Commodities

Sequías: impactos en la Argentina – Parte 5

Gustavo V. Necco Carlomagno - José L. Aiello

Cambios observados en la sequía agrícola y ecológica. ¿Qué sabemos sobre las sequías en regiones argentinas? ¿Qué información existe sobre cómo se distribuyen regionalmente en nuestro país? ¿Cómo evolucionaron?

En los cursos de geografía de la escuela secundaria aprendemos que en el territorio argentino las áreas subhúmedas, semiáridas y áridas abarcan un 75% del total, mientras que la Argentina húmeda, el restante 25%, principalmente la "Mesopotamia argentina" y la Pampa húmeda, posee lluvias adecuadas, suficientes para permitir cultivos sin necesidad de riego.

En la Región Pampeana se encuentra el mayor porcentaje de la población, la capacidad económica y el poder y si bien la alternancia de extremos hídricos – inundaciones o sequías – le afectan fuertemente también estos extremos impactan en la Argentina árida. Las inundaciones y las sequías son los extremos hidro-meteorológicos de mayor impacto en la Argentina.

Las inundaciones pueden causar daños a tierras agrícolas, afectando los cultivos y el suministro de alimentos, con serios efectos económicos. También pueden desplazar animales tales como roedores y serpientes, acarreando condiciones potencialmente peligrosas tanto para los seres humanos como para los animales útiles. Además, aumentan los riesgos sanitarios ya que las fuentes de agua pueden contaminarse con materiales tóxicos. Un informe reciente del Banco Mundial sobre "Impactos de las crisis climáticas en la pobreza y la macroeconomía en la Argentina" (Ref. 1) revela que por inundaciones hay pérdidas anuales promedio de activos de entre US$ 500 millones y US$ 1400 millones, o sea en promedio de US$ 1.000 millones anuales y estas pérdidas podrían aumentar el 125% debido al cambio climático.

Las sequías extremas también pueden tener importantes consecuencias para el ambiente, la agricultura, la economía, la salud y la sociedad. Aunque sus efectos puedan variar dependiendo de la vulnerabilidad de la región o población afectada, las consecuencias más comunes son la disminución de la producción agrícola y la capacidad de carga del ganado, malnutrición, deshidratación, hambrunas, migraciones masivas, daños al hábitat, erosión y eventuales tormentas de polvo, conflictos sociales y alimentarios. En un mundo más cálido, la evaporación aumenta, lo que puede hacer que incluso las regiones húmedas sean más susceptibles a la sequía. Varios organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB), el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (WFP) y la UNESCO desarrollan actividades y proyectos para ayudar a sus miembros a responder adecuadamente a las crisis causadas por las sequías.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se encuentra ahora en su sexto ciclo de evaluación, en el que está produciendo el Sexto Informe de Evaluación (AR6) con contribuciones de sus tres Grupos de Trabajo y un Informe de Síntesis, tres Informes Especiales y un refinamiento de su último Informe Metodológico. El Informe de síntesis será el último de los productos AR6, que actualmente se lanzará en 2022.

La contribución del Grupo de Trabajo I - Bases físicas- al Sexto Informe de Evaluación fue presentada el 9 de agosto último. Este informe aborda la comprensión física más actualizada del sistema climático y el cambio climático, reuniendo los últimos avances en la ciencia climática y combinando múltiples líneas de evidencia del paleoclima, observaciones, comprensión de procesos y simulaciones climáticas globales y regionales. Respecto de la situación presente confirma que *"El cambio climático inducido por el hombre ya está afectando a muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del mundo. Hay evidencia que los cambios observados en extremos como olas de calor, fuertes precipitaciones, sequías y ciclones tropicales y, en particular, su atribución a la influencia humana se ha fortalecido desde el Quinto Informe de Evaluación (AR5)".*

También expresa que *"El cambio climático inducido por el hombre ha contribuido al aumento de **sequías agrícolas y ecológicas** en algunas regiones debido al aumento de la evapotranspiración de la tierra (con nivel de confianza media)"*, que la influencia humana probablemente ha provocado aumentos en la frecuencia de olas de calor y sequías concurrentes a escala global (con un alto nivel de confianza) y que *"Con cada incremento adicional del calentamiento global, los cambios en los extremos continúan haciéndose mayores. Por ejemplo, cada 0,5°C adicional de calentamiento global provoca aumentos claramente perceptibles en la intensidad y frecuencia de extremos cálidos, incluidas olas de calor (muy probable) y fuertes precipitaciones (nivel de confianza alto), así como **sequías agrícolas y ecológicas** en algunas regiones (nivel de confianza alto). Se observan en algunas regiones cambios perceptibles en la intensidad y*

frecuencia de las sequías meteorológicas, con más regiones que muestran aumentos que disminuciones, por cada 0.5˚C adicional de calentamiento global (confianza media). Los incrementos en la frecuencia e intensidad de las sequías hidrológicas se hacen mayores con el aumento del calentamiento global en algunas regiones (confianza media)".

Este informe se caracteriza, respecto de los anteriores, por incluir discusiones a nivel regional. En las regiones de nuestro interés el gráfico con las síntesis de la evaluación del cambio observado en la sequía agrícola y ecológica indica un "Bajo acuerdo en el tipo de cambio" y/o "Datos y/o literatura limitados". Respecto a este último punto se refiere a la cantidad limitada de publicaciones disponibles en las redes científicas.

En la Argentina el sector agropecuario, motor de su crecimiento económico (en la década 2010-2019 representó el 8,7% del PIB y un 60% promedio de las exportaciones del país), es particularmente vulnerable a las sequías.

Resumiremos algunos de sus impactos según la Referencia 1:

La grave sequía que sufrió la Argentina a principios de 2018 generó una caída del PIB del 2,5%, junto con la conmoción financiera y la depreciación del peso que se produjo a partir de abril de ese año. La recesión económica comenzó en el segundo trimestre, cuando la producción agrícola cayó un 32% anual debido a la grave sequía y, del lado de la demanda, las exportaciones se contrajeron más del 8% (también anual). La sequía de la campaña 2008/2009, en el marco de la crisis financiera internacional, también afectó los precios de las exportaciones. En esa ocasión, la pérdida de producción representó más del 40% de la caída de 2009, que representó casi el 80% de la recesión. Además del impacto que las sequías tienen en los ingresos nacionales, son muy costosas a nivel provincial. El año pasado (2020) presentó un cuadro de sequías muy preocupante a nivel de varias provincias.

En la siguiente sección presentaremos una breve revisión de publicaciones y notas sobre el fenómeno sequía en la Argentina aparecidas en tiempos pretéritos.

Revisión histórica

Una referencia histórica obligada es la publicación de Florentino Ameghino, *"Las secas e inundaciones en la Provincia de Buenos Aires"*, 1884 (Ref. 2). Su subtítulo resume todo un programa de acción: *"Obras de retención y no de desagüe"*.

Al estudiar las inundaciones y los medios de evitarlas Ameghino remarca que *"... esta cuestión estaba íntimamente ligada con la de las secas, que de tiempo en tiempo hacen sentir sus desastrosos efectos sobre distintas regiones de la Provincia. Aún más, adquirí la convicción de que todo esfuerzo y todo trabajo que tendiera a evitar* ***uno de esos males sin tomar en cuenta el otro*** *ocasionaría probablemente más perjuicio que beneficio."*

También cita escritos anteriores de Estanislao S. Zeballos, uno de los más destacados intelectuales y políticos de la generación del 80 que ocupó tres veces el cargo de ministro de Relaciones Exteriores. Respecto a la región bonaerense Zeballos, en 1876, expresa *"A pesar de sus arroyos, lagunas y ríos, esta Provincia sufre sequías espantosas", "La solución del problema de la seca se relaciona con esta otra cuestión muy importante: la transformación conveniente de ciertos accidentes del terreno que permitan utilizar las aguas que hoy en día se pierden estérilmente ... ", ". aprovechar las aguas que afluyen a las depresiones de la Pampa y que se pierden en su seno; sin perjuicio de las medidas generales, que reputo indispensables para combatir la seca y sus efectos".*

Ameghino sigue estas ideas, rechazando el desagüe simple e ilimitado de los terrenos *"que hará más intensos, más prolongados y desastrosos los periodos de grandes secas".*

Por supuesto que estas opiniones de mediados del Siglo XIX deben ajustarse a las realidades actuales, pero nos asombra la visión global del problema que aplican estos precursores, digamos en un sentido ambientalista. Revisando los Planes Maestros actuales de algunas provincias para distintas cuencas podemos ver que se aplica un enfoque más bien ingenieril y en algunos casos, cuando presentan bibliografía, se ignora la contribución pionera de Ameghino.

Notemos que en el vecino Uruguay es muy común realizar obras de ingeniería de pequeña o mediana escala que interceptan y acumulan el agua de escurrimiento, llamados *"tajamares"*, como método de almacenaje de agua, de abrevadero animal, y también para evitar o moderar efectos de la sequía. Es una respuesta a la extrema variabilidad e irregularidad del régimen de precipitaciones de esa región que produce una cierta alternancia de inundaciones y sequías, a veces extremas (tal es así que se ha dicho que el Uruguay es *"un país seco donde llueve mucho*"). Los tajamares también se construyen en Argentina y Paraguay.

El interés por las secas en nuestras regiones se remonta a épocas muy anteriores a la de la generación de 80. En la Referencia 3 se presentan los casos más destacados de sequías en la Provincia de Buenos Aires en épocas coloniales (en dicho trabajo también se tratan las inundaciones). Basados en documentos de la época encuentran que el periodo 1600-1810 puede ser considerado como seco en general, destacándose por lo menos dos subperiodos de sequías muy graves y prolongadas (1690 -1708 y 1753 - 1758) y muchas sequías breves. También que durante el periodo 1827 - 1832 reinó una intensa sequía, conocida como la "Gran Seca" o "Gran Seco", lloviendo tan poco que la vegetación fue desapareciendo por

completo y los campos se convirtieron en grandes polvaredas. Las aves, los mamíferos salvajes, las vacas y los caballos perecían de hambre y de sed.

Investigadores de la Unidad de Historia Ambiental, Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA) del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICyT), Mendoza, han publicado varios artículos muy completos y elaborados sobre los efectos del clima en la sociedad colonial, analizando una variedad de documentos históricos y prestando atención a extremos hídricos como inundaciones y sequías. En distintos periodos que van del Siglo XVI al XVIII estudian las secuencias secas y húmedas, y sus extremos, en varias regiones argentinas como el noroeste (NOA) y la Cuenca del Plata, así como en ciudades como Córdoba y Mendoza. Aquellos interesados en estos periodos recomendamos consultar la Referencia 4 que, aunque trata específicamente el caso de Córdoba, contiene información sobre otras áreas e incluye una bibliografía muy completa.

Otra investigación similar sobre el efecto del clima en la época colonial en Argentina y Chile se encuentra en la Referencia 5. Aunque algo sesgada hacia eventos fríos y lluviosos también incluye información sobre periodos secos extremos.

Un interesante estudio histórico sobre los cambios climáticos en la pampa húmeda, basado en una nota de la revista "Todo es Historia", se presenta en la Referencia 6. Los autores, refiriéndose a la secuencia de inundaciones y sequías, afirman *"que el clima fue el determinante de hechos trascendentales, el que realmente decidió políticas, batallas, fundaciones... constituyéndose en ingrediente fundamentalísimo de la idiosincrasia pampeana".* Reivindican las ideas de Zeballos y Ameghino expresando que *"Si se continúa con una política simplista de eliminar el agua con la apertura indiscriminada de zanjas y canales, es que no se piensa que se repetirán las épocas de sequía*".

A partir de la creación en 1872 de la Oficina Meteorológica Argentina, hoy Servicio Meteorológico Nacional, durante la presidencia de Domingo F. Sarmiento (uno de los primeros servicios meteorológicos del mundo) comienza una época de información meteorológica sistematizada, a partir de estaciones con instrumental especifico y medición de variables y elementos meteorológicos en forma metódica. Para la ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, hay registros sistemáticos desde 1876. En la sección siguiente identificaremos los trabajos más recientes sobre sequías producidos durante este periodo instrumental, complementado a partir de los años 70 con mediciones remotas instaladas en satélites.

Cerramos esta sección recordando al Ing. Juan Jagsich, docente en la Universidad de Córdoba en las primeras décadas del siglo pasado, de origen croata, recibido en la Escuela Politécnica Federal en Zúrich, un centro de excelencia que produjo varios premios Nobel. Esta sólida formación explica su producción científica sumamente numerosa, abarcando en especial la Topografía, Cartografía, Geodesia, Astronomía, Meteorología, Climatología y Oceanografía. En sus notas sobre la climatología sudamericana y previsión a largo plazo introduce conceptos de movimientos turbulentos, fenómenos oceanográficos como el Niño, y la influencia de grandes perturbaciones de la circulación atmosférica general, como anticiclones. Es notable que estos conceptos relativamente avanzados o novedosos para la época se publicaran en varias notas en el diario porteño "La Prensa" desde mediados de los años 20 hasta fines de los 30. En cuanto a sequías destacamos las notas publicadas en "La Prensa" en 1929 (Ref. 7) y 1936 (Ref. 8) donde Jagsich muestra la importancia de la interacción atmósfera-océano en la generación de fluctuaciones atmosféricas que darían lugar a periodos de lluvias o sequías sobre los continentes. Nos sorprende que estos temas, que se consolidarían en el ámbito académico dos o tres décadas más tarde, hayan sido incluidos en años tan tempranos en un periódico de gran circulación.

¿Qué sabemos sobre las sequías en regiones argentinas?

El fenómeno sequía ha atraído la atención en años recientes en los medios locales por la intensidad de sus últimas ocurrencias en regiones argentinas y sus fuertes impactos socioeconómicos.

En estos últimos años hubo, y hay al presente, una intensa actividad de investigación sobre estos extremos hídricos en las regiones argentinas por parte de meteorólogos, climatólogos, hidrólogos, geógrafos y agrónomos, entre otros. Su estudio, análisis e interpretación es de máxima importancia ya que, si somos conscientes de las amenazas reales o potenciales de estos fenómenos, estaremos entonces en una mejor posición para prevenirlos o mitigarlos.

Es claro que en la República Argentina las sequías están impactando muy fuertemente. ¿Cuál es el nivel de esa intensificación? ¿Cómo se distribuyen regionalmente? ¿Cómo evolucionaron? Para intentar guiar a los lectores a responder a estos interrogantes incluimos una lista bibliográfica con las notas y artículos de los últimos años en la literatura especializada. No es una lista exhaustiva, sino que hemos elegido las contribuciones que nos han parecido más relevantes. Los lectores seguramente podrán identificar otros casos referidos a su región o período de interés consultando las referencias bibliográficas de los distintos artículos citados.

Las referencias se presentan, en lo posible, en un orden cronológico, comenzando por las más recientes, y geográfico, comenzando por las que tratan aspectos regionales o nacionales, siguiendo con los provinciales y finalmente con los locales o puntuales.

- Referencia 1 (2021): Un informe reciente del Banco Mundial, citado en la sección anterior, de título *"Inundaciones y sequías, los riesgos climáticos que más impactan a Argentina"*. En cuanto a los impactos macroeconómicos de las sequías indica que "*han resultado ser muy costosos para la economía argentina e incluso podrían serlo mucho más en el futuro si las sequías inducidas por el cambio climático reducen los rendimientos agrícolas más severamente y con más frecuencia que en el pasado"*.

- Referencia 9 (2021): En abril de este año la UNESCO organizó un seminario de formación de cuatro días en Montevideo sobre el tema *"Caracterización, monitoreo y naturaleza de las sequías"* cuyo objetivo general era incrementar y estandarizar los conocimientos sobre las causas y modalidades de las sequías, y dar a conocer las diferentes herramientas disponibles para el monitoreo, vulnerabilidad y estimación de su frecuencia e intensidad. Hay disponibilidad en línea de las presentaciones del curso, preparadas por expertos del CAZALAC (Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe), que son muy completas, claras y abarcativas. Son cuatro unidades tratando los temas: *"Causas naturales y antrópicas de la sequía", "Impactos de las sequías en América Latina y el Caribe", "Monitoreo de las condiciones de sequía meteorológica e hidrológica", y "Vulnerabilidad a la sequía"*. Es una referencia obligada para quien quiera tener un panorama actual y completo sobre el tema y se recomienda su consulta.

- Referencia 10 (2020): Capítulo sobre *"Inundaciones y Sequía*s" del Proyecto RIOCCADAPT de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) cuyo objetivo es identificar, revisar y evaluar las acciones de adaptación al cambio climático que se estén llevando a cabo en los países de la RIOCC. El capítulo incluye varias discusiones e información sobre sequías en la Argentina.

- Referencia 11 (2019): Presenta una nueva base de datos global de sequías meteorológicas durante el periodo 1951 a 2006 considerando tres escalas espaciales: global (0,5 °), macrorregional y nacional. El estudio analiza 23 macrorregiones, basadas en las definidas en el 5º Informe del IPCC e incluye la de mayor interés para nosotros: la SSA (Sur de Sudamérica).

- Referencia 12 (2019): Se discute la correlación entre el calentamiento global y algunos índices de sequía en regiones tropicales y subtropicales. Concluye, entre otros puntos, que el calentamiento global estaría contribuyendo al proceso de sequedad de las regiones subtropicales en el 25% de las regiones analizadas, mientras que el 58% muestra una oscilación que se extiende a lo largo del siglo XX, final del Siglo XIX y principios del XXI.

- Referencia 13 (2006): Libro *"El Cambio Climático en la Cuenca del Plata"*. Es un texto muy completo y abarcativo que también incluye varias referencias a las sequías en la región. Una referencia importante sobre el tema en su momento.

- Referencia 14 (2015): Discute la utilización del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) como herramienta para el monitoreo regional de las sequías en Sudamérica Austral (SSA - Southern South America). Una conclusión para destacar: *"Parte de la región central de Argentina registró incrementos en los acumulados de precipitación durante la segunda mitad del siglo XX, lo cual fue propicio para una expansión en la frontera agropecuaria. No obstante, considerando la reversión en las tendencias de la precipitación desde fines de la década de 1980 y principios de la década de 1990 … y su condición de poseer una amenaza de sequías alta, se recomienda la realización de planes de contingencia y mitigación de los efectos de las sequías a fin de reducir sus impactos, principalmente a nivel agrícol*a ".

- Referencia 15 (2015): Se estudia la distribución espacial de la amenaza de sequías en el sur de Sudamérica usando un índice de amenaza de sequías, un indicador recientemente propuesto que se basa en las características espaciotemporales del índice de precipitación estandarizado. El mapa de amenaza de sequías se obtuvo en escalas de 3 y 12 meses, para el periodo 1961-2008 y permitió identificar regiones de amenaza baja, moderada y alta.

- Referencia 16 (2020): Un documento reciente de la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) de las Naciones Unidas que pretende promover una discusión sobre la dimensión y las consecuencias humanitarias que la sequía, entre otros factores, genera en las poblaciones que habitan en el Norte argentino, limitando la capacidad de provisión de alimentos a la población.

- Referencia 17 (2018): Un trabajo preliminar que la Escuela de Economía y Negocios, Universidad Nacional de San Martín UNSAM, presentó en marzo de 2018 para estimar la pérdida económica respecto al cultivo de soja, generada por la sequía que estaba afectando a la principal zona productora agrícola del país.

- Referencia 18 (2018): Un estudio del patrón de precipitación durante el evento La Niña 2017/18 en San Luis. Encuentran que *"Esta sequía fue la segunda más severa de los últimos diez años en San Luis*".

- Referencia 19 (2017): Una nota técnica sobre la recurrencia de sequías e inundaciones en llanuras argentinas publicada por la Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Siguiendo a Zeballos y Ameghino el autor considera que *"La solución del problema de las sequías e inundaciones no debe ser considerada en forma aislada, sino tratar de que la solución al problema sea integral y que ese flagelo bifronte de la naturaleza se anule entre sí o que disminuya sus efectos destructivos"*.

- Referencia 20 (2020): Una nota técnica de la Universidad Nacional de Córdoba que estudia sequías hidrológicas en 14 cuencas hidrográficas argentinas en los ríos Colorado, Mendoza, San Juan, Atuel, Ctalamochita, Anisacate, Xanaes, Suquía,

Dulce, Juramento, Salado, Paraná, Bermejo y Pilcomayo. Encuentran que *"ocurrieron sequías hidrológicas plurianuales y simultáneas para todas las cuencas, registradas en los periodos 1967-1971, 1945-1952 y 1936-1939*".

- Referencia 21 (2014): Atlas de Sequías de la República Argentina publicado por el Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales CREAN, UNC-CONICET, disponible en el enlace https://www.crean.unc.edu.ar/atlas-de-sequias-2/

- Referencia 22 (2012): Estudio sobre la variabilidad temporal y espacial de las sequías durante el período 1955/2009 en la provincia del Chaco, en base a series de precipitación obtenidas de fuentes estadísticas provinciales y nacionales, con datos obtenidos de mediciones en 19 puestos pluviómetros. Se concluye que este fenómeno es un riesgo constante en dicha provincia.

- Referencia 23 (2010): Se analizan las causas físicas probables de las sequías en el sector sur de Sud América (al sur de 20oS) por medio de índices de sequía climática mensual y anual en seis regiones de ese sector y sus asociaciones con diecisiete predictores. Destacan que *"la relevancia del ciclo ENSO se infiere del desarrollo de la predictibilidad durante el otoño-invierno y su interacción con la evolución de la depresión continental durante la primavera, alcanzando máximos previsibilidad en noviembre-diciembre"* y que *"La Pampa Húmeda encabeza el grupo de índices de sequía regional en seis meses consecutivos (agosto-enero), un período de gran importancia estacional para la gran cosecha de granos en el país"*.

- Referencia 24 (2009): Estudio sobre las sequías en la provincia de Buenos Aires durante el período 1996–2007 a partir de datos de precipitación correspondientes a 33 estaciones meteorológicas que cubren el ámbito de la Provincia de Buenos Aires y datos de riesgo por sequía suministrados por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia. Analizan el fenómeno desde el punto de vista meteorológico, o sea como una disminución significativa en las precipitaciones, y luego proceden a indagar sobre las consecuencias directas e indirectas de las sequías con la finalidad diferenciarlas de acuerdo con tipos de sequías: meteorológicas, agrícolas e hidrológicas.

- Referencia 25 (2015): Estudio que aborda la sequía como producto de la **vulnerabilidad social**, consecuencia de una gestión deficiente y de la imprevisión por parte de los productores agropecuarios afectados. Se estudia la ocurrencia de sequías en los partidos que configuran el Sudoeste Bonaerense durante el periodo 2001-2006. El trabajo discute **inextenso** el impacto en distintos cultivos (maíz, trigo, girasol, soja) así como la legislación vigente respecto a la sequía y el Plan de Desarrollo del Sudoeste, que identifica la urgente necesidad de la puesta en marcha de soluciones integrales para contrarrestar las limitaciones de la región.

- Referencia 26 (2009): Un estudio sobre sequías en tres localidades de la región oriental agropecuaria de la provincia de La Pampa, General Pico, Santa Rosa y Guatraché, para el período 1921/2009.

-Referencia 27 (2007): Un estudio del impacto de las sequías en la productividad del maíz en la Pampa Húmeda durante el siglo pasado empleando datos pluviométricos mensuales de localidades ubicadas en la Pampa Húmeda Argentina que incluyen el Sur de la provincia de Santa Fe, provincia de Entre Ríos y la provincia de Buenos Aires en el periodo 1903-2001. Algunas conclusiones: *"En las tendencias de largo plazo sobre las precipitaciones estacionales puede verse un sesgo de crecimiento de las precipitaciones veraniegas y lo contrario en las invernales", "Filtrando los efectos de larga escala se ven como importantes las caídas de la productividad ocurridas durante las sequías de La Niña de 1988-89 y 1995-96. También esto muestra lo importante que fueron ambas sequías para hacer caer la productividad en las últimas décadas, a pesar de estar encubierta por posibles efectos tecnológicos"*.

- Referencia 28 (2007): Estudio que intenta averiguar la influencia que ejercen sobre la variación de las precipitaciones, en una región mediterránea como la del Noroeste Argentino, las fluctuaciones térmicas de las aguas superficiales de los flancos oceánicos Atlántico y Pacífico. Encuentran que las sequías regionales del Noroeste Argentino se relacionan preferentemente con anomalías térmicas negativas de las aguas oceánicas costeras.

- Referencia 29 (2006): Un trabajo que intenta dilucidar si el marcado corrimiento hacia el oeste que experimentó la frontera de la agricultura a partir de la década de 1970 constituye un cambio irreversible en el régimen de precipitaciones o forma parte de un ciclo de larga duración, con fases secas y húmedas, separadas por fases de transición, es decir si el régimen de precipitación se ajusta a una evolución lineal o bien a una cíclica. Presenta argumentos para validar ambas hipótesis (suponemos que la aceleración del calentamiento global de comienzos de siglo, provocando un fuerte aumento en intensidad y frecuencia de eventos extremos, sugiere que la hipótesis de un cambio permanente - la más aceptada en la comunidad especializada - es la más plausible).

- Referencia 30 (¿1997?): Una evaluación de las sequías extremas en la región pampeana argentina para los periodos 1931/1960 y 1961/1990. Se utilizaron datos de precipitación y evapotranspiración potencial mensuales de 28 estaciones meteorológicas ubicadas en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Entre Ríos calculándose el balance hídrico y el índice de sequía de Palmer. En una de las conclusiones expresa *"... se pudo comprobar que los eventos extremos ocurrieron al comienzo de la década del 70 y que en las décadas posteriores se produce una declinación en la severidad de las sequías"*. Una afirmación que debería revisarse a la luz de observaciones recientes.

- **Referencia 31 (2004)**: Un estudio de la evolución temporal del Índice de Palmer para la ciudad de Villa Mercedes, San Luis, durante el periodo 1903-2003 utilizando datos meteorológicos de la Estación Meteorológica de Villa Reynolds, la Estación Agrometeorológica de la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Luis y de la Dirección del Agua del Gobierno de la Provincia de San Luis y cálculos del agua útil para los suelos de la zona hasta un metro de profundidad, siendo la capacidad de retención de los mismos de 150 mm. Encuentran que *"Podemos concluir que en los últimos 33 años (1970-2002) las sequías disminuyeron su frecuencia e intensidad, pero esta tendencia se ha revertido recientemente con una prolongada sequía durante el año 2003, que alcanzo una intensidad nunca observaba a través del siglo pasado. La sequía actual (n.b. 2004) en el área que nos ocupa, es la de mayor intensidad en los últimos 100 años"*.

De esta copiosa bibliografía podemos concluir que en Argentina la sequía ocurre en muchas y diversas regiones del país; que en alguna de ellas (p.e. la provincia de Buenos Aires) es un fenómeno recurrente; que hay cierta capacidad predictiva considerando algunas tele-conexiones; que en casos extremos tienen impactos socioeconómicos fuertes y que se espera, debido al calentamiento global, incrementos en su intensidad y frecuencia.

En el **Apéndice** se listan los centros operativos globales, regionales y nacionales con información y guía sobre sequías en línea.

Comentarios finales

La República Argentina abarca un extenso territorio que presenta climas y biomas muy diversos. Sin embargo, el fenómeno de sequías se presenta, en muy distintos grados y periodos, en casi todo el país. Por lo que vimos, de estimaciones surgidas de la investigación científica, si bien la variabilidad climática es con frecuencia la principal causa de los eventos individuales de las sequías ocurridas, la ocurrencia de casos severos durante años recientes en muchas regiones es consistente con resultados derivados de simulaciones forzadas con aumentos en la concentración de gases de efecto invernadero, por lo que se espera que estos fenómenos puedan continuar intensificándose en el futuro mediato.

En esta nota, y en las tres anteriores, hemos intentado dar información y divulgar conceptos sobre este extremo hidro-meteorológico para su uso por las comunidades que sufren sus consecuencias, incluyendo nociones sobre: su definición y características, algunos índices e indicadores para su seguimiento, su previsibilidad y los métodos de previsión, y su comportamiento en varias regiones del país. Esperamos que hayan sido de utilidad.

Como se ha visto, dada su complejidad y la variedad de actores y áreas donde impacta, para enfrentar o mitigar la sequía con cierto éxito es necesario una serie de acciones para mejorar su gestión que pueden incluir: su identificación, monitoreo, alerta temprana y eventual previsión mediante el uso de productos elaborados por centros o instituciones especializadas; la construcción de obras de almacenaje de agua en épocas lluviosas para su uso en los periodos secos; la contratación de seguros específicos; la siembra de variedades de semillas resistentes a las sequías y hasta, como sugiere el Banco Mundial, la aplicación de políticas fiscales que permitan a los productores poder absorber y superar los impactos de este fenómeno extremo.

Recientemente la FAO y el Banco Interamericano de Desarrollo (IDB) han publicado guías sobre estrategias y políticas para gestionar las sequías, brindando una orientación práctica en términos de planificación y gestión para enfrentarlas mejor preparados. En el año 2020 la FAO lanzó una **"Guía práctica para la formulación de planes de alerta y acción temprana ante la sequía agrícola"** (Ref. 32) y en este año el IDB un informe de políticas (Ref. 33) donde analiza las crisis hídricas producidas por sequías en España (incluidas las Islas Canarias), Chile, México, el corredor seco entre Honduras, Guatemala y El Salvador, Brasil y Sudáfrica, explorando hechos y errores comunes en los mecanismos de respuesta y extrayendo lecciones valiosas para ayudar a que los encargados de las políticas puedan lidiar con las sequías.

Referencias

1. Banco Mundial: *Inundaciones y sequías, los riesgos climáticos que más impactan a Argentina*, julio 2021
Disponible en https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2021/07/01/inundaciones-y-sequias-los-riesgos-climaticos-que-mas-impactan-a-argentina

2. Florentino Ameghino: *"Las secas e inundaciones en la Provincia de Buenos Aires"*, 1884 - Quinta reimpresión 1984 La Plata,
Disponible en http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa000991.pdf

3. Olga Eugenia Scarpati, Alberto D. Capriolo: *Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espaciotemporal*, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, Núm. 82, pp. 38-51, 2013.

4. María Del Rosario Prieto, Roberto Gustavo Herrera: *De sequías, hambrunas, plagas y "otras varias y continuas calamidades acaecidas en la jurisdicción de Córdoba" durante el siglo XVIII*, Cuadernos de Historia, Serie Ec. y Soc., N° 4,

Secc. Art., CIFFyH-UNC, Córdoba 2001.

5. Margarita Gascón, César N. Caviedes : Clima y sociedad en Argentina y Chile durante el periodo colonial, Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura, Vol. 39, Nº 2, julio - diciembre 2012.

6. José María Suriano y Luis Humberto Ferpozzi: *Inundaciones y sequías en la historia pampeana*, Rev. de la Sociedad Rural de Jesús Maria, 77:20-24, 1993.

7. Jagsich, J.: *La sequía reinante y su probable duración*, Diario "La Prensa", Buenos Aires, 30 de mayo,1929.

8. Jagsich, J.: *Las causas de la gran sequía de 1935 - Posibilidad de previsión de nuestras sequías y épocas de lluvia a base de observaciones oceanográficas*, Diario "La Prensa", Buenos Aires, 13 de marzo 1936.

9. UNESCO, *Caracterización, monitoreo y naturaleza de las sequías*, Seminario en linea, 19 al 22 de abril 2021, Montevideo. Material disponible en https://events.unesco.org/event?id=4150143266&lang=3082

10. Camilloni, I., V. Barros, S. Moreiras, G. Poveda y J. Tomasella: 2020: *Inundaciones y sequías. En: Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos*
– Informe RIOCCADAPT, McGraw-Hill, Madrid, España.

11. Jonathan Spinoni y otros: *A new global database of meteorological drought events from 1951 to 2016*, Journal of Hydrology: Regional Studies 22, 2019

12. Juan L. Minetti, Darío P. Ovejero y Walter M. Vargas: *Trends in drought indices on the tropical-subtropical region and its correlation with the global warming*, Revista de climatología, Vol. 19: 1-16, 2019

13. Vicente Barros, Robin Clarke, Pedro Silva Días (Editores): *"El Cambio Climático en la Cuenca del Plata"*, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET, 2006.

14. J.A. Rivera, O.C. Penalba: *El Niño/La Niña events as a tool for regional drought monitoring in Southern South America*, Drought: Research and Science-Policy Interfacing – Andreu et al. (Eds), 2015

15. Juan Antonio Rivera, Olga Clorinda Penalba: *Distribución espacial de la amenaza de sequías en el sur de Sudamérica*, Conference Paper · May 2015

16. Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) de las Naciones Unidas: *ARGENTINA: SEQUÍA 2020 - Análisis preliminar de situació*n, elaborado el 27 de noviembre 2020

17. Adrián Gutiérrez Cabello, Agustina Ciancio: *El impacto de la sequía en la economía argentina. El caso del cultivo de soja*, Escuela de Economía y Negocios UNSAM, 2018

18. E.C. González Morinigo, N.S. Bonel, J. Stella: *Análisis del patrón de precipitación durante el evento La Niña 2017/18 en San Luis*, XVII Reunión Argentina de Agrometeorología, San Luis, 2018

19. I. Feldman, *Recurrencia de sequías e inundaciones en llanuras argentinas*: Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 4 (1) 2017

20. E. Díaz, A. Rodríguez, O. Dölling, J. C. Bertoni, M. Smrekar: *Identificación y caracterización de sequías hidrológicas en Argentina*. Tecnología y Ciencias del Agua, 7(1), enero-febrero, 2016

21. A. C. Ravelo, R.E. Zanvettor y P.E.C. Bolett: *ATLAS DE SEQUÍAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA*, CREAN / Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales
UNC -CONICET, 2014

22. Gómez, C. V; Pérez, M. E. *"Sequía: Un Riesgo Constante en la Provincia del Chaco"*. IX JORNADAS NACIONALES DE GEOGRAFÍA FÍSICA BAHIA BLANCA. 19 al 21 de abril de 2012. 50-61 pp ISBN 978-987-1648-32-0

23. Juan Leonidas Minetti, Walter Mario Vargas, Arnobio German Poblete, Maria Elvira Bobba: *Regional drought in the southern of South America - Physical aspects*, Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.1, 88 - 102, 2010

24. Andrea Pérez Ballari, María Inés Botana, Paola Laporta, Laura Iezzi: *Sequías en la Provincia de Buenos Aires: resultados de un proceso de investigación*, X JORNADAS DE INVESTIGACIÓN, Centro de Investigaciones Geográficas - Departamento de Geografía, La Plata, 12 y 13 de noviembre de 2009

25. María Isabel Andrade, Paola Laporta, Laura Iezzi: *Sequías en el sudoeste bonaerense: vulnerabilidad e incertidumbre*, Geograficando, Vol. 5, Nº 5, 213-231, 2009

26. G. Vergara, G. Casagrande, J. Arnaiz, F. García: *Las sequías (1921/2009) en tres localidades de la provincia de La Pampa (Argentina)*, Rev de la Fac. de Agronomía, UNLPam, Vol N" 10, 2009

27. J. L. Minetti, W. M. Vargas, B. Vega, M. C. Costa: *Las sequías en la pampa húmeda: impacto en la productividad del maíz*, Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.2, 218-232, 2007

28. María Elvira Bobba, Juan Leonidas Minetti: *Las sequias de la region del Noroeste Argentino y su relacion con las temperaturas costeras superficiales del mar*, Espacio y Desarrollo N° 19, 2007

29. Eduardo M. Sierra, Silvia P. Pérez: *Tendencias del régimen de precipitación y el manejo sustentable de los agroecosistemas: estudio de un caso en el noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina*, Revista de climatología, vol. 6, 2006

30. Andrés C. Ravelo, Walter A. Da Porta, Roberto E. Zanvettor: *Evaluación de las sequías extremas en la región pampeana argentina durante el periodo 1931/90*, disponible en http://www.sbagro.org/files/biblioteca/524.pdf, 1997(?)

31. Roberto Zanvettor, Francisco Orta: *Análisis de las Sequías en Villa Mercedes, San Luis (1903-2003)*, X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología, Mar del Plata, octubre 2004

32. G. Fuganti, M. Minelli, O. Rojas: *Guía práctica para la formulación de planes de alerta y acción temprana ante la sequía agrícola*, Ciudad de Panamá, FAO, 2020

33. Raphaëlle Ortiz, Anamaría Núñez, Corinne Cathala, Ana R. Rios, Mauro Nalesso/ editores, Raúl Muñoz, Alfred H. Grunwaldt, Claudia Calderón: *Water in the Time of Drought II: Lessons from Droughts around the World*, Banco Interamericano de Desarrollo, IDB Technical Note N° 2246, Julio 2021

Apéndice

Centros operativos con información y guía sobre sequías

Recordemos que GEA (Guía Estratégica para el Agro) - un servicio de la Bolsa de Comercio de Rosario con el objetivo de contribuir a mejorar el proceso de toma de decisiones de los agentes de la comercialización de granos - genera información con los indicadores climáticos que impactan sobre los cultivos, analiza semanalmente el pulso productivo de la principal área agrícola de Argentina (la Región Núcleo) y presenta informes de seguimiento, estimaciones y análisis de coyuntura de fenómenos hidro-meteorológicos (entre ellos la sequía) que inciden sobre la producción agrícola. Toda esta información se encuentra públicamente disponible a través de la web de la Bolsa de Comercio y los canales digitales de comunicación.

Desde hace unos años se han establecido centros que brindan información en línea, en diferentes escalas geográficas, sobre fenómenos meteorológicos y climáticos que pueden impactar a un amplio rango de actividades y usuarios. Mostraremos algunos a nivel mundial, regional y nacional que ofrecen productos ligados a sequías.

A nivel global:

- Destacamos el International Research Institute for Climate and Society (IRI), establecido en 1996 por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos y la Universidad de Columbia como el primer instituto internacional del mundo con la misión de aplicar la ciencia climática al servicio de la sociedad. El enlace a las herramientas de análisis disponibles en linea
es https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Drought/Global/CPC_GOB/Analysis.html

A nivel regional:

- SISSA: Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica, que funciona en el marco del Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS) que es una organización virtual, constituida en forma de red, según los principios definidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La información brindada incluye el estado actual de las sequías, indices y también pronósticos a 15 días. Su enlace es https://sissa.crc-sas.org/que-es-sissa/

El CRC ha lanzado recientemente un Boletín Climático Regional cuyo primer número se publicó en el mes de abril. En éste se proporciona información sobre el comportamiento de las principales variables meteorológicas, como precipitación y temperatura, en el Sur de América del Sur durante el año 2020. Así también, se destacan los eventos extremos más importantes registrados en cada país de la región. Se puede obtener en formato pdf en el sitio. https://www.crc-sas.org/es/pdf/Boletin%20Climatico%20Regional%20%202020.pdf

- El Laboratorio Climatológico Sudamericano, que estudia la variabilidad y el cambio climático en la región (Argentina y Sudamérica) como asimismo el impacto de éstas en el medio natural y las actividades antrópicas (Agricultura, ganadería,

generación de energía y otros). Ofrece información sobre perspectivas climáticas e indices de sequía en el enlace https://labclisud.com.ar/servicios-laboratorio/indice-de-sequia/

A nivel nacional:

- El monitoreo de sequías meteorológicas y agropecuarias es realizado por una Mesa Nacional de Monitoreo de Sequías integrada por especialistas. Se basa en varias fuentes de datos, incluidas observaciones de expertos en campo, de acuerdo con el Protocolo interinstitucional para sequías meteorológicas y agrícolas, que en su versión de diciembre 2015 puede consultarse en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sequias_meteorologicas.pdf

Se emiten informes mensuales de sequías, incluyendo zonas en riesgo, un resumen de la situación general y la evolución en cinco zonas (NOA, NEA, Centro, Patagonia y Cuyo). Pueden consultarse en el sitio del MAGyP. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_eda/sequia/

También la Oficina de Monitoreo de Emergencias Agropecuarias (OMEGA) del MAGyP, (que tiene el objetivo de informar a las instituciones y público en general en la elaboración de medidas tendientes a prevenir y a mitigar la vulnerabilidad social y productiva a las sequías, incendios e inundaciones) publica informes de monitoreo semanales. Ver el sitio https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_eda/omega/

- El Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (CREAN) de la Universidad de Córdoba opera un Sistema de monitoreo y evaluación de las sequías que genera mensualmente índices, tales como el SPI, permitiendo detectar y evaluar condiciones de sequías o excesos de humedad a nivel regional, provincial y nacional. Su sitio https://www.crean.unc.edu.ar/monitoreo-de-sequias/ además de presentar mapas mensuales de los indices, incluye también un historial mensual desde el año 2011, así como acceso a una variada información sobre el tema sequías y desertificación.

- El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) opera un Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica (SIGA) en línea que permite la consulta de información actual e histórica de diversas redes de estaciones meteorológicas del INTA (y extra-INTA) así como pronósticos agrometeorológicos en el sitio http://siga.inta.gob.ar/ .

- El Instituto Nacional del Agua (INA) (https://www.argentina.gob.ar/ina) emite alertas hidrológicas en la Cuenca del Plata, así como informes y boletines hidrometeorológicos y desarrolló un Sistema de Gestión de Amenazas hidrológicas (SGA) en línea (https://sga.ina.gob.ar/cirsa/).

- El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ofrece una variada información de utilidad para el monitoreo de extremos hidrometeorológicos, incluyendo informes especiales para casos muy intensos, previsiones meteorológicas para las actividades agropecuarias (https://www.smn.gob.ar/pronostico_agropecuario) y un monitoreo agrometeorológico diario, decádico y mensual (https://www.smn.gob.ar/monitoreo_periodos). El SMN además participa activamente, junto con otros servicios nacionales de la región, en la confección de productos que ofrece el SISSA, Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica, mencionado más arriba.