



Agrometeorología
Año 10 | N° 5 | Octubre 2018
ISSN papel: 0539-4716
ISSN en línea: 2591-4812

Heladas
Heladas Primaverales en el Alto
Valle de Río Negro.
P.04

Hidrometeorología
H2O: La forma del agua.
P.10

La lucha antigranizo en Mendoza
El vino y el hielo:
una relación tormentosa.
P.26

METEOROS^o



STAFF

AUTORIDADES
Directora del Servicio Meteorológico Nacional
Dra. Celeste Saulo

Edición General
Mariela de Diego
Sofía Corazza

Comité Editorial
Luciano Vidal
Carolina Cerrudo
Julia Chasco
Mariela de Diego
Sofía Corazza
Maria Alejandra Salles
Marcos Saucedo
Laura Aldeco
Maria Eugenia Bontempi
Ramón de Elía
Valentina Rabanal

Colaboran
Santiago Moya
Ignacio López Amorín

Diseño
Sebastián Carrasco
Nicolás Glikson
Guadalupe Cruz Díaz

Fotografía
Agustina Sánchez

La lucha antigranizo
en Mendoza

El vino y el hielo: una relación tormentosa

La provincia de Mendoza ha sido dotada con características climáticas ideales para la producción de vinos que compiten entre los mejores del mundo. Sin embargo, como una espada de Damocles, las mismas condiciones geográficas y climáticas que la consagran, también generan tormentas con granizo tan violentas que pueden destruir miles de hectáreas de producción en apenas unos minutos.

P.26

P.04

Heladas primaverales en el Alto Valle de Río Negro

Entendiendo las heladas. El impacto económico y social de este fenómeno en el Alto Valle de Río Negro.

P.16

Estimada lluvia

Hidroestimador: cuantificando la precipitación en regiones remotas. Esta técnica de la NOAA fue adaptada para nuestro país por meteorólogos del SMN.

P.26

Lucha antigranizo en Mendoza

El vino y el hielo: una relación tormentosa. ¿Cómo se forman y se combaten tormentas de granizo tan violentas, capaces de destruir miles de hectáreas en apenas unos minutos?

P.42

La tecnología aplicada al Agro

CyT Alerta: Ciencia y Tecnología para la Producción del Alerta en Catástrofes Naturales.

P.10

H₂O: La forma del agua Balance hídrico operativo para el agro

El aire, el agua, la tierra y la energía del sol. Todas las plantas se desarrollan al ritmo de los cuatro elementos en danza.



P.34

Formación del granizo en una tormenta supercelular

Infografía: ¿cómo se forma el granizo?

P.46

Infografía

Regiones productivas afectadas por inundaciones. Dic. 2015- Jul. 2017

P.14

Ficha técnica

Infografía con todo lo que hay que saber sobre el ciclo del agua.

P.18

Sequías meteorológicas

La sequía es uno de los fenómenos climáticos más complejos a los que se ve expuesta la sociedad y el medio ambiente.

P.36

Emergencia agropecuaria

La emergencia agropecuaria en Argentina: los eventos meteorológicos de alto impacto y las políticas públicas.

P.50

¡Hacélo vos con tus propias manos!

Evaporímetro: con ayuda, construimos un medidor de la evaporación.



HELADAS PRIMAVERALES EN EL ALTO VALLE DE RÍO NEGRO



HELADAS

La zona del Alto Valle es la principal productora de frutales de la Argentina. Paradójicamente, es una región sumamente afectada por las heladas, que en algunos casos son tardías y pueden perjudicar de manera significativa a la producción, convirtiendo a este fenómeno meteorológico en un problema económico y social.

Autora

Sofía Corazza

La región agrícola denominada Alto Valle de Río Negro comprende los valles inferiores de los ríos Neuquén, Limay y superior del Río Negro. En esta hermosa comarca, las tierras cultivables se encuentran ubicadas en las terrazas de los ríos. Están delimitadas por escarpas de meseta patagónica que las circundan. Localmente se las conoce como “las bardas”.

En el interior de los valles se producen cultivos intensivos de árboles frutales, principalmente perales y manzanos, pero también de frutas de carozo, como la ciruela o el durazno. Estos valles están dispuestos en parcelas perfectamente divididas por barreras protectoras contra el viento, constituidas por filas de álamos.

La helada meteorológica: un fenómeno silencioso.

Conociendo las heladas y su clasificación

La helada meteorológica suele ser un fenómeno silencioso. En su versión radiativa, no cae, no se levanta, ni se asienta. Se produce por enfriamiento del propio suelo, cuando la

tierra pierde energía y el aire que está en contacto se enfría, alcanzando temperaturas medidas a 1,5 metros de altura por debajo de 0 °C. La helada agrometeorológica es un fenómeno donde el descenso de la temperatura tiene efectos perjudiciales sobre los cultivos, incluso con temperaturas positivas dependiendo del tipo y etapa de desarrollo de la planta. Si la temperatura que marca el termómetro empieza a bajar, se acerca a cero, los productores se ponen alerta, ya que pueden empezar los problemas.

Además de la distinción entre heladas meteorológicas y agrometeorológicas, este fenómeno también se clasifica por su origen. Las heladas “radiativas”, que son las más comunes, se producen cuando las noches son todavía lo suficientemente largas como para que el enfriamiento luego de la puesta del sol sea prolongado. Cuando a ese enfriamiento se le suman cielos despejados, sin viento y aire con baja humedad relativa, se producen heladas. En estas condiciones, la tierra se enfría rápidamente y enfría el aire que está por encima. Sin embargo, en el caso de las heladas tardías que se dan durante la primavera, las noches son más cortas y por lo tanto también la duración de las heladas, pero las mismas pueden ser muy intensas.

Otro tipo de helada es la “advectiva”. Esta se da cuando ingresa a una región una masa de aire muy frío, de origen polar continental o antártico, dando lugar a temperaturas negativas que vienen acompañadas de fuertes vientos. Estas resultan muy dañinas para la producción ya que son heladas difíciles de combatir con los métodos tradicionales que fueron diseñados para contrarrestar los efectos de las



Fotografía
Patagonian Fruits

heladas radiativas (calefactores, riego o ventiladores) que se dan en ausencia de viento. Entre estos dos tipos de heladas pueden darse situaciones mixtas en diferentes momentos durante la noche.

Finalmente, hay un tercer tipo de helada que se produce por evaporación. Es poco frecuente, se la conoce poco y ha sido escasamente abordada, pero es bastante peligrosa. En esta situación meteorológica, posterior al pasaje de un frente frío que haya producido precipitación, el aire se enfría durante la noche y las gotas, depositadas sobre las plantas y sobre las superficies, comienzan a evaporarse. Este cambio de estado del agua, de líquido a gaseoso, demanda energía. Ésta saldrá de las plantas, que se enfriarán por debajo de los 0 °C y luego se helarán.

De fríos buenos y fríos malos

La peligrosidad de una helada agrometeorológica depende del momento del año en que se produce y del estado fenológico de la planta.

Enzo Campetella es licenciado en Ciencias de la Atmósfera y trabaja produciendo pronósticos para la zona del Alto Valle y del Valle Medio de la Patagonia desde los años 90. Él nos explica un poco la importancia que tiene conocer la relación entre la helada y la producción. Sostiene que no todos los “fríos” son malos y su benevolencia depende del momento del año en que se producen.

“Hay un momento del año en que las heladas son bienvenidas, especialmente en actividades productivas como la fruticultura del Alto Valle en el invierno. Las plantas necesitan acumular una determinada cantidad de horas de frío, cada variedad

tiene sus requerimientos. Hacia la primavera, cuando avanza la temporada, completan la cantidad de frío necesaria y a partir de allí, a medida que se desarrolla el período de floración, una helada tardía (septiembre-octubre) puede generar un daño que va de una merma a la pérdida total de la producción”, sostiene Campetella.

Este tipo de heladas tardías o “primaverales” son bastante frecuentes debido a las condiciones presentes en el entorno. Hoy en día, sin embargo, los especialistas y productores discuten si es un fenómeno cada vez más infrecuente en los últimos 30 o 40 años, pero la falta de estadísticas impide arribar a resultados concluyentes. Sin embargo, la experiencia de los productores indica que el año 98 fue el último registrado con muchas heladas. No hay un número exacto, pero se calcula que sobre 60 días, esa primavera, helaron 52. Es decir que heló casi todo los días. Sin embargo, quienes habitan la zona desde hace tiempo perciben que no ha habido eventos tan severos -en magnitud y en duración- como los que se desarrollaban en los años 40 o 50.

“Las heladas afectan de forma variable y con distinta magnitud al total del área productiva, yo no diría que son menos frecuentes, lo que sí he notado es que en los últimos 30 años se han hecho más débiles después de la primera semana de octubre, que solía ser la que se llevaba toda la producción”;

Ing. Laino, productor regional.

Parece un error de la naturaleza: ¿Cómo es que en una zona de ocurrencia de heladas se produzcan frutos tan vulnerables a ellas? Enzo Campetella explica que eso, en realidad, es relativo:

“Es un debate. Conozco muchos productores que 15 años atrás invertían mucho dinero en la fruta de carozo y hoy se han retirado. Es un equilibrio entre el riesgo y el beneficio. Si uno tiene una variedad de algo que es primicia, en el sentido de que puede cosechar antes que el resto, llega antes al mercado y, por tanto, puede lograr mejores precios a costa de saber que habrá un riesgo mayor en relación a las heladas. No es un debate meteorológico, pero desde la meteorología uno puede decir ‘sí, puede haber riesgo’”, afirma Campetella.

En términos meteorológicos, la región no es afectada únicamente por el fenómeno de las heladas, también está expuesta al granizo y a las olas de calor, entre otros. Los tres fenómenos se diferencian entre sí por una cuestión de escalas temporales y espaciales en las que se producen.

“Los fenómenos meteorológicos que afectan la producción regional van desde los vientos fuertes, que alcanzan los 70 u 80 kilómetros por hora, hasta las insolaciones excesivas; en verano estamos en una zona de alta heliofanía. También la caída de granizo y las heladas primaverales. Y en los últimos años se sumó otra variable, la ocurrencia de lluvias en el período pre-estival que generan un ambiente propicio para el desarrollo de hongos, en especial la sarna del manzano y el peral. Aunque las heladas son, sin lugar a dudas, el más generalizado de todos los eventos meteorológicos perjudiciales y el que suele afectar un área mayor”, afirma Laino.

El granizo es un fenómeno de corta duración y muy localizado. Entonces, cuando genera pérdidas, lo hace sobre una parte de la producción; por este motivo los productores tienden a comprar campos dispersos. Las olas de calor, que afectan a extensas regiones, a veces son persistentes e intensas, abarcando escalas temporales largas y provocando la decoloración de las

frutas, lo que les hace perder valor comercial. Al lado de estos dos fenómenos, las heladas, cuando son intensas, abarcan a toda la región. Sin embargo, pueden darse casos donde estas se presentan en zonas más acotadas:

“En heladas más chicas, por diferencias locales como el tipo de suelo, se presentan casos en los que en una punta del Valle puede haber 10 grados sobre cero y a 40 kilómetros, los productores pueden estar peleando una helada de tres grados bajo cero”, sostiene Campetella.

La incesante lucha contra las heladas

Hace años, algunas mañanas durante la transición del invierno a la primavera, la población del Alto Valle amanecía cubierta por una capa de humo muy espeso que se colaba en las casas, en los roperos, impregnándolo todo. Se trataba de humo de caucho, proveniente de la quema de neumáticos que era la técnica privilegiada por los productores para mitigar los efectos del frío en las plantas y sus frutos. La población quemaba cosas para irradiar calor en los alrededores de la planta y que la helada no la alcance.

“Había un mito entre los productores hace 20 años que decía que en realidad lo que ayudaba en este proceso no era el fuego de las cubiertas, sino el humo. Fue bastante duro desde lo meteorológico hacerles entender que era al revés, que cuando ellos generaban mucho humo de caucho, la helada se prolongaba. El humo negro, cuando salía el sol, impedía que éste volviera a calentar el suelo y el suelo caliente el aire. Entonces una helada que tenía que terminar a las 8 de la mañana, terminaba a las 11”, recuerda Campetella.

“LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN REGIONAL VAN DESDE LOS VIENTOS FUERTES, QUE ALCANZAN LOS 70 U 80 KILÓMETROS POR HORA, HASTA LAS INSOLACIONES EXCESIVAS; EN VERANO ESTAMOS EN UNA ZONA DE ALTA HELIOFANÍA. TAMBIÉN LA CAÍDA DE GRANIZO Y LAS HELADAS PRIMAVERALES. Y EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE SUMÓ OTRA VARIABLE, LA OCURRENCIA DE LLUVIAS EN EL PERÍODO PRE-ESTIVAL QUE GENERAN UN AMBIENTE PROPICIO PARA EL DESARROLLO DE HONGOS, EN ESPECIAL LA SARNA DEL MANZANO Y EL PERAL. AUNQUE LAS HELADAS SON, SIN LUGAR A DUDAS, EL MÁS GENERALIZADO DE TODOS LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS PERJUDICIALES Y EL QUE SUELE AFECTAR UN ÁREA MAYOR”

Manuel Laino, Ing. agrónomo que trabaja desde 1979 en la producción de peras y manzanas en la región.



Hoy las técnicas para combatir las heladas fueron mutando. Por razones medioambientales y de salubridad, el gobierno local prohibió este tipo de prácticas al tiempo que se fueron desarrollando nuevas, como el riego por aspersión o la irradiación de calor con calefactores. Esta última es la más utilizada y tiene un sistema que evita que la combustión sea liberada al aire libre. Algunos productores también hicieron el esfuerzo de invertir en sistemas de riego por aspersión, pero éstos requieren de una infraestructura y un mantenimiento mucho más costoso.

Las heladas son la principal amenaza meteorológica para la producción del Alto Valle ya que generan la mayor cantidad de pérdidas en la producción cada año.

Sin embargo allí el panorama es mucho más complejo y hay muchas variables que se suman.

“Los pronósticos son de vital importancia para la logística y la preparación de las acciones en los días previos al fenómeno. El pronóstico, al indicar la ocurrencia y la magnitud de la helada, permite decidir en relación al estado fenológico del cultivo en ese momento, si actuamos o no o qué tipo de acciones llevaremos a cabo de ocurrir el fenómeno. Nos permite organizar en tiempo y forma las demás acciones que se deben realizar en el monte frutal, aplicaciones de agroquímicos o labores culturales que no se pueden hacer con temperaturas bajas o con suelos anegados por la defensa activa contra las heladas”, concluye Laino.

Como se ve, el aporte de la meteorología frente a este fenómeno es amplio y es crucial para la región, principalmente en la organización de medidas de advertencia y de protección contra las bajas temperaturas, en el estudio de tecnologías alternativas no contaminantes para la lucha contra las heladas

y en la utilización eficiente de los métodos convencionales. La información meteorológica contribuye a un mejor manejo y planificación de los cultivos frutihortícolas.

Otra clasificación: helada negra y helada blanca

Las heladas como fenómeno meteorológico más general se producen cuando la temperatura del aire desciende a valores negativos (por debajo de 0°C). En las **heladas negras**, que son las más severas, aparte de registrarse temperaturas muy bajas, del orden de -10° C, el contenido de humedad del aire es también bajo. Estas heladas tienen efectos nocivos para la agricultura ya que se congela el agua contenida en el interior de las plantas y como el agua al congelarse aumenta de volumen, rompe los tejidos internos y la planta se muere.

Si el contenido de humedad del aire es medio-alto, el enfriamiento que tiene lugar en las noches calmas de cielos despejados logra saturar el aire junto al suelo, formándose gotas de rocío o de escarcha sobre las hojas de las plantas. En invierno, con temperaturas por debajo de 0° C, las gotitas líquidas se pueden congelar sobre los distintos elementos de la vegetación, dando lugar al fenómeno que se conoce como rocío blanco. Tanto a la escarcha como al rocío blanco los identificamos también como una **helada blanca**. Éstas suelen ser benignas, ya que al formarse esos pequeños cristallitos de hielo, se libera, en el entorno de los lugares donde se deposita la escarcha, una cantidad de energía suficiente para que el enfriamiento neto del aire sea menor, a la vez que la capa de hielo constituye una protección ante posteriores enfriamientos, aislando los órganos de las plantas a los que cubre.°

H₂O: LA FORMA DEL AGUA

Ciclo del agua.

Los cuatro elementos en danza

Desde una brizna de hierba hasta el árbol más frondoso, todas las plantas crecen y se desarrollan al ritmo del aire, el agua, la tierra y la energía del Sol -el fuego-. Son los cuatro elementos que intervienen en el ciclo del agua, un proceso del que todos oímos hablar más de una vez y que tiene una importancia fundamental para la vida sobre el planeta.



Autora

María Eugenia Bontempi

Agua en los mares, ríos y lagos. Agua en el aire y en el suelo. El agua tiene propiedades que la hacen única y es gracias a esas propiedades tan particulares que podemos encontrarla en condiciones naturales en cualquiera de sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Para pasar de una fase a otra, hace falta que se produzca un intercambio de energía entre las moléculas de agua y el entorno en el que se encuentran. En la atmósfera podemos encontrar agua en su fase gaseosa disuelta en la mezcla de gases que componen el aire, y también líquida y sólida, constituyendo nubes o nieblas.

En este estado, el agua puede abandonar la atmósfera en forma de precipitación (lluvia, nieve, granizo) para ingresar a los cursos de agua superficiales -como arroyos o ríos- o al suelo, de allí puede evaporarse y regresar al aire, puede infiltrarse en las profundidades del suelo, puede ingresar al sistema radicular de las plantas para nutrir las y puede ser, más tarde o más temprano, transpirada por ellas. No importa dónde empecemos a mirar, el ciclo del agua siempre se cierra. Pero se trata de un proceso complejo, y haría falta un sabueso para poder encontrar el rastro de sus distintos componentes.

Con los pies sobre la tierra

Cuando algo es complicado, es una buena práctica dividirlo en partes más pequeñas: una de las partes del ciclo del agua la constituyen los procesos que tienen lugar en el suelo. Para representar esta porción del ciclo del agua de alguna manera más sencilla, solemos enfocarnos en una región pequeña, como una parcela de tierra, y definir así nuestro sistema. Pensar en las primeras capas del suelo -las más superficiales- como un sistema que interactúa con la atmósfera hacia arriba y con los niveles más profundos hacia abajo nos simplifica un poco el problema y nos permite enfocarnos en el agua que puede ser extraída por las plantas de un cultivo, por ejemplo, cuyas raíces habitan dicho sistema.

Así planteado, el desafío consiste en cuantificar cuánta agua ingresa y cuánta abandona estas capas del suelo, para poder determinar el contenido de humedad en la parcela en estudio. Esto constituye el balance hídrico en el suelo y los procesos que intervienen en él dependen no sólo de las características y el estado del suelo, sino también de las condiciones atmosféricas y las de las capas más profundas, así como del entorno horizontal, es decir, de cómo interactúa el sistema que definimos con todo lo que lo rodea.

El suelo — al que comúnmente nos referimos como tierra— tiene una estructura que está determinada por la forma y disposición de sus componentes, sus dimensiones y la fuerza con que se encuentran unidos. La estructura varía según la composición o textura, la actividad de los microorganismos que lo habitan, su temperatura y humedad, la historia de la formación y evolución del suelo. Así, por ejemplo, encontramos diferencias evidentes entre el suelo de un delta, formado por la suave y continua acumulación de sedimentos y el de una región montañosa árida, donde la fuerte pendiente y el clima inhiben la retención de material fino, dando lugar a suelos donde predominan los afloramientos rocosos. A su vez, la textura está dada por la naturaleza de sus componentes minerales y la proporción en que se distribuyen. Básicamente, estos componentes pueden ser arenas, limos o arcillas, en orden decreciente de tamaño de sus partículas. Cuanto más grandes son las partículas, mayor es el tamaño de los poros, que son los espacios ocupados por el aire y el agua en su fase líquida. En general, los suelos con poros más pequeños tienen mayor capacidad para retener agua sin que ésta drene hacia abajo por efecto de la gravedad, mientras que los poros grandes promueven la aireación. Una estructura óptima es la que presenta una diversidad de tamaños de partículas y poros, con preponderancia de limos. Estas características presentan grandes variaciones espaciales, por lo que la clasificación de los suelos conlleva un esfuerzo nada despreciable.

La textura y, fundamentalmente, la estructura de un suelo se ven modificados -a veces de manera drástica- por el uso que hacemos

de él. Por ejemplo, mejorar la estructura de un suelo para la producción agropecuaria no es tarea fácil y puede requerir un tiempo prolongado, mientras que un uso inadecuado es capaz de provocar un perjuicio en poco tiempo muy difícil de revertir. Un caso típico son los suelos compactados por el pisoteo de los animales o el peso de las maquinarias, donde el agua produce encharcamientos con facilidad.

Las capas más profundas, según cuáles sean sus características, inhiben o favorecen el ascenso o descenso del agua, mientras que los movimientos horizontales se hallan condicionados fuertemente por el relieve del terreno.

Con la mirada en el cielo

El balance de agua entre las capas más superficiales de la tierra y la atmósfera está dado por la cantidad que ingresa en forma de precipitación (o algún otro proceso secundario, como el rocío) y la que se pierde por evaporación desde la superficie y por transpiración de las plantas. A estos dos últimos procesos se los suele estudiar como uno solo debido a la dificultad que supondría aislarlos, y a que ambos constituyen, en fin, la pérdida de agua por parte de las plantas y el suelo. Combinados se los llama “evapotranspiración”.

La evapotranspiración depende de cuánta agua haya disponible en el sistema para ser cedida a la atmósfera y de cuánta sea “requerida” por ésta. La demanda atmosférica es mayor cuanto más alta sea la temperatura del aire (que cuantifica la cantidad de energía disponible para evaporar las moléculas de agua) y cuanto mayor sea la intensidad del viento, y disminuye cuando la humedad relativa es alta. Éstos son los principales factores que afectan a la demanda atmosférica, aunque no los únicos.

El balance de agua entre las capas más superficiales de la tierra y la atmósfera está dado por la cantidad que ingresa en forma de precipitación (o algún otro proceso secundario, como el rocío) y la que se pierde por evaporación desde la superficie y por transpiración de las plantas.

Fotografía
SENASA



Modelando la realidad para tomar decisiones

El contenido de humedad en el suelo puede ser medido in situ con el instrumental adecuado y existen distintos métodos para hacerlo. Sin embargo, estas mediciones son costosas técnica y económicamente y, por este motivo, los puntos de medición son escasos. Además, como se mencionó antes, la gran variedad estructural de los suelos en cortas distancias hace que estas mediciones puedan no ser representativas de su entorno inmediato. Esta realidad llevó al desarrollo de diversos modelos matemáticos para representar los movimientos del agua y las transformaciones entre sus distintas fases que tienen lugar en el suelo. La complejidad de los procesos y de la obtención de datos observacionales -tanto de los suelos como de la atmósfera- para alimentar los modelos obliga a recurrir a simplificaciones o suposiciones para hacerlos viables.

Los modelos hidrológicos pueden ser diseñados con distintos enfoques según cuál sea su finalidad. Los principales usos de un modelo de balance hídrico en el campo de la agricultura son para conocer la disponibilidad de agua para un cultivo o programar labores. En el campo de la hidrología se usan para estimar la cantidad de agua que intercambia el suelo con los cursos superficiales o subterráneos. Por su parte, la climatología emplea los balances para el estudio de situaciones de sequías. En el área del pronóstico meteorológico son útiles para saber cuánta

agua podría incorporarse a la atmósfera desde la superficie, modificando sus condiciones de humedad y estabilidad. Y muchas otras ciencias más se valen de estos modelos.

Todos los modelos de balance hidrológico estiman el contenido de humedad en alguna capa del suelo, ya sea más profunda o superficial. Pueden tener distintas escalas de resolución espacial (puntual, regional) y temporal (suelen ser diarios o mensuales, aunque algunos modelos resumen la información de periodos de diez días, por ejemplo), dependiendo de su finalidad y diseño.

Una experiencia de aplicación de un modelo

Desde el año 2016, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) incorporaron a su abanico de productos y análisis el modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro, conocido como BHOA, por las siglas de su nombre. El BHOA fue desarrollado en la cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA) y publicado en el año 2012 [1]; tiene una resolución espacial baja, de nivel regional -ya que se calcula en puntos donde hay estaciones meteorológicas y por lo tanto las zonas intermedias podrían no resultar bien representadas- y el paso temporal entre salidas es diario.

La ingeniera agrónoma Liliana Spescha, una de las autoras del trabajo, nos explica que “este modelo de balance de agua en el suelo para la Argentina se encuentra implementado en forma operativa, y tiene por finalidad proporcionar una herramienta objetiva y en tiempo real para los tomadores de decisión del sector agrícola, así como generar una base de datos de agua en el suelo disponible para todos los usuarios.”

Spescha sostiene que el modelo “Constituye, asimismo, una buena alternativa ante la falta de una agroclimatología regional de agua edáfica (que es el contenido de humedad en el suelo) para todo el país”.

Se trata de “un modelo simplificado de estimación de la reserva de agua en las profundidades a donde llegan las raíces de los cultivos para absorberla, conocida como zona de exploración radicular”, alcanzando esta zona el metro de profundidad, aproximadamente. “Las constantes hidrológicas de los suelos utilizadas en el modelo no corresponden a una capa de espesor uniforme para todo el país, sino que tienen en cuenta la profundidad típica de

exploración radicular en cada región, y fueron obtenidas a través de un consenso entre valores determinados experimentalmente a campo y otros estimados a partir de diferentes modelos”, aclara Liliana.

En la FAUBA, la metodología del BHOA está incluida en los programas de estudio. Además, tanto allí como en el SMN y en el INTA se utiliza para realizar el seguimiento permanente de las condiciones hídricas del suelo y los mapas se publican en sus sitios web y en boletines e informes periódicos con sus respectivos análisis (ver apartado). Si bien el BHOA fue pensado con fines agronómicos, también resulta de utilidad en otras áreas. Natalia Gattinoni, licenciada en Ciencias de la Atmósfera y miembro del Instituto de Clima y Agua del INTA, señala que “en el área de hidrología del Instituto se publican informes mensuales de relevamiento de la cuenca del río Arrecifes, en los que se cita al BHOA para el análisis de humedad del suelo”. El SMN, por su parte, también recurre a estos mapas con fines de monitoreo y pronóstico de la tendencia climática trimestral.

El desafío próximo es trabajar en conjunto en el desarrollo de mejoras en cuanto a la definición espacial, a la calidad y cantidad de los datos que insume y a un mejor equilibrio entre la simplificación matemática y la sofisticación del modelo. “También tenemos pensado el cálculo de índices a partir de sus salidas, por ejemplo, de sequías, y el desarrollo de un pronóstico estadístico estacional de agua en el suelo”, aporta Liliana.

Mirando cada árbol sin perder de vista el bosque

Mientras éste y muchísimos otros grupos de trabajo dedican sus esfuerzos a representar mejor las distintas porciones del ciclo del agua, enfocándose ora en la superficie, ora en los suelos profundos, ora en la atmósfera, tantos otros se inclinan sobre la mesa de los resultados para ordenar las piezas que forman el gran rompecabezas del ciclo del agua visto como un todo. Que nunca termina, porque siempre está recomenzando. °

[1] Fernández Long, M.E.; Spescha, L.; Barnatán, I.; Murphy, G. 2012. Modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA). Facultad de Agronomía UBA. Revista Agronomía&Ambiente 32:31-47

Los vínculos a los mapas son:

<https://www.agro.uba.ar/centros/ciag/info>
<http://www3.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=agro&id=19>.

En el INTA se incluyen, entre otros, en los informes semanales de evolución de la situación agrometeorológica: http://climayagua.inta.gov.ar/boletin_semanal.

BALANCE HÍDRICO OPERATIVO PARA EL AGRO (BHOA)

¿QUÉ ES?

Constituye una herramienta de estimación sobre la disponibilidad de agua en el suelo que resulta del balance entre la oferta y la demanda de agua entre la tierra y la atmósfera.

ORÍGEN

BHOA es un modelo operativo que se desarrolló en la Facultad de Agronomía de la UBA en 2012.

UNA MEJORA CON RESPECTO A OTROS MODELOS:

Contiene información de suelo, las características de los distintos tipos de suelo están contempladas en el modelo. Otros modelos más sencillos consideran que los suelos son homogéneos.

El BHOA es muy importante para un país como la Argentina, por la magnitud del sector agrícola y la sensibilidad de los cultivos ante fenómenos extremos como una inundación o una sequía, puesto que la mayor parte de la producción agrícola se realiza sin riego.

UTILIDAD PARA EL AGRO

Tiene una importancia fundamental para el Agro, principalmente en el desarrollo de cultivos de secano (sin riego), ya que proporciona una herramienta objetiva y en tiempo real para la toma de decisiones del sector. Este balance de agua está pensado específicamente para la zona de exploración radicular, que es la parte del perfil del suelo de donde las raíces pueden extraer el agua, por eso es tan útil para el agro.

ZONA DE INFLUENCIA

La cobertura del modelo es en todo el país. Están caracterizados todos los suelos del país, a partir de estudios que se hicieron in situ, a través de modelos edafológicos (estudio del suelo) o por estimaciones. El modelo corre punto a punto donde hay observaciones meteorológicas y datos de suelo, luego se interpola. Funciona en todas las estaciones meteorológicas de la red sinóptica que están operativas a nivel nacional.

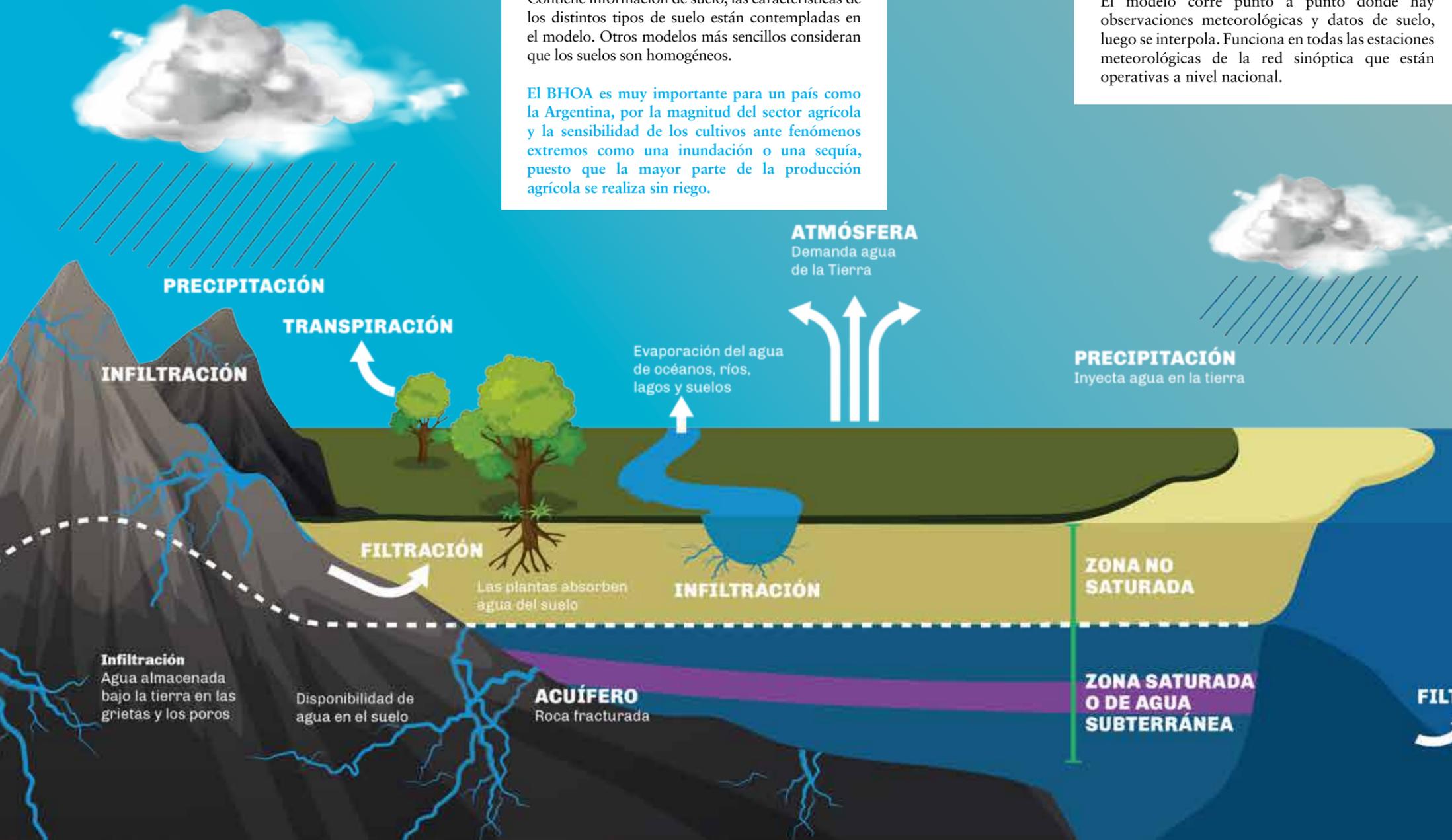
CÓMO FUNCIONA:

El modelo adopta el protocolo de trabajo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) en su manual N°56 de Riego y Drenaje [1]. Este protocolo contempla distintos procedimientos que se adaptan a los datos disponibles para la estimación de la evapotranspiración mediante la ecuación de Penman-Monteith. Esta ecuación es, entre las estimaciones de evapotranspiración conocidas, la más aceptada por su exactitud y grado de representación de la realidad, pero también es la más exigente en cuanto a datos de entrada. Cuando en alguna estación meteorológica no se miden todos los datos requeridos, la metodología sugiere su estimación para poder continuar utilizando la ecuación nombrada.

Además, el modelo incorpora un algoritmo de ajuste que mejora los resultados en días en que disminuye el contenido de agua en el suelo.

DATOS DE QUE SE NUTRE:

Se nutre de datos diarios de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y heliofania efectiva, a partir de la cual se estima la radiación global, y datos horarios de presión atmosférica, intensidad del viento a 10 m de altura, tensión de vapor y punto de rocío. Si alguno de los datos no está disponible, se realiza una estimación a partir de la climatología de la localidad para efectuar el cálculo. También se usan parámetros del suelo, que se considera verticalmente homogéneo. Se utilizan datos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, que fueron tomados de distintas fuentes, tanto observados como modelados.



[1] Allen et al, "Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos", 1998.

ESTIMADA LLUVIA



El “hidroestimador” es una técnica de la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, EEUU) adaptada y mejorada en nuestro país por meteorólogos del departamento de Investigación y Desarrollo del SMN. Permite la elaboración de un producto final que estima la precipitación y que es muy utilizado por sectores agropecuarios, redes de emergencia y organismos relacionados con el agua, entre otros.

Autor

Ignacio López Amorín

Vital para el desarrollo de la vida en la Tierra, la precipitación es la vedette del ciclo hidrológico del agua y es de suma importancia para la agricultura, la ganadería y hasta para el turismo.

En meteorología existen diversas variables, como la temperatura, la presión, la humedad, la precipitación y muchas otras más. Las mismas se pueden clasificar en variables continuas, es decir que no presentan “saltos” en el espacio, y discontinuas, que sí los tienen. Dentro de las continuas están la presión y la temperatura y en el caso de las discontinuas, la precipitación. De este modo, si por ejemplo tomamos un determinado valor de la presión a nivel de superficie (1000 hPa) en Buenos Aires y otro (1010 hPa) en Rosario, necesariamente entre Buenos Aires y Rosario debe haber valores entre 1000 y 1010. En el caso de las discontinuas eso no pasa y si, por ejemplo,

llovieron 50 milímetros en Buenos Aires y 25 en Rosario, entre medio de estas ciudades puede haber llovido mucho más, mucho menos o nada, y no necesariamente valores entre 25 y 50 mm. Tener en cuenta esto es clave para entender la utilidad de una estimación de precipitación y la importancia de una técnica que permita hacerlo.

El hidroestimador

María Paula Hobouchian es una de las especialistas del SMN que investigó esta herramienta, estudió su calidad en el sur de Sudamérica y la posibilidad de ajustar la técnica para actualizar los datos y mejorar la estimación de precipitación en tiempo real. Explica: “La técnica estima valores de precipitación para un lugar y momento determinado a partir de información satelital y fórmulas matemáticas (modelado numérico). Las imágenes satelitales son la materia prima para la ejecución de la técnica ya que se infieren datos de la nubosidad presente porque existe una relación directa

entre la precipitación y la temperatura de los toques nubosos. El producto final es un mapa gráfico donde se muestran regiones coloreadas con valores de lluvia en un momento específico. Estos valores están mostrados en milímetros.”

El hidroestimador nos permite conocer de forma aproximada y en tiempo real (con muy poco retraso temporal) cuánta precipitación cayó en una región. Complementa la información obtenida a través de las estaciones meteorológicas ya que aporta información de precipitación en lugares remotos, poco poblados o donde no se dispone de datos, con lo cual el producto se vuelve fundamental.

La física y la tecnología dominan la escena

En la década del 70, la aparición de los satélites meteorológicos permitió dar un salto en múltiples técnicas de detección de variables meteorológicas en forma remota. A través de las imágenes satelitales podemos estimar la temperatura de los toques de las nubes. Sabemos que a medida que ascendemos en la troposfera, la temperatura disminuye. De aquí entonces, mientras más se desarrolla verticalmente una nube, más frío estará su tope y eso lo vemos con las imágenes de satélite. La presencia de estos toques más fríos se pueden asociar al desarrollo de precipitación más intensa. Si la nube se desarrolla dentro de aire muy húmedo, mayor será la cantidad de precipitación que llegue a superficie. Esta información es la que se combina con cálculos matemáticos realizados por modelos numéricos de previsión meteorológica.

LOS USUARIOS DIRECTOS DEL PRODUCTO

Los organismos nacionales, como el Instituto Nacional del Agua (INA), utilizan el hidroestimador como dato inicial en sus modelos numéricos hidrológicos. También lo utilizan las instituciones provinciales que ante una emergencia, por ejemplo, una inundación en zonas desprovistas de estaciones meteorológicas, toman estos datos de precipitación. Empresas y/o usuarios particulares vinculados con actividades agrometeorológicas y represas hidroeléctricas, entre muchos otros.



CONSIDERACIONES

La versión del Hidroestimador que actualmente se encuentra operativa en el SMN produce los mapas de precipitación instantánea disponibles cada 15 minutos y genera los mapas de precipitación acumulada cada 6, 12 y 24 horas, con una resolución espacial de 4 km.

“Si bien la técnica original del hidroestimador, elaborada inicialmente por la NOAA, se realizaba sólo para nubes convectivas, se fue mejorando la estimación y se introdujo una modificación que permite que el método se aplique dentro de un gran sistema de tormentas (sistema convectivo) donde también hay nubes estratiformes (de poco desarrollo vertical) que también pueden producir precipitaciones”, detalla Hobouchian

En el SMN se corrieron versiones de prueba con cambios, pero a la versión operativa sólo se le fueron actualizando detalles, como empezar a usar los datos del WRF en reemplazo del modelo ETA, -ambas son herramientas que representan la física de la atmósfera y su posible evolución a través de cálculos matemáticos-; o pasar del satélite GOES 13 al GOES 16, actualmente. Lo que se desarrolló de cero en el SMN es la corrida para los mapas de precipitación acumulada.

Es importante aclarar que en las ocasiones en que se encuentran presentes las nubes cirrus -cuya temperatura de tope es muy baja- la técnica tiende a sobreestimar los valores de precipitación, mientras que en presencia de nubes stratus, ocurre lo contrario. °



MONITOREO REGIONAL DE LAS SEQUÍAS

La sequía es uno de los fenómenos climáticos más complejos a los que se ve expuesta la sociedad y el medio ambiente. Por ello, es de suma importancia poder desarrollar un sistema de vigilancia, predicción y mitigación de sequías. Esta es una de las principales líneas de trabajo del Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS) del cual es responsable el Servicio Meteorológico Nacional.



Autora:
Laura Aldeco

Fotografía
INFOBAE
Rio Pilcomayo
Paraguay



Para entender por qué la sequía es tan importante para el sector agropecuario basta hacer un poco de memoria y recordar, por ejemplo, la que afectó al ciclo 2008/2009, que fue una de las más severas de las últimas décadas. En ese período, debido a la falta de lluvias, se registraron pérdidas de miles de cabezas de ganado en varias provincias del centro y norte del país, así como también en algunas provincias hubo una caída en la siembra de trigo, que disminuyó entre 30-60% durante estos años y en otras provincias directamente no se pudo sembrar por la poca disponibilidad de agua. Otros cultivos como la soja y el maíz también fueron severamente afectados, reportando pérdidas superiores a 4.500 millones de dólares.

Cuando hablamos de sequías inmediatamente pensamos en falta de lluvias en una región determinada por un tiempo prolongado. Pero su definición en realidad no es tan directa, ya que la falta de lluvias o escasas lluvias en una región es tan sólo una de las tantas variables que integran lo que se denomina “Ciclo Hidrológico”.

La sequía se puede definir como un desbalance entre la oferta y la demanda de agua, lo que lleva a un cambio abrupto en el ciclo hidrológico en alguna región determinada.

De hecho, existen distintos tipos de sequías que se definen de acuerdo al sector que más impacto reciba. Los principales tipos

son: Meteorológica, Agrícola, Hidrológica y Socioeconómica, teniendo diferentes efectos sobre cada uno de estos sistemas. Los distintos tipos de sequías existentes y sus definiciones nos dan una idea de la complejidad de este fenómeno, ya que la forma y el tiempo en el que impacta a cada sector es diferente; por ejemplo una sequía meteorológica de un mes o dos con lluvias por debajo de la media puede no tener importancia para el sector hidrológico en ese plazo, pero sí puede ser de vital importancia para el sector agrícola si los cultivos están en su etapa de mayor demanda de agua, que generalmente coincide con la floración.

Existen diversos indicadores para monitorear las sequías y en este sentido el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) calcula y publica mensualmente en su página web el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) para Argentina. Con la creación del Centro Regional sobre el Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS), se extendió el cálculo de este índice a la región conformada por los 6 países que integran dicho centro.

Un Centro Regional sobre el Clima es una organización constituida en forma de red, según lo define la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Lo conforman los Servicios Meteorológicos de los países de las diferentes regiones del mundo e instituciones que representan sectores sensibles al clima. En el caso de Argentina, el SMN pertenece al CRC-SAS, del cual es responsable junto a Brasil. El resto de los países que conforman el Centro son Paraguay, Uruguay, Bolivia y Chile. El CRC-SAS es una organización virtual y es reconocida oficialmente por la OMM. Entre sus objetivos está producir información y productos climáticos tanto para los Servicios Meteorológicos de la región como a los usuarios finales con el propósito de contribuir a la

PARA ENTENDER POR QUÉ LA SEQUÍA ES TAN IMPORTANTE PARA EL SECTOR AGROPECUARIO BASTA HACER UN POCO DE MEMORIA Y RECORDAR, POR EJEMPLO, LA QUE AFECTÓ AL CICLO 2008 /2009, QUE FUE UNA DE LAS MÁS SEVERAS DE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS. EN ESE PERÍODO, DEBIDO A LA FALTA DE LLUVIAS, SE REGISTRARON PÉRDIDAS DE MILES DE CABEZAS DE GANADO EN VARIAS PROVINCIAS DEL CENTRO Y NORTE DEL PAÍS, ASÍ COMO TAMBIÉN EN ALGUNAS PROVINCIAS HUBO UNA CAÍDA EN LA SIEMBRA DE TRIGO, QUE DISMINUYÓ ENTRE 30-60% DURANTE ESTOS AÑOS Y EN OTRAS PROVINCIAS DIRECTAMENTE NO SE PUDO SEMBRAR POR LA POCA DISPONIBILIDAD DE AGUA. OTROS CULTIVOS COMO LA SOJA Y EL MAÍZ TAMBIÉN FUERON SEVERAMENTE AFECTADOS, REPORTANDO PÉRDIDAS SUPERIORES A 4.500 MILLONES DE DÓLARES.

toma de decisiones en sectores “sensibles” al clima, tales como la agricultura, hidrología, energía y salud pública. En este contexto, dada la importancia que tiene un fenómeno como la sequía en la producción agrícola y en los recursos hídricos, una de las actividades iniciales del CRC-SAS fue implementar un sistema de monitoreo regional de sequías. Esto fue posible gracias al financiamiento por parte del Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID) y del Instituto Inter-Americano para el Estudio del Cambio Global (IAI).

El Dr. Guillermo Podestá, Ingeniero Agrónomo e Investigador de la Universidad de Miami, con una larga historia de colaboración con el SMN y con la implementación del CRC-SAS resalta que la creación del mismo fue vital a la hora de implementar un monitoreo a nivel regional:

“Cada país perteneciente al CRC-SAS tiene su propio monitoreo meteorológico y algunos ya calculaban índices para el seguimiento de la sequía. Pero a la hora de querer plasmar un índice de sequía que representara a toda la región nos encontramos con que la metodología de cada país era ligeramente diferente. Lo que hizo el CRC-SAS fue convocar a todos los miembros de estos países y coordinar para proponer una metodología uniforme, con lo cual ahora podemos graficar estos índices para toda la región de forma homogénea.”

Una de las cuestiones que surge inevitablemente es saber si es posible pronosticar la sequía para prevenir sus impactos. Al respecto, el Dr. Podestá y la Lic. María de los Milagros Skansi (Departamento de Climatología del SMN) coinciden en que no hay una única variable medible que sirva para estudiar la sequía.

“Pronosticarla es difícil ya que la sequía no depende exclusivamente de la lluvia, si no uno podría pensar que si, por ejemplo, puede pronosticar la lluvia entonces tiene resuelto el pronóstico de la sequía. Sin embargo, además de la precipitación intervienen otras variables – por ejemplo, la demanda atmosférica de humedad, ligada a temperaturas, vientos y otras variables – que no siempre se pueden tener en cuenta, dado que no se miden en todas partes”, afirmó Podestá. Así, podemos ver que pronosticar la sequía es una tarea difícil y representa un gran desafío.



¿Cómo se monitorea la sequía?

Una forma de monitorear este fenómeno es a través del uso de diversos índices, que nos sirven como una medida para saber en qué lugares puede estar ocurriendo una sequía, cuál es su intensidad y duración. En particular, el IPE fue el primer índice de sequía que se utilizó en el Servicio Meteorológico Nacional, ya que “es relativamente simple de calcular porque sólo se necesita la precipitación para obtenerlo, es rápido de implementar operativamente y es reconocido por la OMM como índice de referencia. Gracias a esto, muchos países lo

calculan, lo cual lo hace comparable a nivel mundial”, explicó Skansi. El IPE cuantifica, es decir, les da un valor numérico a las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar para diferentes períodos de duración. Este período o escala de tiempo puede ser de 1 mes, 3, 6, 9, etc, hasta 48 meses hacia atrás, porque la sequía con el IPE sólo se puede determinar mirando los datos de lluvia pasados.

La forma de cálculo del IPE requiere de estadística avanzada aplicada a los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas. Una vez realizados estos cálculos, se obtienen los valores del índice para cada ubicación geográfica disponible y se pueden determinar las condiciones de cada lugar teniendo en cuenta que si el IPE dio valores negativos indican déficit de lluvia y si dio valores positivos indican excesos de lluvia. La intensidad del evento seco o húmedo viene dada por el valor del índice de acuerdo a la Tabla. El cálculo del índice para la región del CRC-SAS se implementó operativamente desde principios de 2015 y se

CATEGORÍAS PARA EL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO PRODUCIDO POR EL CRC-SAS.

CATEGORÍA	IPE
Sequía Extrema	≤ -1.5
Sequía Severa	$-1.5 < \text{IPE} \leq -1.0$
Sequía Moderada	$-1.0 < \text{IPE} \leq -0.5$
Normal	$-0.5 < \text{IPE} < 0.5$
Moderadamente Húmedo	$0.5 \leq \text{IPE} < 1.0$
Severamente Húmedo	$1.0 \leq \text{IPE} < 1.5$
Extremadamente Húmedo	$\text{IPE} \geq 1.5$



Figura 1: Ejemplo de visualización del IPE de 3 meses de diciembre 2015 (SPI por sus siglas en Inglés) de la página del CRC-SAS.

Hacia un pronóstico de sequías

publica mensualmente a través de su sitio web. Allí podemos encontrar un mapa de la región donde está calculado el IPE para cada mes. El mapa es interactivo, es decir, se puede ampliar una determinada región, o elegir una locación meteorológica y obtener el valor exacto del índice. También se puede variar la escala temporal en la que fue calculado el IPE, que va desde 1 mes hasta 48 meses hacia atrás, e incluso acceder a los datos del índice descargándolos en un archivo para algún período o lugar de interés. (Ver Figura 1)

Si bien el IPE fue el índice “pionero” para la región, desde el CRC-SAS se calculan 4 índices más para monitorear la sequía, uno de los cuales (el SPEI: Índice de Precipitación-Evapotranspiración Estandarizado) utiliza para su cálculo la evapotranspiración (evaporación desde el suelo y por transpiración de las plantas) además de la precipitación. Los mismos se pueden visualizar en la misma página del CRC-SAS en períodos similares al IPE.

Como mencionamos en la primera parte de este artículo, Argentina aún no cuenta con un pronóstico de sequías dadas las dificultades que ello representa. Pero existe la intención de cambiar esto y por eso en agosto de 2017 el SMN organizó y fue sede del “Taller de desarrollo de Sistemas de Monitoreo de Sequías, Alerta Temprana y Sistemas de Mitigación para Sudamérica”, que fue auspiciado por nuestro SMN, la OMM y el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos. Al mismo concurren profesionales de los Servicios Meteorológicos de toda la región, autoridades de la OMM, expertos de sectores sensibles a la sequía de los países miembros del CRC-SAS, de los sectores públicos y privados de Sudamérica y de Estados Unidos, entre otros. El objetivo de dicho taller fue el diseño y futura implementación de un Sistema de Información de Sequías del sur de América del Sur (SISA) que pueda proveer información y herramientas no solo para monitorear sino también pronosticar el inicio, evolución y fin de la sequía; determinar los diversos impactos en cada región y por último,

ayudar a prepararse, responder y mitigar los riesgos de este fenómeno. El Dr. Podestá, quien participó activamente en este taller explica la esencia del mismo:

“En general, a nivel global la forma más habitual de actuar frente a los desastres como la sequía es reaccionar una vez que el desastre ya está ocurriendo, lo que lleva a acciones poco coordinadas y costos importantes. Ahora en el mundo de a poco se está transitando hacia un sistema en el que uno se prepare y planifique acciones realizables antes del desastre (por ejemplo, acumular alimento para el ganado si hay falta de pasto por sequía). Los desastres ocurren, entonces, ¿por qué no estar preparados antes? En este contexto surgió la idea de implementar el SISA. Con información nos referimos no solo a monitoreo y predicción, sino también a entender quién es sensible a la sequía y por qué, y qué podemos hacer para prepararnos”.

Como muchos de los países de Sudamérica no poseen los recursos humanos y/o económicos necesarios para la implementación de un sistema de semejante envergadura, la OMM recomendó unir esfuerzos y trabajar en conjunto a través de los CRC para aumentar las capacidades. Dentro de este espíritu colaborativo, Podestá concluye: “La idea de este taller fue planificar la implementación de este sistema empezando por compartir recursos, talentos y experiencias para fortalecernos entre todos”. De esta manera, los países de la región encaran otro proyecto ambicioso para avanzar en la prevención de un fenómeno complejo como la sequía, con tantos impactos tan diferentes entre sí, en particular para el sector agropecuario, para lograr algún día “actuar antes” de que suceda y así lograr mitigar sus impactos. °

Link del IPE en la web del SMN:

<http://www3.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&cid=4>

Link del monitoreo de sequías en la web del CRC-SAS:

http://www.crc-sas.org/es/monitoreo_sequias.php

“En general, a nivel global la forma más habitual de actuar frente a los desastres como la sequía es reaccionar una vez que el desastre ya está ocurriendo, lo que lleva a acciones poco coordinadas y costos importantes. Ahora en el mundo de a poco se está transitando hacia un sistema en el que uno se prepare y planifique acciones realizables antes del desastre (por ejemplo, acumular alimento para el ganado si hay falta de pasto por sequía). Los desastres ocurren, entonces, ¿por qué no estar preparados antes? En este contexto surgió la idea de implementar el SISA. Con información nos referimos no solo a monitoreo y predicción, sino también a entender quién es sensible a la sequía y por qué, y qué podemos hacer para prepararnos”.

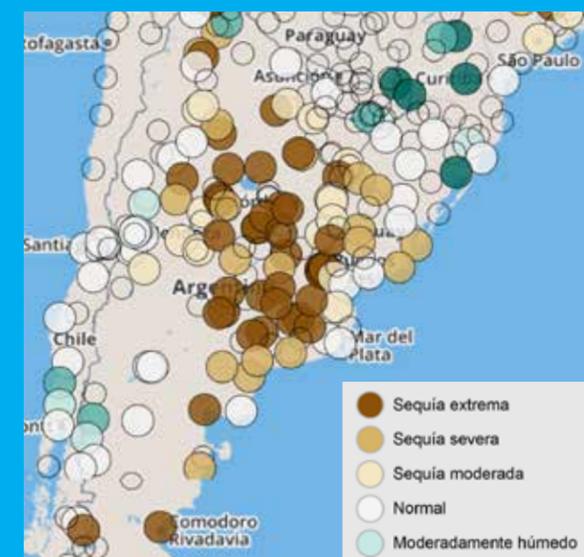
Sequía 2017-2018:

Octubre 2017- marzo 2018:

A lo largo del semestre, las precipitaciones en el centro de Argentina registraron desvíos de más de 300 mm y, en los casos más extremos, de más de 400 mm por debajo de la media. Esta escasez de lluvias llevó a una sequía clasificada entre severa y extrema.

La región que sufrió mayor impacto estuvo comprendida entre Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba y La Pampa. 14 estaciones meteorológicas del SMN dentro de esta zona registraron el récord de precipitación semestral más baja de su serie histórica. Las pérdidas para el sector agropecuario se estiman en 12 millones de toneladas de soja y 4 millones de toneladas de maíz que representan, aproximadamente, 4350 millones de dólares de pérdidas en total.

(Fuente: Bolsa Comercio de Rosario).



EL VINO Y EL HIELO: UNA RELACIÓN TORMENTOSA

La provincia de Mendoza ha sido dotada con características climáticas ideales para la producción de vinos que compiten entre los mejores del mundo. Sin embargo, como una espada de Damocles, las mismas condiciones geográficas y climáticas que la consagran, también generan tormentas con granizo tan violentas que pueden destruir miles de hectáreas de producción en apenas unos minutos.

¿Cómo hace Mendoza para combatir la principal amenaza a su economía? Los especialistas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas (DACC) de la provincia nos cuentan los detalles de una lucha en la que parece que es posible que el hombre domine al tiempo.





Autora

Mariela de Diego

Desde la pista del aeropuerto El Plumerillo de Mendoza, el paisaje parece una pintura. La inmensidad del cielo termina en el horizonte irregular y ocre de la imponente Cordillera de los Andes. Hacia el oeste, se puede advertir cómo los cúmulos, que hace minutos eran pequeños y de un blanco perfecto, han crecido y han virado su color hacia los grises oscuros. Desde allí la vista es maravillosa para cualquier turista recién llegado. Pero sobre la plataforma del Hangar 7, donde funciona el centro de operaciones de la lucha antigranizo (LAG), el equipo mira hacia el horizonte con ojo clínico: “Hoy vamos a tener actividad, ya se están armando las tormentas” dice Esteban Rigotti, observando el desarrollo de las nubes. Rigotti se dedica a coordinar la actividad de los pilotos de la lucha antigranizo y se encuentra en estado de alerta porque de un segundo a otro, ante los primeros ecos de radar, puede darse la orden de despegue.

Entre septiembre y abril, Mendoza registra un promedio de 5600 tormentas. Un número impactante. Afortunadamente, sólo un 11% de ellas –unas 600- ocurren sobre los tres oasis productivos que tiene el territorio mendocino: el Oasis Norte, formado por los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior; el Oasis Centro o Valle de Uco, a partir del río Tunuyán Superior; y el Oasis Sur, que tiene su origen en los ríos Diamante y Atuel.

“En promedio, en cada temporada ocurren 116 días con tormentas, de los cuales 54 corresponden a días con tormentas severas sobre áreas cultivadas” explica el Ing. Pablo Staloca, Director de la DACC. “La vid es el cultivo más afectado porque representa el 50% de la superficie cultivada en los tres oasis de la provincia y el 50% restante se compone de frutas de carozo, verduras y hortalizas”, detalla.

Evidentemente, las tormentas graniceras representan una seria amenaza para la economía local. Por eso, Mendoza ha desarrollado un Sistema de Mitigación por Daños de Granizo que incluye la lucha pasiva y la lucha activa y está basado en el conocimiento de la microfísica de las nubes y de los procesos que ocurren en un sistema convectivo.

Tipos de tormentas

Las tormentas pueden ser unicelulares, multicelulares o supercelulares. Las multicelulares y las supercelulares pueden llegar a organizarse de manera de configurar un sistema convectivo de mesoescala.

La **tormenta unicelular** está formada por una única celda y generalmente es de corta duración. Las **tormentas multicelulares** están formadas por varias celdas. Se trata de varias celdas de tormentas en distintos estados de desarrollo que interactúan entre sí. La duración de cada celda individual suele ser de alrededor de 30 o 40 minutos, pero todo el proceso puede durar varias horas.

Las **supercélulas** son estructuras tormentosas caracterizadas por una fuerte rotación de las corrientes ascendentes (mesociclones). La duración de una tormenta de este tipo es superior a una hora y suelen recorrer varias decenas de kilómetros. Pueden formar parte de un sistema de tormentas multicelulares.

Por último, los sistemas de **mesoescala** se definen como un área continua de precipitación en superficie con una extensión horizontal mínima de 100 km en alguna dirección. Puede dar lugar a todo tipo de tormentas, aunque mayormente son sistemas multicelulares.

Divide y reinarás

En el interior de la nube hay moléculas de vapor de agua, agua líquida, cristales de hielo y gotas de agua sobre enfriada (agua muy fría, por debajo de la temperatura de congelamiento pero aún en estado líquido). El agua sobreenfriada es algo que

no ocurre en los congeladores hogareños pero es frecuente en el alta atmósfera. Además, en la atmósfera existen microscópicas moléculas de polvo, sal, hollín u otros aerosoles que funcionan como **núcleos de condensación**: atraen el vapor de agua a su superficie y lo condensan. Dependiendo de la temperatura del ambiente, a medida que el vapor de agua va ascendiendo y encontrando temperaturas cada vez más frías, esa condensación puede ser a agua líquida (gota de nube) o directamente a sólida (cristal de hielo). A medida que se desplaza, la partícula va colectando más y más gotas de agua sobreenfriada --que se congela instantáneamente--, y empieza a hacerse cada vez más grande. Aquí tenemos entonces, el embrión de un granizo.

La cantidad de vapor y agua sobre enfriada disponible dentro de la nube se distribuye de manera más o menos equitativa entre la cantidad de núcleos de condensación existentes. Ergo, si tenemos pocos núcleos de condensación, toda la sustancia disponible (agua en distintas fases) se distribuirá en menor cantidad de unidades de granizo pero de mayor tamaño.

La lucha activa antigranizo y la denominada Siembra de Nubes se basa en el principio de **competencia benéfica**. “Significa aumentar la concentración de núcleos de condensación, inyectando núcleos de condensación artificiales de Yoduro de Plata (Agl). Al aumentar esta cantidad, aumentarán los embriones de granizo y competirán entre sí por crecer en base al agua sobre enfriada disponible, con lo cual, el tamaño final del granizo será más pequeño”, explica el Ing. Martín Cavagnaro, Coordinador de Investigación y Desarrollo de la DACC.

Las tormentas graniceras son más frecuentes en temporada estival. Por lo tanto, cuando el granizo –más pequeño debido a la acción del Yoduro de Plata- comienza a caer o precipitar y abandona la nube, encuentra capas de aire más cálidas que hacen que comience a fundirse, aumentando la probabilidad de que llegue como lluvia o granizo pequeño al suelo.

En la trinchera

Pero, ¿cómo se introduce el Yoduro de Plata en las nubes de tormenta? Sin dudas, la parte más audaz de la lucha antigranizo la llevan a cabo los cuatro aviones Piper Cheyenne que tiene la provincia y que operan desde las bases de Mendoza y San Rafael. O mejor dicho, los avezados pilotos que tienen la misión de volar entre las células de tormenta. Ahí está la audacia.

Mientras un Cheyenne aguarda en la plataforma del Hangar 7, adentro, en la oficina de la LAG, el radarista mira en silencio las cuatro pantallas con la información de los radares. Hay una tormenta acercándose a Mendoza. Sobre los bordes de la imagen de la célula de tormenta, se va dibujando una fina traza amarilla que indica -en tiempo real- la posición del avión que la está combatiendo. Esteban Rigotti también observa concentrado la trayectoria



Fotografía
Avión Piper Cheyenne

El piloto puede tener dificultades para observar la tormenta durante el vuelo. Por eso, a bordo del avión también va el asistente de vuelo que, entre otras cosas, guía al piloto y ayuda a disparar las bengalas y cartuchos.

Técnicas de siembra

Existen dos técnicas de siembra, según el tipo y grado de desarrollo de la tormenta. Rigotti explica: “La siembra en la base de la nube se realiza a unos 10 mil pies, o sea, a unos tres mil metros. Cada avión lleva 72 bengalas distribuidas en los bordes de fuga de sus alas. Al encenderlas, la pequeña llama comienza a largar humo. Es yodato de plata que al quemarse se convierte en yoduro de plata lo que produce los núcleos de condensación”.

Esta técnica se utiliza especialmente en las primeras fases de aparición de la convección y por lo tanto se trata de una **siembra preventiva**. El avión recorre la zona de convección por donde ingresa aire a la tormenta y donde nacen las corrientes ascendentes que alimentarán su desarrollo. Al inyectar el AgI en estas regiones, lo que se busca es que la nucleación y la formación de embriones sean más consistente con la competición beneficiosa.

En procesos multicelulares, las zonas de crecimiento pueden detectarse visualmente porque aparecen torres nubosas en su parte más alta. En Mendoza, estas zonas se sitúan, habitualmente en el lado izquierdo de la tormenta respecto de su dirección de desplazamiento. Por tanto, en las imágenes de radar deben distinguirse los lugares en donde se encuentran las zonas de crecimiento y la corrientes ascendentes. Se debe colocar preventivamente el AgI en las zonas de crecimiento ya que hay más probabilidades de actuar en la competición beneficiosa y disminuir la probabilidad de formación de granizo.

En el caso de las unicelulares, las corrientes ascendentes no suelen ser tan intensas y es difícil identificar su posición dentro de la nube, con lo cual se complejiza el trabajo de siembra de nubes.

del avión en la pantalla: “Cualquier libro de aeronáutica dice que si hay un cumulonimbus acá, uno tiene que alejarse por lo menos 30 km. En la lucha antigranizo los pilotos vuelan al lado de una nube que produce todo tipo de corrientes y turbulencia. Hay vuelos que son más tranquilos pero hay vuelos severos. Han bajado pilotos con la cabeza lastimada porque se han pegado contra el techo de la cabina.”

Durante los meses de campaña, la rutina diaria del equipo arranca con el informe sobre las condiciones del tiempo. El meteorólogo realiza un radiosondeo que aporta información sobre la estructura vertical de la atmósfera y permite prever si hay condiciones para el desarrollo de tormentas. “A las 9 de la mañana el meteorólogo emite un pronóstico que nos sirve para alertar a las tripulaciones sobre cómo viene el día. Usamos una escala de cero a tres para definir la Categoría de Día Convectivo o “CDC”: CDC0, significa que no hay ninguna probabilidad de tormentas. CDC1 que es baja la probabilidad. CDC2, que

la probabilidad es media. Y CDC3 significa que es alta la probabilidad, e incluso de tormentas que pueden llegar a ser severas”, detalla Rigotti.

Mendoza cuenta con bases de datos que le permiten identificar las zonas en las que los mecanismos de formación de tormentas se activan con mayor eficacia. A estas zonas las denominan “nidos de formación” y en su mayoría están cercanos a la precordillera.

La detección de células de tormenta se realiza a través de los 4 radares que dispone la provincia, ubicados estratégicamente en San Martín, Cruz Negra, La Llave y Bowen (General Alvear). Los radaristas están de guardia las 24 horas monitoreando estas imágenes, que complementan con información del satélite GOES-16, del modelo numérico WRF del Servicio Meteorológico Nacional, datos de estaciones de superficie y otras herramientas de monitoreo y pronóstico.

Cuando los radaristas observan los primeros indicios de formación de granizo dentro de la nube, dan la orden de despegue a los aviones encargados de realizar la siembra.

Las tripulaciones también están de guardia las 24 horas porque suele ocurrir que las tormentas se activan de noche y los pilotos deben salir a volar. De hecho, de acuerdo a los registros de la temporada 2015-2016 de la LAG, el 45% de las horas de vuelo de los aviones se efectuaron de noche. Ese es el escenario más arriesgado, “uno de los peores problemas es perder la conciencia situacional de donde estas ubicado, de cuál es la posición del avión y eso es mucho más posible de noche”, explica Rigotti.

“La siembra en base interviene antes de que la piedra sea grande. Dentro de la nube, la piedra va captando la humedad disponible y en su recorrido por el interior del cúmulo va aumentando su tamaño. Si a esa competencia por la humedad le agregamos más núcleos, la cantidad de humedad disponible se va a repartir en más cantidad de piedritas, pero de menor tamaño”, indica el especialista.

“Por el contrario, en la técnica de inyección directa o de tope, el avión asciende hasta donde la temperatura es del orden de los -10°C, esto puede llegar a ser a unos 21 mil pies de altura, unos siete mil metros. Para esta técnica se utilizan cartuchos que el avión lleva en el fuselaje y que contienen una mezcla de AgI que se lanzan hacia abajo, para que luego las mismas corrientes ascendentes de la nube los eleven nuevamente.”

Los procesos de formación de granizo en las supercélulas son más complejos. En estas tormentas, las corrientes ascendentes pueden ser extremadamente intensas y por su gran tamaño, no se puede llegar a colocar AgI en toda la zona que es necesario y producen granizo a pesar de la siembra.

Cuando los aviones salen a volar, el resto del equipo sigue su trayectoria desde tierra y controla la evolución del trabajo de siembra. La actividad de los aviones se transmite además en directo desde el sitio web de la DACC. De esta manera, los productores pueden hacer seguimiento en directo del trabajo de los aviones sobre los oasis cultivados.

Así en el cielo como en la tierra

Sin embargo, la lucha antigranizo no termina aquí. Debido a que las Operaciones Aéreas en la zona del Valle de Uco y Oeste de Luján se encuentran restringidas por seguridad a los vuelos (por su cercanía con la cordillera), queda más de un 80% de este Oasis cultivado fuera de las actuaciones de siembra con aviones. Por eso, la provincia ha desplegado estrategias para llegar allí donde los aviones no pueden volar.

En esas regiones se han instalado generadores de superficie de núcleos de AgI, “que son dispositivos instalados a nivel del suelo, diseñados para emitir a la atmósfera núcleos de congelación en la zona de formación y génesis de tormentas

del Valle de Uco y Oeste de Luján”, explica Martín Cavagnaro.

Los Generadores de Superficie en Mendoza fueron instalados en posiciones fijas, en la región montañosa ubicada hacia el oeste de la zona a proteger del Valle de Uco y Oeste de Luján, donde mayormente se da la génesis de estas tormentas. De esta manera, el viento y la turbulencia natural (corrientes térmicas) eleva el material de siembra y ayuda a su dispersión hacia las nubes.

En la temporada 2015-2016 funcionaron nueve generadores de superficie, distribuidos en los departamentos de San Carlos, Tunuyán, Tupungato y Luján de Cuyo, una de las zonas típicas de génesis de tormentas.

De este modo, la siembra de nubes por Generadores de Superficie funciona como un complemento de la siembra de nubes con aviones con el objetivo de lograr una mejor cobertura.

La lucha pasiva

La batalla contra el tiempo también se da en instancias menos intempestivas. “Mendoza ofrece a los productores créditos a tasa preferencial para la adquisición de malla antigranizo a través del Fondo para la Transformación y el Crecimiento de la Provincia de Mendoza”, explica Staloca.

A su vez, la Provincia ha contratado a partir de la temporada 2017-2018 a un pool de empresas aseguradoras para administrar el Seguro Agrícola, que compensa a los productores por daños de eventos de helada y granizo.

Apuesta fuerte

El sistema de la lucha antigranizo ha demostrado ser viable aunque aún no hay un cálculo preciso respecto de la ganancia que le reporta a la Provincia. Esto tiene sus razones. “No es sencillo calcularlo porque no hay dos escenarios idénticos. Hay que considerar cada cultivo en un año particular, porque no es lo mismo la uva que el damasco o las manzanas. Hay que estimar qué rendimiento y qué precio hubiera tenido y cuánto de eso se hubiera perdido si no se hubiera realizado la lucha antigranizo”, explica Staloca. “Sin embargo, nosotros hemos estimado que, en la vitivinicultura -que es el 50 % de la superficie de la Provincia- estamos evitando perder entre 800 o 900 millones de pesos. Ese es un cálculo que se está elaborando en conjunto con otros organismos provinciales”, añade el Director de la DACC.

Lo cierto es que los productores están satisfechos con el sistema y la Provincia avanza en su fortalecimiento con la inminente compra de un avión jet que pueda volar cada vez más cerca de la cordillera y combatir estoicamente las tormentas. °

LA HISTORIA DE LA LUCHA ANTIGRANIZO EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

En 1958 se iniciaron experiencias con el sistema de siembra que era usado en ese momento en el sur de Francia. Para ello se instalaron 120 generadores que quemaban carbón al que se impregnaba de una disolución acetónica de Yoduro de Plata (AgI).

En 1974 se creó el Programa Nacional de Lucha Antigranizo, que fijó tres etapas para el desarrollo del sistema:

- 1974- 1978: Desarrollo de sistemas de observación y análisis de las caídas de granizo y de los daños ocasionados en la agricultura.
- 1979-1981: Creación de la organización, la construcción de los sistemas de siembra por medio de cohetes que contenían ioduro de plomo.
- 1982-1983: Etapa en la que se dispuso el cambio de material nucleante, pasando a emplear Yoduro de Plata (AgI).

En 1983, debido a la falta de presupuesto se detuvieron las experiencias. En 1984 el Gobierno de la Provincia de Mendoza acordó con la URSS la provisión de equipos, la asistencia técnica y la transferencia de tecnología. Todo ello dio lugar a que por Ley se iniciaran las actuaciones de lucha antigranizo en tres áreas centradas alrededor de Tunuyán, San Martín y San Rafael. En cada una se instalaron radares MRL-5 y diversos puestos de lanzamiento de cohetes Alazán de fabricación rusa.

El sistema de Lucha Antigranizo estuvo vigente en el período 85 - 91. La financiación se hacía con cargo a los presupuestos del Gobierno pero este a su vez era el encargado de recaudar a los agricultores. Debido a los altos déficit acumulados en 1990, el Gobierno de Mendoza se propuso eliminar la subvención y transferir los costos del sistema a los llamados Consorcios Regionales, aunque por Ley se reservó la facultad de administración y control del sistema. Estos efectuaron un plebiscito a fin de resolver la continuidad de la Lucha Antigranizo; los resultados de las votaciones señalaron el respaldo de los agricultores a continuar las actuaciones únicamente en el área del Oasis Este.

En las Campañas del 93-94 y 94-95 las actuaciones de Lucha

Antigranizo se llevaron a cabo solo en el Oasis Noreste. En 1995 ciertas dificultades en la financiación llevaron al Gobierno a transferir la administración del sistema a una Fundación compuesta por Cámaras Empresariales, asociaciones de viticultores, cooperativas de electrificación y productores que impulsaron históricamente el sistema de Lucha. Enormes pérdidas ocurridas en el Oasis Norte forzaron a iniciar de nuevo las actividades de lucha. De manera que en 1998 surge el interés por ampliar la lucha antigranizo a todos los oasis de la Provincia e inicia contactos con Weather Modification Incorporated (WMI) para dar un “giro” a las actuaciones. Así comienza una nueva etapa en la que se introducen nuevos conceptos y la lucha antigranizo es considerada como una actividad prioritaria de la Provincia que debe planificarse a mediano y largo plazo. A partir de ese momento se introducen nuevas tecnologías, las siembras son realizadas con ayuda de aviones y se incorpora un nuevo radar de Banda C, un avión Lear Jet para el estudio de la microfísica de nubes y una serie de herramientas que facilitan el conocimiento de los fenómenos convectivos. Asimismo, se inicia un programa de transferencia tecnológica.

Entre 1998 y 2004, se da un salto tecnológico importante, incorporando medios informáticos de primera línea, los pilotos argentinos ganan experiencia en la LAG y todos los oasis son cubiertos por la lucha antigranizo.

En otoño del 2004, el Ministerio de Economía traza el Plan de actuación contra los daños ocasionados por granizo basado en tres recomendaciones expresadas por los Organismos Científicos; las opiniones recabadas de científicos de prestigio internacional no vinculados a empresas; y el análisis de las Evaluaciones Externas de los distintos Comités Internacionales que ya habían asesorado a la Provincia. A partir de estos informes se trazó un Plan que dió forma a las dos grandes líneas de actuación: la lucha pasiva y la lucha activa.

Fuente sitio web lag

http://www.contingencias.mendoza.gov.ar/web1/lucha_antigranizo/historia_lucha.html

FORMACIÓN DE GRANIZO EN UNA TORMENTA SUPERCELULAR

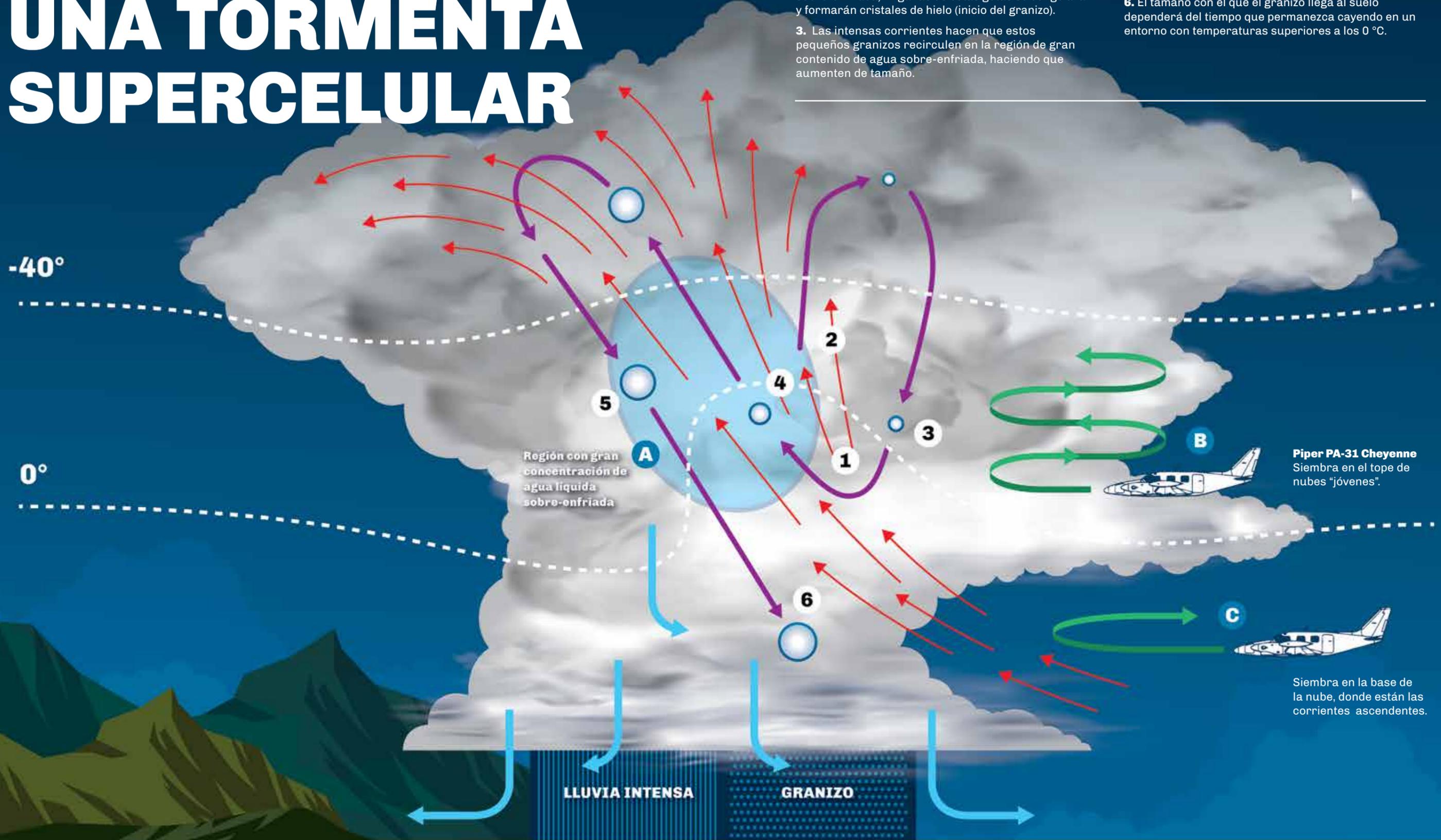
¿CÓMO SE FORMA EL GRANIZO?

1. Las corrientes ascendentes generarán miles de gotas de agua líquida como consecuencia de la condensación del vapor de agua que sube y encuentra temperaturas y presiones cada vez más bajas.
2. Dentro de la nube, en la región con temperaturas por debajo del nivel de congelamiento (0°C), las gotas pueden mantenerse en estado líquido (agua sobre-enfriada). Algunas de estas gotas se congelarán y formarán cristales de hielo (inicio del granizo).
3. Las intensas corrientes hacen que estos pequeños granizos recirculen en la región de gran contenido de agua sobre-enfriada, haciendo que aumenten de tamaño.

4. El tiempo total de residencia del granizo en la región de gran contenido de agua líquida sobre-enfriada depende de la intensidad de las corrientes ascendentes y el tamaño que vaya adquiriendo el granizo.

5. Cuando el granizo ya no puede ser "sostenido" por las corrientes ascendentes, comienza a caer hacia el suelo.

6. El tamaño con el que el granizo llega al suelo dependerá del tiempo que permanezca cayendo en un entorno con temperaturas superiores a los 0 °C.





LA EMERGENCIA AGROPECUARIA EN ARGENTINA: LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS DE ALTO IMPACTO Y EL ALCANCE DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Seguramente la mayoría de nosotros hayamos leído o escuchado alguna vez la expresión “declaran la emergencia agropecuaria” para tal o cual provincia. Esta repercusión y su tratamiento mediático es el resultado de la gran sensibilidad que reviste el tema para amplias franjas de la población de un país en el que la producción agrícola y ganadera constituye la principal fuente de ingresos. ¿Pero qué condiciones preceden a este tratamiento, cuya visibilidad y notoriedad pública es la consumación de un amplio conjunto de factores –naturales, técnicos, económicos, sociales- que tienen lugar tanto en los territorios rurales como en las oficinas de la administración pública? ¿Qué rol juega la información oficial del Servicio Meteorológico Nacional en este proceso? Para responder estas preguntas seguiremos el hilo que conecta los eventos meteorológicos, las políticas públicas y el tejido socio-productivo.

Autor
Santiago Moya

El manejo de las actividades productivas frente a los eventos climáticos

La relación entre el ciclo de los cultivos, las prácticas agronómicas y el sistema climático es determinante para el rendimiento de las producciones agrícolas. Entre ellas el factor climático constituye una variable fundamental para el manejo de las actividades productivas del sector.

En la escala del corto plazo, por ejemplo, un evento de granizo o una helada puede dañar dramáticamente un cultivo. Asimismo, en una escala mayor de tiempo (intraestacional, estacional, interanual), una variación del régimen de temperaturas y/o precipitaciones implica un aumento del riesgo productivo que puede afectar significativamente el rendimiento de las explotaciones rurales. En esta dirección, las estrategias de manejo de la producción agrícola frente a eventos adversos son muy variadas: desde las prácticas tradicionales asociadas al conocimiento local de las comunidades hasta la utilización de predicciones meteorológicas y climáticas basadas en la ciencia y la tecnología modernas, cuyo acceso e interpretación muchas veces se encuentran limitados a los sectores de mayores recursos –aquellos productores capitalizados con mayor capacidad económica y tecnológica-. El desafío, en estas circunstancias, es la articulación de los saberes y prácticas locales con la utilización de conocimiento experto que contemple las necesidades de información climática para las agronomías locales.

La experiencia de la agricultura en terrazas constituye un ejemplo emblemático de manejo de los cultivos frente a las condiciones ambientales. Esta práctica ancestral, que persiste

en la actualidad, es una respuesta de los agricultores frente a las dificultades que presenta el cultivo en terrenos inclinados y laderas. Las poblaciones andinas prehispánicas construyeron terrazas ecológicas en terrenos de diferentes alturas, desarrollando una sofisticada tecnología de control vertical de las producciones que permitió mejorar las condiciones del suelo, generar estabilidad hidráulica y aumentar el rendimiento de los cultivos a partir del aprovechamiento de las características climáticas y geográficas.

Desde ya, las prácticas agronómicas de los pequeños productores no necesariamente son agroecológicas. Por ejemplo, una práctica muy común entre los productores de la zona de Cuyo y el Alto Valle es la quema de combustibles o neumáticos para prevenir heladas en las producciones. La quema de neumáticos está penalizada por ley en algunas provincias y es objeto de controversia en muchas otras, dado su componente altamente contaminante para el medio ambiente. Sin embargo, existen alternativas menos nocivas como el uso de glicerina cruda, un subproducto del biodiésel de bajo costo que actualmente es desarrollado por el Instituto de Energía de la Universidad Nacional de Cuyo para la utilización en las fincas mendocinas.

Otra estrategia controversial en el manejo de los sistemas productivos, en particular frente a las inundaciones, es la realización de canalizaciones para conducir el agua hacia el exterior de las explotaciones. La mayoría de estas acciones se realizan por fuera de los marcos regulatorios municipales y provinciales, modificando el ordenamiento territorial y generando inundaciones en campos vecinos y pueblos lindantes. Como muestran algunas investigaciones, además de generar problemas de gestión ambiental y sanitaria, solamente aquellos productores que cuentan con determinada capacidad financiera y capital social pueden implementar este tipo de estrategias (Hernández, Mussi y Fossa Riglos, 2013).

Ahora bien, frente a las emergencias, ¿qué sucede una vez ocurrido el evento, cuando el impacto fue lo suficientemente significativo como para dañar buena parte de la producción de un campo? ¿Qué rol le cabe al Estado y las instituciones en estas circunstancias?



Fotografía
Info Huella
La Pampa
Argentina
INTA

El Sistema Nacional para la Prevención y Mitigación de Emergencias y Desastres Agropecuarios

A raíz de la intensa sequía que sufrió el país en el año 2009 (la más significativa de las últimas décadas según la experiencia de productores y especialistas del INTA), producto de la ocurrencia de un evento “Niña”, cuyos efectos fueron particularmente significativos en la zona núcleo del país, se promulgó en 2010 la Ley N° 26.509 de Emergencia Agropecuaria, a partir de la cual se creó el Sistema Nacional para la Prevención y Mitigación de Emergencias y Desastres Agropecuarios.

El INTA-Castelar informaba en el año 2009 que “el corrimiento de las isoyetas [líneas que unen puntos con igual cantidad de lluvia acumulada] hacia el oeste dejó zonas de gran importancia en la producción agrícola con déficits severos que están determinando reducción de rindes y hasta pérdidas totales en algunos cultivos”. El corrimiento de las isoyetas es el resultado del aumento generalizado de las precipitaciones que desde la década del 60 viene experimentando el país, de manera que el impacto de la sequía fue particularmente significativo en aquella región que se había beneficiado de un régimen de precipitación mayor que el histórico. Por este motivo Stella Carballo, investigadora del INTA y especialista en teledetección agrícola, pudo decir en aquel momento que se trataba de la “peor sequía de los últimos 50 años”

La ley de 2010 reemplazó a la N° 22.913 de 1983 y creó el Fondo Nacional para la Mitigación de Emergencias y Desastres Agropecuarios (FONEDA), contemplando dimensiones fundamentales –y antes soslayadas– como las de **prevención, vulnerabilidad, reducción del riesgo y sistemas de alerta**. Este fondo asigna \$500.000.000 para el financiamiento de programas y proyectos destinados a la prevención y mitigación de los daños ocasionados por aquellos eventos que contempla la ley –meteorológicos, climáticos, biológicos o telúricos–, debiendo ser el 20% destinado a acciones preventivas orientadas especialmente a la agricultura familiar ¹.

EL INTA-CASTELAR INFORMABA EN EL AÑO 2009 QUE “EL CORRIMIENTO DE LAS ISOYETAS [LÍNEAS QUE UNEN PUNTOS CON IGUAL CANTIDAD DE LLUVIA ACUMULADA] HACIA EL OESTE DEJÓ ZONAS DE GRAN IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON DÉFICITS SEVEROS QUE ESTÁN DETERMINANDO REDUCCIÓN DE RINDES Y HASTA PÉRDIDAS TOTALES EN ALGUNOS CULTIVOS”. EL CORRIMIENTO DE LAS ISOYETAS ES EL RESULTADO DEL AUMENTO GENERALIZADO DE LAS PRECIPITACIONES QUE DESDE LA DÉCADA DEL 60 VIENE EXPERIMENTANDO EL PAÍS, DE MANERA QUE EL IMPACTO DE LA SEQUÍA FUE PARTICULARMENTE SIGNIFICATIVO EN AQUELLA REGIÓN QUE SE HABÍA BENEFICIADO DE UN RÉGIMEN DE PRECIPITACIÓN MAYOR QUE EL HISTÓRICO. POR ESTE MOTIVO STELLA CARBALLO, INVESTIGADORA DEL INTA Y ESPECIALISTA EN TELEDETECCIÓN AGRÍCOLA, PUDO DECIR EN AQUEL MOMENTO QUE SE TRATABA DE LA “PEOR SEQUÍA DE LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS”

Precisamente, la vulnerabilidad frente a los eventos meteorológicos y climáticos adversos depende del tipo de organización socio-productiva. Está demostrado en múltiples trabajos empíricos que las unidades productivas familiares revisten un mayor grado de vulnerabilidad que las explotaciones empresariales (Hernández et al, 2013).



Fotografía
Heladas
Alto Valle
Río Negro

Según Mariano Quesada, Director de Crisis y Asistencia de la Dirección Nacional de Emergencias y Desastres Agropecuarios del Ministerio de Agricultura de la Nación, la característica destacable de la nueva ley “es la ampliación de la estructura a la creación de un sistema, dentro del cual se inserta el desarrollo de distintos y diversas herramientas y acciones enmarcadas en la gestión de los riesgos agropecuarios y no limitándose exclusivamente a la recomposición de los daños ocasionados por las catástrofes”. Este punto resulta crucial y la regulación dispone precisamente de recursos técnicos y financieros tanto para la reconstitución del aparato productivo como para la implementación de estrategias de abordaje integral del riesgo, entre las que se incluyen la identificación de las amenazas, la evaluación y reducción del nivel de vulnerabilidad de productores y sistemas productivos, el establecimiento de sistemas de monitoreo y alerta, etc.

Para que una zona sea declarada en emergencia agropecuaria, el productor debe acreditar una afectación de por lo menos el 50% de su capacidad productiva. Para la declaración del desastre, por su parte, la afectación debe ser de por lo menos el 80% del total de la misma.

El proceso formal inicia su curso cuando la provincia afectada se declara por decreto en emergencia agropecuaria, conforme a sus regulaciones locales -ya que cada provincia tiene su propia ley de emergencia-. Para que ello suceda tienen que haber tenido lugar, previamente, las denuncias de los productores afectados en las reparticiones públicas correspondientes y una comisión técnica local que evalúe y acredite los daños para luego solicitar al gobierno provincial la declaración de la emergencia. Para pasar al nivel nacional,

la provincia debe presentar el decreto a la Comisión Nacional de Emergencias y Desastres Agropecuarios, quienes realizan un análisis pormenorizado de lo ocurrido –a partir de fuentes de información oficial- y así convalidar la ocurrencia del evento. En este marco, los informes meteorológicos son fundamentales y obligatorios para el tratamiento de la emergencia. En el informe técnico elaborado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se detallan las características que adoptó el fenómeno, los valores de las variables meteorológicas bajo análisis y una contrastación histórica en la cual se determina si estos valores difieren de los normales de una manera sustancial.

Pero la información meteorológica no sólo es fundamental como certificación legal de los eventos ocurridos para la declaración de una emergencia, sino que reviste un papel central para los procesos de toma de decisión en el marco de la gestión del riesgo. Quesada nos explica: “más allá de las declaraciones de Emergencias, la Dirección trabaja también en aspectos de prevención, planificación y mitigación del riesgo donde la información meteorológica es clave. Como así también proveyendo información y asistencia en el monitoreo y en los momentos de crisis y recomposición. Estas son líneas que nos parecen claves, se trata de abordar los diferentes momentos en la gestión de riesgo”.

El SMN, a su vez, es una de las instituciones que forman parte de la Comisión Nacional de Emergencias y Desastres Agropecuarios, la instancia de deliberación en la que los organismos públicos competentes, las provincias afectadas y las distintas organizaciones que representan a los productores discuten la homologación y aprobación de los decretos provinciales a nivel nacional: “En esta instancia, la cual está tomando mayor relevancia en los últimos años, se aprovecha el espacio de intercambio, con todos los actores nombrados sentados a la misma mesa, para ir desarrollando y coordinando acciones diversas de gestión de riesgo a distintas escalas. En este marco la participación de especialistas es indispensable para que los funcionarios públicos y entidades privadas cuenten con la información indicada y puedan exponer sus dudas y propuestas para tomar las decisiones acertadas”, explica Quesada.

Los enfoques de las políticas públicas en el sector: el productor individual y el tejido social

El paradigma actual en el tratamiento de la emergencia agropecuaria tiene como elemento distintivo la propuesta de una “emergencia de precisión”. Este enfoque consiste en saber con exactitud quiénes fueron los productores afectados, cuáles fueron las producciones y los cultivos dañados, para asignar los fondos públicos de manera individualizada. Según Santiago Hardie, Secretario de Agricultura Familiar, Coordinación y Desarrollo Territorial del Ministerio de Agroindustria de la Nación, la emergencia de precisión “consiste en detectar el problema del productor y usar de manera eficiente los recursos del Estado para que los fondos efectivamente lleguen a él”.

Esta propuesta está basada en un paradigma de la emergencia según el cual la ayuda del Estado debe dirigirse al productor individual, a una parcela concreta, en lugar de abarcar el conjunto del sistema productivo, el nivel distrital o una franja territorial. El problema que esconde esta perspectiva, desde otro punto de vista, es que al identificar al productor para otorgarle un beneficio individual, el Estado deja de lado la dimensión colectiva de la organización productiva. Esta otra forma de comprender el problema supone reconocer que la emergencia agropecuaria, una inundación e incluso las predicciones climáticas, no son hechos técnicos aislados que afectan a

personas individuales sino que son problemáticas sociales que requieren abordajes que contemplen el conjunto del sistema.

Precisamente, el andamiaje estatal no es homogéneo ni monolítico sino que tiene su propia complejidad y en su seno conviven diferentes perspectivas y paradigmas sobre la cuestión. En este sentido, otros funcionarios y especialistas consideran que es necesario otorgarle una impronta más amplia a las políticas públicas de la emergencia, en la medida en que la ayuda individual es poco significativa y no constituye una respuesta a los aspectos estructurales. Algunos de ellos plantean que es necesario diseñar proyectos productivos “con impacto a nivel comunitario”, como aquellos programas que buscan favorecer a los sectores y territorios que vieron interrumpido su desarrollo por fenómenos como inundaciones o sequías, otorgando presupuesto a los municipios para mejorar los caminos rurales o construir reservas comunitarias de agua. De esta forma, en lugar de otorgar una compensación individualizante, se favorece a todo el territorio afectado con una medida que permite, por ejemplo, sacar la producción del lote, llegar a una escuela rural o acceder al agua.

Tal como indican algunos de estos testimonios, el intento de “llevar los proyectos hacia ese lado”, es decir, hacia un enfoque que contemple la problemática en términos de sus consecuencias en el tejido social, constituye un puntapié importante para que las políticas públicas de las emergencias logren incorporar una mirada más amplia que permita generar beneficios colectivos antes que resarcimientos individuales. °

Referencias bibliográficas:

-Hernández, V. A., Muzi, E., & Fossa Riglos, M. F. (2013). “Factor climático y sector agropecuario en Argentina: un abordaje antropológico”. *Ambiente y Desarrollo*, 17(33), 41-56

¹ Se identifican dentro de la agricultura familiar aquellos campesinos y pequeños productores que se abastecen principalmente de mano de obra familiar y residen en la propia explotación productiva



LA TECNOLOGÍA APLICADA AL AGRO: CYT ALERTA

Un estudio en Estados Unidos indica que las variaciones en los regímenes meteorológicos pueden afectar el PBI de un país en alrededor de un 3% (Lazo et al. 2011). Estos valores -aproximadamente 20.000 millones de dólares, si uno usara este porcentaje y lo aplicara a la Argentina-, forman la base dentro de la cual un buen pronóstico meteorológico tiene posibilidades de extraer beneficios o evitar pérdidas.

Autora

Sofía Corazza

EL BANCO MUNDIAL ESTIMA QUE A NIVEL GLOBAL LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA ES RESPONSABLE DE UN INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DEL ORDEN DE 30.000 MILLONES DE DÓLARES POR AÑO Y CERCA DE 2.000 MILLONES DE DÓLARES EN PÉRDIDAS EVITADAS

CyT Alerta -Ciencia y Tecnología para la Producción del Alerta en Catástrofes Naturales- es un proyecto integrador, financiado a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) perteneciente a MinCyT, que tiene entre sus objetivos mejorar los pronósticos meteorológicos que brinda el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para el territorio nacional y áreas oceánicas adyacentes. Del proyecto surge la conformación de un Consorcio en donde diferentes organizaciones se proponen generar una sinergia para mejorar los pronósticos meteorológicos que puedan optimizar la calidad de vida de la población y tener un impacto productivo positivo.

El consorcio está conformado por una institución centenaria de servicio público en la producción de pronósticos meteorológicos (SMN), una de las más prestigiosas compañías de tecnología de la Argentina (INVAP S.E), el centro de investigación más activo en la simulación numérica en Argentina para pronósticos del tiempo (CIMA, Centro de Investigaciones sobre el Mar y la Atmósfera), y una joven empresa dedicada a la tecnología agropecuaria ya inserta en el mercado (FRONTEC).

“Nosotros tenemos que garantizar que todos los datos estén disponibles, esto es parte de la política nacional de datos [1]. La idea es que a partir de estos datos aparezcan productores, pequeñas empresas que se encarguen de elaborarlos, procesarlos conforme a las necesidades del sector productivo como productos y servicios de utilidad. Esto multiplicará las posibilidades del SMN de satisfacer a los usuarios: con el progreso de la tecnología y el desarrollo de los distintos sectores, la necesidad de información meteorológica crece más rápido que las posibilidades del SMN de satisfacerlas”, Sostuvo Ramón de Elía, Investigador del SMN y coordinador científico de CyT Alerta.

¡Alerta! País en desarrollo

Un país en desarrollo económico suele mostrar desbalances derivados de un crecimiento desigual en distintos sectores y que suele ser acompañado por nuevas vulnerabilidades y necesidades. La combinación entre estas necesidades con la crudeza de extremos climáticos que caracterizan a los cambios en curso, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, genera una creciente demanda de servicios relacionados con eventos meteorológicos severos como pueden ser lluvias repentinas, granizo, tormentas severas, olas de calor, fuertes vientos, aludes, etc. El objetivo de CyT Alerta es, por un lado, mejorar la calidad de los pronósticos y por otro, acelerar su comunicación a quienes lo necesitan, al diversificar el campo de actores que puedan disponer, procesar y difundir esta información generada por el SMN.

Con el objetivo de combinar la creciente necesidad de la sociedad, la disponibilidad de nuevas tecnologías y la búsqueda de nuevos emprendimientos, en un contexto de dificultades económicas recurrentes, se creó el consorcio derivado de CyT Alerta. La finalidad de este proyecto es mejorar la cadena de producción y transmisión de alertas a través de una mejora en el alcance y la credibilidad de esos pronósticos para la población y también para uno de los sectores estratégicos de la economía: el agro.

Entre los beneficiados de CyT Alerta se encuentra el sector agrario, que en el largo plazo será uno de los principales

usuarios de los productos desarrollados en este proyecto. Gracias a los fondos adjudicados a esta iniciativa por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación, se prevé la incorporación, por parte del SMN, de una computadora de alto desempeño, infraestructura de base para producir pronósticos meteorológicos de mayor calidad. Esta posibilidad de disponer de alto poder computacional, se articulará en el futuro cercano con otra incorporación tecnológica del Servicio Meteorológico: un software llamado Meteofactory. Meteofactory es un sistema que será lanzado en Argentina durante 2018 y permitirá al SMN dar el salto en materia de comunicación con la sociedad, ya sea con usuarios que buscan información específica o en la emisión de alertas para la defensa civil. Meteofactory representa cambios radicales en la forma de elaborar y comunicar los pronósticos meteorológicos en Argentina si se incorpora tecnología de procesamiento de datos acorde. Este es la parte que le compete a CyT Alerta.

Los otros miembros del Consorcio también se benefician con el acceso a estos fondos: el CIMA, a partir de la compra de una computadora de alta performance para investigación y desarrollo de métodos de pronósticos; INVAP S.E., con un software de visualización de radar que será utilizado e instalado en el SMN; y finalmente, el desarrollo de una plataforma de servicios a clientes del sector agrario a cargo de FRONTEC. Se espera que esta sinergia interinstitucional e inversión tecnológica, contribuya a la mejora sustantiva en las alertas meteorológicas y a una mayor producción de información meteorológica para la toma de decisiones entre la población y por parte del agro.

Generar un nuevo sector en la economía: el impacto de CyT Alerta

El agro, es una de los principales víctimas de fenómenos de tiempo severo, cada vez más frecuentes debido a los extremos climáticos en curso. Mientras las tabacaleras en el norte enfrentan aludes, en Mendoza, el granizo puede dañar los viñedos de manera irreversible y en el Alto Valle, una helada tardía, amenazar con llevarse un rinde completo. Hay algo que es claro, los eventos meteorológicos generan problemas socioeconómicos y la información sobre el tiempo se torna esencial. A través de CyT Alerta, el consorcio planea generar una masa crítica de actores vinculados al agro que tomen la información para procesarla y elaborar productos útiles para los productores.

En la actualidad, el SMN emite alertas de tormentas severas a corto plazo que, a pesar de su pertinencia meteorológica

no siempre son utilizadas por los gestores de riesgo. Esta inacción puede poner en riesgo una estructura de producción y difusión de alerta por más sofisticado que sea el sistema. A través de CyT Alerta, la relación entre el SMN y FRONTEC permitirá un acercamiento de usuarios del sector agropecuario a la información que ellos necesitan. Para aprovechar al máximo los nuevos pronósticos, el SMN y FRONTEC organizarán actividades para intercambiar impresiones sobre el uso de estos datos y al mismo tiempo obtener recomendaciones de nuevos productos.

“FRONTEC es una empresa que asesora productores con información crítica, que tomará los datos generados por el nuevo sistema de pronóstico, los procesará y armará productos especializados para el Agro. El Estado, en este caso, no tiene más ganancia que la utilidad que presta a la sociedad. No sólo brinda el pronóstico, productos especiales elaborados y procesados, sino que también fomenta el desarrollo de un sector de la economía donde hay cientos de empresas meteorológicas que viven de los datos que el Servicio les da”. Agregó de Elía.

Naturalmente, la capacidad de extraer beneficios a través de un sistema de predicción está asociada no solamente a su calidad sino también a su capacidad de disparar oportunas tomas de decisión. Para ello, no solo se necesita un pronóstico preciso sino también que llegue oportunamente en vísperas de una toma de decisión.

Entre los objetivos de esta interacción propuesta por el consorcio de CyT Alerta, se especula con un aumento de la producción agropecuaria y de las ventas en el sector. Y esto a partir de una mejor planificación debido a la disponibilidad de datos meteorológicos que permitan prever y calcular rindes, tomar medidas y decisiones cada vez más apropiadas y precisas que ayuden al desarrollo del país.

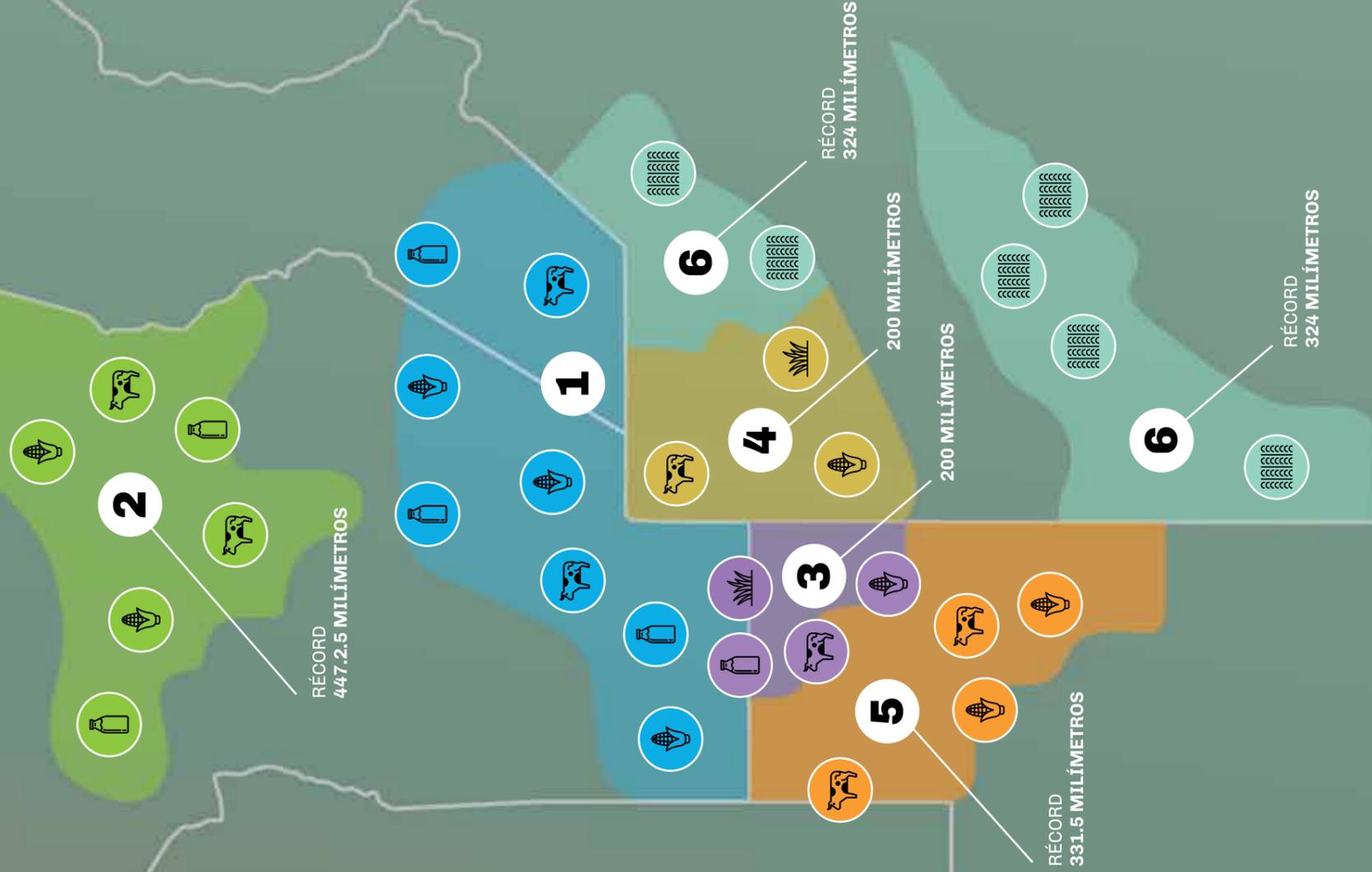
El Banco Mundial estima que a nivel global la información meteorológica es responsable de un incremento en la producción del orden de 30.000 millones de dólares por año y cerca de 2.000 millones de dólares en pérdidas evitadas (OMM 2015).^o

[1] La política oficial de datos puede verse en la sección de “propiedad intelectual”:
http://www3.smn.gov.ar/dpd/PAD_legales.pdf

Regiones productivas afectadas por inundaciones

DIC 2015 – JUL 2017

Las áreas afectadas por inundaciones fueron delimitadas a partir de las emergencias agropecuarias declaradas durante el período de diciembre 2015-julio 2017 en las provincias de Córdoba, La Pampa, Santa Fe y Buenos Aires. La imagen no incluye la totalidad de los casos.



1

CÓRDOBA / SANTA FE
Diciembre 2015 - Enero 2016

Las excesivas lluvias generaron una saturación inmediata de los cauces naturales y antrópicos de drenaje y escurrimiento, específicamente en el sur y sudeste de Córdoba, donde las precipitaciones superaron los 300 milímetros en el mes de enero de 2016.

También generaron el ascenso de la napa freática lo cual impide el normal desarrollo de los cultivos. El área continuó siendo afectada hasta comienzos del 2017 implicando sucesivas prórrogas de las declaraciones de emergencia agropecuaria.

Afectación:
Producción agrícola, ganadera y tambera.

2

CÓRDOBA
Enero - Abril 2016

Las máximas precipitaciones en el centro de la provincia se registraron principalmente durante los meses de febrero y abril de 2016, con lluvias de más del doble de lo que se espera a nivel mensual. Las estaciones meteorológicas Córdoba Observatorio y Marcos Juárez Aero alcanzaron un nuevo récord histórico hasta el año 2016 para el mes de febrero, con 447.2 y 235.5 milímetros respectivamente.

Afectación:
Producción agrícola, ganadera y tambera.

3

LA PAMPA
Enero - Abril 2016

Se registraron abundantes precipitaciones durante enero, febrero y abril de 2016, con más de 200 milímetros durante enero y febrero. Por las características del suelo el drenaje superficial es muy bajo.

Afectación:
Producción agrícola, ganadera y tambera. Imposibilidad de cosechar maíz, girasol y soja. Pérdidas de pasturas. Agrícolas y agrícolas-ganaderas.

4

BUENOS AIRES
Octubre 2016

El suelo venía registrando excedentes hídricos en la región en meses anteriores. El escurrimiento superficial es bajo por la baja pendiente de la superficie. En la cuenca del noroeste el relieve es ondulado, no existe una red de drenaje definida y en situaciones de exceso hídrico da lugar a la presencia de una gran número de lagunas. La permanencia de estas lagunas depende de los balances hídricos y, por lo general, es el resultado de la elevación del nivel freático (agua subterránea). Las lluvias superaron los 200 milímetros mensuales en la zona.

Afectación:
Producción agrícola y agrícola-ganadera. Imposibilidad de cosechar maíz, girasol y soja. Pérdida de pasturas.

5

LA PAMPA
Marzo - Junio 2017

El norte de la provincia registró precipitaciones desde comienzos del 2017. En marzo, la estación meteorológica Santa Rosa Aero alcanzó un nuevo récord mensual de precipitaciones, con 331.5 milímetros. Abundantes lluvias se registraron también en abril, de más del doble de lo que se espera para el mes. Los suelos en los alrededores presentaban 35 cm de profundidad de suelos saturados y el agua de esas zonas es la que drena hacia los departamentos que solicitan la emergencia.

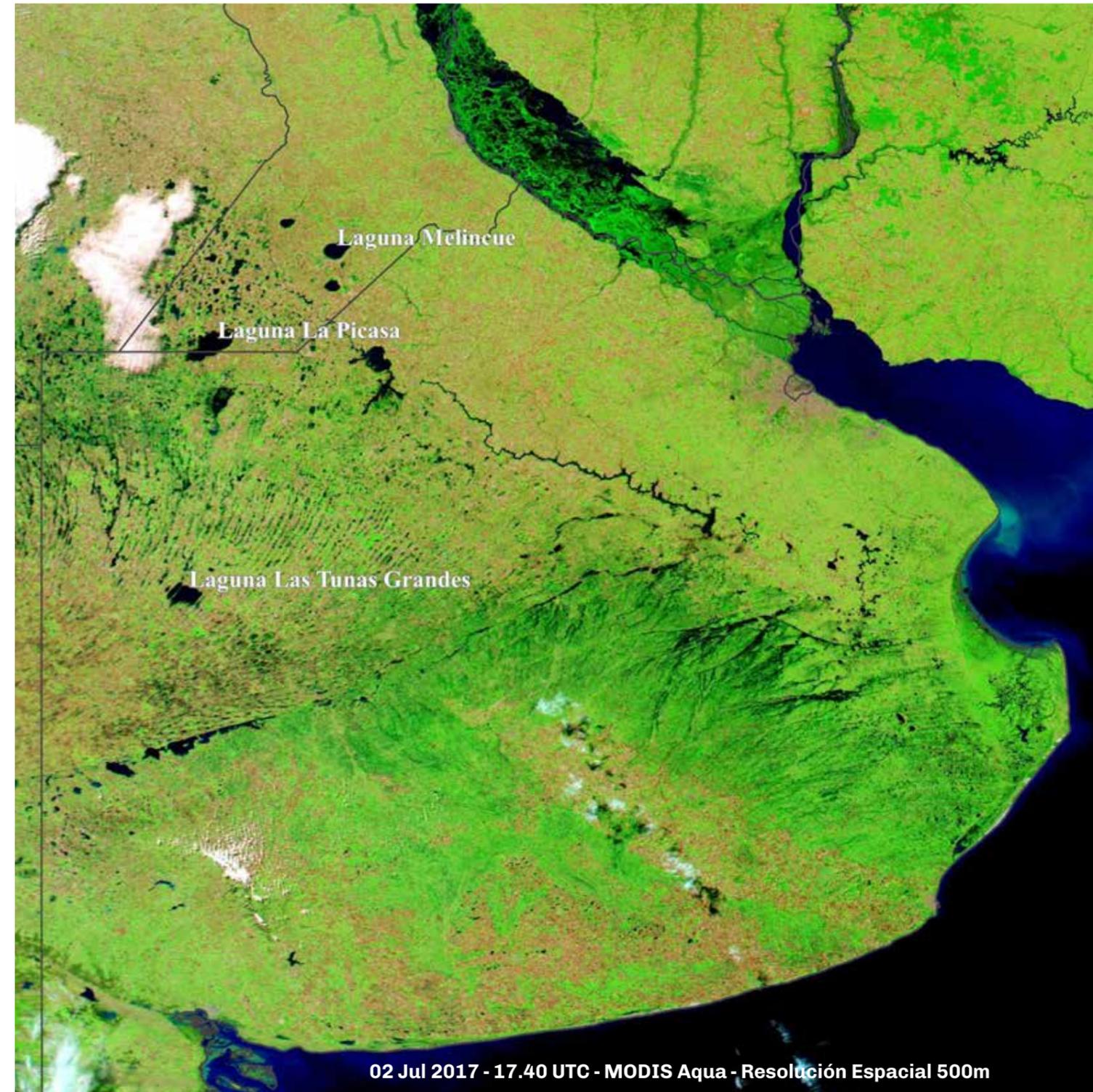
Afectación:
Producción agrícola, agrícola-ganadera y ganadera.

6

BUENOS AIRES
Julio 2016 - Julio 2017

Los meses donde se registraron las lluvias más importantes en el noroeste y centro – oeste de la provincia fueron octubre y diciembre de 2016 y desde enero hasta abril de 2017, las cuales produjeron excedentes hídricos en la región. La estación meteorológica Junin Aero resgistró 281 milímetros en diciembre de 2016, superando por más del doble al valor normal, y en abril de 2017 alcanzó un nuevo récord con 359 milímetros. En febrero de 2017, Bolívar Aero alcanzó un nuevo récord mensual con 324 milímetros.

Afectación:
Capacidad de producción de las parcelas rurales.



Imágenes composición (RBG 7-2-1).

En las mismas pueden observarse en color azul los ríos, lagunas y áreas anegadas. Los tonos de azul menos intensos corresponden a distintos niveles de humedad en el suelo.

¡HACÉ TU PROPIO EVAPORÍMETRO!

CONSTRUÍ UN MEDIDOR DE EVAPORACIÓN

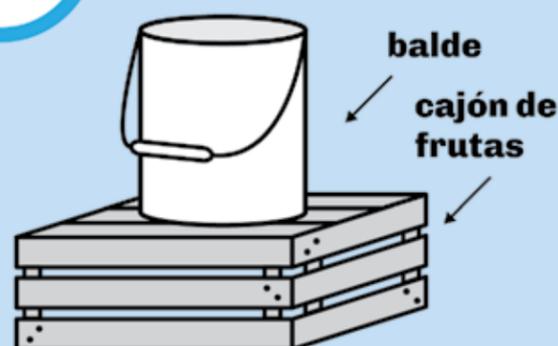
¡MANOS A LA OBRA!

Con materiales fáciles de conseguir podemos construir un medidor de evaporación. Conocer cuánto evapora una superficie y la lluvia que precipita es de vital importancia para los agricultores a la hora de aplicar el riego.

¿Qué necesitamos?

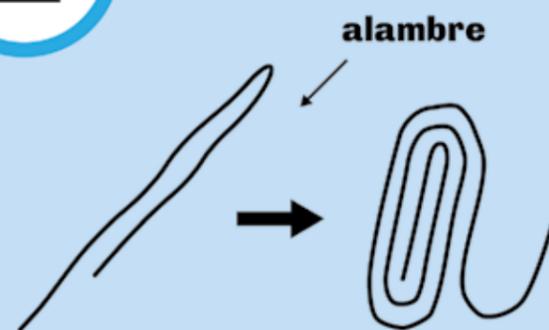
- Cajón de fruta. En lo posible que sea de madera.
- Balde cilíndrico como los de pintura.
- Alambre.
- Jarra medidora.

1



1. El balde no debe estar en contacto con la superficie terrestre. Colocamos el cajón de madera boca abajo y el balde encima.

2



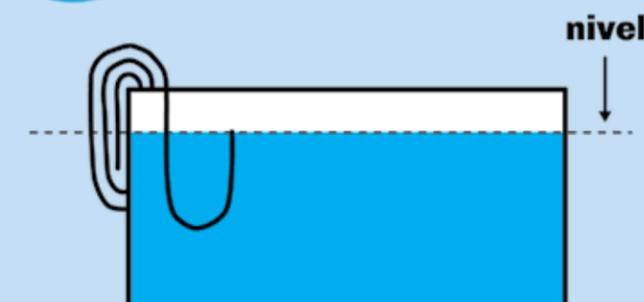
2. Tomamos el alambre y lo doblamos varias veces, dejando una de las puntas hacia arriba, como si fuera un anzuelo.

3



3. Lo colgamos del borde del balde de forma tal que la punta quede hacia arriba del lado de adentro del recipiente.

4



4. Llenamos el balde con agua hasta que quede al mismo nivel que la punta del alambre y ¡listo! ya podemos empezar a medir.

¿Cómo medimos?

El principio de este evaporímetro es medir la pérdida de agua de un recipiente que está expuesto a las condiciones atmosféricas.

1. Tenemos que conocer el tamaño de la superficie evaporante, o lo que es lo mismo, el área de la boca del balde. Para eso medimos el diámetro (d) con una regla. Calculamos el área como: $A = \pi(d/2)^2$
Esto se hace una sola vez y no es necesario volver a calcularlo si no se cambia el recipiente.

2. 24 horas después de instalarse, vamos a notar que la punta del alambre que estaba sumergida se encuentra fuera del agua. Llenamos la jarra medidora hasta la marca máxima y vertemos lentamente en el balde hasta que la punta del alambre quede otra vez rasante.

3. Calculamos el agua evaporada de la siguiente forma:

$$E = (\text{Volumen agregado}) / A$$

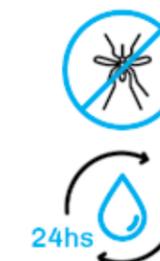
El volumen agregado es la diferencia entre la marca máxima de la jarra y la marca de la jarra luego de rasar el alambre. La cantidad de agua de la jarra medidora que agreguemos para rellenar el balde será igual a la cantidad de agua evaporada.

Tips

- Encontrá un lugar afuera alejado de paredes y árboles para poner el evaporímetro.
- Ubicalo en un lugar donde los animales no tengan acceso, para evitar que tomen agua del recipiente.
- Realizá las mediciones diariamente siempre a la misma hora.
- Un litro de agua equivale a 1mm de agua por metro²
- La evaporación depende de la radiación, la temperatura y el viento, por lo que es esperable que los días con valores elevados para estas variables el balde tenga menos agua.

NOTA IMPORTANTE

Debido a la posibilidad de que allí se reproduzcan larvas de mosquitos se sugiere **cambiar diariamente el agua del recipiente.**



***Seguinos en nuestras
redes sociales:***

