y productos diferentes, algo así como una Babel de traducciones.

La tercera etapa o enrolamiento alude a la definición y coordinación de roles en la red. De acuerdo con la formulación original de Callon, aquel actor que logra imponerse como punto de pasaje obligatorio es capaz de desarrollar estrategias que definan roles diferenciados y los adjudiquen a los otros nodos de modo tal que todas las partes lo acepten. En el caso que aquí nos atañe, como señalamos en la etapa anterior, tal definición de roles no se ha dado y consideramos que no se dará en el futuro próximo.

En las siguientes secciones se presentan algunas variables y rasgos básicos que permiten comprender los principales nodos que componen la red, aunque el énfasis del análisis está puesto en el funcionamiento de la red en su conjunto ya que es allí donde se definen los roles de traducción y los puntos de pasaje obligatorio.

## **INSTITUCIONES, ARTEFACTOS Y PRODUCTOS EN LA RED**

Como ya se señaló, se trata de una red heterogénea en la que organizaciones, individuos y objetos forman los nodos. El flujo de información climática forma los canales o vínculos y depende de las instituciones o actores presentes, quienes determinan sus características (véase figura 1). Si bien este trabajo se enfoca en los pronósticos climáticos estacionales, estos se interpretan y utilizan en conjunto con

otros tipos de información climática que es necesario considerar. Además, no es importante el clima en sí mismo sino por sus impactos sobre la actividad agropecuaria, por lo que, a menudo, la información climática es traducida o combinada con información agronómica. El conjunto heterogéneo de información que circula por la red incluye:

- *Datos meteorológicos provenientes de los instrumentos de medición*: son indispensables para elaborar diagnósticos, pronósticos meteorológicos, climáticos y otros productos afines.

- *Pronósticos meteorológicos o de corto plazo*: abarcan los siguientes siete días. En general, los productores agropecuarios los consideran buenos y están incorporados en la planificación de tareas de campo. Aunque en la red coexisten múltiples pronósticos de corto plazo, la metodología para elaborarlos se encuentra estandarizada y no son demasiado frecuentes las divergencias entre ellos.

- *Diagnósticos*: se enfocan en qué ocurrió en el pasado reciente (días, mes, estación, campaña o año) y son esenciales para tomar decisiones productivas. El plazo relevante es variable ya que depende de las características del campo y la etapa del ciclo del cultivo. No sólo circulan diagnósticos climáticos sino también hídricos (estado de humedad del suelo, niveles freáticos) y agronómicos (estado de los principales cultivos). En estos últimos, cobra especial sentido la traducción de datos meteorológicos en variables del suelo y de los cultivos.

- *Pronósticos estacionales (de medio plazo)*, se enfocan en lo que se espera que suceda en los próximos meses. Se elaboran con base en modelos acoplados de circulación general de la atmósfera y el océano. Los más conocidos son los relacionados al fenómeno ENOS (fases Niño y Niña), sin embargo, no son los únicos ya que la variabilidad climática de la región pampeana está vinculada a múltiples factores y teleconexiones. En la red coexisten pronósticos que se diferencian por su anticipación, escala temporal, resolución espacial y frecuencia. Sus escalas territoriales van desde lo global hasta subregiones dentro de la región pampeana pero no alcanzan la escala local deseada por los productores. Es en este tipo de información donde es más frecuente la divergencia entre pronosticadores, en parte debido a que utilizan distintas metodologías y consideran diversos factores.

- *Historia*: se refiere a la historia climática del pasado. La historia, junto con la experiencia personal, influye en la manera en que los actores visualizan el clima de su región e interpretan los pronósticos estacionales.

Nodos en la red:

- *Artefactos*: son los instrumentos de medición de variables climáticas (estaciones meteorológicas, satélites, boyas oceánicas y radares meteorológicos).

- *Generadores de información climática*: traducen los datos meteorológicos en

productos climáticos potencialmente útiles para la actividad agropecuaria.

- *Reelaboradores (o transformadores)*: traducen datos climáticos poniéndolos en contexto con otro tipo de información, por ejemplo agronómica, o utilizan modelos de simulación para elaborar nuevos productos.

- *Diseminadores*: comunican y diseminan información elaborada por otros, a través de una diversidad de medios.

- *Usuarios*: incluye a individuos e instituciones que utilizan o podrían utilizar la información climática en la actividad agroproductiva. Se trata de un grupo heterogéneo que incluye a productores y asesores agropecuarios, acopiadores, corredores de granos, exportadores, instituciones financieras y asesoras de mercado, asociaciones del sector agropecuario y medios especializados.

El esquema en la figura 1 intenta representar la multiplicidad de funciones de los nodos en la red. Es así que algunos de ellos son tanto generadores como reelaboradores y diseminadores de información climática. Asimismo, los instrumentos de medición meteorológica tienen diversas posiciones y pertenencias en esta red. Pueden ser independientes, pertenecer a organizaciones generadoras, a diseminadores o aun a usuarios.

## **ARTEFACTOS: INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y REGISTRO DE VARIABLES CLIMÁTICAS EN LA RED**

Para comprender el rol de los artefactos en esta red, tenemos que diferenciar el sistema de vigilancia climática mundial de los instrumentos de medición que pertenecen a diversos actores o instituciones argentinas, tanto públicas como privadas. Estos últimos, especialmente las estaciones meteorológicas de superficie, son motivo de competencias y conflictos.

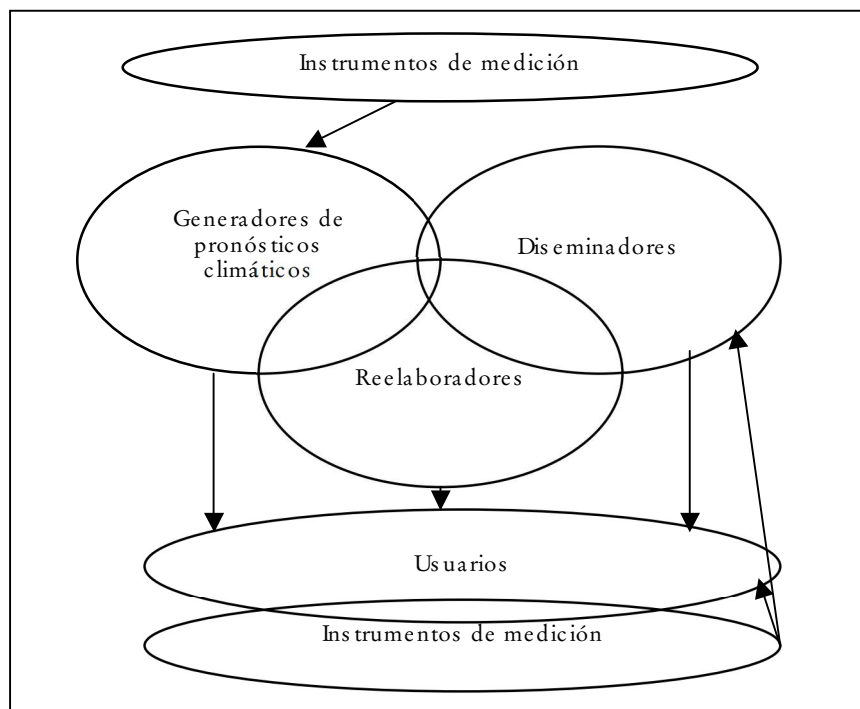
### **EL SISTEMA DE VIGILANCIA CLIMÁTICA MUNDIAL**

El sistema para la vigilancia meteorológica y climática global está formado por una red de estaciones meteorológicas de superficie, una red de estaciones de altura (globos-sondas), una red de observación marina y otra aérea (en aviones, satélites y radares). El sistema es coordinado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), un organismo intergubernamental permanente de la ONU, y operado por los servicios meteorológicos nacionales y agencias de satélites nacionales e internacionales.

En las *estaciones meteorológicas de superficie* (automáticas o mecánicas) se evalúan, cada tres horas, las variables que afectan la evolución del tiempo meteorológico. La red regional sinóptica global está compuesta por unas 4 mil estaciones



**Figura 1. Nodos en la red de generación y diseminación de información climática**



cuyos datos son recopilados por los centros regionales y transferidos, en tiempo real, hacia los centros mundiales.

Las *estaciones montadas en altura* funcionan a través de un globo de helio que asciende de 25 a 30 kilómetros llevando una sonda con sensores. Los datos que registra son transmitidos a la estación receptora en tierra. La red global comprende 900 estaciones de altura. Adicionalmente, unos 3 mil aviones registran presión atmosférica, temperatura y vientos en altura.

Las *estaciones marinas* registran variables meteorológicas y, además, temperatura a diferentes profundidades del océano y corrientes oceánicas. Están ubicadas en barcos (unos 2.800 toman datos diariamente), boyas (unas 900) y plataformas marinas. Los datos se transmiten hacia los satélites de órbita polar y de allí son retransmitidos hacia la Tierra.

Los datos de las estaciones pertenecientes a los estados y territorios miembros de la OMM se concentran en centros regionales específicos e inmediatamente son transferidos hacia uno de los seis centros mundiales de la OMM. En el caso de Argentina, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es el Centro Regional III de la OMM (América del Sur) y por ende coordina las actividades meteorológicas

de la región, concentra los datos de países vecinos y los transmite hacia centros mundiales.

El SMN no comparte gratuitamente sus datos con otras organizaciones de la red argentina, a excepción del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Universidad de Buenos Aires. Sin embargo, una vez que los datos son transmitidos hacia los centros mundiales, las instituciones y profesionales de la Argentina pueden acceder a ellos y utilizarlos tanto para trabajos académicos como para elaborar pronósticos.

Los *satélites meteorológicos* pertenecen a agencias internacionales o nacionales y pueden ser geoestacionarios o polares. Todos tienen radiómetros que permiten obtener observaciones diarias globales y que luego pueden integrarse a las mediciones obtenidas por medio de los instrumentos clásicos. La información de estos satélites de baja resolución es de acceso libre, sin embargo, es necesario contar con una antena receptora y un sistema de procesamiento. Adicionalmente, existen satélites de alta resolución, más nuevos, que se utilizan con fines de desarrollo e investigación y cuyos datos no son de acceso libre y gratuito.

El *radar meteorológico* emite un impulso de ondas electromagnéticas que es parcialmente reflejado cuando encuentra un grupo de hidrometeoros como lluvia, nieve o granizo. La señal reflejo (eco radar) permite obtener información detallada sobre la localización, intensidad y movilidad de estos fenómenos en un radio de aproximadamente 300 km. Actualmente, existen dos radares en Argentina, ambos en la provincia de Buenos Aires: uno en Ezeiza y otro en Pergamino. Se los utiliza para detectar fenómenos de escala regional o local, en un plazo muy corto de tiempo. Sus imágenes están disponibles al público a través de la página web del SMN.

### **LA RED DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA EN ARGENTINA: SU DECADENCIA A RAÍZ DEL CICLO PRIVATIZADOR**

La red de estaciones meteorológicas oficiales de Argentina perteneciente al SMN se inicia en un convenio, firmado en 1887, entre el gobierno nacional y Ferrocarriles del Sud, Central Argentino y Central Norte, que establecía la toma de datos pluviométricos en cada estación ferroviaria y su transmisión al SMN. Esta red se expandió gradualmente y hacia 1966, contaba con unos 3 mil pluviómetros y 592 estaciones de superficie distribuidos en el territorio nacional. En la década de 1960, a través de otro convenio, el INTA comenzó a contribuir con el SMN por medio del registro de datos meteorológicos en sus estaciones experimentales.

A partir de 1988-1989, a raíz de la privatización y cierre de los ferrocarriles,

se discontinuó una cantidad muy significativa de instrumentos de registro del SMN, y se perdió gran parte de la red pluviométrica de mesoescala. De forma simultánea y posteriormente, las mermas en el presupuesto de la institución se tradujeron en una acentuada decadencia de la red oficial de vigilancia. Si bien la situación ha mejorado en los últimos dos años, la red cuenta en la actualidad solo con 385 pluviómetros y 111 estaciones meteorológicas de superficie que no están distribuidos de modo homogéneo. De acuerdo a la apreciación de meteorólogos y climatólogos argentinos, su densidad es insuficiente en todas las regiones del país y particularmente crítica en algunas. Por otra parte, existen serias dificultades para acceder a estos datos, necesarios para elaborar pronósticos y otros productos climáticos; solo son accesibles aquellos que forman parte de la red de vigilancia global (67 de las 111 estaciones del SMN).

La totalidad de los generadores de pronósticos climáticos en Argentina accede, vía internet, a los datos del sistema de vigilancia mundial, a fuentes internacionales de información, como el IRI o NOAA, y a fuentes nacionales de prestigio, como el Bureau of Meteorology de Australia o el CPTEC de Brasil, que proveen pronósticos estacionales e información sobre ENOS de manera libre. La mayoría de los profesionales entrevistados expresó descontento por el manejo altamente restrictivo de la información que concentra el SMN, ya que pone trabas a su acceso y pide elevadas sumas de dinero por ella. Así, en vez de acceder a los datos directamente a través de la institución oficial, lo hacen por medio de centros internacionales que reciben la información del SMN.

Con el fin de incrementar la calidad de los pronósticos locales son necesarios de modo insoslayable datos provenientes de las estaciones de superficie del país. La decadencia de la red del SMN ha implicado que este tipo de datos se tornara en un punto de pasaje obligatorio. Una estrategia de diferentes actores ha sido el desarrollo de redes alternativas de vigilancia meteorológica. Así, varias provincias han generado su propia red, por ejemplo, Tucumán, Mendoza y Entre Ríos —esta última cuenta con 50 pluviómetros y diez estaciones cuyos datos se concentran a través de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos. En la provincia de Buenos Aires, el Ministerio de Asuntos Agrarios montó una red compuesta por diez estaciones. En el ámbito privado, la Bolsa de Cereales de Rosario está armando su propia red. La Federación de Acopiadores de Cereales (FECEACOP) mantiene una red de 50 pluviómetros, desde hace diez años. Asimismo, los corredores de cereales recolectan datos de diversas estaciones, principalmente en la región pampeana. En muchos casos, las nuevas estaciones se colocan cerca de aquellas discontinuadas del SMN con la idea de aprovechar las series de datos históricos. Otros organismos que tienen redes de vigilancia son aquellos vinculados a cuencas específicas, como la del río Uruguay, del Comahue o la Corporación Salto Grande. Estos datos no se integran a la red

oficial, sin embargo, ocasionalmente pueden ser accesibles para algunos climatólogos que trabajan con los organismos.

En síntesis, actualmente existen numerosas redes de vigilancia meteorológica relativamente pequeñas, inconexas entre sí, que no comparten sus registros con otras fuera de su propio círculo, de modo de generar una mayor densidad de datos disponibles para todos los especialistas que elaboran los pronósticos. La excepción la constituye el Instituto del Clima y el Agua, del INTA, que posee una red de 40 estaciones agrometeorológicas ubicadas en las estaciones experimentales y en campos experimentales de otras instituciones. Además, concentra datos de varias estaciones termopluviométricas, que conforman minirredes regionales. Estos datos se incorporan a la red nacional oficial ya que el INTA y el SMN mantienen un convenio de intercambio y colaboran en la generación de algunos productos climáticos.

Durante la última década, algunas empresas que fabrican estaciones meteorológicas (o sus representantes) incrementaron notablemente la oferta de instrumentos de medición con mayores capacidades a precios relativamente bajos. Así, numerosos usuarios y organizaciones de diversos sectores —escuelas, bancos, industrias, bomberos, radios, canales de televisión, empresas petroleras, constructoras, empresas de electricidad y telefonía, bodegas, municipios, cooperativas, empresarios agropecuarios, etcétera— adquirieron su propia estación y se calcula que existen, aproximadamente, unas 3 mil operando en el país. Por lo general, estas estaciones no cumplen con las exigencias de calidad de la OMM y, desde la visión de los meteorólogos, muchas presentan deficiencias en su calibración, ubicación, verificación o reposición de sensores. Algunas no cuentan con un sistema de transmisión mientras que otras sí, sin embargo, salvo excepciones, los datos no se comparten y son de uso exclusivo de las empresas u organizaciones que las poseen.

Esto ha creado una situación en la que generadores de productos climáticos compiten por el acceso a los datos y ha llevado a que algunos estimulen la compra de estaciones meteorológicas individuales, incentivando la transmisión de datos a cambio de un análisis de los mismos. Es destacable que la mayoría de los generadores de información climática tiene acceso a alguna de las redes provinciales o regionales, bien porque la administran o bien porque les envían la información para su reelaboración. También reciben datos de estaciones de empresas o productores agropecuarios que son clientes y solicitan algún análisis. En algunos casos, frente a determinados eventos o necesidades, los generadores realizan búsquedas activas, contactando clientes o conocidos que puedan brindar datos críticos o necesarios.

## ORGANIZACIONES EN LA RED

### GENERADORES DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA

#### SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

El SMN es el organismo gubernamental oficial, de nivel nacional, encargado de elaborar pronósticos meteorológicos y climáticos. Fue fundado en 1872 y a partir de 1935 sus funciones se amplían, especialmente en los campos de la hidrología y la agrometeorología, a fin de contribuir al desarrollo de las actividades agropecuarias. Hacia 1967, durante la dictadura de Onganía, a través de un decreto, pasa del Ministerio de Agricultura a la Fuerza Aérea Argentina, de la cual depende hasta fines de 2006. Las presiones por parte de diversos sectores para que la institución pasase a la órbita civil determinaron su traspaso al Ministerio de Defensa en enero de 2007 y está previsto que la institución se reorganice durante ese año.

En 2006, SMN cuenta con 1.100 empleados (el 72% militares) y su estructura está organizada en una dirección general y una subdirección que tiene a su cargo tres direcciones (operativa, logística y técnica), las que, a su vez, comprenden 14 departamentos.

De las cuatro misiones fundamentales del SMN, tres están directamente vinculadas con la producción de información climática potencialmente útil para la actividad agropecuaria. Produce regularmente más de 28 productos climáticos de uso público y gratuito. Entre ellos, diagnósticos, pronósticos de corto plazo, pronósticos estacionales, información histórica y productos combinados. El departamento de Agrometeorología del SMN elabora pronósticos y diagnósticos que combinan variables climáticas y agronómicas. Estos, en general, se hacen en colaboración con otras instituciones que proveen los datos o los modelos, por ejemplo, el INTA, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Pesca y la Cátedra de Climatología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Todos estos productos están disponibles, de manera libre y gratuita, en la página web de la organización (<<http://www.meteofa.mil.ar>>). Además, el SMN genera productos “especiales” que se elaboran a pedido y son arancelados. Las fuentes de información para elaborar productos son datos propios (de la red oficial de estaciones meteorológicas y radares), datos de otras redes obtenidos por convenio (del INTA y de algunas redes provinciales) y centros internacionales o extranjeros (por ejemplo, NOAA, IRI, CPC, Australian Bureau of Meteorology).

Una debilidad marcada es que en el SMN no existen instancias de acercamiento, intercambio y menos aún de trabajo conjunto entre los productores agropecuarios u otros tipos de usuarios con los expertos en clima. La transformación de los datos en productos se realiza desde la percepción y los conocimientos de los

profesionales y técnicos del SMN siguiendo estrictamente las pautas fijadas por la OMM. En el proceso, no están contempladas ni las visiones, ni la participación de los usuarios. Así, en los productos climáticos del SMN, no se visualiza un esfuerzo por traducir los términos científicos propios de la meteorología a un lenguaje más fácilmente comprensible para los productores agropecuarios. La forma de comunicación predominante con los usuarios públicos es de tipo lineal, en la cual el flujo de información es unidireccional. Esta forma es consistente con el modelo de “apropiación” de adopción de tecnología que se basa en que el valor intrínseco del producto es suficiente para que el usuario se apropie de él. La relativa escasa “comunicación de retorno” desde los usuarios se traduce en una ausencia de conocimiento del personal del SMN del nivel de consulta de sus productos, aun menos de su nivel de utilización y en una falta de guía para ajustar los productos climáticos en función de necesidades concretas y mejorar las posibilidades de sus aplicaciones.

En términos generales, la institución no tiene una política que apunte a construir definiciones y significaciones comunes con otros nodos de la red; tampoco intenta definir las identidades e intereses de otros actores de modo que sean consistentes con los propios, ni genera acciones para convencerlos de que acepten los productos climáticos que ofrecen. En consecuencia, el SMN no cumple roles de traducción, ni en el sentido general de este término (traducción de un lenguaje a otro), ni en aquel propuesto por Callon.

#### **INSTITUTO DE CLIMA Y AGUA, INTA**

El INTA es un organismo estatal, creado en 1956 con el objetivo de contribuir a la competitividad del sector agropecuario, forestal y agroindustrial, en un marco de sostenibilidad ecológica y social. En sus acciones, prioriza la generación de información y tecnologías para procesos y productos poniéndolos a disposición de los productores rurales, a través de su sistema de extensión.

Como parte del Centro de Investigaciones de Recursos Naturales del INTA se encuentra el Instituto de Clima y Agua, ubicado en el Complejo de Investigaciones de Castelar. Es el principal ámbito estatal de investigación y generación de información climática orientada a la actividad agropecuaria y un referente muy importante en lo que respecta a su diseminación. Está integrado por 65 investigadores y técnicos, incluyendo becarios y personal contratado que llevan adelante proyectos de investigación y desarrollo y elaboran productos.

El Instituto elabora semanalmente pronósticos de corto plazo y, mensualmente, pronósticos estacionales (con base en la interacción atmósfera-océanos), para los siguientes seis meses y para distintas regiones de Argentina y otras zonas agroproductivas competidoras, como el cinturón maicero de los Estados Unidos, Europa o China. Para las variables atmosféricas, se utilizan los datos de las redes

de estaciones del SMN y del INTA; los datos de las estaciones oceánicas se toman de misiones internacionales, algunos de los cuales están disponibles desde la década de 1970. La metodología utilizada incluye una serie de teleconexiones, producto de varios años de investigación en el propio instituto y permite diferenciar perspectivas para subregiones dentro de la región pampeana.

Se distinguen dos grupos de usuarios de estos productos: 1) abonados, muchos de los cuales son organizaciones del sector agropecuario que retransmiten la información hacia grupos de productores agropecuarios. El instituto les envía las perspectivas estacionales inmediatamente elaboradas, vía correo electrónico; 2) públicos, pueden obtener gratuitamente los productos a través de la página web institucional (<<http://www.intacya.org/>>), aunque algo más tardíamente que los primeros. Adicionalmente, elabora productos a pedido de algunos medios, como los diarios *La Nación* y *La Voz del Interior* (de la provincia de Córdoba).

Al igual que el SMN, el Instituto de Clima y Agua tiene un sistema de recepción y procesamiento de información de satélites (NOAA) y produce imágenes de los sistemas nubosos y el estado de la vegetación, a escalas nacional y regional. Entre los productos que están disponibles libre y gratuitamente, vía internet, se encuentran diagnósticos que incluyen variables climáticas y agronómicas (precipitación, temperaturas máximas y mínimas, horas de frío, balance hídrico, índice verde, evapotranspiración) mapeadas para el centro y norte del país. La comunicación con los productores agropecuarios y otros usuarios intenta ser directa y se concreta de tres maneras: a través de consultas telefónicas, visitas a Castelar (sorpresivas o concertadas) y charlas que brinda el plantel fuera de la institución, en el interior del país, con mayor frecuencia en la región pampeana. Estas últimas se centran en información climática útil para la actividad agroproductiva con énfasis en los pronósticos estacionales, y las organizan instituciones del sector tales como estaciones experimentales regionales del INTA, federaciones agrarias, sociedades rurales y empresas de insumos agrícolas. Si bien las charlas no son regulares, son frecuentes y son brindadas por César Rebella, el director del instituto, o Estela Carballo. Dado su papel fundamental en la disseminación y en la comunicación con los usuarios, Estela Carballo se ha convertido en un referente en el tema para los productores de la región pampeana, entre los que es muy conocida. Asimismo, representantes de la institución participan en programas de radio y televisión destinados al sector agropecuario.

Dentro del instituto, algunos investigadores trabajan en el desarrollo de herramientas para la toma de decisiones que dependen del clima (simulación de rendimiento y clima en diferentes cultivos, predicción de enfermedades, plagas y malezas). Sin embargo, en estos casos, la transferencia y aplicación queda limitada a acciones puntuales en el marco de proyectos específicos, ya que el INTA Castelar no cuenta con un servicio de extensión rural.

**LABORATORIO CLIMATOLÓGICO SUDAMERICANO**

Entre las instituciones elaboradoras y diseminadoras de información climática se destaca el Laboratorio Climatológico Sudamericano debido a su capacidad de generar modelos de predicción climática estacional. Se trata de una fundación creada y dirigida desde mediados de la década de 1980 por el meteorólogo Juan Minetti en San Miguel de Tucumán. Minetti es investigador del CONICET y profesor de la Universidad Nacional de Tucumán y en ocasiones recibe fondos para investigación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica o de la universidad. Diecinueve investigadores y técnicos colaboran con el Laboratorio, algunos de los cuales se desempeñan en diferentes universidades nacionales, el INTA y el CONICET. Por lo tanto, el Laboratorio es una organización sin fines de lucro que lleva adelante actividades de investigación y ofrece pronósticos climáticos a empresas. Cuenta con cuatro líneas de acción: 1) investigación básica sobre variabilidad climática a distintas escalas, 2) desarrollo de predictores climáticos, 3) desarrollo de modelos empíricos que correlacionan clima y rendimiento de cultivos y 4) transferencia tecnológica, al sector agropecuario y energético.

Aunque el doctor Minetti es más conocido por sus aportes en la región noroeste, el Laboratorio elabora y disemina información climática para 17 provincias de la Argentina, incluyendo la región pampeana, y áreas de países vecinos. En la información se distinguen diagnósticos (la vigilancia climática), pronósticos de corto plazo y pronósticos estacionales (perspectivas climáticas) para los siguientes seis meses. En estos últimos se desarrolló un modelo para predecir los días en que es ese período caerán las precipitaciones. Asimismo, se utilizan modelos propios para seguir la evolución de los océanos Pacífico y Atlántico. Los datos para elaborar información climática provienen de la red oficial nacional de estaciones así como de, aproximadamente, 500 estaciones gestionadas por empresas privadas y organismos estatales en diferentes áreas del país. Estos datos son utilizados para cubrir las falencias de la red oficial en amplias regiones del país y también para brindar servicios específicos de vigilancia climática. Los datos se complementan con imágenes satelitales disponibles en la web e información pública proveniente de NOAA, CPTec, IRI, Centro Europeo y SMN. Por otro lado, han desarrollado un modelo para estimar el rendimiento de maíz en la pampa húmeda, a través de variables climáticas. Todos los productos son elaborados exclusivamente para los abonados y diseminados vía internet, correo y charlas. Entre sus clientes se encuentran productores, acopiadores, bancos vinculados a la exportación de granos y empresas hidroeléctricas.

**CONSULTORA DE CLIMATOLOGÍA APLICADA (CCA)**

Se trata de una consultora dirigida por José Luis Aiello, doctor en Ciencias



Meteorológicas. Está integrada por ocho profesionales (seis meteorólogos, un administrativo y un ingeniero agrónomo) y se dedica a las interacciones entre el clima y la agricultura. Ofrece pronósticos de corto plazo, diagnósticos meteorológicos y de condiciones de humedad del suelo y perspectivas climáticas para los meses venideros, con un seguimiento de los fenómenos de gran escala (como ENOS), para la región pampeana, Cuyo, NEA y NOA. Además, realiza consultorías personalizadas a diversas empresas. Frente a demandas de clientes, elabora diagnósticos y perspectivas de otras regiones productoras mundiales. Todos los servicios son abonados y sus clientes pertenecen a empresas privadas del sector agropecuario (semilleras, aseguradoras, exportadores, acopiadores, de finanzas) quienes utilizan los productos para tomar decisiones o bien los ofrecen como un servicio a sus propios clientes. Asimismo, CCA administra y concentra datos de redes regionales de estaciones meteorológicas, como la de FECEACOP y de las Bolsas de Cereales de Entre Ríos y Rosario (en construcción). Para elaborar sus productos, CCA utiliza datos de acceso libre de la red mundial de vigilancia climática y de agencias internacionales, información pública disponible del SMN, datos de las redes regionales antes mencionadas y datos que envían algunos clientes. La interacción con los clientes es directa, a través de visitas, consultas telefónicas y charlas en distintas localidades del país, organizadas por empresas y focalizadas en perspectivas climáticas y herramientas para seguir e interpretar el clima. CCA no cuenta con una infraestructura física visible ni oficinas de atención al público, ya que cada especialista trabaja en su propio ámbito.

#### **CÁTEDRA DE CLIMATOLOGÍA, FAUBA, Y FUNDACIÓN CLIMAGRO**

Si bien se trata de dos ámbitos muy diferentes, la cátedra de Climatología y Climagro están estrechamente emparentadas a través del ingeniero agrónomo Eduardo Sierra quien es titular de la primera y miembro fundador y promotor de la segunda. Entre ambas existe un convenio formal de colaboración y a menudo es difícil distinguirlas ya que los productos aparecen con la firma combinada de ambos. El equipo de la cátedra de Climatología elabora diagnósticos y pronósticos estacionales que se difunden a la comunidad a través de Climagro, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires e intervenciones regulares del ingeniero Sierra en el programa La Hora del Campo, en radio Continental. Las fuentes utilizadas para la elaboración de los pronósticos son aquellas de acceso libre vía internet, como IRI, NOAA y el Bureau of Meteorology de Australia. Sus productos se basan en las perspectivas para el fenómeno ENOS, en trabajos empíricos y se analiza, especialmente, la persistencia de los fenómenos climáticos. Los pronósticos van acompañados de un diagnóstico sobre la situación previa y el estado de los cultivos.

Climagro es una fundación privada creada a inicios de 2003, con el objetivo de vincular el mundo académico y la sociedad. Su misión es ayudar al desarrollo

del agro argentino de una manera sustentable tanto económica como ambientalmente, a través de la creación de un sistema de información agraria, basado en una red de mediciones agrometeorológicas que posibilite brindar información de calidad. Su director es el ingeniero ambiental Ricardo Petroni, y la entidad está integrada por meteorólogos, ingenieros agrónomos, ingenieros hidráulicos, ingenieros civiles, técnicos en sistemas, diseñadores gráficos, personal administrativo y de relaciones institucionales. Ofrece gran cantidad de información climática y agronómica, entre las que se incluye: pronósticos de corto plazo, perspectivas de riesgo de enfermedades de cultivos, diagnósticos climáticos y agronómicos y pronósticos estacionales. Estos últimos son elaborados por el ingeniero Sierra con su equipo de la cátedra de Climatología. También ofrece servicios especiales, elaborados a medida del cliente. Climagro mantiene un convenio con Pegasus, el único fabricante nacional de estaciones meteorológicas de superficie, a través del cual promueve la venta de las estaciones, recibe los datos de estas y, a cambio, entrega pronósticos meteorológicos a sus propietarios. Los productos se difunden a los clientes abonados, a través de la página web institucional y se envían, de forma gratuita, a algunos medios escritos del interior de Argentina. Otra vía de diseminación son los cursos sobre clima y las charlas sobre perspectivas climáticas que brinda en el interior del país. De acuerdo al propio director de Climagro, una de las fortalezas de la entidad se basa en la capacidad del ingeniero Sierra para traducir fenómenos y términos climáticos a un lenguaje sencillo, y señalar sus impactos sobre la producción agropecuaria.

En síntesis, el Instituto de Clima y Agua (INTA), el Laboratorio Climatológico Sudamericano, CCA, la cátedra de Climatología, FAUBA, y Fundación Climagro cumplen roles de traducción y, actualmente, pueden ubicarse en algún punto de las etapas de problematización e interesamiento, esta última a través de las diversas estrategias activas de diseminación de productos climáticos para el sector agro productivo.

#### **DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

Dentro de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) se encuentra el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, principal ámbito del país para la formación de licenciados y doctores en meteorología. Formado por 55 docentes e investigadores y reconocido en medios académicos nacionales e internacionales, lleva adelante proyectos, principalmente sobre variabilidad climática, ozono, cambio climático, modelos de circulación, climatología sinóptica y contaminación ambiental. El Centro de investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CIMA) es un instituto compartido entre el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y la UBA y se

vincula a Ciencias de la Atmósfera, compartiendo el espacio físico y algunos investigadores. El objetivo del CIMA es mejorar el conocimiento de los procesos físicos que determinan el comportamiento de la atmósfera y el océano, como elementos claves del sistema climático. Sus actividades de investigación están focalizadas en el modelado de la atmósfera y el océano para Argentina.

A través de un convenio con el SMN y con el INTA, los investigadores reciben series de datos climáticos para sus estudios. Toman los datos meteorológicos diarios de la Argentina de universidades extranjeras. Ambas instituciones son prolíficas, sin embargo, sus trabajos no son difundidos fuera de la comunidad científica y existen pocos alicientes para ello, ya que el sistema de evaluación de los científicos no premia la diseminación fuera del ámbito académico. En este sentido, Ciencias de la Atmósfera se mantiene como un nodo bastante aislado, con pocos vínculos en la red.

#### **FEDERICO NORTE, CRICYT, MENDOZA**

Federico Norte es licenciado en Ciencias Meteorológicas y dirige la Unidad de Meteorología y Climatología del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológica (CRICYT), un organismo oficial de investigación, creado mediante un convenio entre el CONICET, la Universidad Nacional de Cuyo y el Gobierno de la Provincia de Mendoza. Aunque el principal foco del CRICYT es investigar el clima, sus variaciones y los fenómenos meteorológicos de la región de Cuyo, Federico Norte participa, desde 1992, diariamente de un programa radial (LV16 Radio Río) en el que brinda pronósticos meteorológicos para la región pampeana. Además, da conferencias, de manera irregular, sobre diagnósticos y perspectivas climáticas, en localidades del oeste de la región pampeana; asimismo, asesora a asociaciones de acopiadores. Las predicciones que realiza se basan en un análisis de fuentes nacionales (SMN, INTA) e internacionales (IRI, NOAA, CPC) y en su experiencia profesional. Desde su propia visión, se trata de un aporte limitado y sostenido por un esfuerzo personal y, a diferencia de otras organizaciones, no tiene redes de estaciones meteorológicas.

#### **EXTRANJERAS**

Existen algunas organizaciones extranjeras que ofrecen información climática para la región pampeana y que comparten características similares. Se trata de compañías privadas cuyas oficinas se encuentran en los Estados Unidos; elaboran pronósticos de corto plazo para localidades argentinas y los entregan ya editados, en tiempos y formatos ajustados a las necesidades de los medios (principalmente, prensa escrita o páginas web). Los servicios son arancelados y se cuentan entre los más onerosos de todos. La compañía que más notoriedad ganó entre los productores agropecuarios es AccuWeather-Telemet debido a que “La

Nación Campo” publica su pronóstico para la región pampeana. Otras organizaciones de características y funciones similares aunque menos conocidas son Weather News y Weather Underground.

#### **INFOCLIMA**

Infoclima es una consultora privada, radicada en Córdoba, que comercializa información climática en Argentina, Paraguay, Estados Unidos y España. Su plantel está formado por especialistas en comercialización, comunicación, tecnología y coordinadores de contenidos, y su oferta y forma de operar es idéntica a la de las instituciones extranjeras. Sin embargo, en este caso pareciera que se trata más bien de una diseminadora de información que elaboran otros (los servicios meteorológicos de Argentina, Brasil, Chile, Ecuador y Perú, NOAA, IRI, Climatic Prediction Center, National Weather Service e INTA) y que Infoclima organiza.

#### **REELABORADORES**

Entre aquellas que no producen información básica pero reelaboran lo que otros producen, se encuentra la Oficina de Riesgo Agropecuario y la Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Agrícola.

#### **OFICINA DE RIESGO AGROPECUARIO (ORA), SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN**

La ORA fue creada en el año 2000, a través de un proyecto financiado por el Banco Mundial y bajo la Dirección de Economía Agraria de la SAGPYA. Su objetivo general es coordinar las acciones de distintos organismos en relación al riesgo del sector agropecuario. Sus funciones comprenden la evaluación de riesgos agroclimáticos y económicos, la orientación en la toma de decisiones del sector para minimizar dichos riesgos y el fomento del desarrollo de un mercado de seguros. Actualmente, está coordinada por la ingeniera agrónoma Sandra Occhiuzzi.

La ORA elaboró una metodología y está desarrollando un sistema de información para el manejo integrado del riesgo agropecuario. El trabajo combina e integra información climática, de suelos, fenología de cultivos y utiliza diversos modelos. En el desarrollo, participan el INTA, el SMN, la propia ORA y consultores individuales (meteorólogos, modeladores). Uno de los principales obstáculos para el avance es la escasa disponibilidad de información primaria que se busca ampliar a través de convenios con distintas instituciones, nacionales, provinciales y locales, públicas y privadas, intentando generar una red de cooperación amplia.

Los medios de comunicación con los potenciales usuarios son internet y talleres o jornadas en las que participan productores agropecuarios. A través de

la página web (<<http://www.ora.gov.ar>>) pueden visualizarse los productos disponibles y se pueden enviar consultas. La ORA es una iniciativa relativamente nueva que se vio frenada luego de la crisis de 2001 y recobró impulso en 2004. A diferencia de las demás organizaciones de la red, sus productos y actividades no fueron mencionados por ninguno de los productores y asesores agropecuarios entrevistados.

#### **ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CONSORCIOS REGIONALES DE EXPERIMENTACIÓN AGRÍCOLA (AACREA)**

AACREA es una asociación civil sin fines de lucro, fundada en 1960. Está integrada y dirigida por productores agropecuarios y su objetivo es promover el desarrollo integral del empresario agropecuario para lograr empresas económicamente rentables y sustentables en el tiempo, probando tecnología y transfiriéndola al medio con el objetivo de contribuir con el sector y el país. El eje de la asociación es el trabajo en grupos “CREA”, formados por unos diez productores que comparten una región, una actividad similar y cuentan con un asesor. Actualmente, existen 170 grupos CREA, la mayoría ubicados en la región pampeana, que comprenden 1.500 socios y 180 asesores técnicos. Los grupos se nuclean en la organización de nivel nacional, AACREA, cuyo papel es integrador ya que genera proyectos, recopila, analiza y brinda información, de acuerdo a las demandas de los productores; su estructura y dinámica contempla el accionar conjunto de los miembros empresarios y un *staff* de técnicos y administrativos.

Aunque no es su eje central, AACREA generó algunos productos y procesos que incorporan la información climática, debido al creciente interés que despierta el tema. Desde la perspectiva de la red, AACREA es una reelaboradora de información climática, a través del desarrollo de modelos de simulación de cultivos (trigo, soja y girasol). Estos se realizaron con la colaboración del INTA y la Facultad de Agronomía, con la participación de asesores técnicos y productores agropecuarios. Los productos (modelos) se distribuyeron entre los miembros CREA y están ganando una creciente atención. La organización también es diseminadora, particularmente, a través de la revista CREA y del Informe Agrometeorológico. La revista se edita mensualmente y se distribuye a los miembros, aunque también está a la venta para el público. Publica, de manera no sistemática, artículos sobre clima, escritos por una variedad de autores. Un problema que presenta es que ha publicado predicciones climáticas contrapuestas, elaborados por distintos autores, lo que tiende a reforzar los resquemores de los empresarios agropecuarios para utilizar la información climática. El Informe Agrometeorológico es un muy breve diagnóstico/pronóstico de corto plazo, que incluye información seleccionada de una variedad de fuentes. Se ofrece a los miembros semanalmente, vía internet aunque es poco consultado.

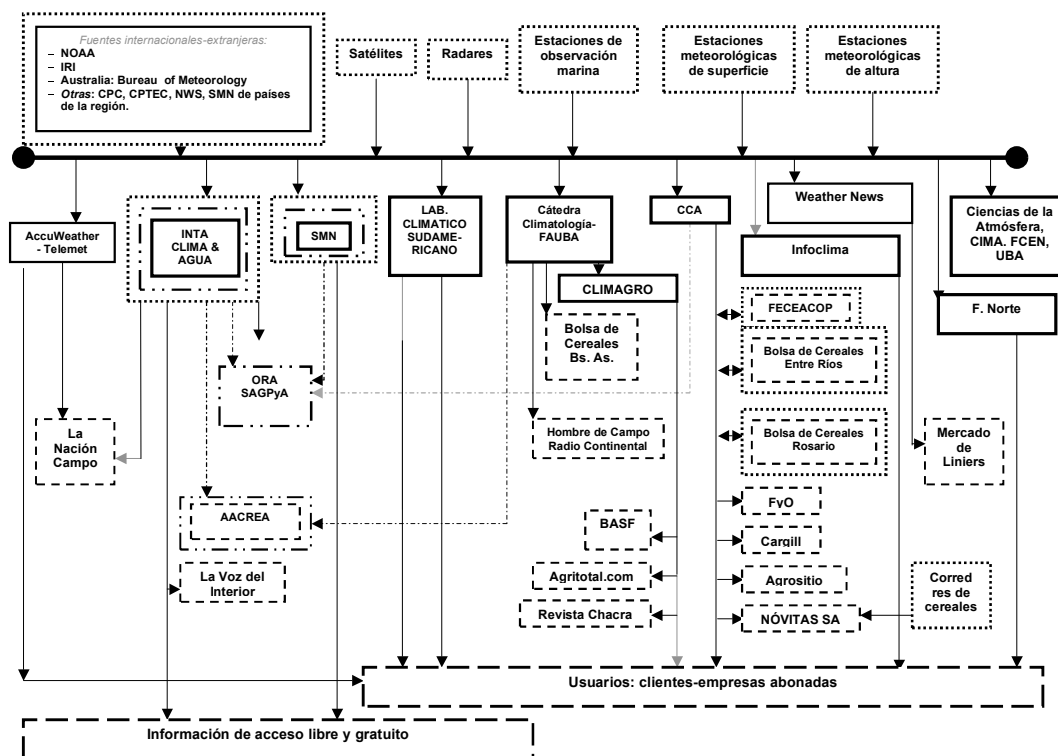
Una de las fortalezas de AACREA es su estructura y dinámica que integra continuamente las necesidades y visiones de los productores miembros. En la organización existen canales y hábitos de interacción muy activos y efectivos, tanto internos como con una diversidad de instituciones vinculadas al sector agropecuario.

## **DISEMINADORES**

Todos los generadores y reelaboradores de información climática tienen mecanismos de diseminación de sus productos. Además, hay un gran número de organizaciones que solo difunden lo que generan otros. La lista de los que se presentan aquí no pretende ser exhaustiva sino mostrar su rol en la red. Los diseminadores, en conjunto, tienen un rol ambiguo ya que algunos distribuyen información de manera gratuita a sus clientes y ocasionalmente al público (información elaborada por expertos y arancelada para el diseminador). De esta manera contribuyen en forma significativa a la diseminación de información climática en el sector agropecuario. Por otro lado, en entrevistas a los productores agropecuarios se detectó que la gran cantidad y diversidad de información que reciben o a la que acceden genera confusión y consideran que a menudo le falta calidad y precisión. En este sentido, los numerosos productos que están disponibles o que se envían sin solicitar, y la ocasional distorsión de la información a través de la diseminación de productos “recortados” sin sus referencias completas o una explicación detallada, contribuyen a la sensación de confusión y malestar entre los productores que a menudo no saben cuál elegir.

En la figura 2 se ha esquematizado la red de organizaciones y artefactos involucrados en la generación, transformación, diseminación y utilización de pronósticos climáticos estacionales. En ella, cada nodo puede representar una organización particular, un grupo de organizaciones (en el caso de las extranjeras), un tipo de instrumento de medición o un grupo de personas (usuarios). La red es compleja en la medida en que los nodos pueden tener más de una función (por ejemplo, algunos generadores son también reelaboradores y diseminadores o algunos diseminadores también tienen o acceden a la información de ciertos instrumentos de medición) y debido a los múltiples canales de información que se generan entre ellos (las flechas entre nodos que de ningún modo son todas las existentes). El esquema intenta mostrar un proceso a través del cual ningún nodo se constituye en un único punto de pasaje obligatorio y los diversos usuarios reciben información de múltiples fuentes –a veces, incluso repetida, pues reciben información idéntica o similar de distintos diseminadores.

**Figura 2. La red de organizaciones/objetos involucrados en la generación, transformación, diseminación y utilización de pronósticos climáticos estacionales potencialmente útiles para la producción agropecuaria en la región pampeana de la Argentina**



#### Referencias

- Instrumentos de medición y registro de variables climáticas.
- Generadores de pronósticos climáticos estacionales: nacionales
- extranjeros – agencias internacionales
- Transformadores de información climática en agronomía
- Diseminadores
- Usuarios

## OPACIDAD Y UNA BABEL DE TRADUCCIONES

A lo largo de este artículo hemos dado cuenta de la red por la que circula información climática relevante para las actividades agropecuarias en la región pampeana, considerando los nodos (instituciones y artefactos), así como sus estrategias e interacciones, que abarcan desde la recolección de datos primarios hasta la diseminación de pronósticos a los usuarios del sector agroproductivo. Para apreciar la configuración presente de la red es necesario considerar dos procesos acaecidos en los últimos años. Por un lado, como ya hemos señalado, la decadencia de la red nacional de información climática desarrollada y sostenida a partir del siglo XIX por el SMN. El proceso privatizador de la década de 1990, en particular de las líneas ferroviarias, disminuyó dramáticamente el número de estaciones meteorológicas de superficie implicando esto, además, la pérdida de continuidad de series históricas valiosas para la elaboración de pronósticos. Los posteriores ajustes presupuestarios no hicieron sino agravar esta decadencia. Por otro lado, paradójicamente este proceso se da en forma simultánea a avances en la climatología que posibilitan mejoras sustanciales en la elaboración de pronósticos estacionales o de mediano plazo, cuya aplicación podría redundar en beneficios para la actividad agropecuaria.

Es a partir de esta coyuntura que, en años recientes, se desarrollan diversas redes de estaciones meteorológicas alternativas, a partir de una variedad de instituciones privadas y públicas. Actualmente, coexisten varias redes o subredes de datos sin que ninguna prevalezca sobre otras, constituyendo múltiples puntos de pasaje obligatorio. Esto implicó rápidamente la configuración de una red de información climática sumamente heterogénea en lo que respecta a sus integrantes así como a la variedad de productos resultantes de la misma. Asimismo, la mercantilización de la información climática condujo a la aparición de la competencia y las asociaciones propias del mercado, en un ámbito que durante la mayor parte del siglo pasado fue monopolio de una agencia estatal como el SMN.

Al constituirse diferentes circuitos de información climática articulados a partir de un grupo reducido de elaboradores, coexisten de hecho diferentes traducciones de los datos primarios a pronósticos de interés para los usuarios en el mundo de la producción agropecuaria pampeana. La heterogeneidad en la red alcanza a los modelos y protocolos utilizados para la elaboración de pronósticos así como a sus sucesivas transformaciones y finalmente a los productos. Debe aclararse que el estado actual de la ciencia climatológica hace que todos los modelos desarrollados para la elaboración de pronósticos estacionales tengan carácter experimental. Esta “Babel de traducciones” se agrava al tenerse en cuenta que, como se desprende de entrevistas con meteorólogos y climatólogos, con algunas excepciones, por



ejemplo, el Laboratorio Sudamericano, la generación de pronósticos a partir de datos primarios se realiza en “cajas negras”, pues los modelos utilizados en cada nodo elaborador se mantienen en la confidencialidad (Latour).

En menor o mayor medida, casi todos los generadores, transformadores y diseminadores de información climática cumplen roles de traducción e intentan construir definiciones y significaciones comunes, con el fin de cooptarse unos a otros. Paradójicamente, el Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la UBA, CIMA y el SMN constituyen importantes excepciones; las dos primeras son instituciones prolíficas y de muy alto nivel académico, sin embargo, no tienen alicientes para acercar sus trabajos a la sociedad. En el caso del SMN, la propias características de la institución, de estructura vertical, dependiente de una fuerza militar, sumado a la falta de competencia con otras instituciones durante más de un siglo, podrían explicar el escaso interés por cumplir roles de traducción, en el sentido propuesto por Callon.

Como ya señalamos, el clima es la tercera fuente de riesgo para los productores agropecuarios de la región pampeana. En este sentido, existe un creciente interés en los pronósticos estacionales a pesar de la confusión imperante en cuanto a las fuentes, elaboración, los formatos y sus canales de distribución. En relación a estos últimos se destaca, durante los últimos años, la oferta de la mayor parte de los elaboradores así como la demanda por parte de productores agropecuarios de charlas sobre clima, en distintas locaciones en la región. Consideramos que esto puede interpretarse como una etapa específica del proceso de traducción: el interesamiento (Callon, 1986). En efecto, los elaboradores buscan convencer a los usuarios de la validez de sus productos, muchas veces en detrimento explícito de elaboradores competidores y aun de los propios usuarios. Este interesamiento, en general, no se da a partir de argumentos científicos y apertura de sus cajas negras sino de recursos propios de la oratoria e incluso de carismas personales. Sin embargo, los mismos no logran un reclutamiento ni eficaz ni duradero pues los usuarios no presentan fidelidad y de hecho consultan productos de muy variadas fuentes, aun siendo clientes particulares de alguna de las instituciones generadoras de información. Asimismo, los intentos por lograr que los propietarios particulares de estaciones meteorológicas (productores agropecuarios, empresas, organizaciones) se conviertan en recolectores y transmisores de datos han tenido escaso éxito: aunque registran datos para su uso personal, en general, no realizan esfuerzos por transmitirlos.

En consecuencia, en esta red, el enrolamiento, tal como lo define Callon, es incompleto o poco eficaz y no parece probable un cambio drástico en un futuro cercano dado el estado, aun en etapa “experimental”, de todos los pronósticos climáticos. Como afirman Broad *et al.* (2002): “Si existe algún nivel de información disponible –aun experimental– algún tipo de pronóstico, tanto oficial o

como 'popular', será generado por instituciones locales que tengan un incentivo y oportunidad para mostrar su experticia".

En definitiva, en una apreciación general de la red debe resaltarse la opacidad de la misma en cuanto a su misma conformación, así como en lo que respecta a las metodologías de elaboración y los canales y formatos de distribución de los productos. Las propias características de la actual red identificada, su marcada opacidad, heterogeneidad y los procesos de competencia que se dan en ella, se constituyen en obstáculos que no estimulan la adopción de los pronósticos por parte de los potenciales usuarios del sector agroproductivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baethgen, W. y G. Magrín (2000), *Applying Climate Forecasts in the Agricultural Sector: The Experience of South East South America*, Nueva York, International Research Institute for Climate Prediction.
- Bartolomé, M. *et al.* (2004), "El clima y otros factores de riesgo productivo en la pampa húmeda argentina", *Realidad Económica*, 202, pp. 88-107.
- Bert, F. *et al.* (2006), "Climatic information and decision-making in maize crop production systems of the Argentinean Pampas", *Agricultural Systems*, 88, pp. 180-204.
- Broad, K., A. Pfaff y M. Glantz (2002), "Effective and equitable dissemination of seasonal to Interannual climate forecasts: Policy implications from the Peruvian fishery during El Niño 97-98", *Climate Change*, 54, pp. 415-438.
- Callon, M. (1986), "Éléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc", *L'année sociologique*, 36.
- Ferreira, R. *et al.* (2001), "A linked-modeling framework to estimate maize production risk associated with ENSO-related climate variability in Argentina", *Agricultural and Forest Meteorology*, 107, pp. 177-192.
- Hansen, J. (2001), "Realizing the potential benefits of climate prediction to agriculture: issues, approaches, challenges", *Agricultural Systems*, 74, (3), pp. 309-330.
- Hartmann, H. *et al.* (2002), "Confidence builders: evaluating seasonal forecasts from users perspectives", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, (5), pp. 683-698.
- Law, J. (1986), "On the methods of long-distance control: Vessels, navigation and the Portuguese route to India", en Law, J. (ed.), *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge*, Londres, Routledge and Kegan Paul, pp. 234-263.
- Latour, B. (1987), *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*, Cambridge, Harvard University Press.
- Letson, D. *et al.* (2001), "User perspectives of climate forecasts: crop producers in Pergamino, Argentina", *Climate Research*, 19, pp. 57-67.
- Lemos, M. *et al.* (2002), "The use of seasonal climate forecasting in policymaking: lessons from Northeast Brazil", *Climatic Change*, 55, pp. 479-507.

- Llovet, I. y D. Lestón (1999), "Condicionantes mentales y modelos mentales en la adopción de información climática entre productores agropecuarios del norte de la Provincia de Buenos Aires", *Cuadernos del Programa Interdisciplinario de Estudios Agrarios*, 9, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, pp. 9-53.
- NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center (2005), "Teleconnection Patterns", 20 de mayo 20, <<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/teleintro.shtml>>.
- Pagano, T., H. Hartmann y S. Sorooshian (2002), "Factors affecting seasonal forecast use in Arizona water management: A case study of the 1997-98 El Niño", *Climate Research*, 21, pp. 259-269.
- Patt, A., y C. Gwata (2002), "Effective seasonal climate forecast applications: examining constraints for subsistence farmers in Zimbabwe", *Global Environmental Change*, 12, (3), pp. 185-195.
- Podestá, G. P. *et al.* (2002), "Use of ENSO related climate information in agricultural decision making in Argentina: a pilot experience", *Agricultural Systems*, 74, (3), pp. 371-392.
- Pulwarty, R. y K. Redmond (1997), "Climate and salmon restoration in the Columbia River Basin: The role and usability of seasonal forecasts", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, (3), pp. 381-397.
- Roncoli, C., K. Ingram y P. Kirshen (2001), "The costs and risks of coping with drought: livelihood impacts and farmers' responses in Burkina Faso", *Climate Research*, 19, (2), pp. 119-132.
- Star, S. L. y J. R. Griesemer (1989), "Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39", *Social Studies of Science*, 19, (3), pp. 387-420.
- Stern, P. y W. Easterling (eds.) (1999), *Making climate forecasts matter*, Washington, National Academy Press.
- Sundberg, M. (2005), "Making Meteorology: Social relations and Scientific Practice", *Acta Universitatis Stockholmiensis, Stockholm Studies in Sociology, New Series*.
- World Meteorological Organization (2006), "About the Global Observing System. Disponible en: <<http://www.wmo.ch/web/www/OSY/GOS-purpose.html>>. Visitado el 17 de noviembre de 2006.
- Ziergovel, G. y T. Downing (2004), "Stakeholder networks: improving seasonal climate forecasts", *Climatic Change*, 65, (1-2), pp. 73-101.

#### SITIOS WEB

- AACREA: <[www.aacrea.org.ar](http://www.aacrea.org.ar)>.
- AAPRESID: <<http://www.aapresid.org.ar>>. Acceso el 18/8/2006.
- AccuWeather: <<http://www.AccuWeather.com>>.
- Agrositio: <<http://www.agrositio.com/>>. Acceso el 3/7/2006.
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires: <<http://www.bolcereales.com.ar>>.
- Bolsa de Cereales de Entre Ríos: <<http://www.bolsacer.com.ar>>. Acceso el 4/1/2007.

Bolsa de Comercio de Rosario: <<http://www.bcr.com.ar>>. Acceso el 4/1/2007)

Campo Abierto: <<http://www.campoabierto.com.ar>>.

Cargill: <<http://www.cargill.com.ar>>. Acceso el 28/12/2006.

CCA: <<http://www.fyo.com/clima/cca.htm>>.

Clarín, suplemento rural: <[www.clarin.com/suplementos/rural/ultimo/index.html](http://www.clarin.com/suplementos/rural/ultimo/index.html)>.

Climagro: <<http://www.climagro.com.ar/agro/>>.

CPTEC: <[www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)>.

CRICYT: <[www.cricyt.edu.ar/](http://www.cricyt.edu.ar/)>.

Departamento de Ciencias de la Atmósfera, Universidad de Buenos Aires: <<http://www.atmo.fcen.uba.ar/>>.

Fallingrain: <<http://www.fallingrain.com/index.html>>.

FECEACOP: <<http://www.acopiadores.com.ar>>.

FYO: <<http://www.futurosyopciones.com/clima/default>>.

Infoclima: <<http://www.infoclima.com.ar/>>.

INTA, Instituto del Clima y el Agua: <<http://www.intacya.org/>>.

IRI: <<http://iri.columbia.edu/>>.

La Nación Campo: <[www.lanacion.com.ar/edicionimpresa/suplementos/elcampo/index.asp](http://www.lanacion.com.ar/edicionimpresa/suplementos/elcampo/index.asp)>.

*La Voz del Interior*, suplemento La Voz del Campo: <<http://www.lavozdelinterior.com.ar>>.

Laboratorio Climatológico Sudamericano: <<http://www.labclisud.com.ar/Index.asp>>.

Mercado de Liniers: <<http://www.mercadodeliniers.com.ar/>>.

NOAA: <[www.noaa.gov/](http://www.noaa.gov/)>.

Novita SA: <<http://www.novitas.com.ar>>.

Oficina de Riesgo Agropecuario, SAGPYA: <<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>>.

Servicio Meteorológico Nacional: <<http://www.smn.gov.ar/>>.

Telemet: <[www.telemet.com/weather\\_s.htm](http://www.telemet.com/weather_s.htm)>.

Weather News: <<http://weathernews.com/us/c/>>.

Weather Underground: <<http://espanol.wunderground.com/about/background.asp>>.

Weather Wise: <<http://www.weatherwise.org>>.

World Meteorological Organization: <<http://www.wmo.ch>>.

Artículo recibido el 23 de julio de 2007.

Aceptado para su publicación el 11 de diciembre de 2007.