

27 y 28 de junio de 2019 - Ciudad Universitaria, Córdoba

## CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CHACO SECO

Marcos Karlin, Ulf Ola Karlin, Rubén Coirini, Ana Contreras

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento Recursos Naturales. Félix Marrone 746, Ciudad Universitaria, CC 509, CP 5000, Córdoba, Argentina  
[mkarlin@agro.unc.edu.ar](mailto:mkarlin@agro.unc.edu.ar), [ukarlin@gmail.com](mailto:ukarlin@gmail.com), [rcoirini@agro.unc.edu.ar](mailto:rcoirini@agro.unc.edu.ar), [amcontreras@agro.unc.edu.ar](mailto:amcontreras@agro.unc.edu.ar)

### Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar los cambios y la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas ocurridas a lo largo de 45 años en la región del Chaco Seco. Los datos de precipitación y temperatura (1973-2018) de once localidades del Chaco Seco fueron analizados. En relación a las precipitaciones, estos indican aumentos de 27,6 y 51,7 mm cada 10 años para el Chaco Árido y Semiárido, respectivamente. Estas tendencias se asocian a incrementos del 10 y 15% anual en las intensidades medias, respectivamente. Existe un corrimiento de las lluvias de invierno hacia entrada la primavera. Las temperaturas medias en el Chaco Árido tienden a aumentar  $+0,055^{\circ}\text{C}$  cada 10 años, mientras que en Chaco Semiárido decrecen a una tasa de  $-0,308^{\circ}\text{C}$  por década. Los cambios positivos en las precipitaciones han acompañado en los últimos años el avance de la agricultura y la ganadería sobre esta región, la cual es susceptible a degradación cuando la cobertura arbórea es eliminada. El aumento de las precipitaciones medias y su intensidad probablemente promueva la productividad primaria neta instantánea, aunque podría acelerar el ciclado de nutrientes y los procesos erosivos. La reducción en los valores medios de temperatura en el Chaco Semiárido y las bajas tasas incrementales en el Chaco Árido pueden hacer suponer que, a pesar del incremento de las precipitaciones, la aceleración de los procesos biogeoquímicos podría no ser tan importante. Sin embargo, es incierta la influencia que podría tener el incremento de las temperaturas máximas y mínimas medias.

**Palabras clave:** precipitaciones, temperatura, tendencias.

### Abstract

The objective of this work is to analyze the changes and the variability in the precipitations and the temperatures over 45 years in the region of the Dry Chaco. Precipitation and temperature data (1973-2018) of eleven localities from the Dry Chaco were analyzed. In relation to the precipitations, these show increments of 27,6 and 51,7 mm every 10 years for the Arid and Semiarid Chaco, respectively. These tendencies are associated to annual increments of 10 and 15% in the average intensities, respectively. There is a shift in the winter precipitations towards the late spring. The average temperatures in the Arid Chaco tend to increase  $+0,055^{\circ}\text{C}$  every 10 years, while in the Semiarid Chaco they decrease at a rate of  $-0,308^{\circ}\text{C}$  per decade. Positive changes in the precipitations accompanied in the last years the advance of the agriculture and livestock over the region, which is susceptible to degradation when the tree cover is eliminated. The increase of the average precipitations and their intensities will probably promote the instant net primary productivity, though the nutrients cycle and erosive processes might be accelerated. The reduction in the average temperature values in the Semiarid Chaco and the low incremental rates in the Arid Chaco can suggest that, despite the increment in the precipitations, the acceleration in the biogeochemical processes could be not that important. However, is uncertain the influence that might have the increment of the maximum and minimum average temperatures.

**Key words:** precipitations, temperature, tendencies

### Introducción

A nivel global, el clima tiende a mostrar cambios en los valores medios de diferentes variables tales como las precipitaciones y las temperaturas, aunque estas pueden tender al alza o a la baja, dependiendo la región analizada.

El cambio climático global sugiere una tendencia creciente de las temperaturas del aire de +0,60°C en los últimos 30 años, y los especialistas sugieren que esta tendencia está íntimamente correlacionada con el aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (Myhre et al., 2013). El efecto del cambio climático sobre las precipitaciones es más complejo, dependiente de la región a considerar y de la circulación del aire.

Es innegable que las condiciones climáticas actuales difieren de los datos promedio históricos disponibles, y que gran parte del impacto de los fenómenos meteorológicos y los desastres naturales se deben, al menos indirectamente, a la expansión de la actividad humana sobre los grandes reguladores de dichos fenómenos, tales como el suelo o los bosques (Karlin, 2012).

Uno de los fenómenos más estudiados y a la vez más difíciles de entender es El Niño-Oscilación del Sur, el cual influye sobre la dinámica atmosférica en diferentes regiones del globo (Hulme, 2005). Para la región Chaqueña-Pampeana, se relaciona comúnmente que las precipitaciones aumentan con eventos El Niño, mientras que decrecen con La Niña (Grimm et al., 2000; Karlin, 2013), aunque no existe una relación causal clara (Karlin, 2012).

Las condiciones climáticas son parte de los factores fundamentales que definen el funcionamiento de los agroecosistemas. Variables como las temperaturas y las precipitaciones pueden alterar las tasas de mineralización de la materia orgánica, la escorrentía, o el crecimiento vegetal, entre otros procesos.

El Chaco Seco es una ecorregión que ocupa una extensa planicie sedimentaria rodeada o intercalada de áreas serranas, e involucra los países de Argentina, Bolivia y Paraguay. Se caracteriza por poseer clima subtropical, con marcadas diferencias entre la estación húmeda (predominantemente estival) y la seca (con marcado déficit hídrico). Las precipitaciones son erráticas y su régimen disminuye de Este a Oeste, con sus límites clásicos definidos por las isohietas de 750 y 300 mm; las temperaturas tienden a ser elevadas, promoviendo elevadas tasas de circulación de nutrientes (Ledesma, 1992; Karlin et al., 1994). Las temperaturas en el Chaco dependen en gran medida de la latitud y la altitud, aunque esta última variable no resulta tan importante.

A lo largo de varias décadas, se han propuesto para el Chaco Seco un conjunto de prácticas agroforestales que tienen que ver con el control de los componentes leñosos y alteración del suelo de los agroecosistemas, aplicados en magnitudes diversas. Dichas prácticas pueden incluir desmontes totales o selectivos, aplicación de rolos, siembra de pasturas exóticas, defoliación por ganadería, remoción de suelo para siembra de cultivos, e incluso aplicación de fuego (Karlin et al., 1994; Karlin et al. 2013; Rueda et al., 2013). Es posible que dichas prácticas ejerzan en la actualidad diferentes impactos ambientales sobre los agroecosistemas del Chaco Seco en relación a cambios en los parámetros climáticos.

### **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar los cambios y la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas ocurridas a lo largo de 45 años, en relación al fenómeno ENSO, en la región del Chaco Seco. Se analizan aquí potenciales relaciones causa-efecto entre los cambios observados en el clima y los efectos de diferentes prácticas agroforestales sobre los agroecosistemas.

### **Metodología**

Se compilaron datos de precipitaciones y temperaturas de 45 años (julio 1973 a junio 2018) de cinco localidades del distrito del Chaco Árido (San Luis, Villa Dolores, Chamental, La Rioja, Catamarca) y cuatro del distrito del Chaco Semiárido (Ceres, Santiago del Estero, Delfín Gallo y General Mosconi). Los datos fueron obtenidos de la base de datos de NOAA-National Climatic Data Center (acceso septiembre de 2018).

Los valores diarios de precipitación fueron sumados para obtener los valores mensuales. Los valores mensuales comprendidos entre julio y junio de cada ciclo interanual fueron sumados para obtener los valores de precipitaciones anuales. Los valores de precipitación quinquenales se obtuvieron promediando los valores anuales de todas las localidades de cada distrito.

Para obtener los valores de intensidad máxima de precipitaciones, se seleccionaron los valores de precipitación más altos para cada mes analizado; sobre estos valores se calcularon los promedios para obtener los valores anuales entre julio y junio de cada ciclo interanual.

Se compilaron los valores del Índice Oceánico del Niño (ONI según sus siglas en inglés: Oceanic Niño Index), obtenido del Centro de Predicción Climático de Estados Unidos

(actualizado de los datos otorgados por Huang et al., 2017). El ONI es el promedio móvil de tres meses de la anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) sobre la región Niño 3.4 (área comprendida entre los 175 y 120° de Longitud W, a la altura del Ecuador). Se define como condición El Niño cuando el Índice Oceánico de El Niño (ONI) sobrepasa el valor +0,5°C de la TSM por 3 meses consecutivos, y define un episodio La Niña cuando el ONI es inferior a -0,5°C de la TSM por 3 meses consecutivos. Estos índices fueron comparados con las desviaciones de las precipitaciones anuales respecto a la media del período analizado.

Se calcularon las desviaciones de las precipitaciones promedio respecto a la media interanual para cada mes. A partir de dichos valores se obtuvieron las tendencias lineales con sus pendientes. Dichas pendientes son asumidas como las tasas anualizadas de cambios de precipitaciones, discriminadas para cada mes.

Los valores diarios de temperaturas medias, máximas medias y absolutas, y mínimas medias y absolutas, fueron promediados para obtener los valores mensuales. Los valores mensuales entre julio y junio de cada ciclo interanual fueron promediados para obtener los promedios anuales.

## Resultados

### Precipitaciones

Las precipitaciones han sufrido una tendencia creciente cuando se analiza el período desde 1973 a 2018 (Figura 1).

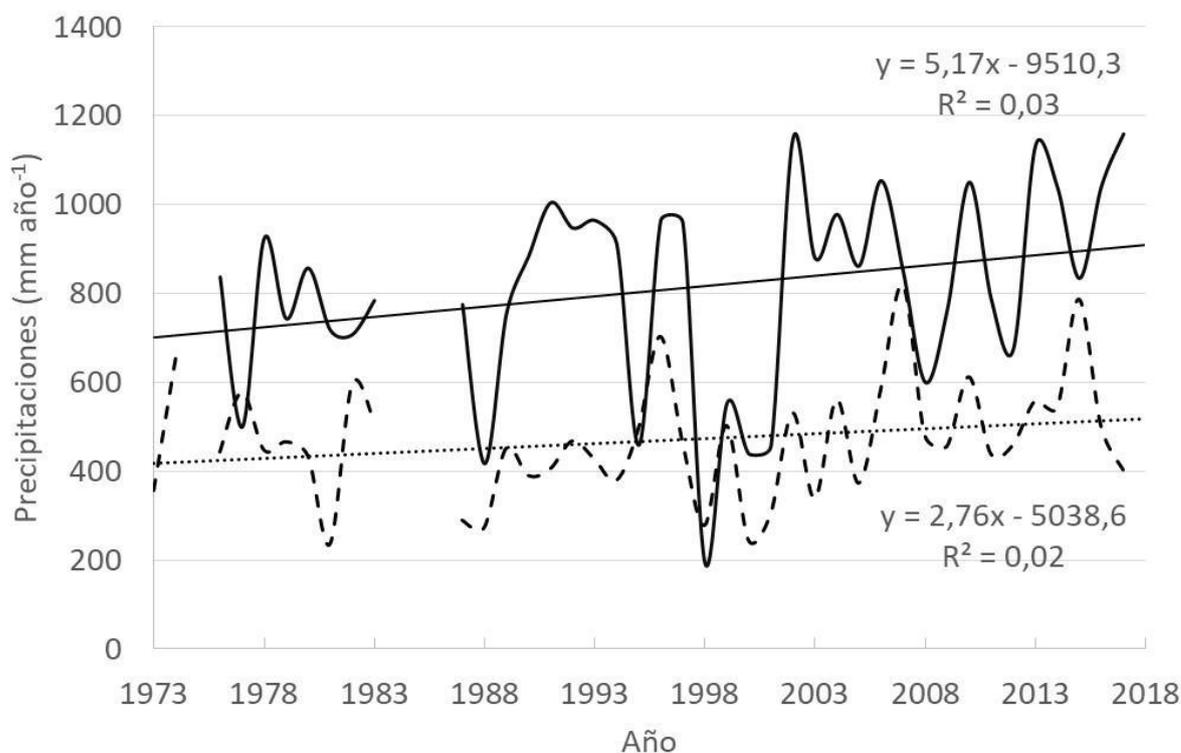


Figura 1: Precipitaciones anuales para localidades del Chaco Árido (línea punteada) y Chaco Semiárido (línea continua).

Las tendencias indican aumentos promedios de 27,6 mm cada 10 años en las precipitaciones para el Chaco Árido, mientras que para el Chaco Semiárido son de aproximadamente el doble, con 51,7 mm por década.

Si los cambios en las precipitaciones se analizan por quinquenio desde 1973 a 2018 (Figura 2) también se aprecia una tendencia creciente en las precipitaciones, aunque puede verse que el período 98-03 corresponde al más seco de todos los analizados para ambos distritos. El quinquenio más lluvioso es el último analizado, el período 13-18. En cuanto a la erradicidad de las lluvias, el quinquenio más variable corresponde al más seco, es decir al período 98-03.

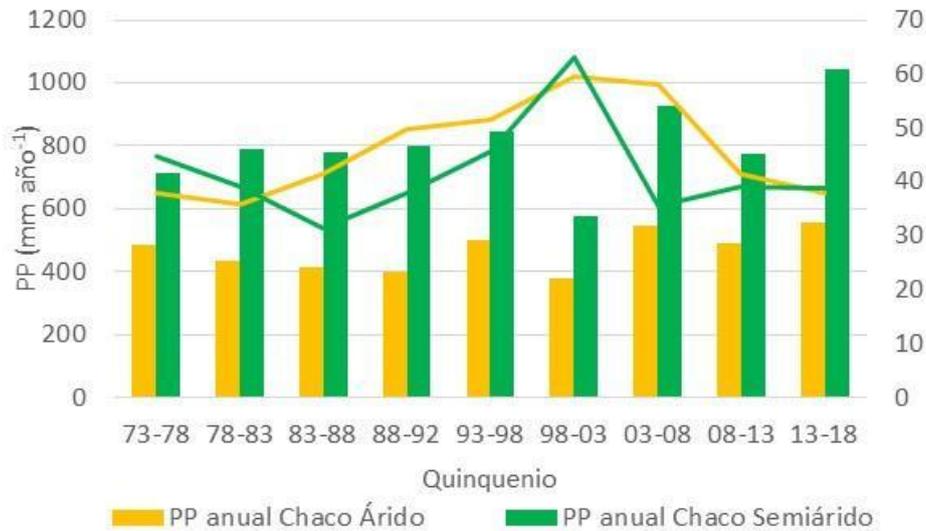


Figura 2: Variaciones quinquenales de las precipitaciones (barras, en mm año<sup>-1</sup>) y coeficientes de variación (líneas, en porcentaje). En gris claro, Chaco Árido; en gris oscuro, Chaco Semiárido).

Los límites pluviométricos definidos para el Chaco Árido (300-500 mm año<sup>-1</sup>) y Semiárido (500-750 mm año<sup>-1</sup>) (Ledesma, 1992; Karlin et al., 1994) deben ser actualizados puesto que muchas de las localidades analizadas sobrepasan dichos límites. Posiblemente los límites del Árido puedan definirse entre 350 y 650 mm anuales, mientras que para el Semiárido puedan definirse entre 650 y 1000 mm anuales, aunque el límite superior está estimado en función a la localidad de Delfín Gallo (a pocos kilómetros al este de Tucumán), el cual quizá tenga cierta influencia de las Yungas. Ceres (límite Sgo. del Estero-Santa Fe) por su parte, en el extremo este del Chaco Seco, muestra una media de 786 mm anuales, cercano al límite pluviométrico de 750 mm. Considerando los datos disponibles, a menor pluviometría, mayor variabilidad interanual. Otro indicador de cambio climático asociado a las precipitaciones es el aumento de la intensidad media de las precipitaciones, valores obtenidos como promedio anual (jul-jun) de las intensidades máximas mensuales. En la Figura 3 pueden verse los valores anuales por distrito.

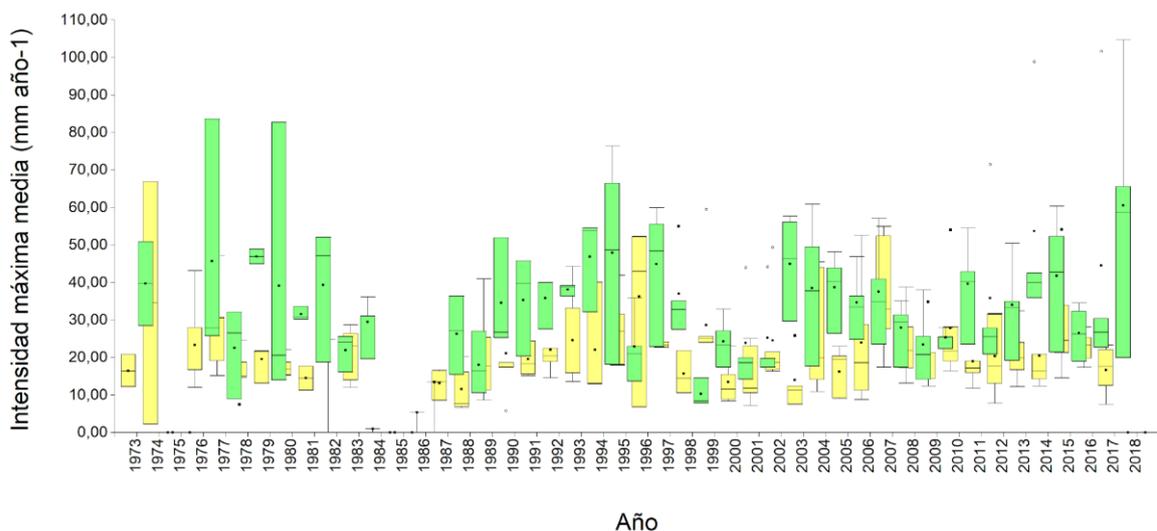


Figura 3: Box-plot de las intensidades máximas anuales por año para las localidades del Chaco Árido (gris claro) y del Chaco Semiárido (gris oscuro).

En términos generales, las intensidades están íntimamente relacionadas con la pluviometría, es decir, años más lluviosos presentan intensidades máximas medias más elevadas. Las

intensidades demuestran incrementos del 10% anual para el Chaco Árido y del 15% para el Chaco Semiárido, lo que sugiere aumentos en la energía de las precipitaciones y su efecto sobre la superficie. Asumiendo aumentos en las áreas desmontadas y en el suelo desnudo, asociados a reducciones en los contenidos de materia orgánica, estos serían más erosionables y el riesgo de pérdida de suelos, especialmente en terrenos ondulados, aumentaría considerablemente.

En relación al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) se muestran en la Figura 4 las relaciones con el Índice Oceánico del Niño.

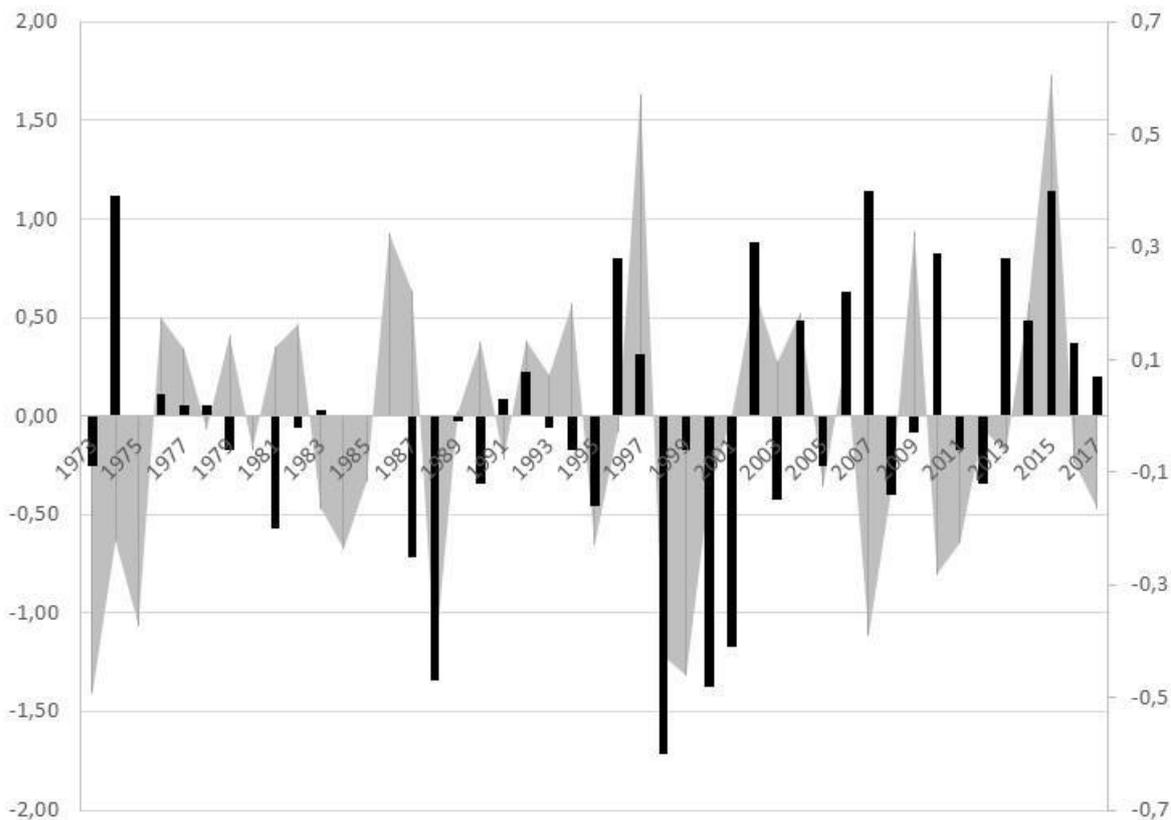


Figura 4: Índice Oceánico del Niño (gris; eje izquierdo) y variación de las precipitaciones en relación al valor medio (negro, eje derecho, expresado en porcentaje) de las localidades analizadas.

Los eventos Niño identificados en la Figura 4 corresponden a los periodos 86-87, 97-98, 02-05, 09-10 y 14-16, mientras que los eventos Niña corresponden a los periodos 73-76, 83-86, 89-90, 99-01, 07-09 y 10-12. De los cinco episodios Niño, tres evidencian precipitaciones por encima de la media, uno por debajo y del quinto (86-87) no se cuenta con datos fidedignos. Respecto a La Niña, dos periodos son secos, tres son indefinidos (años secos y húmedos dentro del periodo Niña) y uno sin datos. De esta forma se aprecia alguna influencia entre los fenómenos ENSO y la cantidad de precipitaciones, aunque estas estarían sujetas a otras causas locales o regionales que no dependen exclusivamente de la ciclicidad de ENSO.

La relación del ONI con las intensidades máximas medias de lluvias sigue una relación similar a la que ocurre con las precipitaciones medias, ya que las intensidades están íntimamente relacionadas a la cantidad de lluvia; es decir, no existe una clara tendencia a que ocurran precipitaciones más intensas durante eventos El Niño.

Una conjetura que generalmente se expone, especialmente por los pobladores rurales, es el corrimiento de las precipitaciones hacia el verano, demorándose cada vez más las lluvias para favorecer el rebrote de pasturas o el llenado de represas. En la Figura 5 se muestran las tasas de cambio en la frecuencia de las precipitaciones por mes.

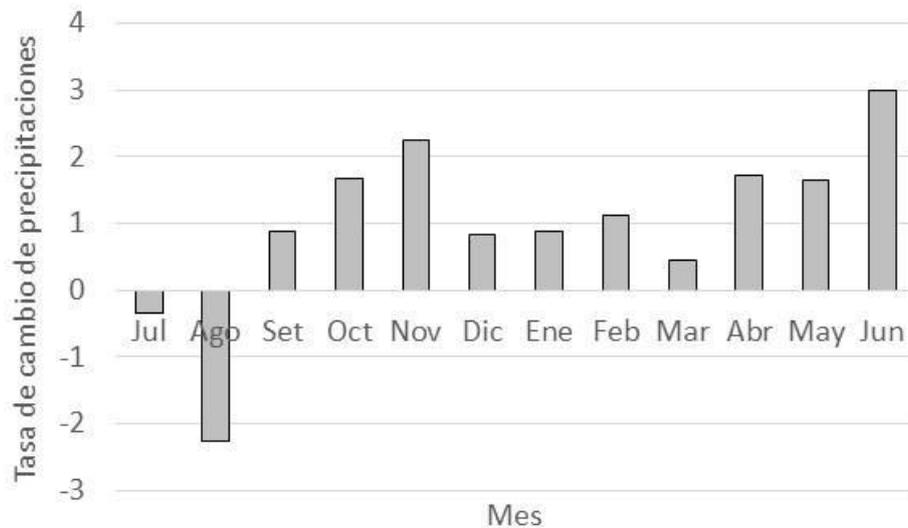


Figura 5: Tasas anuales de cambio en las precipitaciones, por mes. Período analizado 1973-2018.

Efectivamente, existe un corrimiento de las lluvias de invierno (jul-ago) hacia entrada la primavera. Sin embargo, se observa también un aumento importante de las tasas de otoño, lo que implicaría en algunas regiones una mejora en las condiciones forrajeras, reduciendo el bache forrajero, aunque también depende de lo que ocurra con las temperaturas dominantes.

#### *Temperaturas*

El Chaco Seco abarca poco más de 15° de latitud desde su posición más meridional en la provincia de San Luis, Argentina (33°45'S), con un promedio de 17,7°C, hasta la más septentrional en el departamento de Santa Cruz, Bolivia (18°00'S), con 24,8°C.

El comportamiento de las temperaturas en el Chaco Árido es diferente al del Semiárido. El primero muestra una ligera tendencia creciente en las temperaturas medias anuales de +0,055°C cada 10 años, mientras que en el segundo decrece a una tasa de -0,308°C por década (Figura 6).

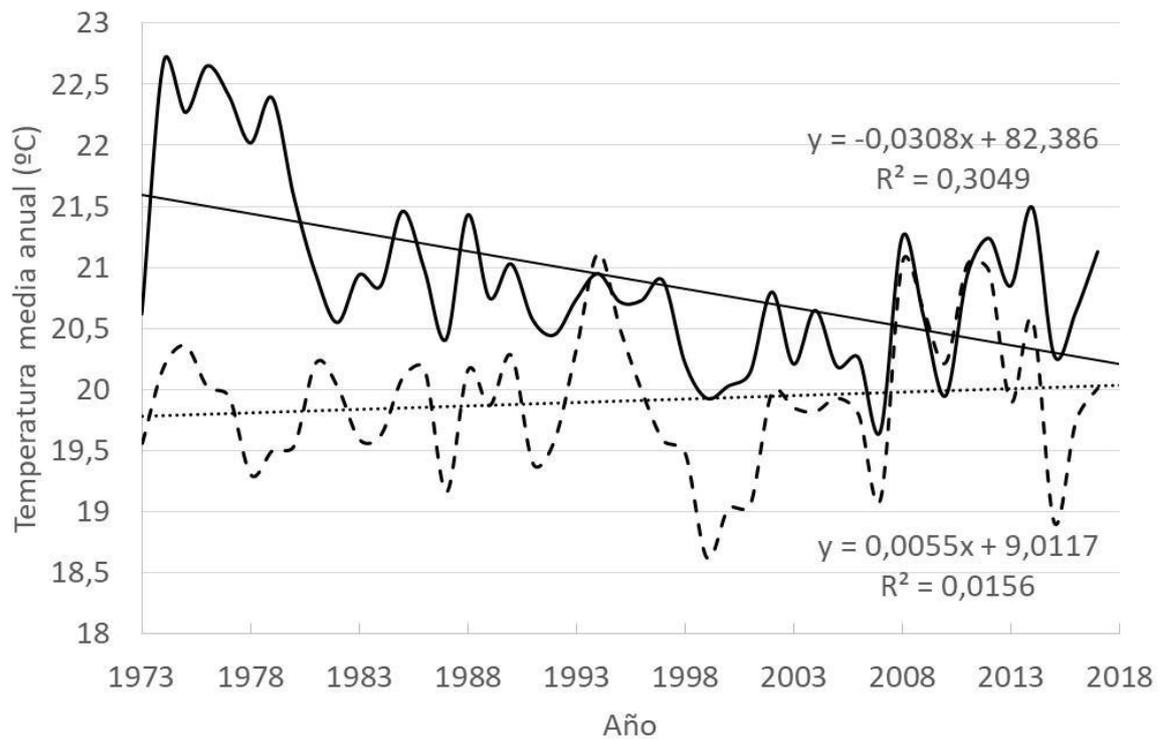


Figura 6: Temperaturas medias anuales (jul-jun) discriminado por distrito, período 1973-2018. Línea punteada, Chaco Árido; línea continua Chaco Semiárido.

Las temperaturas del Chaco Árido tienden prácticamente a mantenerse cuasi-estables sobre una media de cerca de 20°C (Figura 7), aunque tiende a haber una reducción en la brecha entre temperaturas máximas absolutas y mínimas absolutas. En términos generales, los inviernos tienden a ser menos severos, hay menos heladas y esto puede afectar algunos ciclos biológicos. También se observa que la mayor tasa de cambio corresponde a la de las temperaturas máximas medias, lo que implica que hay mayor ocurrencia de días con temperaturas más elevadas.

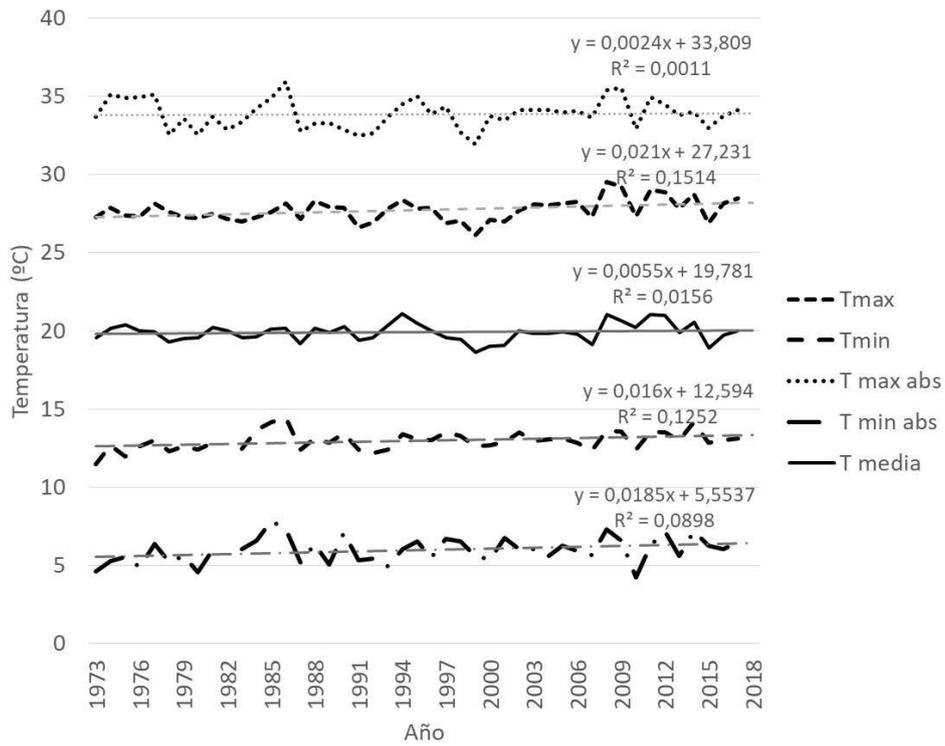


Figura 7: Diagrama de temperaturas para el distrito del Chaco Árido.

El comportamiento de las temperaturas en el Chaco Semiárido es paradójico ya que si bien las temperaturas medias tienden a disminuir, todos los otros parámetros (máximas medias, mínimas medias, máximas absolutas y mínimas absolutas) tienden a aumentar (Figura 8) y en mayor medida que en el Chaco Árido. Aquí también la brecha entre las temperaturas absolutas se reduce, pero la temperatura máxima media es la que más crece en 45 años.

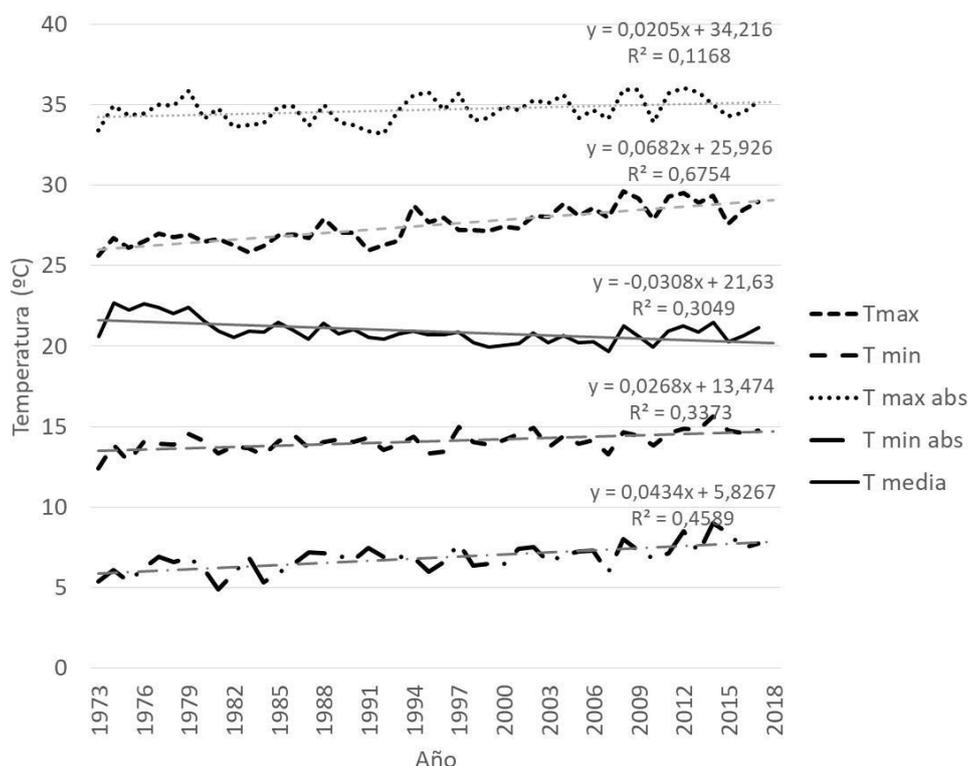


Figura 8: Diagrama de temperaturas para el distrito del Chaco Semiárido.

La Argentina Subtropical no muestra en general fuertes tendencias a aumentos en las temperaturas medias, como sí lo hacen otras regiones, en especial del Hemisferio Norte. En el centro de la Argentina (por debajo de los 38°S) las temperaturas mínimas aumentaron alrededor de un grado centígrado en 50 años (período 1940-1990).

Los cambios en la ubicación de los centros de alta y baja presión en el Atlántico Sur y Pacífico Sur, sumado a cambios en posición e intensidad de la Alta Boliviana y la Corriente de Chorro de Niveles Bajos, explicarían parte de las variaciones en las temperaturas medias anuales y las precipitaciones. Según Agosta y Compagnucci (2006), posteriormente a 1977, los veranos húmedos están favorecidos por la ocurrencia de un centro anticiclónico en la tropósfera baja de la región subtropical del este de Sudamérica y un centro ciclónico en el Pacífico Sur, reforzando el gradiente del viento geostrófico, generando una anomalía de humedad positiva sobre la región del Chaco. Asimismo, la Corriente de Chorro de Niveles Bajos, cuando incrementa su intensidad, especialmente en septiembre y octubre, “corre” hacia el este el anticiclón del Atlántico Sur, favoreciendo un anticiclón más húmedo y, por ende, un aumento en la humedad en el centro de la Argentina.

Según Barros (2005) el aumento de las temperaturas mínimas indicaría calentamiento por efecto invernadero, mientras que la reducción en las máximas (absolutas en este caso) puede deberse a un aumento en las precipitaciones. Efectivamente, las temperaturas máximas absolutas se relacionan negativamente con el aumento en las precipitaciones, mientras que las mínimas absolutas lo hacen positivamente, cuando se analizan los distritos del Chaco Árido y Semiárido por separado.

#### *Consecuencias de los cambios en los parámetros climáticos*

Aumentos en las precipitaciones podrían traerán aparejados incrementos en las tasas de mineralización y ciclado de nutrientes. La dinámica en las temperaturas respecto a los procesos biogeoquímicos es un tanto más compleja. Si bien las temperaturas medias disminuyen o aumentan a muy bajas tasas, las máximas y mínimas medias tienden a aumentar de manera importante. Debe entonces estudiarse dichas tendencias en relación a los procesos de ciclado de nutrientes en el suelo.

Estos fenómenos pueden promover mejores condiciones instantáneas para el desarrollo de cultivos de secano o la implantación de pasturas exóticas, evidenciado en nuestro país a través de la expansión de la frontera agropecuaria. Tanto los cultivos como las pasturas vienen acompañados de procesos de eliminación de vegetación nativa, ya sea como desmonte total o selectivo. Los cambios en el uso del suelo acompañados por aumentos en las precipitaciones aceleran aún más el ciclado de nutrientes, especialmente el nitrógeno (Coirini et al., 2017) y reducen la capacidad de retención de agua por el suelo, al no estar regulado por la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea local.

Alteraciones de origen antrópico tales como desmonte, presión selectiva o invasión de especies exóticas pueden provocar cambios a nivel de microclima. Procesos de arbustización o invasión de gramíneas exóticas pueden provocar cambios a nivel de las tasas de evapotranspiración. Especies con desarrollo radicular más superficial definen un sistema edáfico más seco que suelos con alta cobertura de leñosas arbóreas (Chapin et al., 2000).

Sistemas arbustizados conducirían a un sistema con menor cantidad de forrajimasa disponible para herbívoros (Coirini et al., 2017), aumentando la presión selectiva sobre ciertas especies clave del ecosistema, mientras que un sistema con mayor cobertura de pastizales puede conducir a ambientes más susceptibles a incendios. Que ocurra uno u otro escenario, depende fundamentalmente de la habilidad competitiva y reproductiva de las especies, de la alternancia de ciclos húmedos y secos, de los cambios en las temperaturas, y de la influencia antrópica, como por ejemplo la presión selectiva de ciertas especies a través del pastoreo (Karlin, 2015).

Otra interacción esperable es la relación clima-planta-herbívoro; períodos húmedos promueven la aparición de determinadas especies forrajeras más palatables, promoviendo la selectividad del animal y favoreciendo la persistencia de otras especies menos preferidas por el ganado (Coirini et al., 2017). Estas especies aumentan su capacidad competitiva, dominando finalmente el sistema y excluyendo otras especies (Karlin, 2015).

Las incertidumbres sobre cómo puede responder determinado ecosistema hacen que sea imperativo aplicar principios precautorios, aunque sin dejar de considerar la capacidad de reproducción social del pequeño y mediano productor agrario. La variabilidad climática conduce generalmente a oscilaciones en la productividad primaria neta y en los procesos económicos de oferta y demanda (Karlin, 2015). Esta variabilidad climática y económica debe ser combatida con mayor diversidad ecológica y productiva; la primera puede ser manejada mediante riqueza específica, biodiversidad y multifuncionalidad dentro del ecosistema (trátese de un ecosistema natural o un agroecosistema), mientras que la segunda puede afrontarse mediante la diversificación de actividades económicas (Karlin et al., 2014).

Es recomendable para estos sistemas, la aplicación de sistemas de uso múltiple, aprovechando en forma conservadora los recursos, es decir, la presión de extracción sobre los recursos no debe alcanzar la productividad neta anual. Las cargas animales deben ser ajustadas en función a la receptividad, manejando frecuencia e intensidad de pastoreo; la extracción forestal debe respetar la productividad y la regeneración natural (Karlin, 2015).

## **Conclusiones**

Los cambios positivos en las precipitaciones han acompañado en los últimos años el avance de la agricultura y la ganadería sobre esta región que, por sus características agroclimáticas, es susceptible a degradación cuando la cobertura arbórea es eliminada.

El aumento de las precipitaciones probablemente promueva la productividad primaria neta inmediata. Una mayor productividad frente a un aumento en la pluviometría media podría elevar el umbral mínimo de subsistencia de las unidades productivas. Sin embargo, existen evidencias en otros estudios de un acelerado ciclado de nutrientes que sugiere que estos sistemas no podrían mantenerse en el tiempo sin la regulación de los árboles y arbustos. Además, el aumento en las intensidades medias de las precipitaciones sobre sistemas desprotegidos sin cobertura acelerarán los procesos erosivos.

El corrimiento de las precipitaciones hacia el verano debería ser monitoreado y relacionado con la productividad de estos sistemas. Muchas familias de productores ven condicionadas sus estrategias de reproducción social en relación a la ocurrencia tardía de precipitaciones.

Si bien las temperaturas medias en esta región no siguen los patrones de otras regiones del globo, dicho factor debe ser monitoreado de cerca. La reducción en los valores medios de temperatura en el Chaco Semiárido y las bajas tasas incrementales en el Chaco Árido pueden hacer suponer que, a pesar del incremento de las precipitaciones, la aceleración de los

V Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental. Mar del Plata, Argentina, 2008,

procesos biogeoquímicos podría no ser tan importante. Sin embargo, es incierta la influencia que podría tener el incremento de las temperaturas máximas y mínimas medias.

## Referencia

- Agosta, E. & R. Compagnucci. 2006. Atmospheric conditions during wet and dry summer extremes in Central-West Argentina. Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguazu. Pp.: 1439-1452.
- Barros, V. 2005. El cambio climático en Argentina. En: Barros, V. y col. El cambio climático y la Costa Argentina del Río de la Plata. Fundación Ciudad. Pp: 15-22.
- Burgoa Mariaca, A. W. 2008. Escenarios climáticos para el monzón sudamericano determinados por los modelos de acoplamiento del IPCC AR4. Revista Boliviana de Física 14: 100-115.
- Climate Prediction Center. Cold & Warm Episodes by Season. Changes to the Oceanic Niño Index (ONI). [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). Ingreso: 15/11/2018.
- Coirini, R.; Karlin, M. S.; Llaya, G.; Sánchez, S.; Contreras, A. & R. Zapata. 2017. Evaluación de prácticas de desmonte selectivo y clausuras temporales en sistemas degradados del Chaco Árido (Argentina). Revista de Ciencias Ambientales 51(2): 73-90.
- Grimm, A. M.; Barros, V. R. & M. E. Doyle. 2000. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. Journal of Climate 13(1): 35-58.
- Huang, B.; Thorne, P. W.; Banzon, V. F.; Boyer, T.; Chepurin, G.; Lawrimore, J. H.; Menne, M. J.; Smith, T. M.; Vose, R. S. & H. M. Zhang. 2017. Extended reconstructed sea surface temperature, version 5 (ERSSTv5): upgrades, validations, and intercomparisons. Journal of Climate 30(20): 8179-8205.
- Hulme, M. 2005. Recent climate trends. En: Lovejoy, T. E. & L. Hannah. Climate Change and Biodiversity. Yale University Press. New Haven, US. Pp: 31-40.
- Karlin, M. S. 2015. Cambio climático global y regional: influencia sobre los ecosistemas, con especial énfasis en Mesopotamia Sur. I Congreso de Manejo Silvopastoril y Uso Múltiple del Bosque en el Distrito del Nandubay. Villaguay, Entre Ríos, Argentina. 22 pg.
- Karlin, M. S. 2012. Cambios temporales del clima en la subregión del Chaco Árido. Multequina 21(1): 3-16.
- Karlin, M. S. 2013. Cambio climático en zonas semiáridas: El caso Chaco Árido. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania. 188 p.
- Karlin, M. S.; Karlin, U. O.; Coirini, R. O.; Reati, G. J. & R. Zapata. 2013. El Chaco Árido. Ed. Encuentro. Córdoba, Argentina. 420 p.
- Karlin, M. S.; Ruíz Posse, E.; Contreras, A. & R. Coirini. 2014. Diversificación económica y diversidad ecológica en sistemas de uso múltiple de Salinas Grandes, Catamarca (Argentina). Multequina 23: 5-15.
- Karlin, U. O. T., Catalan, L. A. & R. Coirini. 1994. El Chaco Seco. Un ambiente con vocación forestal. GTZ – FCA-UNC. Córdoba, Argentina.
- Ledesma, N. 1992. Caracteres de la semiaridez en el Chaco Seco. En: El ambiente del Chaco Semiárido, Reunión Interacadémica, Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires. Pp.: 21-44.
- Myhre, G.; Shindell, D.; Bréon, F. M.; Collins, W.; Fuglestedt, J.; Huang, J.; Koch, D.; Lamarque, J. F.; Lee, D.; Mendoza, B.; Nakajima, T.; Robock, A.; Stephens, G.; Takemura, T. y H. Zhang. 2013. Anthropogenic and natural radiative forcing. En: Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G. K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. y P. M. Midgley (eds.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Pp.: 659-740
- NOAA-National Climatic Data Center. Land Based Stations (<http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>). Ingreso: 20/09/2018.
- Rueda, C. V.; Baldi, G.; Verón, S. R. & E. G. Jobbágy. 2013. Apropiación humana de la producción primaria en el Chaco Seco. Ecología Austral 23: 44-54.