



# El cambio climático en el Delta del río Paraná

Información básica y propuestas para pobladores, productores ganaderos y organismos de gestión de la región

Roberto F. Bó, M. Cecilia Reeves y Ernesto S. Massa

**Serie Ganadería en Humedales**

Rubén D. Quintana, *editor*



**Wetlands**  
INTERNATIONAL

# El cambio climático en el Delta del río Paraná

Información básica y propuestas para pobladores,  
productores ganaderos y organismos  
de gestión de la región

Roberto F. Bó<sup>1</sup>, M. Cecilia Reeves<sup>1,2,3</sup> y Ernesto S. Massa<sup>4</sup>

## Serie Ganadería en Humedales

Rubén Quintana<sup>5,6</sup>, *editor*

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones en Ecología de Humedales (GIEH). Departamento de Ecología, Genética y Evolución (EGE) e IEGEBA-CONICET. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Taller Ecologista. Rosario, Santa Fe.

<sup>3</sup> Cátedra de Ecología, Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, Universidad Católica Argentina (UCA) Campus Rosario. Rosario, Santa Fe.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Paraná. Paraná, Entre Ríos.

<sup>5</sup> Laboratorio de Biodiversidad, Limnología y Biología de la Conservación. Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA) – CONICET. Universidad Nacional de San Martín.

<sup>6</sup> Fundación Humedales/Wetlands International.

2021



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

3iA  
Instituto de Investigación  
e Ingeniería Ambiental

© 2021 Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International

El contenido de esta publicación puede ser reproducido libremente para fines de educación, difusión y para otros propósitos no comerciales. Un permiso previo es necesario para otras formas de reproducción. En todos los casos se debe otorgar el crédito correspondiente a la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International.

Esta publicación puede citarse como sigue: Roberto F. Bó, M. Cecilia Reeves, Ernesto S. Massa. 2021. El cambio climático en el Delta del río Paraná. Información básica y propuestas para pobladores, productores ganaderos y organismos de gestión de la región. Serie Ganadería en Humedales. (R. Quintana, editor). Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.

ISBN

Publicado por la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International

Fotos de tapa: Roberto F. Bó

Foto de contratapa: Rubén D. Quintana

Diagramación: *Marta Biagioli*

El material presentado en esta publicación y las designaciones geográficas empleadas no implican opinión alguna de parte de la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International sobre la situación legal de cualquier país, territorio o área, o en relación a la delimitación de sus fronteras.

# Prólogo

Los integrantes del equipo técnico que, desde 2018, venimos trabajando en el proyecto “Mejores prácticas ganaderas en los humedales del Delta del río Paraná”<sup>1</sup> dentro del Programa “Corredor Azul”<sup>2</sup>, somos conscientes que las problemáticas relacionadas con el “Cambio Climático” constituyen un tema central y prioritario para la región.

Entendemos que una urgente y profunda evaluación de sus efectos en los humedales del Delta y en las actividades humanas que, como la ganadería, se realizan en ellos, resulta básico si se pretende cumplir con los objetivos y metas del proyecto y del programa anteriormente señalados. Esta firme convicción se sustenta en las actividades de investigación y extensión que todos nosotros (al igual que otros colegas de distintas instituciones) venimos realizando en la región desde hace varios años.

A partir de dichas actividades, hemos podido experimentar *in situ* los cambios en las condiciones climático-hidrológicas que han venido ocurriendo en una región ya de por sí compleja y dinámica como el Delta. Pero también hemos podido percibir, gracias a la interacción que, desde siempre, hemos mantenido con pobladores y productores locales, sus particulares vivencias, necesidades, visiones e intereses relacionados con las problemáticas aquí tratadas.

En el caso particular de nuestro proyecto, debido no sólo a las especiales condiciones previas sino a los particulares eventos hidroclimáticos ocurridos a lo largo de estos últimos dos años, hemos experimentado dificultades operativas para realizar en tiempo y forma las actividades programadas en varios de los establecimientos ganaderos que constituyen nuestras áreas piloto. Pero también hemos escuchado con mucha atención, los planteos y reflexiones que, sobre estas cuestiones, nos expresaron nuestros referentes locales (productores y encargados de establecimientos rurales con muchos años de experiencia en la región). Básicamente, que los cambios climático-hidrológicos y las particulares coyunturas socioeconómicas (en varios casos, íntimamente relacionados entre sí) ocurridos en los últimos años, no les habrían permitido llevar a cabo sus actividades ganaderas como hubieran pretendido y/o como venían realizando tradicionalmente.

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es brindar a los pobladores y productores del Delta del Paraná, información científica sobre los cambios en las condiciones hidroclimáticas que han venido ocurriendo en las últimas décadas y que experimentará la región en el futuro debido al denominado “Cambio Climático”. Para ello, basándonos fundamentalmente en la publicación “La Argentina y el Cambio Climático” de *Barros y Camilloni (2016)* pero también en otras publicaciones citadas en ese y otros trabajos, hemos elaborado esta publicación, organizándola de la siguiente manera:

<sup>1</sup> Cuyos objetivos son minimizar el eventual impacto ambiental generado, respaldar el desarrollo de capacidades de productores y pobladores locales y optimizar la práctica ganadera, una de las principales y tradicionales actividades productivas de la región del Delta del Río Paraná.

<sup>2</sup> El mismo es llevado a cabo por la Fundación Humedales/Wetlands International y DOB Ecology y tiene como meta preservar la salud y conectividad del Corredor Fluvial Paraguay-Paraná y sus humedales para beneficio de la gente y la naturaleza.

En el Capítulo 1 describimos los principales rasgos climáticos e hidrológicos del Delta durante el período que denominamos el “pasado reciente”, esto es desde principios del siglo XX hasta fines de la década del 70. Posteriormente, siguiendo el mismo orden de temas tratados en el punto anterior, describimos los cambios que se han venido produciendo en la zona en “las últimas décadas”, es decir, desde principios de la década del 80 hasta la actualidad. En tercer lugar, referimos los cambios previstos en los mismos parámetros descritos en los puntos previos, tanto en el “futuro cercano” (2020-2050) como en el “futuro lejano” (2070-fines del siglo XXI).

En el Capítulo 2, discutimos brevemente qué podemos hacer ante los cambios señalados, destacando algunos conceptos básicos y planteando una serie de lineamientos y propuestas centrados en las denominadas “medidas de adaptación”. Para ello, hemos tenido particularmente en cuenta, con las adaptaciones correspondientes, varias de las ideas incluidas en distintas publicaciones y, particularmente, en la titulada “Cambió el Clima” del *IICA (2013)*, las que fueron complementadas con varias consideraciones propias y algunas reflexiones finales.

Por último, en el Capítulo 3, presentamos un detalle de la bibliografía específica consultada y mencionada a lo largo de este informe.

# Índice

## Capítulo 1

<b>El clima y la hidrología en la región del Delta del río Paraná en el pasado reciente</b> (desde principios del siglo XX hasta fines de la década del 70) .....	6
Descripción general del clima con particular referencia a los vientos predominantes ...	6
Las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual .....	6
Las precipitaciones medias, sus variaciones interanuales y sus principales factores causales .....	7
Descripción general de los regímenes hidrológicos característicos .....	8
<b>Los cambios climáticos e hidrológicos ocurridos en la región del Delta del río Paraná desde las últimas décadas del siglo xx hasta la actualidad (1980-2015)</b> .....	12
Introducción. Cambios generales en el clima del Delta del Paraná, con particular referencia a los vientos predominantes .....	12
Cambios en las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual .....	12
Cambios en las precipitaciones medias y en sus variaciones interanuales (incluyendo sus principales factores causales) .....	13
Cambios en los regímenes hidrológicos característicos .....	14
<b>Cambios en el clima y en la hidrología previstos para la región del Delta del río Paraná en el futuro cercano (2020-2050) y lejano (2070-fin de siglo)</b> .....	16
Introducción. Cambios generales en el clima con particular referencia a los vientos predominantes .....	16
Cambios en las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual ...	16
Cambios en las precipitaciones medias y en sus variaciones interanuales (incluyendo sus principales factores causales) .....	16
Cambios en los regímenes hidrológicos característicos .....	17

## Capítulo 2

<b>¿Qué podemos hacer en el Delta frente a los cambios hidroclimáticos presentes y futuros? Estrategias para afrontar sus consecuencias</b> .....	19
Introducción .....	19
Medidas de mitigación. Obligaciones y oportunidades .....	19
Medidas de adaptación. Conceptos y lineamientos básicos .....	20

Medidas de adaptación prioritarias. Los sistemas de alerta temprana y los planes de contingencia .....	23
Medidas de adaptación. Lineamientos básicos y propuestas complementarias .....	24
<b>Recomendaciones y propuestas</b> .....	26
<b>La sequía, la bajante y los incendios de 2020-2021</b> .....	28
<b>Bibliografía</b> .....	31

# Capítulo 1

## El clima y la hidrología en la región del Delta del río Paraná en el pasado reciente (desde principios del siglo XX hasta fines de la década del 70)

### Descripción general del clima con particular referencia a los vientos predominantes

El **clima** de la Región del Delta del río Paraná ha sido históricamente descrito como **"templado- subtropical"**. Desde el punto de vista térmico, se lo define como "templado-cálido" y, en cuanto a las precipitaciones, como "subhúmedo" o "húmedo", con lluvias distribuidas durante todo el año (*SMN, 1992; Barros y Camilloni, 2016*). La **humedad relativa** también es elevada (**75% de promedio anual**), con valores medios mensuales siempre mayores al 66% y un máximo en julio del 80% (*Malvárez, 1997*).

El balance entre las entradas y salidas de agua por precipitación y evapotranspiración (esta última con valores medios anuales de 800 mm), **no registra** períodos de **déficit hídrico**. No obstante, en los meses de verano, pese a ser particularmente lluviosos, las altas temperaturas hacen que, normalmente, deba utilizarse el agua almacenada en el suelo (*Berrilio, 1991; Quintana y Bó, 2013*).

Las condiciones generales anteriormente descriptas se deben, en gran medida, a la **influencia** casi permanente de los **vientos cálidos y húmedos** provenientes del **NE, N y E**. Todos ellos son normalmente suaves a leves (velocidades promedio de 7 a 16 km/h) con menores y mayores valores en verano y primavera (*INTA, 1995*). El viento N es el que aporta mayores temperaturas cuando la nubosidad es escasa o nula. Sin embargo, en verano, al transportar importantes cantidades de vapor de agua, origina una mayor nubosidad que produce abundantes precipitaciones, las que terminan compensando el aumento de temperatura mencionado.

También ingresan **frentes fríos** desde la Patagonia (que pueden originar lluvias en algunos casos). Lo hacen predominantemente del **SO** pero pueden rotar también al **S** y al **SE**. Estos últimos, fríos y húmedos, son más frecuentes en invierno y primavera originando las denominadas **"sudestadas"** (*Barros y Camilloni, 2016*).

### Las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual

La **temperatura media anual** varía levemente (entre **17.4°C y 16.7°C**) a lo largo de la región, con máximas y mínimas medias de 25°C en enero y 10°C en julio, respectivamente.



El período relativamente más cálido y libre de heladas, se extiende desde fines de setiembre a principios de mayo (SMN, 1992). En invierno las temperaturas disminuyen, aunque en forma poco perceptible, en sentido NE-SO. Esto último ocurre también en verano en sentido E-O. No obstante, los valores terminan compensándose debido a que, en esa época, el continente está más caliente que las masas de agua del estuario del Plata (Prohaska, 1976).

Las temperaturas medias estacionales difieren claramente entre el invierno y el verano, pero, en ambos casos, las amplitudes térmicas (incluyendo las diarias) son poco importantes (Barros y Camilloni, 2016). Esto último se debe al efecto moderador que ejercen las enormes masas de agua de los grandes ríos y de los distintos tipos de humedales presentes. Las mismas determinan un aumento de las temperaturas mínimas y una disminución de las máximas (Hoffman y García, 1968) que se traducen en una **reducción de días con heladas**, las que se concentran, con cierta recurrencia, en pleno invierno (sobre todo en el extremo sur del Delta) (SMN, 1992).

La **variabilidad interanual** es normalmente **baja**, dándose más entre inviernos, aunque en forma poco pronunciada (Barros et al. 2002). Los años con episodios de **El Niño** y **La Niña** tienden a tener, respectivamente, mayores y menores temperaturas que los normales, aunque esto no siempre sea muy notorio (Halpert y Ropelewski, 1992; Barros et al. 2002). Cuando ocurren los eventos Niño, las temperaturas son mayores que las normales típicamente en el invierno correspondiente al año de inicio del evento, debilitándose en primavera, desapareciendo en el verano y reapareciendo en el otoño siguiente. En los episodios Niña, se produce una situación similar pero inversa, es decir, ocasionando menores temperaturas que las normales (Kiladis y Díaz, 1989). Ambos tipos de eventos también pueden modificar las probabilidades de ocurrencia de olas de calor o de frío extremas y persistentes. Durante La Niña, las condiciones relativamente más frías pueden experimentarse durante todo el año, mientras que, durante El Niño, las condiciones relativamente más cálidas se expresan mayormente en invierno (Rusticucci y Vargas, 2002).

## Las precipitaciones medias, sus variaciones interanuales y sus principales factores causales

Al igual que en gran parte del país, la **precipitación media anual** en el Delta ha venido aumentando a lo largo de todo el siglo XX (Castañeda y Barros, 1994), siendo, actualmente, de unos **1035 mm** anuales. En términos espaciales, la misma disminuye muy levemente desde la porción norte (1073 mm) a la sur (1016 mm) (Bó y Quintana, 2013; Quintana y Bó, 2013; Barros y Camilloni, 2016).

En términos temporales, las lluvias son más abundantes en los meses más cálidos (de octubre a abril) y menos abundantes en los más fríos (SMN, 1992; Malvárez, 1997; Caffera y Berbery, 2006). Concretamente, las **precipitaciones medias estacionales** son del orden de los **195 mm** en **primavera**; **300 mm** en **verano**; **360 mm** en **otoño** y **180 mm** en **invierno**. Sin embargo, en cuanto a la disponibilidad de agua de origen pluvial, las diferencias estacionales no son considerables ya que, como ya se dijo, si bien el verano es uno de los períodos más lluviosos, las mayores temperaturas generan una importante

pérdida por evapotranspiración. Los valores máximos mensuales, ocurren, normalmente, en octubre-noviembre y en marzo-abril. Los mínimos relativos, en cambio, pueden ocurrir en cualquier mes del año, pero son más pronunciados en los meses invernales (*Barros y Camilloni, 2016*).

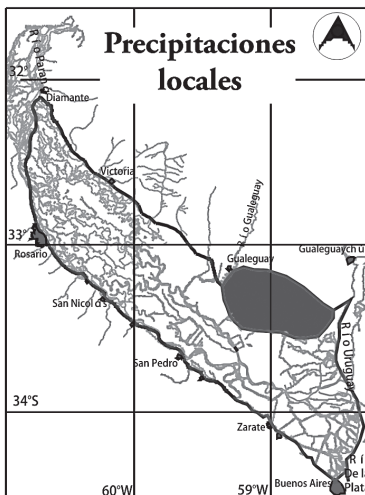
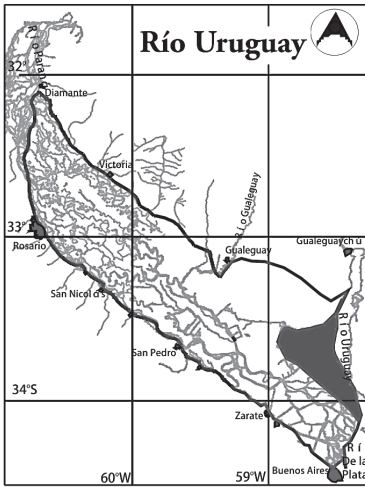
En el Delta, los eventos de **precipitaciones intensas** (de 100 a 200 mm en pocas horas, cubriendo áreas extensas), son característicos y bastante **frecuentes** (especialmente en verano). Según *Nesbitt y Zisper (2000)*, la frecuencia anual de precipitaciones mayores de 100 mm en dos días consecutivos es de 1 cada 4 años. Éstas ocurren, normalmente, como chaparrones con actividad eléctrica y vientos ocasionalmente fuertes que, si afectan zonas sin condiciones de escurrimiento propicias, producen inundaciones extremas (*Barros y Camilloni, 2016*).

Las **variaciones interanuales** son importantes, pero menos pronunciadas que las **intra-anales**. Entre sus principales factores causales se encuentran los episodios **El Niño y La Niña**, aunque, la variabilidad puede ser muy alta a nivel de cada episodio individual (*Grimm et al. 2000; Borús y Goniadski, 2002*). También pueden estar relacionadas con la denominada **Oscilación Sur** (un fenómeno asociado a cambios en la temperatura superficial del mar en el Atlántico Sur) (*Kandus et al. 2006*). El Niño, normalmente genera precipitaciones relativamente mayores en la primavera del año en el que se inicia. Esto último también puede ocurrir en el otoño y, en ese caso, pueden extenderse hasta el otoño del año siguiente, afectando los caudales de los principales ríos y determinando crecidas importantes (*Camilloni y Barros, 2003; Barros et al. 2004*). La Niña, en cambio, normalmente determina precipitaciones menores a las habituales, principalmente en primavera (*Grimm et al. 2000*).

## Descripción general de los regímenes hidrológicos característicos

El **funcionamiento hidrológico** de la región del Delta del río Paraná es **complejo** y está determinado por **períodos de creciente** (o de aguas altas) y **de estiaje** (o de aguas bajas), que pueden generar eventos de **inundación y/o sequías** de magnitud, frecuencia y/o duración, relativamente importantes, pero altamente variables. Las "aguas altas" pueden tener **distintos orígenes: lluvias locales** intensas, **crecientes de los ríos** Paraná, Uruguay o Gualeguay, **mareas diarias y/o extraordinarias** (sudestadas) del Río de la Plata y/o la **combinación** de algunos de los factores anteriores (*Mujica, 1979; Quintana et al. 2002*). Esto determina que, desde el punto de vista hidrológico, los **distintos sectores** de la región tengan un **comportamiento** relativamente **diferencial** (*Quintana y Bó, 2011*) (Figura 1).

El **régimen del río Paraná** afecta prácticamente a toda la región salvo a su porción SE (denominada "Delta Frontal"). Basándose en datos anteriores a 1982, *Malvárez (1997)*, describe su **hidroperíodo** característico (es decir, la marcha anual del nivel o altura del agua), distinguiendo un período de ascenso de las aguas desde setiembre-octubre con máximos niveles en febrero-marzo. Por otro lado, menciona un período de descenso de las aguas en los meses restantes con valores mínimos en agosto-setiembre, pudiendo ocurrir eventuales repuntes en junio-julio (principalmente asociados con crecidas del río



**Figura 1.** Áreas del Delta del río Paraná afectadas por regímenes hidrológicos de distinto origen (extraído de Quintana y Bó, 2011).

Paraguay) y en octubre. Este régimen presenta importantes variabilidades interanuales e interdecadales determinando que, cada tanto, se produzcan eventos extremos de inundación (como los ocurridos en 1905, 1966, 1983, 1992, 1998, 2007 y 2014). Los mismos pueden ocurrir en cualquier época del año, aunque prevalece la tendencia para febrero-marzo con eventuales repuntes en junio (*Coronel et al. 2006*).

El **régimen del río Uruguay**, que afecta su extremo Centro-E, es más irregular (debido a una mayor variabilidad de las lluvias en su cuenca alta). Posee dos picos de creciente: uno en junio-julio y otro en octubre-noviembre con un período de estiaje que se extiende de diciembre a mayo (*DNCPVN, 1983*). En este caso, los eventos de crecida son de corta duración (entre 5 y 20 días) ya que su cuenca es pequeña y de mayor pendiente.

El **régimen del río Gualeguay**, que influye en el extremo centro-N del área, posee también dos períodos de creciente: uno más pronunciado en febrero-abril y otro secundario en noviembre-diciembre. En los meses restantes, sobre todo entre mayo y setiembre, se produce una bajante (*DNCPVN, 1983*). Si bien el mismo ha sido poco estudiado en términos de sus efectos sobre el Delta, los eventos de crecida que cada tanto se producen, también se asocian con eventos de precipitaciones intensas tanto locales como extra locales.

Resulta importante destacar también que, más hacia el E del sector afectado por el Gualeguay, existe un área que **se inunda sólo por lluvias**. En ella, los períodos relativamente más secos o de aguas bajas se corresponden con los meses de primavera y verano y los de anegamiento o aguas altas con la estación fría, favorecidos por la baja evapotranspiración que la caracteriza (*Malvárez, 1997; Baumann, 1999; Srur, 2001*).

Por último, el **régimen mareal** del estuario del **Río de la Plata**, que afecta la porción centro-E de la región, normalmente se caracteriza por ascensos del nivel del agua, del orden de 1 m sobre la altura media, dos veces al día (aunque dicho valor es de unos pocos cm hacia el extremo NO del mismo sector). No obstante, cuando soplan vientos del SE (sudestadas), dichos ascensos pueden ser del orden de 2,5-3 m pudiendo mantenerse así desde unas pocas horas hasta varios días. Por otro lado, es destacable que la altura media de las aguas del estuario aumentó unos 8,5 cm desde 1900 hasta 1970 (es decir, 1,21 cm cada diez años) (*Barros y Camilloni, 2016*). El mayor nivel del Río de la Plata, se registró en la década del 40 pero ni las alturas máximas del estuario ni la frecuencia de ocurrencia de sudestadas experimentaron una tendencia positiva durante el período aquí considerado (*Barros et al. 2006*). La recurrencia de inundación por dichas **sudestadas** (con intensidades y permanencias diferenciales) posee valores máximos que varían de 1 a 5 por año (*Menéndez y Re, 2005*).

**Tabla 1.** Resumen de las características sobresalientes de los regímenes hidrológicos que afectan a distintas zonas del Delta del río Paraná en años normales.

Régimen hidrológico	Área afectada	Período de creciente (Aguas altas)	Período de Bajante (Aguas bajas)	Observaciones
Río Paraná	Toda la región salvo extremo SE	Setiembre-octubre con máximos en febrero-marzo	Meses restantes con mínimos en agosto-setiembre	Posibles repuntes en junio-julio y octubre
Río Uruguay	Extremo Centro-E	Junio-julio y octubre-noviembre	Diciembre a mayo	El más irregular
Río Gualeguay	Extremo Centro-N	Febrero- abril y noviembre-diciembre (secundario)	Meses restantes con mínimos en mayo y setiembre	Normalmente se asocian con precipitaciones locales intensas
Lluvias locales intensas	Toda la región y particularmente en Centro-N	Octubre-marzo	Julio-setiembre	
Río de la Plata	Centro-E	Diario (mareal)	Diario (mareal)	También afectan áreas extraordinarias por "Sudestadas" (más frecuentes en julio-diciembre)

# Los cambios climáticos e hidrológicos ocurridos en la región del Delta del río Paraná desde las últimas décadas del siglo xx hasta la actualidad (1980-2015)

## Introducción. Cambios generales en el clima del Delta del Paraná, con particular referencia a los vientos predominantes

El “**Cambio Climático**” a nivel global y, por lo tanto, el experimentado en el Delta desde las últimas décadas del siglo XX hasta la actualidad, tiene, según el conocimiento científico actual, **origen antrópico** (Vera y Díaz, 2015). El mismo se asocia particularmente al denominado “**Calentamiento Global**” producido por el incremento en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (GEI) que, claramente, están produciendo un aumento de las temperaturas medias (Hegerl et al. 2007; IPCC, 2013). Dicho aumento, al generar una mayor evaporación, determina un incremento del vapor de agua atmosférico que se traduce en una **mayor precipitación media** (y también en una mayor frecuencia de lluvias intensas). Las mismas determinan, a su vez, un aumento del nivel del mar (y del estuario del Plata) y de los caudales de los principales ríos de la región (como el Paraná, el Uruguay y el Gualeguay). En comparación con el pasado reciente, esto último está produciendo una **mayor frecuencia de eventos de inundación** (incluyendo los de carácter extremo por su intensidad, duración y/o extensión areal) pero con una **alta variabilidad** en su distribución (tanto **interanual** como **interdecadal**) lo cual resulta, difícil de predecir.

Por los cambios ocurridos en las últimas décadas que se describen a continuación, actualmente el clima del Delta del río Paraná puede describirse como subtropical húmedo. Esto se debe, entre otros factores, al comportamiento de los vientos predominantes que ingresan cada vez menos del SO y cada vez más del N, ENE y E (Simionato et al. 2004; Camilloni, 2005; Di Luca et al. 2006).

## Cambios en las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual

Si bien la **temperatura media** ha venido aumentando desde 1960, entre 1980 y 2010, dicho **aumento** fue del orden de **0,5°C a 1°C**, siendo máximo en el extremo SE del Delta. Esto se ve reflejado en el incremento de las temperaturas máximas y, sobre todo, de las mínimas diarias (SAyDS, 2014).

En cuanto a su variabilidad estacional, en las últimas tres décadas los **inviernos** se han hecho **menos rigurosos** tanto en sus temperaturas medias como extremas. En ellos, son cada vez más prolongados los períodos sin condiciones muy frías ocurriendo, incluso, olas de calor. El más frío de los últimos años fue el de 2007 aunque sus temperaturas medias fueron similares a las que se daban normalmente en la región en los meses invernales de las décadas del 50 al 70. La situación descripta hizo que se redujeran las diferencias térmicas entre el invierno y el verano e, incluso, que las **condiciones estivales** se prolonguen **hasta el otoño temprano** (Bejarán y Barros, 1998).

Con respecto a las **olas de calor** y la agudización de las **sequías invernales**, las mismas también han sido cada vez **más frecuentes** en los últimos años (Figura 2). Entre las olas de calor (eventos en los que las temperaturas extremas, superiores al 90% de las normalmente observadas se mantienen, al menos, durante tres días consecutivos), se destaca la de 2013. En ella se mantuvieron temperaturas mínimas de 24°C y máximas de 40°C durante más de un mes (Rusticucci et al. 2014). En cuanto a las sequías invernales, se destacan las ocurridas en 2006 y 2007. Las mismas (en las que ocurrieron,



**Figura 2.** La agudización de las sequías invernales ha sido un fenómeno cada vez más frecuente en los últimos años (Proximidades del arroyo Barrancoso, Centro-E del Dto. Victoria, Entre Ríos; Foto: R.F. Bó).

incluso, olas de calor) se relacionaron con tendencias negativas en las lluvias otoñales precedentes y en las primaverales siguientes (SAyDS, 2015).

## **Cambios en las precipitaciones medias y en sus variaciones interanuales (incluyendo sus principales factores causales)**

Entre 1960 y 2014 las **precipitaciones medias** también han venido **aumentando** en promedio unos **4 mm/año** (en el Delta Superior) y **5 mm/año** (en el Delta Medio y en el Delta Inferior) (Barros y Camilloni, 2016). Estas tendencias positivas se debieron, fundamentalmente, a un aumento de las precipitaciones máximas influenciadas, a su vez, por una mayor frecuencia de precipitaciones intensas y una reducción de las débiles (Re y Barros, 2009; Doyle et al. 2012). Por otro lado, a partir de los años 80 no volvieron a repetirse valores medios inferiores a los que eran comunes en los años 60. Además, sólo entre 1980 y 1990 se triplicaron los **eventos con lluvias mayores a 100 mm en pocas horas**, situación que siguió aumentando desde entonces (frecuencia mayor a una cada dos años) y generando, en consecuencia, una mayor frecuencia de eventos de inundación (Barros y Camilloni, 2016).

En términos estacionales, las tendencias positivas en las **lluvias** se dieron principalmente en **verano** y, en menor medida, en otoño y primavera, determinando una menor ocurrencia de períodos secos en dichas estaciones. En **invierno**, en cambio, las tendencias positivas fueron de poca magnitud o directamente negativas contribuyendo a que los **períodos** relativamente más **secos** sean cada vez **más frecuentes** (SAyDS, 2014).

Con respecto a la variabilidad de las **precipitaciones**, es bueno destacar que, a fines de los 70, se inició una fase de Niños intensos que generó un verdadero salto o aumento abrupto de las lluvias

(Barros y Doyle, 1996; Barros et al. 2008). Posteriormente (entre 2001 y 2014) le siguió una fase de Niños débiles que las redujo, aunque nunca a valores inferiores a los que eran comunes en los años 60. En síntesis, la región ha venido experimentando una importante **variabilidad interdecadal** que no sólo respondería a episodios Niño sino a un desplazamiento hacia el S del Anticiclón del Atlántico Sur (el emisor de los vientos húmedos que originan las lluvias en todo el NE y Centro-E de nuestro país) (Barros y Camilloni, 2016).

Por último, con respecto a las precipitaciones en forma de **granizo**, puede afirmarse que **no** hubo **cambios significativos** al menos entre 1980 y 2002. La sensación de que esto efectivamente pasó se debió, fundamentalmente, a la ocurrencia de granizadas de gran tamaño y, por lo tanto, con mayor poder destructivo (Barros y Camilloni, 2016).

## Cambios en los regímenes hidrológicos característicos

Los grandes ríos que caracterizan al Delta, han venido **aumentando** su caudal (entre **15 y 20%**) desde principios de los 80 (García y Vargas, 1998; Genta et al. 1998; Barros et al. 2004). Sin embargo, en la **primera década del siglo XXI**, se produjo una **reducción** (asociada con las variaciones interdecadales de las precipitaciones). La misma, no obstante, no fue suficiente como para retrotraer los caudales medios a los valores que tomaban antes de los años 80 (Barros y Camilloni, 2016).

La situación descrita no sólo se debió al Cambio Climático sino también a los cambios en el uso del suelo que tuvieron lugar en el Centro-E de Sudamérica y que favorecieron una mayor escorrentía. Este es el caso de la elevada **deforestación** realizada en el E de Paraguay y en gran parte de la cuenca brasileña del Paraná (fundamentalmente por el avance del cultivo de soja, pero también por la ganadería) (Doyle y Barros, 2011; Barros y Camilloni, 2016). Al respecto, Berbery y Barros (2002) y Gucci (2003) sostienen que, dadas la baja pendiente regional y las altas temperaturas, el escurrimiento es lento y la evaporación elevada haciendo que sólo un 25% de lo que precipita (en años secos) y un 35% (en años húmedos) llegue a los ríos. Sin embargo, señalan que dichos valores provocan cambios porcentuales importantes en los caudales y un ascenso de la napa freática en los sectores topográficamente más bajos. Por otro lado, Barros y Camilloni (2016) consideran que los cambios originados por los **represamientos** realizados en esa región **no** habrían tenido **efectos importantes** en este sentido ya que sólo pueden afectar los caudales estacionales o, a lo sumo, los observados en uno o dos años, pero no más allá.

En el caso del **río Paraná**, el **aumento** de su caudal medio fue de 17.000 m<sup>3</sup>/s (entre 1900 y 1980) a **19.500 m<sup>3</sup>/s** (entre 1980 y 2005). El mismo provocó una **mayor frecuencia de crecidas**, incluyendo eventos extremos, con caudales dos o tres veces mayores al medio y una duración del orden de meses hasta más de un año en algunos casos. La **mayoría** ocurrió durante episodios **El Niño** (principalmente en otoño y primavera) y, en menor medida, en años neutros (durante primavera y verano) pero nunca durante La Niña (Grimm et al. 2000; Camilloni y Barros, 2003). Dichos **eventos extremos** fueron más frecuentes desde los años 80 (destacándose previamente sólo los ocurridos en 1905 y en 1965-66). Entre ellos merecen mencionarse particularmente los que ocurrieron en 1983, 1992 y 1998 (Figura 3), donde los caudales superaron los **50.000 m<sup>3</sup>/s**. Los dos primeros, se debieron a las elevadas precipitaciones registradas en Brasil y Paraguay. En el de 1998, en cambio, a los ríos ya colmados por las precipitaciones anteriormente mencionadas, se





**Figura 3.** Los eventos extremos de inundación han sido cada vez más frecuentes en el Delta del Paraná desde principios de los años 80 (Proximidades del río Victoria, Centro-E del Dto. Victoria, Entre Ríos; Foto: R. F. Bó).

le sumaron lluvias extraordinarias en Chaco y Corrientes (Camilloni y Barros, 2003). Sin embargo, en todos los casos, las crecidas extremas ocurrieron durante el otoño siguiente al año de iniciación de un evento El Niño.

En relación con el **río Uruguay**, su caudal medio de 4000 m<sup>3</sup>/s (entre 1900 y 1980) **aumentó** a 4900 m<sup>3</sup>/s (entre 1980 y 2005). Ligado a dicho incremento se produjo un aumento en la frecuencia de eventos de crecida concentrados en las últimas décadas del siglo XX. Los mismos no predominaron en ninguna estación en particular y fueron los resultantes de tormentas intensas asociadas a un ciclo de Niños intensos que, como ya se dijo, culminó a principios del siglo XXI.

Con respecto al **río Gualeguay** y su área de influencia y al sector del Delta afectado por precipitaciones locales, no existe información específica sobre los cambios hidrológicos ocurridos en las últimas décadas. Sin embargo, al igual que en el resto de la región, el **aumento de lluvias intensas** (Doyle et al. 2012) y los **cambios** producidos en el **uso del suelo**, (tanto a nivel local como extra local), estarían asociados con varios **eventos de crecida** que efectivamente se experimentaron durante los últimos años.

Finalmente, con respecto al régimen hidrológico del **Río de la Plata**, debe mencionarse que la altura de las aguas **aumentó 8,5 cm** en las últimas tres décadas (esto es: 2,83 cm cada 10 años), lo que representa un incremento de más del doble del aumento histórico (D'Onofrio et al. 2008). Sin embargo, **no** se observó una **tendencia** creciente en la ocurrencia de **sudestadas** ni en la recurrencia e intensidad de inundaciones producidas por estas últimas.

# Cambios en el clima y en la hidrología previstos para la región del Delta del río Paraná en el futuro cercano (2020-2050) y lejano (2070-fin de siglo)

## Introducción. Cambios generales en el clima con particular referencia a los vientos predominantes

Actualmente, de acuerdo a simulaciones realizadas con distintos **modelos numéricos complejos**, considerando **distintos escenarios** socioeconómicos posibles y sus respectivos efectos sobre el clima (Vera, 2016) podemos afirmar que las condiciones climáticas e hidrológicas del Delta del Paraná experimentarán cambios sustanciales en lo que queda del siglo XXI. No obstante, si bien todavía debemos profundizar dichos conocimientos con estudios específicos, a continuación, se describen los principales cambios que tendrán lugar en términos de temperatura, precipitaciones, regímenes hidrológicos e inundaciones asociadas.

En las próximas décadas se plantea que el **clima** de la región será cada vez más **subtropical** (al menos desde el punto de vista térmico), aunque, de acuerdo a simulaciones realizadas con distintos modelos aplicados para nuestro país y considerando distintos escenarios socioeconómicos posibles, **no** se esperan **cambios** diferentes a los ya ocurridos en las últimas décadas en el comportamiento de los **vientos predominantes** (Barros y Camilloni, 2016; Vera, 2016).

## Cambios en las condiciones térmicas medias y su variabilidad estacional e interanual

Según la *SAyDS* (2014), en los próximos 30 años, la **temperatura media anual** del Delta va a aumentar entre **0,5°C** y **1°C**. Dicho aumento implicará, además, que el número de días con heladas descienda a valores iguales o menores a 10 por año y que aumente mínimamente entre 2 y 5 el número anual de días con olas de calor. Por otro lado, la variabilidad estacional e interanual seguirá siendo elevada. En las últimas décadas del siglo XXI, en cambio, las perspectivas en este sentido dependerán de cómo evolucione el escenario mundial de las concentraciones de GEI en la atmósfera. En un escenario intermedio (en cuanto al aumento de las emisiones), la temperatura media anual aumentará entre **1** y **1,5°C** y **2,5°C** en un **escenario extremo**.

## Cambios en las precipitaciones medias y en sus variaciones interanuales (incluyendo sus principales factores causales)

Con relación a las **precipitaciones**, también se considera que se mantendrán las **altas variabilidades** descriptas para las primeras décadas del siglo XXI, incluyendo la ocurrencia



**Figura 4.** En los próximos 30 años, las inundaciones originadas por lluvias intensas, aumentarán por repetición y acumulación, cubriendo áreas cada vez más extensas (Proximidades del A° Cuchara, SE del Dto. Victoria, Entre Ríos); Foto: R. D. Quintana.

de **lluvias intensas**. Pero, ni en el futuro cercano ni en el lejano, se esperan **cambios** sustanciales en los **valores medios** (los eventuales aumentos previstos, de ocurrir, **no superarán el 10%**) (Barros et al. 2014). En cuanto a las **inundaciones** originadas por **lluvias intensas**, las mismas **aumentarán** por repetición y acumulación, en ambos períodos (aunque seguirán siendo más frecuentes entre octubre y abril), cubriendo áreas cada vez más extensas (Barros et al. 2014) (Figura 4).

### Cambios en los regímenes hidrológicos característicos

En términos generales, en el futuro cercano **no** se esperan **cambios** diferentes a los ya ocurridos en los **caudales** de los grandes ríos de la región. Según Saurral et al. (2014) esto es debido a que los eventuales aumentos en las precipitaciones tenderán a compensarse con la mayor evaporación resultante del aumento previsto en las temperaturas (Figura 5). Sin embargo, en el futuro lejano, esta situación puede ser afectada por importantes **variaciones interdecadales** que, con los medios actuales disponibles resultan imposibles de predecir (Barros y Camilloni, 2016).

Concentrándonos, entonces, en los próximos 30 años (2020-2050) puede decirse que, al menos con respecto a lo ocurrido entre 1991-2000, tanto para el **río Paraná** como para

el río Uruguay, los **cambios esperados** serán **menores** a los que se pueden producir por **cambios** sustanciales en el **uso del suelo** (sobre todo, los relacionados con una elevada deforestación). Sin embargo, el aumento de los niveles de ríos y arroyos, seguramente implicará un **mayor número de días de inundación** (Camilloni et al. 2014; Barros y Camilloni, 2016).

Por último, con relación al **Río de la Plata**, los aumentos previstos en el nivel del mar se expresarán a lo largo de todo el estuario (debido a sus grandes dimensiones y baja pendiente) (Menéndez y Re, 2003). En las próximas décadas el nivel del río **aumentará** unos **40 cm** y hacia fin de siglo aproximadamente **1 m**. Esto implicará una segura ocurrencia de **inundaciones** por **Sudestadas** en terrenos ubicados a menos de 5 m snm (debido al mayor alcance espacial que tendrán al sumarse a las mayores alturas de las aguas del estuario). La recurrencia de dichos fenómenos se **incrementará**, además, entre **1 y 5 días por año** en el extremo SE del Delta (Barros, 2005). También se espera una **mayor** tasa de **erosión costera**, aunque no necesariamente de algún sector actual, relativamente alto, que quede permanentemente inundado en las próximas décadas (Barros y Camilloni, 2016).

**Figura 5.** En los próximos 30 años no se esperan cambios sustanciales en los caudales de los grandes ríos de la región. Esto se deberá a que los eventuales aumentos en las precipitaciones tenderán a compensarse con la mayor evaporación resultante del aumento previsto en las temperaturas (río Gualeguay en las proximidades de Puerto Ruiz, Dto. Gualeguay, Entre Ríos; Foto: R. F. Bó.)



## Capítulo 2

# ¿Qué podemos hacer en el Delta frente a los cambios hidroclimáticos presentes y futuros? Estrategias para afrontar sus consecuencias

### Introducción

Como se planteó en el Prefacio, el objetivo principal de esta publicación fue proveer a los pobladores y productores locales, de información actualizada y científicamente sustentada sobre los cambios hidroclimáticos que hemos venido experimentando y experimentaremos en el futuro en la región del Delta del río Paraná. Sin embargo, entendemos que no podemos finalizar el mismo sin realizar algunas consideraciones y reflexiones básicas sobre lo que podemos y debemos hacer frente a las consecuencias del Cambio Climático.

Nuestra respuesta es la misma que, desde hace varios años, vienen proponiendo respetados colegas que trabajan en dicha problemática, desde distintas disciplinas científicas y técnicas. Ésta es que existen **dos** grandes **estrategias** para afrontarlas: la **mitigación** y la **adaptación** (Díaz et al. 2013; SAyDS, 2015; Barros y Camilloni, 2016, entre otros). Ambos tipos de respuesta son particularmente relevantes, urgentes y claramente complementarias.

**Mitigación:** pone énfasis en el ataque a las causas que generan el Cambio Climático.

**Adaptación:** se concentra en el diseño de aquellas acciones que reduzcan sus efectos negativos y aumenten sus eventuales efectos positivos, tanto reales como potenciales.

La mitigación pone énfasis en el ataque a las causas que generan el Cambio Climático mientras que la adaptación se concentra en el diseño (e implementación) de aquellas acciones que reduzcan sus efectos negativos y aumenten sus eventuales efectos positivos (tanto reales como potenciales) (IICA, 2014). El desarrollo y la ejecución de ambos tipos de respuestas son responsabilidad de nuestras autoridades políticas, de los integrantes de los organismos científicos y técnicos, pero también de todos y cada uno de nosotros. Desde ya, en el caso de la región de Delta del Paraná, son de particular importancia la opinión y activa participación de pobladores y productores locales, fundamentalmente, en cuanto a la puesta en práctica de las medidas de adaptación más apropiadas.

## Medidas de mitigación. Obligaciones y oportunidades

Con relación a las medidas de **mitigación**, las mismas deben concentrarse en la urgente **reducción de emisiones** de Gases de Efecto Invernadero (GEI), causantes del “Calentamiento global” íntimamente relacionado con el Cambio Climático (Vera, 2016). No obstante, más allá de nuestras eventuales buenas intenciones, iniciativas y acciones individuales, indudablemente requerimos de decisiones claras, por parte de nuestras autoridades políticas y nuestros referentes sociales, que se traduzcan en políticas de estado concretas que efectivamente se implementen y mantengan en el tiempo con las necesarias acciones de monitoreo y control. En este sentido, es bueno recordar que nuestro país se ha comprometido voluntariamente ante los organismos internacionales para reducir porcentualmente sus emisiones de GEI para el año 2030 (un **15%** en forma **incondicional** y un **30% condicionada** al apoyo financiero externo). Propuesta que, si bien podrá revisarse periódicamente, es nuestra obligación cumplir (Barros y Camilloni, 2016).

Las políticas de estado mencionadas podrán implicar, según el caso, la falta de estímulo a ciertas actividades y/o a algunas de sus modalidades actuales y/o el fomento de otras (IICA, 2014). Consideramos que, en este sentido, las mismas deben favorecer aquellas actitudes, acciones y procedimientos que **ayuden** a la **captura de carbono** y, por lo tanto, reduzcan su emisión como gas a la atmósfera. Al respecto, en el caso del Delta del Paraná y las actividades productivas, consideramos que debe favorecerse la **diversificación productiva evitando** aquellas actividades, modalidades e infraestructuras asociadas que **afecten** sustancialmente el **funcionamiento hidrológico** natural y que modifiquen significativamente la cobertura y diversidad de la **vegetación nativa** (tanto leñosa como herbácea) (Bó et al. 2010). Se pretende, en definitiva, que dichas actividades, no sólo favorezcan el manejo efectivamente sustentable de los dos componentes anteriormente mencionados, sino que sus modalidades contribuyan, incluso, a su revalorización y eventual restauración. Tal es el caso de las propuestas de mejores prácticas realizadas por Quintana et al. (2014), para contribuir a una “ganadería ambiental y socioculturalmente sustentable en los humedales del Delta”, que dieron origen a este proyecto en el marco del Programa Corredor Azul.

## Medidas de adaptación. Conceptos y lineamientos básicos

En cuanto al concepto de adaptación, creemos conveniente destacar que adaptarse indudablemente no significa inmovilizarse y mucho menos resignarse sino tener una **posición activa** ante la nueva realidad hidroclimática que experimentan (y experimentarán) los humedales del Delta del Paraná. Básicamente en cuanto a la mayor frecuencia de eventos extremos (IPCC, 2001; CRID, 2013) pero también en las tendencias crecientes de los valores medios de algunos parámetros y en los aumentos de sus variabilidades intrínsecas (IICA, 2014).

Adaptarse implica, en consecuencia, llevar a cabo acciones que **minimicen** los eventuales **impactos negativos** generados (fundamentalmente por episodios de grandes inundaciones y lluvias intensas, pero también, por olas de calor e, incluso, de posibles sequías) y, desde ya, **evitar potenciarlos** con modalidades inapropiadas tanto en nuestras actividades productivas como en las infraestructuras que, eventualmente, puedan acompañar a estas últimas (Figura 6). Por otro lado, también puede implicar **maximizar** las **oportunidades**



**Figura 6.-**No debemos potenciar los impactos negativos del Cambio Climático con modalidades inapropiadas tanto en nuestras actividades productivas como en las infraestructuras que, eventualmente, puedan acompañar a estas últimas (Terraplén destruido por una creciente en el centro-S del Dto. Victoria, Entre Ríos; Foto: R. F. Bó)

que, puedan traducirse en **impactos positivos**. Por ejemplo, favoreciendo la diversificación productiva basada en una **adecuada percepción** de los **bienes y servicios** ecológicos que nos brindan los humedales deltaicos (*Kandus et al. 2010*).

Para lograrlo, no debemos dejar que el **Cambio Climático** nos siga “sorprendiendo”. Por todo lo señalado en este informe, el mismo, además de estar avalado científicamente, es cada vez más ostensible para todos (más allá de los actuales niveles de incertidumbre sobre el futuro). El primer paso es, entonces, **reconocer su existencia** y, el segundo, **enfrentar** los cambios en forma **rápida y apropiada** a fin de evitar complicaciones mayores (*Barros y Camilloni, 2016*) (*Figura 7*).

El desarrollo y la aplicación de medidas de adaptación pretenden **reducir la vulnerabilidad** tanto del sistema ecológico como del sociocultural y del económico-productivo asociados, por ejemplo, los que caracterizan a la actividad ganadera en los humedales del Delta del Paraná. Debe partir, por lo tanto, de una mirada amplia e integradora. Siguiendo al *IICA (2014)*, definimos “vulnerabilidad” como “el nivel de susceptibilidad del sistema o, directamente, la capacidad de soportar los efectos adversos del Cambio Climático”. La misma depende de la medida o nivel de “**exposición**” a los impactos (directos o indirectos) de la variabilidad hidroclimática (dada por la frecuencia, intensidad, duración y/o extensión areal de inundaciones u otros eventos extremos).

Por otro lado, también depende de la “**sensibilidad**” y “**capacidad adaptativa**”, por ejemplo, del establecimiento ganadero considerado y de todos aquellos que viven y trabajan en él y sus alrededores. La sensibilidad hace referencia al nivel en el que el



**Figura 7.** No debemos seguir sorprendiéndonos con el "Cambio Climático". El primer paso es reconocer su existencia y el segundo es "adaptarse", enfrentando los cambios en forma rápida y apropiada a fin de evitar complicaciones mayores (Proximidades del A° Nogoyá Viejo, extremo Centro-E del Dto. Victoria, Entre Ríos; Foto: R. F. Bó).

sistema considerado (o alguno de sus componentes) resulta intrínsecamente afectado y la capacidad adaptativa a la habilidad de hacer frente a los eventuales cambios, minimizando los daños y maximizando las oportunidades (IPCC, 2001).

En cuanto a las **medidas de adaptación** específicas existen distintas opciones. Ante la posibilidad de que los cambios actuales y/o previstos causen daños, las estrategias a proponer deben: prevenirlos, evitarlos, reducirlos y/o, incluso, transformarlos en oportunidades. No obstante, tal como sostiene el IICA (2014), en todos los casos, dichas medidas dependerán de:

- a) las **particularidades** de la **zona** afectada y del **tipo y modalidades** de la **producción**. En ambos aspectos resulta básico tener presente que los ecosistemas de humedales del Delta son claramente **diferentes** al de los **campos pampeanos** circundantes. Es decir, que los distintos sectores del Delta poseen características ecológicas diferenciales en términos de su estructura y funcionamiento ecológico y de su historia de uso, incluyendo el ganadero (Quintana et al. 2014).
- b) los **recursos económicos** y de la posibilidad de **acceso a la tecnología**
- c) el **acceso a información** adecuada y suficiente desde el punto de vista técnico-científico y la revalorización de saberes y prácticas culturales locales surgidas de quienes poseen una profunda experiencia no sólo en la práctica ganadera y otras actividades tradicionales, sino, fundamentalmente, sobre el funcionamiento del sistema natural donde la misma tiene lugar (aspectos que, en ambos casos, pretendemos priorizar particularmente en nuestro proyecto).



A partir de los tres puntos anteriores, urge: i) reflexionar sobre la **inconveniencia** de mantener cierto nivel de desconocimiento, de una **"memoria corta"** (IIICA, 2014) y de una visión individualista y cortoplacista (incluyendo a las autoridades políticas) sosteniendo y favoreciendo determinadas prácticas ganaderas "no adaptadas"; ii) discutir con **más fundamentos técnicos** (aprovechando el conocimiento generado y la experiencia local) sobre cómo deberíamos manejar la actividad ganadera y otras producciones en los humedales del Delta a fin de no aumentar sino reducir su vulnerabilidad frente al Cambio Climático y iii) a partir de lo anterior, realizar **propuestas** concretas para contribuir a **mejorar** las **capacidades** de pobladores y productores locales favoreciendo la **interacción** con las **instituciones responsables** de asesorarlos y apoyarlos.

## Medidas de adaptación prioritarias. Los sistemas de alerta temprana y los planes de contingencia

Con respecto a las estrategias o medidas de adaptación ante eventuales daños (**prevención, evitación y/o reducción**) consideramos que, para contribuir efectivamente a conservar la base ecológica de toda actividad productiva (o sea, la composición, la estructura y el funcionamiento de los humedales de la región) deben **priorizarse** las acciones **preventivas** o anticipatorias. Estas implican, básicamente, **"respuestas no estructurales"**, es decir, que no necesariamente requieran obras de infraestructura o bien, que las mismas sean muchas y/o de gran envergadura. Queremos aclarar, no obstante, que esto último no quiere decir que nos oponemos, en todos los casos, a las denominadas "respuestas estructurales" (destinadas, básicamente, a evitar impactos directos significativos) sino a que la estrategia de adaptación propuesta gire únicamente alrededor de éstas. Pensamos que, en algunas situaciones, puede ser necesario algún tipo de **infraestructura** hidráulica y/u obra de defensa para viviendas y/o instalaciones adecuadamente diseñadas. Sin embargo, consideramos que, de existir, éstas deben ser **mínimas, localizadas** y **adaptarse al sistema ecológico** que caracteriza a la región donde el establecimiento rural se halla inserto y no al revés. Es decir, que no debemos tratar de adaptar al sistema a la nueva realidad ambiental que producen las intervenciones de gran magnitud (tales como mega diques, rellenos, alteos, obstrucciones de cursos de agua y/o grandes obras de drenaje y canalización) sino viceversa.

Volviendo a las denominadas medidas preventivas, ante eventuales daños ocasionados por episodios extremos (tales como crecidas, lluvias intensas, olas de calor y/o sequías) destacamos dos posibles medidas que, a nuestro entender, deben ser básicas y prioritarias: a) la creación (o la adecuación a las nuevas condiciones hidroclimáticas) de **sistemas de alerta temprana** y b) la elaboración e implementación de apropiados **planes de contingencia**.

En el caso de los sistemas de alerta temprana, valoramos particularmente el excelente servicio de información hidroclimática, continuamente actualizada y difundida que, en los últimos tiempos, brinda la AER Delta - INTA a los productores del Delta, a través de su Boletín de Alerta y Emergencia Hidro-Meteorológica, elaborado a partir de información generada por el Instituto Nacional del Agua (INA), el Instituto de Clima y Agua del INTA-Castelar, el Servicio de Hidrografía Naval (SHN), la Prefectura Naval Argentina (PNA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (<https://inta.gob.ar/deltadelparana>). El mismo, a través de la aplicación de

**modelos hidrológicos**, permite, básicamente, anticiparse al desplazamiento de excedentes hídricos ni bien estos comienzan a producirse. Sin embargo, entendemos que éste y otros servicios (como la generación y difusión de información relacionada con posibles olas de calor, por parte del Servicio Meteorológico Nacional) deben ser valorados y asistidos cada vez más. Esto último vale no sólo para las autoridades político-administrativas sino también para productores y pobladores de la región, a través de más y mejores **estaciones hidrológicas y meteorológicas**, apoyadas por una **red** cada vez más grande de referentes locales que provean datos que alimenten modelos de pronósticos cada vez más potentes.

En cuanto a los planes de contingencia, los mismos resultan fundamentales y deben ser cuidadosamente elaborados sin dejar lugar a la improvisación en ninguna de sus etapas, incluyendo las posibles acciones de **remediación post-evento**. Además, deben ser apropiadamente **difundidos** y conocidos tanto por las autoridades como por los pobladores y productores locales y apoyados por un **presupuesto** adecuado y suficiente (*Barros y Camilloni, 2016*).

## Medidas de adaptación. Lineamientos básicos y propuestas complementarias

Tal como sostienen los colegas del *IICA (2014)*, consideramos que todas las eventuales medidas de adaptación a proponer y favorecer deben identificarse, informarse y decidirse en forma **participativa** y **consensuada** entre representantes de organismos científicos y técnicos, autoridades políticas y pobladores y productores locales. No obstante, desde ya, entendemos que algunos aspectos particulares (tales como la simple adopción de conductas anticipatorias, o la implementación de medidas no estructurales que contribuyan a disminuir riesgos y/o reducir al mínimo eventuales pérdidas) dependerán de cada **productor** ganadero, las características propias de cada **establecimiento rural** y de los rasgos diferenciales del **sector del Delta** en el que el mismo se halla inserto.

En cuanto a las **medidas no estructurales básicas**, que no pueden faltar dentro del imprescindible plan de contingencia (cuando la información brindada por el eventual sistema de alerta temprana así lo sugiera), en el caso de la ganadería, consideramos que:

- a) no se puede dejar de contar con **medios de transporte adecuados y suficientes**, ni de un **área alternativa** segura para trasladar y alojar el ganado ante un eventual evento de inundación extrema.
- b) se debe disponer previamente de la **infraestructura mínima necesaria** (tales como corrales, viviendas u otro tipo de instalaciones suficientemente defendidos mediante modalidades constructivas adecuadas, pero también **apropiadamente adaptadas** a la realidad ambiental) hasta tanto se realice la eventual evacuación.
- c) Ante estos u otros eventos más o menos extremos (como sequías u olas de calor), deben ajustarse también determinados componentes y/o actividades específicas. Por ejemplo, favoreciendo la **modalidad** de engorde, contando con las **categorías vacunas adecuadas**, priorizando aquellas **razas** o variedades genéticas mejor adaptadas a las condiciones de humedal y/o concentrando el eventual **manejo reproductivo** en fechas clave.

- d) Tampoco debe descuidarse la base ambiental en la que se realizan las actividades ganaderas, **manteniendo** en buen estado e, incluso, rehabilitando los predios en términos de su **vegetación natural**. Esto no sólo es necesario para asegurar un adecuado suministro de **alimento** sino para proveerles condiciones propicias de **sombra y/o refugio**. En este sentido, resulta fundamental asegurar la presencia (incluso mediante un adecuado plan de restauración) de suficiente vegetación arbórea nativa y/o de la típica vegetación herbácea alta, en las proporciones y disposiciones que normalmente caracterizan al paisaje natural de cada sector del Delta considerado.
- e) Otro tanto puede plantearse en cuanto al **mantenimiento** en buenas condiciones (por ej. evitando problemas de salinización y/o contaminación orgánica, compactación y/o desmoronamiento de orillas) de **cursos de agua** menores y/o de **zonas bajas** que, naturalmente, tienen mayor permanencia del agua, a fin de que funcionen como adecuados **reservorios** para que los animales beban y/o termorregulen en los particulares años o momentos del año en los que la eventual variabilidad hídrica así lo requiera.

Como venimos señalando, todo esto podrá involucrar eventuales **cambios** más o menos pronunciados en ciertas **modalidades o prácticas productivas** favoreciendo aquellas que se adapten cada vez más al funcionamiento del sistema natural y no al revés. En este sentido, sugerimos además que, de ser posible, el establecimiento rural se **diversifique** teniendo en cuenta la heterogeneidad espacio-temporal de este particular ambiente; incorporando en mayor o menor medida, otras actividades productivas (tales como la **apicultura**, la **pesca artesanal**, el **turismo ecológico y rural**, etc.). Esta recomendación no sólo se basa en la conservación de las **funciones ecosistémicas** del Delta del río Paraná, sino también en **alternativas de ingresos complementarios**, sobre todo antes, durante y/o después de los eventos hidroclimáticos extremos como los mencionados a lo largo de este informe, que permitan cierta estabilidad económico-productiva. Dichas actividades, junto con la ganadería, deberán realizarse, en el marco de un proyecto de **desarrollo sustentable** a fin de no magnificar los efectos negativos del Cambio Climático con modalidades y/o infraestructuras inadecuadas.

En todos los casos anteriormente mencionados, **pobladores y productores locales** no deben “arreglársela solos”, sino contar con una activa participación de los otros dos agentes sociales señalados: los integrantes de los **organismos científicos y técnicos** y los **autoridades políticas**. En el caso de los primeros (dentro de los que nos incluimos los autores de esta publicación), debemos seguir trabajando no sólo en mejorar y profundizar los conocimientos básicos, sino en la generación de propuestas prácticas concretas sustentadas a partir de los mismos. Básicamente, referidas a: una **mayor comprensión** de la composición, estructura y funcionamiento de los distintos sistemas de **humedales** que constituyen las diferentes zonas del Delta, la **modelación hidroclimática** a distintas escalas, los **estudios genéticos y sanitarios**, etc. Los mismos podrán implicar, según el caso, la **reformulación o readecuación** de prácticas preexistentes y/o la propuesta de otras nuevas, todas ellas en el marco de una adecuada **planificación y ordenamiento territorial**. Es en este sentido que las autoridades políticas, con incumbencias a distintos niveles (**municipal, provincial y nacional**) deben apoyar, por un lado, a científicos y técnicos para que puedan realizar su trabajo de la mejor forma posible, generando nueva **información** e integrando la existente y, sobre todo, comunicándola a

través de las necesarias tareas de **capacitación** y **difusión**. En cuanto a pobladores y productores locales, los mismos deben ser apoyados a través de: el fortalecimiento de las **organizaciones locales**, un mejor **acceso** a dicha **información**, a **tecnologías adaptadas**, a **seguros** agropecuarios y/o a diferentes **incentivos o líneas crediticias** convenientes, siempre y cuando se asegure, a través del adecuado **monitoreo y control legal**, el uso cuidadoso del agua y la implementación de **prácticas** agropecuarias efectivamente **sus-  
tentables** que garanticen la conservación de los humedales del Delta.

## Recomendaciones y propuestas

### Para autoridades políticas y organismos de investigación y gestión

- ▲ Favorecer aquellas actividades productivas que, por su baja capacidad transformadora, contribuyan a la captura de carbono.
- ▲ Estimular la diversificación productiva basada en las actividades anteriores, asegurando que sus modalidades se adapten a la particular realidad climático-hidrológica, ecológica y sociocultural de los humedales del Delta.
- ▲ Prohibir las actividades, infraestructuras y modalidades productivas que afecten sustancialmente el normal funcionamiento hidrológico y alteren significativamente el sustrato y la riqueza, cobertura y abundancia de la vegetación y fauna nativas.
- ▲ Desarrollar apropiados programas de investigación y gestión para que, con suficiente sustento científico y técnico, se elaboren estrategias y líneas de acción concretas y factibles de implementar, a fin de afrontar en forma rápida y satisfactoria los desafíos que plantea el Cambio Climático.
- ▲ Desarrollar programas educativos, de comunicación y capacitación que permitan a pobladores y productores locales, acceder a información técnico-científica específica, incluyendo la revalorización de saberes y prácticas culturales locales.
- ▲ Apoyar mediante incentivos económicos (líneas crediticias, reducciones impositivas, etc.) a todos los que cumplan con lo señalado precedentemente y requieran acceder a la tecnología y/o a los insumos básicos necesarios para adaptar sus prácticas a la realidad ambiental de los humedales deltaicos.
- ▲ Promover e implementar, prioritariamente, medidas preventivas, incluyendo sistemas de alerta temprana y planes de contingencia, ante la ocurrencia de eventos climático-hidrológicos extremos que, debido al Cambio Climático, experimentaremos con mayor frecuencia.

- ▲ Destinar el presupuesto necesario para que los organismos específicos cuenten con personal capacitado y medios suficientes para el monitoreo y control del cumplimiento de todas las medidas anteriormente propuestas.

## Para pobladores y productores locales

- ▲ Adaptar las actividades productivas a la particular dinámica natural de los humedales y no al revés, conociendo y valorando sus funciones ecológicas para contribuir a su conservación y la de los bienes y servicios que nos brindan.
- ▲ Entender que dichas actividades no pueden realizarse de manera similar a las que se practican en zonas altas, sino que deben adaptarse a la realidad climática, hidrológica y ecológica y a los rasgos relativamente diferenciales que, al respecto, poseen las distintas zonas del Delta.
- ▲ Diversificar las actividades productivas a fin de contemplar la particular heterogeneidad espacial y temporal de los humedales, asegurando una fuente de ingresos alternativa ante situaciones climático-hidrológicas adversas.
- ▲ No ignorar la nueva realidad climático-hidrológica y, especialmente ante eventos extremos, no potenciar sus consecuencias negativas con prácticas (e infraestructuras) no amigables con los humedales (tales como obstruir la circulación del agua durante grandes inundaciones o provocar incendios durante eventos de sequías pronunciadas).
- ▲ En el caso particular de los productores ganaderos, ante eventos extremos, asegurarse de contar con medios de transporte adecuados y suficientes y un área alternativa para trasladar y alojar temporariamente el ganado.
- ▲ Disponer de la infraestructura mínima necesaria (elaborada mediante modalidades constructivas adecuadas) para que el ganado se encuentre en condiciones satisfactorias hasta tanto se realice una eventual evacuación.
- ▲ Ajustar la actividad a la particular dinámica climático-hidrológica de la región, mediante apropiados sistemas ganaderos, categorías y razas vacunas y satisfactorios manejos tanto sanitario-reproductivos, como del pastoreo y del uso del agua.
- ▲ Elaborar planes de contingencia y apoyar activamente la implementación de sistemas de alerta temprana, solicitando, en forma frecuente, la importante información generada por ellos.
- ▲ Mantener una correcta interacción con otros productores y pobladores (locales y extra locales) y con el resto de los involucrados en las problemáticas aquí planteadas (tales como organizaciones de la sociedad civil, integrantes de organismos científico técnicos y autoridades políticas y de gestión) para que las medidas de planificación y ordenamiento requeridas para mitigar y adaptarse al Cambio Climático, puedan implementarse en forma realmente efectiva desarrollando una mayor interacción entre los distintos actores.

## La sequía, la bajante y los incendios de 2020-2021

Desde mediados de 2019 y en forma más marcada desde principios de 2020, comenzó a manifestarse en el extremo sur de Sudamérica, un período de sequía extremo que afectó a toda la Cuenca del Plata. Según reconocidos expertos locales, en muchos lugares del extenso valle aluvial del Paraná, las lluvias anuales se redujeron a la mitad. Pero, a diferencia de lo ocurrido durante la "seca de 2008", fueron acompañadas por una bajante extraordinaria de gran parte de los ríos de la cuenca y, en particular, del río Paraná. La misma, es la más intensa y duradera desde que existen registros, expresándose en mínimos niveles absolutos y caudales reducidos a más de la mitad. Más allá de la discusión planteada en cuanto a si es La Niña o son una sumatoria de sucesos locales, los responsables de ambos eventos extremos, resulta evidente que los mismos son la expresión de la alta variabilidad climático-hidrológica que venimos y seguiremos experimentando debido al Cambio Climático. Situación que implicará no sólo una mayor frecuencia de importantes eventos de inundación (que, según las últimas investigaciones, aumentarán un 5% en intensidad), sino también de sequías-bajantes extremas (que lo harán en un 10-15%) (Chisleanschi, 2021).



Lamentablemente, en muchos casos, los marcados cambios en el uso de la tierra que venimos realizando a lo largo de toda la cuenca, están agravando los efectos negativos de estos episodios. En el caso del Delta del Paraná, por ejemplo, los eventos de sequía y bajante mencionados determinaron la acumulación de una enorme cantidad de biomasa vegetal seca (dada la alta productividad natural de los humedales del Delta) que, desde principios de 2020, vienen siendo sometidos a una enorme cantidad de incendios de disitintos orígenes. Esta situación viene repitiéndose durante otros eventos de sequía previos, como el ocurrido en 2008, aunque la magnitud, intensidad y extensión del episodio 2020-2021, no tiene precedentes. Quienes vienen evaluado la evolución de estos fenómenos desde enero de 2020 hasta mediados de 2021, indican que aproximadamente el 20% de la superficie del Delta del Paraná habría experimentado algún evento de fuego con magnitudes variables. Esta situación perturba aún más, la situación ambiental imperante, dado que los suelos pierden su capa orgánica, se afecta dramáticamente la vegetación y la fauna nativa y, desde ya, las instalaciones y las actividades humanas locales. Como agravante, al encontrarse con muy bajos niveles o directamente secos, los cursos de agua, no pueden actuar como barreras naturales evitando la propagación de los incendios. Claramente, esta situación nos plantea que las medidas que tomemos deben expresarse en una posición activa y urgente de todos nosotros, previniendo que estos episodios se repitan y, sobre todo, evitando que potenciemos los efectos negativos del Cambio Climático con nuestras obras y actividades.



## SEGUIMIENTO DE FOCOS DE CALOR EN EL TERRITORIO PIECAS DELTA DEL PARANÁ

### Síntesis del año

En lo que va de 2020, se registraron 24.745 focos de calor (en adelante focos), alcanzando el primer lugar desde 2012 (fig. A).

Los meses de febrero a julio hubo más focos que en el promedio de los años previos (fig. B); agosto ya es por lejos el mes con más focos (13.928).

### Período del 17 al 23 de agosto de 2020

- En la semana 34, la cantidad de focos detectados fue la más elevada del año, y casi el doble de la previa (6.237 contra 3.808 la semana anterior, fig. C).

- La mayor cantidad de focos detectados se produjo el sábado, con 1.433 (fig. D).

- Los focos se distribuyeron sobre todo en la mitad sur, con mayores densidades al S del puente Rosario-Victoria y las is. Lechiguana, hasta San Pedro.

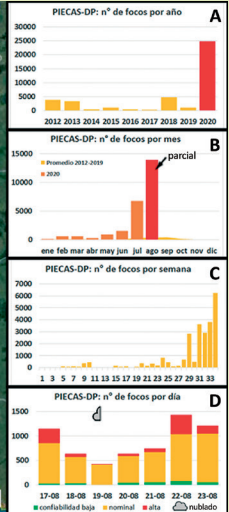
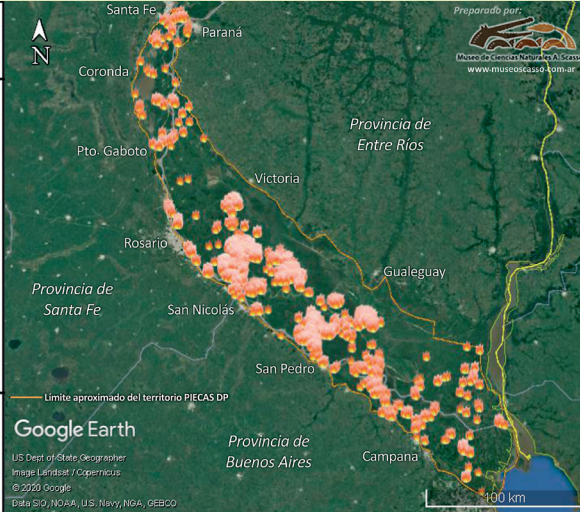
- Hubo focos en el sitio Ramsar Delta del Paraná, la R.U.M. Islas de Victoria, en las AICAS BA03 y ER05, y algunos en la Res. de Biosfera del Delta.

### Debe tenerse en cuenta que:

Una fracción muy reducida de los focos puede no ser incendios (señalados en verde en la fig. D).

Conjuntos de focos muy cercanos entre sí pueden corresponder a un único gran incendio (por lo resolución de 375 m de lado del satélite).

Fuente: NRT VIIRS 375 m Active Fire product VNP14IMG1  
Disponible on-line (<https://earthdata.nasa.gov/firms>).



## SEGUIMIENTO DE FOCOS DE CALOR EN EL TERRITORIO PIECAS DELTA DEL PARANÁ

### Síntesis del año 2021

Se registraron 9.253 focos de calor (en adelante focos) (fig. A). 2021 pasó a ser el segundo en cantidad desde 2012.

Los valores de enero, febrero, marzo y mayo superaron ampliamente a los promedios de los 9 años previos (fig. B).

### Período: 23 a 29 de agosto de 2021

- La semana 34 es la de mayor cantidad de focos detectados en lo que va del año (3.233 contra 509 en la previa, fig. C).

- La mayor cantidad de focos detectados se produjo el viernes, con 620 (fig. D).

- Los focos se concentraron mayormente desde la línea San Pedro - Gualeguay hacia el sur, con varios grupos muy densos; al norte se detectaron focos de Gaboto a Santa Fe; se destacan conjuntos muy densos frente a Villa Constitución y San Nicolás.

- Se registraron focos en el sitio Ramsar Delta del Paraná, la R.U.M. Islas de Victoria, la Res. de Biosf. Delta del Paraná y las AICAS AR 175, 179, 195, 196 y 197.

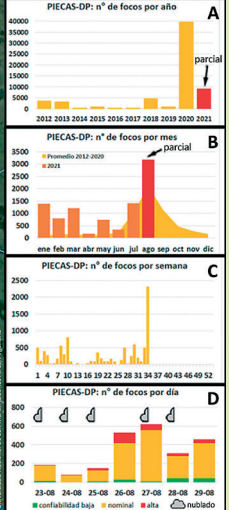
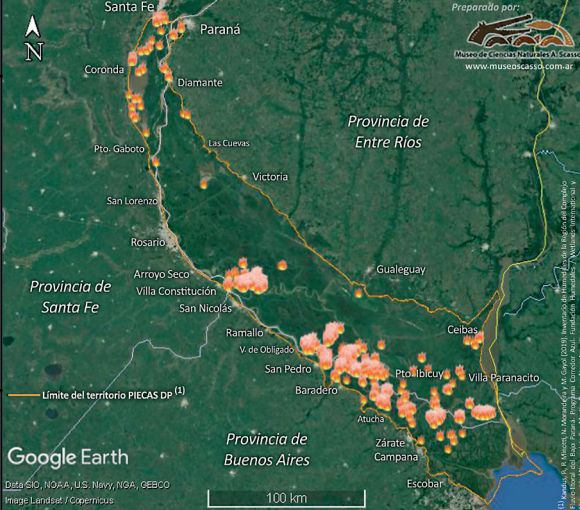
### Debe tenerse en cuenta que:

En 2021, las semanas se consideran de lunes a domingo, iniciando la semana 1 el día 4-ene.

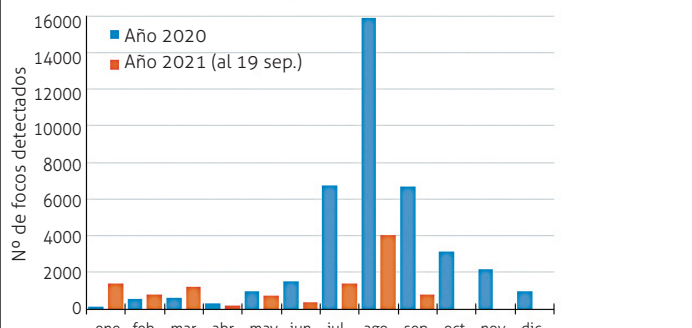
Una fracción muy reducida de los focos puede no ser incendios (señalados en verde en la fig. D).

Conjuntos de focos muy cercanos entre sí pueden corresponder a un único gran incendio (por lo resolución de 375 m de lado del satélite usada).

Fuente: NRT VIIRS 375 m Active Fire product VNP14IMG1  
Disponible on-line (<https://earthdata.nasa.gov/firms>).



## Focos de calor en territorio PIECAS-DP (sólo sensor VIIRS-NPP)



Detalle de la distribución de los focos de calor ocurridos en el Delta del Paraná en dos momentos clave de los años 2020 y 2021. Se incluye también un gráfico comparativo del número de focos entre los dos años hasta el 19 de septiembre de 2021. (Elaborados por los colegas del Museo Regional de Ciencias Naturales "A. Sasso", San Nicolás, Buenos Aires, República Argentina)



## Bibliografía

- Barros, V. 2005. "Inundación y Cambio Climático: costa argentina del Río de la Plata". En: Barros, V.; A. Menéndez y G. Nagy (Eds). "Cambio climático en el Río de la Plata". CIMA, Buenos Aires. 41 – 52.
- Barros, V. y I. Camilloni. 2016. "La Argentina y el cambio climático: de la física a la política". 1ra Ed. Editorial Eudeba. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN: 978-950-23-2655-9
- Barros, V. y M. Doyle. 1996. "Precipitation trends in south-eastern South America to the east of the Andes". En: Centre of Ocean-Land-Atmosphere Studies (COLA). Report N°26. S. Kinder III and E. Schneider (Eds.). 76 – 80.
- Barros, V.; A. Grimm y M. Doyle. 2002. "Relationship between temperature and circulation in south eastern South America and its influence from El Niño and La Niña events", en J. Met. Soc. Of Japan, 88: 21 – 32.
- Barros, V.; C. Garavaglia y M. Doyle. 2014. "Twenty First Century Projections of Extreme Precipitations in the Plata basin". En: International Journal of River Basin Management. 4: 373 – 387.
- Barros, V.; L. Chamorro; G. Coronel y J. Báez. 2004. "The Major discharge events in the Paraguay River: Magnitudes, source regions and climate forcing". En: J. of Hydrometeorology. 5: 1061 – 1070.
- Barros, V., M. Doyle e I. Camilloni. 2008. "Precipitation trends in southeastern South America: relationship with ENSO phases and the low-level circulation". En: Theoretical and Appl. Climatology. 93: 19 – 33.
- Barros, V., R. Clarke y P.Silva Días. 2006. "El cambio climático en la Cuenca del Plata". CIMA. Buenos Aires.
- Baumann, V. 1999. Caracterización geomorfológica y distribución de los suelos en el sudeste de la provincia de Entre Ríos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Bejarán, R. y V. Barros. 1998. "Sobre el aumento de la temperatura en los meses de otoño en Argentina Subtropical". En: Meteorológica. 23: 15 – 25.
- Berbery, E. y V. Barros. 2002. "The Hydrological cycle of the La Plata basin in South America". En: Journal of Hydrometeorology. 3: 630 – 645.
- Berrilio, D. 1991. Proyecto: El Delta del Paraná: un área de equilibrio para la región metropolitana de Buenos Aires. Sección Hidrología. Informe técnico, Convenio CONAMBA (Argentina)-Instituto Politécnico de Milán (Italia)/Comunidad Económica Europea. Buenos Aires. 37 pp.

- Bó, R. F.; R. D. Quintana; P. Courtalon; E. Astrada; M. L. Bolcovik; G. Lo Coco y A. Magnano. 2010. "Efectos de los cambios en el régimen hidrológico por las actividades humanas sobre la vegetación y la fauna silvestre del Delta del río Paraná. En: Blanco, D. E. y F. M. Méndez (Eds). "Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: situación, efectos ambientales y marco jurídico. Fundación Humedales/Wetlands International, Buenos Aires.
- Bó, R. F. y R. D. Quintana, 2013 "Sistema 5e - Humedales del Delta del Paraná". En: "Inventario de los Humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná – Paraguay". Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. 297-321.
- Borús, J. y D. Goniadzki. 2002. "Eventos severos del Niño y su impacto en el Delta". En: Taller "El Niño: sus impactos en el Plata y en la región pampeana". La Plata, Argentina, 13 de junio de 2002. p. 3-8.
- Caffera, R.M. y E.H. Berbery. 2006. Capítulo 2: Climatología de la Cuenca del Plata. En Barros, V., R. Clarke y P. Silva Díaz (eds.): El Cambio Climático en la Cuenca del Plata: 1938. 1ra ed. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires.
- Camilloni, I. 2005. "Tendencias climáticas". En: Barros, V., A. Menéndez y G. Nagy (Eds.). El Cambio Climático en el Río de la Plata. CIMA, Buenos Aires
- Camilloni, I. y V. Barros. 2003. "Extreme discharge events in the Paraná River and their climate forcing." En: Journal of Hydrology, 278, 94-106.
- Camilloni, I.; R. Saurral y N. Montroull. 2014. "Hydrological projections of fluvial floods in the Uruguay and Paraná basin under different climate change scenarios". En: International Journal of River Basin Management. 4: 389 – 399.
- Castañeda, E. y V. Barros. 1994. "Las tendencias de la precipitación en el Cono sur de América al este de los Andes", en Meteorológica, 19: 23 – 32.
- Coronel, G.; A. Menéndez y L. Chamorro. 2006. "Fisiografía e hidrología de la Cuenca del Plata". En: Barros, V.; R. Clarke y P. Silva Dias (eds.): El Cambio Climático en la Cuenca del Plata. Buenos Aires, CIMA.
- Centro Regional de Información sobre Desastres en América Latina (CRID). [http:// www.cridlac.org](http://www.cridlac.org) (14 de junio de 2013).
- Chisleanschi, R. 2021. "El Paraná se queda sin agua: dos años de sequía ponen en jaque a una de las mayores cuencas sudamericanas". Revista Mongabay, 6 de agosto de 2021 <https://es.mongabay.com/2021/08/parana-el-plata-cuenca-rios-sequia-argentina-brasil-paraguay/>
- Díaz, R., A. Albin, I. Barth, W. Beatghen, J. Catullo, S. Chapper, F. Ganduglia, A. Giménez, R. Gomez, J. Inostroza, G. Magrín, I. Maldonado, D. Ramilo, E. Ruz, A. Sarquis, P. Viguera, M. Zolezzi, 2013. Proyecto "Estrategias de extensión: los agricultores familiares y su adaptación al

cambio climático en territorios seleccionados del Cono Sur”. Síntesis y análisis integrado de la información de los sistemas de agricultura familiar y sus características frente al cambio climático. Informe final parte I. IICA-PROCISUR, Montevideo.

Di Luca, A., I. Camilloni y V. Barros. 2006. “Sea level pressure patterns in South America and the adjacent oceans in the IPCC AR4 models”. En: 8a International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Foz de Iguazú Proceedings. Brazil.

D’Onofrio, E., M. Fiore y J. Pousa. 2008. “Changes in the regime of storm surges at Buenos Aires, Argentina”. *Journal of Coastal Research* 24: 260-265.

Doyle, M. y V. Barros. 2011. “Attribution of the river flow growth in the Plata basin”. En: *Inst. J. of Climatology*. 3: 2234 – 2248.

Doyle, M.; R. Saurral y V. Barros. 2012. “Trends in the Distributions of Aggregated Monthly Precipitation over the Plata Basin”. En: *Inst. J. of Climatology*. 32: 2149 – 2162.

García, N. y W. Vargas. 1998. “The temporal climatic variability in the Río de La Plata basin displayed by the river discharges”. En: *Climate Change*. 38: 359 – 379.

Genta, A. J.; G. Pérez-Iribarren y C. R. Mechoso. 1998. “A recent increasing trend in the streamflow of rivers in Southeaster South America”. En: *J. of Climate*. 11: 2858 – 2862.

Grimm, A.; V. Barros y M. Doyle. 2000. “Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña”, en *J. of Climate*, 13: 35 – 58.

Halpert, M. y C. Ropelewski. 1992. “Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation”, en *J. Climate*, 5: 577 – 593.

Hegerl, G.; F. Zwiers; P. Braconnot; N. Gillet; Y. Luo; J. Marengo Orsini; N. Nicholls; J. Penner y P. Scott. 2007. “Understanding and Attributing Climate Change”. En: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contributions of Working Group I to the Fourth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Solomon, S.; D. Qin; M. Manning; Z. Chen; M. Marquis; K. Averyt; M. Tignor y H. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Hoffman, J. y L. García. 1968. The maritime influence of the climate of the River Plate zone. En *Proceedings of the XXI International Geographic Congress*, New Delhi, India.

Instituto Interamericano para la Cooperación Argentina (IICA). 2014. “Cambió el Clima: herramientas para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión”. Montevideo, IICA, 2013. ISBN: 978-92-9248-479-8

IPCC. 2001. Cambio climático 2001. Informe de síntesis. Ginebra.

IPCC. 2013. Stocker, T. F.; D. Qin; G. K. Plattner; L. V. Alexander; S. K. Allen; N. L. Bindoff; F. M. Bréon; J. A. Church; U. Cubasch; S. Emori; P. Foster; P. Friedlingstein . Gillett; J. M. Gregory;

- D. L. Hartmann; E. Jansen; B. Kirtman; R. Knutti; K. Krishna Kumar; P. Lemke; J. Maroztke; V. Masson-Delmotte; G. A. Meehl; I. I. Mokhov; S. Piao; V. Ramaswamy; D. Randall; M. Rhein; M. Rojas; C. Sabine; D. Shindell; L. D. Talley; D. G. Vaughan y S. P. Xie. "Technical Summary". En: "Climate Change". 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. [Stocker, T. F.; D. Qin; G. A. Plattner; M. Tignor; S. K. Allen; J. Boschung; A. Nauels; Y. Xia; V. Bex y P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press. United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kandus, P.; N. Morandeira y F. Schivo (Eds). 2010. "Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná". Fundación Humedales/Wetlands International, Buenos Aires.
- Kandus, P.; R. D. Quintana y R. F. Bó. 2006. "Patrones de Paisaje y Biodiversidad del Bajo Delta del río Paraná. Mapa de Ambientes". 1ra Edición. Grupo de Investigaciones en Ecología de Humedales (GIEH), Dpto. de Ecología, Genética y Evolución. FCEyN, UBA, Buenos Aires. Pablo Casamajor Ediciones, Buenos Aires. 48 pp.
- Kiladis, G. y H. Díaz. 1989. "Global climatic anomalies associated with extremes in Southern Oscillation" en J. Climate, 2: 1069 – 1090.
- Malvárez, A. I. 1997. "Las comunidades vegetales del Delta del río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones de paisaje". Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Menéndez, A. y M. Re. 2005. "Hidrología del Río de la Plata". En: Barros, V.; Menéndez, A. y G. Nagy (Eds). "EL cambio climático en el Río de la Plata". CIMA, Buenos Aires.
- Mujica, F. 1979. Estudio ecológico y socioeconómico del Delta Entrerriano. Parte I, Ecología. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Paraná, Argentina
- Nesbitt, S. y E. Zisper. 2000. "Census of precipitation features in the tropics using TRMM: radar, ice scattering and lightening observations", en J. Climate, 13: 4087 – 4106.
- Prohaska, F. 1976. "Climates of Central and South America. World Survey of Climatology". Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Quintana, R.D., R.F. Bó y F. Kalesnik. 2002. La vegetación y la fauna de la porción terminal de la cuenca del Plata. Consideraciones ecológicas y biogeográficas. En Bortharagay, J.M. (ed.): El Río de la Plata como Territorio: 99-124. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires y Ediciones Infinito. Buenos Aires.
- Quintana, R. D. y R. F. Bó. 2011. "¿Por qué el Delta del Paraná es una región única en Argentina?". En: Quintana, R. D.; V. Villar; E. Astrada; P. Saccone y S. Malzof (Eds.): "El Patrimonio Natural y Cultural del Bajo Delta Insular. Bases para su Conservación y Uso Sustentable". Convención Internacional sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)/ Aprendelta. Buenos Aires. 316 pp.
- Quintana, R. D. y R. F. Bó. 2013. "Sistema 5d - Humedales del complejo litoral del Paraná

Inferior". En: "Inventario de los Humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná – Paraguay". Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. 271-297.

Quintana, R. D.; R. F. Bó; E. Astrada y M. C. Reeves. 2014. "Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná". 1ra Ed. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales. Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-987-29811-3-6

Re, M. y V. Barros. 2009. "Extreme rainfalls in SE South America, 2009". En: Climatic Change. 96: 119 – 136.

Rusticucci, M. y W. Vargas. 2002. "Cold and warm events over Argentina and their relationship with the ENSO phases; risk evaluation analysis", en Int. J. of Climatology, 22: 467 – 483.

Rusticucci, M.; J. Kysely; G. Almeida y O. Lhotka. 2014. "Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires". En: WCRP Conference for Latin America and the Caribbean. Montevideo.

Saurral, R., N. Montroull e I. Camilloni. 2014. "Development of statistically and biased twenty-first century hydrology scenarios over La Plata Basin". En: International Journal of River Basin Management. 4: 329 – 343.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS). 2014. "Informe sobre el clima al Proyecto Tercera Comunicación a la CMNUCC. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, Buenos Aires, Argentina.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS). 2015. Tercera Comunicación a la CMNUCC. Buenos Aires.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1992. *Estadísticas Climáticas Del Período 1981–1991*, Buenos Aires, Argentina.

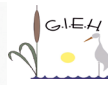
Simionato, C. C. Vera y F. Seigsmund. 2004. "Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata". En: Continental Self Research, 4: 770-783.

Srur, M. 2001. Análisis de patrones de paisaje y ambientes de humedal en áreas del Delta del río Paraná de Entre Ríos: el caso de una antigua laguna litoral. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

Tucci, C. E. 2003. "Variabilidade climática e o uso do solo na bacia brasileira do Plata". En: Tucci, C. E. y B. Braga (eds.). "Clima e Recursos Hídricos no Brasil" Porto Alegre, Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 163 – 242.

Vera, C. 2016. "Tendencias del clima en la Argentina". Revista Ciencia Hoy. Nro. 149. Buenos Aires.

- Vera, C. y L. Díaz. 2015. "Anthropogenic influence on summer precipitation trends over South America in CMIP5 models". En: *Inst. J. of. Climatology*. 35: 3172 – 3177.
- Vera, C.; G. Silvestri, B. Liebmann y P. Gonzalez. 2006. "Climate change scenarios for seasonal precipitation in South America from IPCC-AR4 models" en *Geophys. Res. Lett.* 33.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

3iA

Instituto de Investigación  
e Ingeniería Ambiental

**Para mayor información  
puede visitar nuestro sitio en Internet  
o contactar nuestras oficinas:**

<http://lac.wetlands.org>

[www.facebook.com/fundacion.humedales/](http://www.facebook.com/fundacion.humedales/)

[twitter.com/LacWetlands](https://twitter.com/LacWetlands)

**Fundación Humedales  
Wetlands International**

Cap. Gral. Ramón Freire 1512  
(1426) Buenos Aires, Argentina  
Tel/Fax: (+54 11) 4552 2200  
[info@humedales.org.ar](mailto:info@humedales.org.ar)

ISBN978-987-0000000



**Wetlands**  
INTERNATIONAL

*Esta publicación se elaboró en el marco del Programa Corredor Azul de Wetlands International,  
financiado por*

**dwb ecology**