

## **Una mirada a las variaciones de precipitaciones en los Esteros del Iberá y regiones cercanas durante los últimos años**

**Marcelo Morales Yokobori<sup>1</sup>, Jorge Deschamps<sup>2</sup>, Daniel Revollo Fernández<sup>3</sup>**

### **Resumen**

Los Esteros del Iberá son una región de belleza y riqueza excepcionales, declarado reserva natural por la Provincia de Corrientes en 1983, la cual incluye un sitio Ramsar desde 2002. Actualmente está en desarrollo el Parque Nacional Iberá. La principal fuente hídrica de este humedal son las precipitaciones. Los resultados de este trabajo sugieren algún grado de influencia de los eventos El Niño y la Niña, eventualmente incrementado con el cambio climático, sobre los niveles de lluvias locales. En Mercedes, las precipitaciones tienden levemente a disminuir mientras que en Colonia Carlos Pellegrini a aumentar. Las singularidades observadas coinciden con eventos significativos de El Niño o la Niña. Se observó también una amplia variación en la distribución estacional de lluvias durante las últimas décadas, lo cual podría representar un riesgo importante para el desarrollo sustentable ecoturístico y socioeconómico de la región.

### **Palabras clave**

El Niño, La Niña, Parque Nacional Iberá, Ecoturismo, Forestaciones

### **Abstract**

The Iberá marshlands are a region of exceptional beauty and richness, declared a natural reserve by the Province of Corrientes in 1983, which includes a Ramsar site

---

<sup>1</sup> Fondo Verde. Calle Santa Lucía 305, Urb. San Antonio. Huancayo. Junín. Perú. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales–Universidad de Belgrano. Villanueva 1324. Código Postal 1426, Buenos Aires, Argentina. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales – Universidad de Belgrano. Zabala 1837, Código Postal 1426, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Fondo Verde. Calle Santa Lucía 305, Urb. San Antonio. Huancayo. Junín. Perú. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales – Universidad de Belgrano. Zabala 1837, Código Postal 1426, Buenos Aires, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad de Belgrano. Av. Federico Lacroze 1955, Código Postal 1426, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Fondo Verde. Calle Santa Lucía 305, Urb. San Antonio. Huancayo. Junín. Perú. CONACYT-UAM, Área de Crecimiento y Medio Ambiente, Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo No.180, Col.Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco,CiudaddeMéxico,México, C.P.02200. Autor de correspondencia: Marcelo Morales Yokobori [marcelo.morales@comunidad.ub.edu.ar, marcelo.morales@terracuranda.org]

since 2002. The Iberá National Park is currently under development. Rainfall is the main source of water in this wetland. The results of this work suggest some degree of influence of El Niño and La Niña events, eventually increased by the climate change, on local rainfall levels. In Mercedes, precipitations tend to decrease slightly while in Colonia Carlos Pellegrini to increase. The singularities observed coincide with significant events of El Niño or La Niña. There was also a wide variation in the seasonal distribution of rainfalls during the last decades, which could represent an important risk for the ecotourism and socioeconomic sustainable development of the region.

**Keywords:** El Niño, La Niña, Iberá National Park, Ecotourism, Forestations

## Introducción

Los Esteros del Iberá abarcan unos 13 000 km<sup>2</sup>, constituyendo una de las principales reservas de agua de Argentina y el segundo humedal más grande del mundo, superado en extensión solamente por el Pantanal, en Brasil. El aislamiento y leve impacto humano han hecho de este lugar un refugio para ciertas especies extinguidas en otras zonas. El clima es considerado subtropical (Lípori & De Oto, 2012). Se nutre principalmente con lluvias y, debido a la topología y tipos de suelos que caracterizan la región, el agua permanece en la superficie inundando vastas áreas. De todos los servicios ecosistémicos de los Esteros del Iberá, la amortiguación de agua es considerada la más relevante para la Provincia de Corrientes. La cuarta parte de las precipitaciones que caen sobre el humedal drena permanentemente en el río Corriente, el cual desemboca en el Paraná y, transitoriamente cuando ocurren inundaciones, también por el río Miriñay, el cual desagua en el Uruguay (Montroull, et al., 2013). La mayor parte de las precipitaciones restantes es evaporada (Ferrati, et al., 2003). Se han suscitado diversas discusiones sobre el impacto que ha tenido la represa Yacyretá, ubicada sobre el río Paraná y al norte de los Esteros del Iberá. Vallejos, et al. (2014) consideran que a partir de la construcción de la represa Yacyretá se generó una nueva dinámica hídrica: al este de la misma, el río Paraná funcionaría como efluente de los esteros, mientras que aguas abajo de la represa, actuarían como efluentes, aportando agua, de manera subterránea al Paraná, e invirtiéndose el flujo.

Actualmente, las inundaciones representan uno de los problemas ambientales más graves (Budani, et al., 2006). Es necesario considerar una comprometida relación entre las posibilidades de uso de tierras productivas y las necesidades de protección de los servicios prestados por estos ecosistemas. A su vez, en épocas de inundaciones, los Esteros del Iberá contribuyen hídricamente a la cuenca del río Miriñay, la cual constituye una importante área de cultivo de arroz, dadas sus excelentes aptitudes agrícolas. Entender el comportamiento de las lluvias, que afectan directamente o indirectamente a esta área de producción primaria, resulta de vital importancia para desarrollar estrategias eficaces a la hora de gestionar el uso del recurso agua, como así también para promover la valorización de los Esteros del Miriñay y del Iberá como proveedores de servicios ambientales.

En general, los tres pilares sobre los que se han basado las evaluaciones de sostenibilidad han sido economía, ambiente y sociedad (Sala, et al., 2015). Actualmente, el desarrollo sostenible de la región del Iberá se halla fuertemente vinculado al progreso del ecoturismo. La actividad turística se ha convertido en el fenómeno socioeconómico de la segunda mitad del siglo XX y principios del XXI, siendo el turismo llamado “de la naturaleza” una nueva tendencia con gran aceptación por parte de viajeros (Vázquez Gómez, 2004). Los turistas visitan estos humedales no sólo en la búsqueda de bellos paisajes, sino también, y muy especialmente, para observar y conocer a sus animales nativos. Estas especies habitan en zonas húmedas donde las precipitaciones son la principal fuente de agua mientras que los árboles resultan un regulador hídrico clave. De esta manera, la variabilidad climática puede convertirse en un factor de riesgo que depende, a priori y en gran medida, de fenómenos de escala global que no son regulables desde la gestión local.

El aspecto ambiental forma también parte de la seguridad humana. Frente al concepto de desarrollo sostenible, se comienza a utilizar el de desarrollo humano y, junto a éste, el de seguridad humana. Este último, concepto creado por el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), se refiere al logro del desarrollo humano; es decir, la posibilidad de que cada persona pueda satisfacer sus necesidades básicas mediante el acceso a bienes y servicios de diversa índole (Universidad Blas Pascal, 2016). A su vez, el capital natural es fundamental para el sistema económico y social porque aporta múltiples beneficios, directos e indirectos, al bienestar humano (Oropeza Cortés, et al., 2015).

Por todo ello, conocer cómo han variado las precipitaciones a lo largo de los últimos años, para observar sus tendencias y prever que posibles impactos pueden ocasionar dichos cambios, resulta esencial para un desarrollo sostenible incluyendo el ecoturístico y las actividades forestales.

## **Materiales y métodos**

### **Datos meteorológicos y análisis de cambios climáticos**

Se utilizaron las series históricas de los registros de temperaturas y precipitaciones de las estaciones más cercanas a los Esteros del Iberá. Los datos fueron proporcionados por Ana Teresa Gómez<sup>4</sup> y correspondieron a la estación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Mercedes. Solamente aquellos años cuyos registros anuales abarcaron, al menos, 360 días fueron considerados para los análisis. Los datos de la Unidad de Conservación del Iberá, dependiente de la Dirección de Parques y Reservas de la Provincia de Corrientes, fueron proporcionados por Mariana A. Richarte<sup>5</sup>. Esta estación meteorológica es representativa de la zona de Colonia Carlos Pellegrini, principal centro ecoturístico de los Esteros del Iberá.

Para calcular los promedios anuales entre días con lluvias, cantidades anuales de días lluviosos y el total de precipitaciones anuales, para cada año considerado, se utilizó Excel Office 365.

El índice oceánico de El Niño (ONI, de sus siglas en inglés) fue utilizado como valor de referencia para medir la intensidad del fenómeno de oscilación oceanográfica El Niño (ENSO, por sus siglas en inglés) como así también del fenómeno de efectos opuestos, conocido como La Niña. Las comparaciones de las precipitaciones locales con dicho índice se hicieron por trimestres intercalados, es decir, diciembre-enero-febrero, enero-febrero-marzo, etcétera, dado que así fueron provistos los datos del ONI (National Oceanographic and Atmospheric Administration, 2018).

Se efectuó un análisis de agrupamientos<sup>6</sup> de los años según sus respectivas distribuciones de precipitaciones entre los trimestres enero - febrero – marzo, abril –

---

<sup>4</sup>Licenciada jefa del Centro de Información del Servicio Meteorológico Nacional

<sup>5</sup>Guardaparques del Parque Provincial Esteros del Iberá, Corrientes, a cargo de compilar los datos climáticos registrados en la Unidad de Conservación Iberá.

<sup>6</sup> El agrupamiento de objetos multivariados se suele utilizar para explorar datos con el objeto de obtener un mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones y/o variables en estudio. La síntesis de la información disponible

mayo – junio, julio - agosto – septiembre y octubre – noviembre – diciembre. Estos trimestres se aproximan a las duraciones de las estaciones. Para los cálculos y el gráfico del dendograma se utilizó el programa InfoStat 2016 (Di Rienzo, et al., 2016), seleccionando a las precipitaciones trimestrales como variables y al año como criterio de clasificación. Se utilizó el método de agrupamiento por pares con promedios aritméticos no ponderados (UPGMA, por sus siglas en inglés) (Sokal & Michener, 1958) previo cálculo de las distancias euclídeas estandarizadas entre los vectores de cuatro componentes (precipitaciones trimestrales) de cada año analizado. Las estandarizaciones de las distancias euclidianas entre cada par de años se llevaron a cabo dividiendo los valores de precipitación por la desviación estándar obtenida entre todos los años para cada trimestre. Para el caso de la Estación Experimental INTA-Mercedes, unos pocos años no fueron incluidos en el análisis debido a falta de datos.

### **Entrevistas con especialistas y representantes de la comunidad**

Se realizaron tres excursiones en febrero, mayo y julio de 2016, visitando los asentamientos ecoturísticos y receptores más relevantes, donde se obtuvo una percepción general de esta región. Según Sala *et al.* (2013) resultan cruciales nuevas interacciones entre ciencia y sociedad, que conlleven a múltiples formas de conocimiento y a una síntesis de teoría y práctica destinada a resolver problemas sociales, a través de la colaboración entre científicos de diferentes disciplinas académicas y otras partes interesadas. Para interpretar los posibles riesgos que puedan representar los cambios climáticos observados, es necesario conocer las problemáticas que afrontan las regiones afectadas. A tal fin se efectuaron una serie de entrevistas, enfocando algunas de las preguntas hacia cambios observados en la naturaleza y otros factores de riesgo que pudiesen incrementarse con el cambio climático observado. Se tuvo acceso a miembros muy representativos de la política local, la ciencia, del cuerpo de guardaparques y de la comunidad indígena. Las mismas duraron desde media hora hasta casi dos horas y se utilizaron preguntas abiertas o guiadas por un formulario para conducir los diálogos.

---

sobre las unidades consideradas puede facilitar considerablemente la visualización de relaciones multivariadas de naturaleza compleja. Se utiliza este método con el propósito de identificar el agrupamiento natural de las observaciones, distribuyendo las unidades de estudio en categorías de manera tal que cada clase (conglomerado) reúne unidades cuya similitud es máxima bajo algún criterio (Di Rienzo, et al., 2016).

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos analizando los datos meteorológicos corroboraron, en líneas generales, las observaciones expresadas por los entrevistados, en particular sobre la mayor concentración y/o aumento de las precipitaciones.

En la estación INTA-Mercedes, entre 1968 y 2013 (con interrupciones en los años 1988 a 1990, en los cuales la cantidad de días registrados fueron significativamente menores a 360) se observaron amplias oscilaciones tanto en las precipitaciones totales anuales (ver Figura 2) como en la cantidad de días con lluvia. Ambas variables presentaron una tendencia decreciente, pasando respectiva y aproximadamente de 1500 mm a 1400 mm y de 95 a 70 días lluviosos. En cambio, el promedio de precipitaciones para los días con lluvia (ver Figura 2) presentó una tendencia creciente, que puede ser entendida por el mayor peso de la disminución en la cantidad de días con lluvia con respecto al total de las precipitaciones anuales. Esta mayor concentración de precipitaciones podría favorecer los anegamientos. Los años 1986, 1998 y 2002 tuvieron precipitaciones bastantes superiores respecto a la tendencia (ver Figura 2) mientras que los años 1995, 1999, 2004 y 2008 tuvieron fuertes caídas. Utilizando los datos provistos por la NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration, 2018) se pudo apreciar cierto grado de coincidencia entre estos eventos extraordinarios y las intensidades mayores registradas para El Niño y la Niña (ver Tabla 1) sugiriendo, al menos, un cierto grado de influencia de los fenómenos El Niño y La Niña en la zona de Mercedes. Por ejemplo, las significativas precipitaciones de fines de 1997 y comienzos de 1998 ocurren meses después de un episodio fuerte de El Niño y, similarmente, con las altas precipitaciones de fines de 2002 y comienzos de 2003. O la caída de precipitaciones en 2008 seguida de un fuerte evento de La Niña, meses antes.

En la Unidad de Conservación Iberá, los datos comenzaron a registrarse a partir del año 2002. Hasta 2015, las series históricas presentaron una marcada tendencia creciente tanto en las precipitaciones anuales (superando los 2000 mm para los años 2013 a 2015) como en la cantidad de días con lluvia (ver Figura 1), en contraste con lo que se observó de la Estación Experimental INTA-Mercedes. Estos resultados sugieren que pueden existir variables locales en la zona de Colonia Carlos Pellegrini

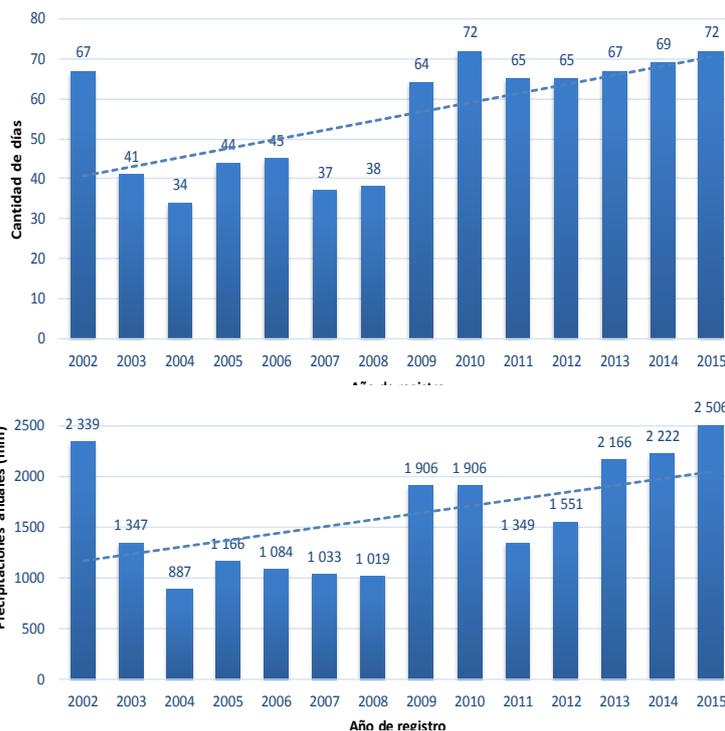


Figura 1: Cantidad de días lluviosos (izquierda) y precipitaciones anuales totales (derecha) entre 2003 y 2015, donde se pueden observar claras tendencias crecientes. Los datos utilizados fueron compilados y organizados por la Guardaparques Mariana Richarte, y medidos en la Unidad de Conservación del Iberá por el cuerpo de guardaparques de la Dirección de Parques y Reservas de la Provincia de Corrientes, Argentina. El gráfico fue realizado por el autor de este trabajo, utilizando Excel Office 365.

que ejercen mayor influencia sobre el nivel de precipitaciones. En la Figura 1, se puede observar que los años 2002, 2009, 2010, 2013 y 2014 ocurrieron mayores precipitaciones respecto a la tendencia, coincidiéndolas con mayores precipitaciones anuales observadas en Mercedes (ver Figura 2). Se pudo apreciar también, aunque quizás menor, cierto grado de coincidencia entre estos eventos extraordinarios de precipitaciones y las intensidades mayores registradas para El Niño y la Niña (ver Tabla 1) sugiriendo, también, al menos cierto grado de influencia de los fenómenos El Niño y La Niña en la zona de Colonia Carlos Pellegrini. Por ejemplo, las mayores precipitaciones observadas entre febrero de 2002 y abril de 2003 coinciden con un evento importante de El Niño mientras que las caídas en 2007 y 2008 coinciden con un evento fuerte de La Niña.

Después de las precipitaciones, la evapotranspiración es el mayor componente de presupuesto hidrológico terrestre y, por lo tanto, crítico para la evaluación de los recursos de agua (Gharbia, et al., 2018). La ecuación de Zhang, ampliamente utilizada

para estimar la evapotranspiración potencial, tiene una dependencia lineal con la suma de las temperaturas medias máxima y mínima mensual y con la raíz cuadrada de la diferencia entre ambas temperaturas(Liu, et al., 2017). Para obtener la evapotranspiración potencial anual, se suman las de todos los meses. Si bien no resultaron disponibles registros de temperaturas (para los años estudiados) en la Unidad de Conservación Iberá, la referencia más próxima (EstaciónINTA-Mercedes) muestra una clara tendencia creciente para la temperatura máxima media anual y similar pero decreciente para temperatura mínima media anual, entre los años 1968 y 2013(Morales Yokobori, 2016).Es decir, la diferencia entre ambas temperaturas tiende a crecer, mientras que la suma no varía tan significativamente. En una zona de esteros con crecientes aforestaciones, estas tendencias de las temperaturas podrían representar un significativo impacto. Pináceas y eucaliptos se están plantando en zonas cercanas a los Esteros del Iberá (Mariana Alejandra Richarte y Walter Drews, entrevistas personales, 2016). Aproximadamente 50000 ha se encuentran forestadas en la periferia del Iberá con especies exóticas de pinos (*Pinuselliottii* y *Pinuscaribaea*) y eucaliptos (*Eucalyptusgrandis*) (De Oto, 2012).

Respecto al impacto sobre las especies, en una entrevista personal, el biólogo Sebastián Martino<sup>7</sup> afirmó que, si bien las precipitaciones se están incrementando, en principio no representan una amenaza para las especies porque éstas están adaptadas al agua, aunque puede ser que algunas de ellas no encuentren suficiente terreno sobre el nivel del agua.

### **Variación de los patrones de distribución estacional de las precipitaciones en los últimos años**

Solo unos pocos años (1988-1990) no fueron incluidos en el análisis debido a falta de datos.El análisis por similitudes entre las distribuciones estacionales de precipitaciones de la estación INTA-Mercedes mostró una mayor variabilidad(menores similitudes entre años)a partir de 1990, con un conglomerado mayor, el grupo 1 (ver Figura 3 y Tabla 2)con un patrón de distribución claramente diferenciado de los grupos 2, 4 y 5.Este grupo (rojo) incluye (por similitud)el 74% de los años comprendidos en el rango 1990-2013. A su vez, si agregamos el grupo 3 (gris), que es el de mayor similitud al grupo 1, la proporción de años comprendidos asciende a 87%. Los años que no se conglomeraron con el grupo 1, presentando una distribución de las precipitaciones

---

<sup>7</sup>Biólogo coordinador de los programas de especies de The Conservation Land Trust.

estacionales mayormente diferenciada, resultaron ser 1992, 1995, 1998, 2002, 2003 y 2010. Puede observarse la cercanía temporal de estos años con eventos moderados a fuertes de los fenómenos El Niño o La Niña (ver Tabla 1). Este resultado sugeriría que dichos fenómenos no solo contribuyen a alterar la intensidad de las lluvias en la zona de Mercedes, sino también el patrón de distribución estacional de las mismas. Según una modelización propuesta por Cai *et al.* (2014), la frecuencia de eventos extremos El Niño se duplicaría de aproximadamente un evento cada 20 años en el período 1891-1990, a uno cada 10 años en el período 1991-2090, mientras que se reducirían los eventos moderados. Este pronóstico indica un incremento de frecuencia en los eventos extremos de este fenómeno y una reducción en los moderados. Y podría estar contribuyendo a los cambios observados en los patrones de distribución de las precipitaciones en Mercedes, donde el grupo 1 involucra mayoritariamente el rango 1990-2013 con las excepciones distribuidas en otros grupos y temporalmente asociadas a los eventos El Niño/La Niña (ver Tabla 2 y Figura 3). Walter Drews<sup>8</sup> (entrevista personal, 2016) afirmó que en los últimos años se ha tornado impredecibles las lluvias para cada estación. Los resultados aquí obtenidos muestran sintonía con dicha afirmación.

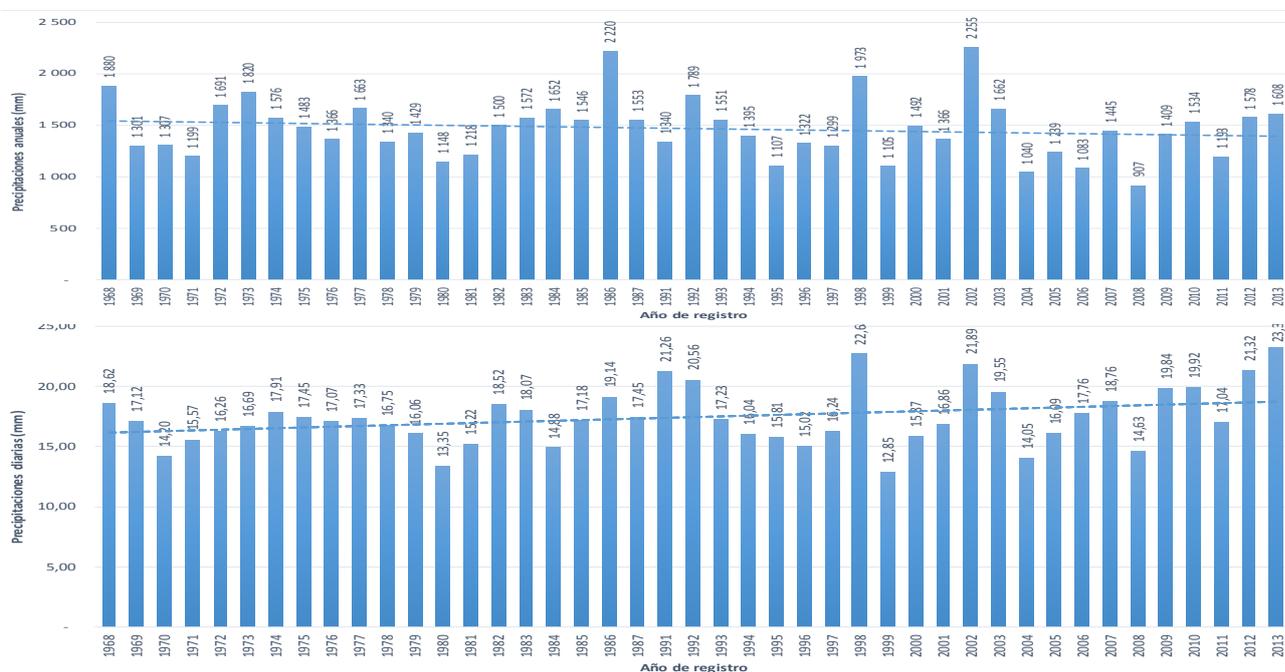


Figura 2: Precipitaciones anuales (arriba) y promedio entre días lluviosos (abajo), entre 1968 y 2013, donde solamente los años con al menos 360 días de registro fueron considerados. Se observa una ligera tendencia decreciente, en el primer gráfico, y una tendencia creciente, en el segundo, que se interpreta como consecuencia de la decreciente cantidad de días lluviosos con un menor peso relativo de la ligera disminución de las precipitaciones anuales totales. Los datos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina y medidos en

<sup>8</sup> Guardaparques senior de la Reserva Esteros del Iberá

Tabla 1: Precipitaciones medidas en la Estación INTA-Mercedes (PTEIM) y en la Unidad de Conservación Iberá (PTUCI), expresadas por trimestres intercalados entre los años 1997 y 2011 (se incluyeron trimestres con niveles de particulares de precipitaciones. Ver Figura 2.), contrastados con el índice oceanográfico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) provisto por la National Oceanographic and Atmospheric Administration (2018). Los colores hacia el rojo indican mayor intensidad del fenómeno El Niño mientras que los colores hacia el verde mayor intensidad del fenómeno La Niña.

Año	Trim	PTEIM	ONI	Año	Trim	PTUCI	PTEIM	ONI	Año	Trim	PTUCI	PTEIM	ONI	Año	Trim	PTUCI	ONI
1997	MAM	210	0,3						2006	OND	432	485	0,9	2008	NDE	96	-0,7
1997	AMJ	227	0,8	2002	EFM	646	558	0	2006	NDE	340	484	0,9	2009	DEF	322	-0,8
1997	MJJ	171	1,2	2002	FMA	800	954	0,1	2007	DEF	263	438	0,7	2009	EFM	358	-0,7
1997	JJA	118	1,6	2002	MAM	865	942	0,2	2007	EFM	235	561	0,3	2009	FMA	325	-0,5
1997	JAS	101	1,9	2002	AMJ	547	572	0,4	2007	FMA	232	557	0,00	2009	MAM	175	-0,2
1997	ASO	335	2,1	2002	MJJ	457	267	0,7	2007	MAM	216	480	-0,2	2009	AMJ	232	0,1
1997	SON	501	2,3	2002	JJA	431	206	0,8	2007	AMJ	284	254	-0,3	2009	MJJ	252	0,4
1997	OND	564	2,4	2002	JAS	384	284	0,9	2007	MJJ	214	112	-0,4	2009	JJA	309	0,5
1997	NDE	647	2,4	2002	ASO	507	270	1	2007	JJA	140	128	-0,5	2009	JAS	296	0,5
1998	DEF	614	2,2	2002	SON	649	455	1,2	2007	JAS	344	167	-0,8	2009	ASO	392	0,7
1998	EFM	671	1,9	2002	OND	762	841	1,3	2007	ASO	477	464	-1,1	2009	SON	940	1
1998	FMA	999	1,4	2002	NDE	531	782	1,1	2007	SON	466	472	-1,4	2009	OND	1.022	1,3
1998	MAM	878	1	2003	DEF	434	778	0,9	2007	OND	171	463	-1,5	2009	NDE	933	1,6
1998	AMJ	845	0,5	2003	EFM	447	746	0,6	2007	NDE	22	291	-1,6	2010	DEF	388	1,5
1998	MJJ	252	-0,1	2003	FMA	498	842	0,4	2008	DEF	66	264	-1,6	2010	EFM	306	1,3
1998	JJA	250	-0,8	2003	MAM	404	705	0	2008	EFM	110	245	-1,4	2010	FMA	378	0,9
1998	JAS	203	-1,1	2003	AMJ	184	292	-0,3	2008	FMA	167	183	-1,2	2010	MAM	322	0,4
1998	ASO	191	-1,3	2003	MJJ	43	125	-0,2	2008	MAM	195	207	-0,9	2010	AMJ	278	-0,1
1998	SON	218	-1,4	2003	JJA	83	145	0,1	2008	AMJ	309	232	-0,8	2010	MJJ	186	-0,6
1998	OND	255	-1,5	2003	JAS	105	145	0,2	2008	MJJ	285	227	-0,5	2010	JJA	138	-1
1998	NDE	232	-1,6	2003	ASO	217	305	0,3	2008	JJA	294	188	-0,4	2010	JAS	174	-1,4
1999	DEF	366	-1,5	2003	SON	400	342	0,3	2008	JAS	235	177	-0,3	2010	ASO	381	-1,6
1999	EFM	390	-1,3	2003	OND	611	479	0,4	2008	ASO	538	303	-0,3	2010	SON	464	-1,7
1999	FMA	501	-1,1	2003	NDE	474	314	0,4	2008	SON	458	282	-0,4	2010	OND	593	-1,7
1999	MAM	393	-1	2004	DEF	289	229	0,4	2008	OND	365	253	-0,6	2010	NDE	382	-1,6
1999	AMJ	269	-1	2004	EFM	78	98	0,3						2011	DEF	336	-1,4
1999	MJJ	180	-1	2004	FMA	222	292	0,2						2011	EFM	137	-1,1
1999	JJA	126	-1,1	2004	MAM	202	253	0,2						2011	FMA	219	-0,8
1999	JAS	152	-1,1	2004	AMJ	243	307	0,2						2011	MAM	219	-0,6
1999	ASO	178	-1,2	2004	MJJ	157	131	0,3						2011	AMJ	268	-0,5
1999	SON	219	-1,3	2004	JJA	170	137	0,5						2011	MJJ	185	-0,4
1999	OND	294	-1,5	2004	JAS	117	101	0,6									
1999	NDE	349	-1,7	2004	ASO	245	280	0,7									
2000	DEF	407	-1,7	2004	SON	458	489	0,7									
2000	EFM	482	-1,4	2004	OND	450	534	0,7									
2000	FMA	522	-1,1	2004	NDE	320	388	0,7									
2000	MAM	558	-0,8	2005	DEF	86	264	0,6									
2000	AMJ	384	-0,7	2005	EFM	146	308	0,6									
2000	MJJ	259	-0,6	2005	FMA	196	426	0,4									
2000	JJA	148	-0,6	2005	MAM	408	546	0,4									
2000	JAS	155	-0,5	2005	AMJ	517	504	0,3									
2000	ASO	177	-0,5	2005	MJJ	431	330	0,1									
2000	SON	367	-0,6	2005	JJA	265	162	-0,1									
2000	OND	472	-0,7	2005	JAS	110	88	-0,1									
2000	NDE	705	-0,7	2005	ASO	258	220	-0,1									
2001	DEF	514	-0,7	2005	SON	331	283	-0,3									
2001	EFM	488	-0,5	2005	OND	393	339	-0,6									
2001	FMA	330	-0,4	2005	NDE	273	242	-0,8									
2001	MAM	371	-0,3	2006	DEF	157	230	-0,8									
2001	AMJ	290	-0,3	2006	EFM	145	178	-0,7									
2001	MJJ	150	-0,1	2006	FMA	278	279	-0,5									
2001	JJA	211	-0,1	2006	MAM	334	179	-0,3									
2001	JAS	197	-0,1	2006	AMJ	360	294	0									
2001	ASO	355	-0,2	2006	MJJ	218	171	0									
2001	SON	367	-0,3	2006	JJA	183	212	0,1									
2001	OND	391	-0,3	2006	JAS	147	126	0,3									
2001	NDE	284	-0,3	2006	ASO	310	260	0,5									
2002	DEF	224	-0,1	2006	SON	455	421	0,7									

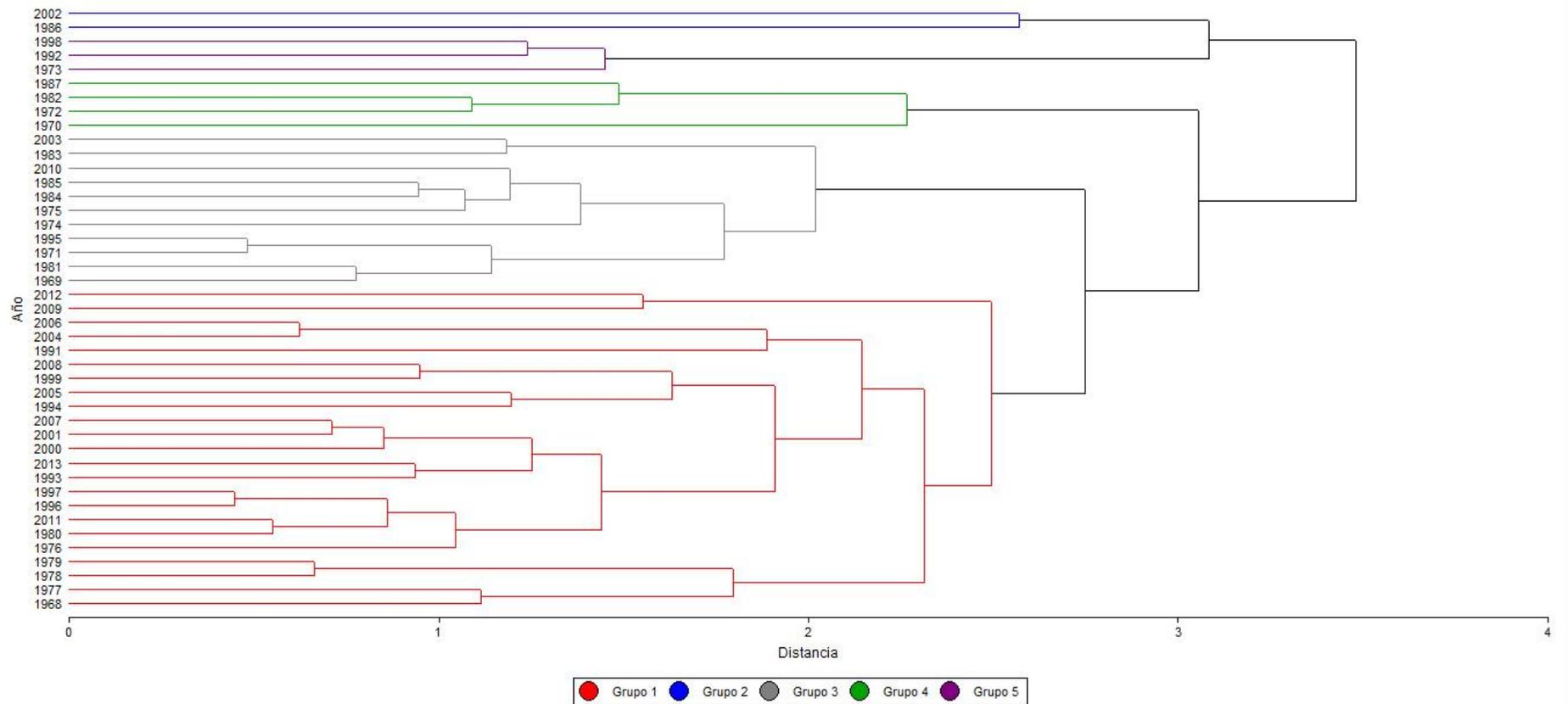


Figura 3: Dendrograma mostrando el grado de afinidad entre los años de registro, respecto a la distribución de lluvias entre los cuatro trimestres del año (enero-febrero-marzo, abril-mayo-junio, julio-agosto-septiembre y octubre-noviembre-diciembre) representativos de las cuatro estaciones anuales, en la medida en la Estación Experimental INTA-Mercedes. Se consideraron solamente los años con al menos 360 días de registro. Para las distancias euclídeas entre cada par posible de años, se utilizaron los valores estandarizados de lluvias; es decir, dividiendo las precipitaciones de cada trimestre por la desviación estándar obtenida entre todos los años. Los agrupamientos se efectuaron mediante el método de encadenamiento promedio o UPGMA ("unweighted pair-group method using arithmetic average") (Sokal & Michener, 1958). Todos estos cálculos fueron efectuados por el autor con el programa InfoStat 2016 (Di Rienzo, et al., 2016), utilizando los datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

Tabla 2: Cantidad de años representados en cada década para cada grupo de la Figura 3. El grupo 1 (rojo) incluye 74 % de los más recientes años (1990-2013), indicando un cambio general de la distribución estacional de precipitaciones desde 1990, en la Estación Experimental INTA-Mercedes. A su vez, dentro de este conglomerado, se puede observar mayores disimilitudes (mayores distancias) entre los años agrupados. Unos pocos años (1988-1990) no fueron incluidos en el análisis debido a falta de datos.

Décadas	Conglomerados					Total
	1 (rojo)	2 (azul)	3 (gris)	4 (verde)	5 (lila)	
68-69	1		1			2
70-79	4		3	2	1	10
80-89	1	1	4	2		8
90-99	6		1		2	9
00-09	8	1	1			10
10-13	3		1			4

## Conclusiones

La variabilidad climática tiene un fuerte componente de carácter global que no puede ser gestionado, desde el nivel local o regional. Sí pueden preverse y mitigarse sus efectos adversos, y por ello la gestión y las políticas públicas deben orientarse hacia la profunda comprensión de este fenómeno y sus implicancias para el futuro desarrollo sustentable de los Esteros del Iberá, en el marco del actual proyecto ecoturístico y de la creación del Parque Nacional. Para una zona de humedales, resulta crítico incluir el tema del cambio climático en los planes de manejo locales articulándolos a nivel regional, con el fin de converger en un sistema integrado de gestión coherente con los objetivos y políticas establecidas en la legislación argentina y correntina. En la Unidad de Conservación del Iberá, se observó un marcado aumento de las precipitaciones anuales, en contraste con lo observado en la estación INTA-Mercedes. Este resultado sugiere la posible existencia de fenómenos locales dentro o cerca del área de la reserva que deberían ser estudiados con profundidad.

## Agradecimientos

A los guardaparques de la Reserva Esteros del Iberá, especialmente a Mariana Richarte y Walter Drews.

A la Dirección de Parques y Reservas de la Provincia de Corrientes.

Al Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

A los entrevistados, quienes gentilmente accedieron a compartir sus conocimientos y experiencia.

## **Bibliografía**

Budani, A., Solari, N., Fidanza, E. & Catterberg, A. (2006). Encuesta ambiental argentina 2005. En: *La Situación Ambiental de la Argentina 2005*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre. 552-553.

Cai, W.; et alt. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4, 111-116.

De Oto, L., (2012). Actividades económicas en el Iberá. *El ojo del cóndor*, 2, 30.

Di Rienzo, J.; et alt. (2016). *InfoStat version 2016*. s.l.:Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Ferrati, R., Canziani, G.; Ruiz Moreno, D. (2003). Caracterización hidrometeorológica e hidrológica del sistema Iberá. En: Canziani, G.; Rossi, C.; Loiselle, S.; Ferrati, R. edits. *El manejo Sustentable de Humedales del Mercosur*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre. 83-102.

Gharbia, S. S. et. alt. (2018). Spatially distributed potential evapotranspiration modeling and climate projections. *Science of the Total Environment*, 633, 571-592.

Lípori, M.; De Oto, L. (2012). Características ambientales y áreas protegidas de la Ecorregión Esteros del Iberá. *El Ojo del Cóndor*, Issue 2, pp. 14-20.

Liu, W. y otros, 2017. Estimations of evapotranspiration in an age sequence of Eucalyptus plantations in subtropical China. *PLoS ONE*, 12, 4, 1-15.

Montroull, N. B.; et alt. (2013). Escenarios hidrológicos futuros en la Región de los Esteros del Iberá en el contexto del cambio climático. *Meteorológica*, 38, 1, 3-19.

Morales Yokobori, M. L. (2016). *Conservación y uso sostenible de los recursos de los Esteros del Iberá, Corrientes, Argentina: Huancayo: Fondo Verde*. Tesis Doctoral defendida en la Universidad de Belgrano. Disponible en:

<http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/8603>

National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) (2018). *Climate Prediction Center*. [En línea] Available at:

[http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)  
[Último acceso: 1 abril 2018].

Oropeza Cortés, M. G.; Urciaga García, J. I.; Ponce Díaz, G. (2015). Importancia económica y social de los servicios de los ecosistemas: una revisión de la agenda de investigación. *Revista Global de Negocios*, 3, 2, 103-113.

Sala, S., Ciuffo, B.; Nijkamp, P. (2015). A systematic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 119, 314-325.

Sala, S., Farioli, F.; Zamagni, A. (2013). Progress in sustainability science: lessons learnt from current methodologies for sustainability assessment (part I). *The International Journal of Lyfe Cycle Assessment*, 18, 1653-1672.

Sokal, R. R.; Michener, C. D. (1958). A Statistical Method for Evaluating Systematic Relationships. *University of Kansas Science Bulletin*, 1409-1438.

Universidad Blas Pascal. (2016). *Cátedra UNESCO en Seguridad Humana y Desarrollo Regional en América Latina*. [En línea] Available at: <http://catedraunesco.ubp.edu.ar/>  
[Último acceso: 25 November 2016].

Vallejos, V. H.; Roggiero, M. F.; Zamponi, A.; Zilio, M. C. (2014). *Transvasamiento de las aguas del Embalse Yaciretá a los Esteros del Iberá*. [En línea] Available at: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.4107/ev.4107.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.4107/ev.4107.pdf)  
[Último acceso: 7 diciembre 2016].

Vázquez Gómez, R. (2004). Turismo ecológico, turismo sustentable. *Hospitalidad ESDAI*, 6, 45-61.