¿Es el clima de Chile un “juego de Niños”?

Is Chile's climate a "children's game"?

DOI: 10.46932/sfjdv2n4-064

Received in: May 1st, 2021

Accepted in: Jun 30th, 2021

Raúl Alejandro Orrego Verdugo

Dr en Ciencias de los Recursos Naturales

Institution: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), sede Quilamapu

Address: Avenida Vicente Méndez 515, Chillán, Chile

E-mail: raul.orrego@inia.cl

Nelba Verónica Gaete Castañeda

MSc Gestión de Suelos y Aguas

Institution: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), sede Carillanca

Address: km 10, Camino Cajón, Vilcún, Chile

E-mail: nelba.gaete@gmail.com

ABSTRACT

El Niño-South Oscillation (ENSO) is an atmospheric and oceanic phenomenon which historically shown an important relationship whit the Chilean center-southern rainfall. Thus, usually it is used for predictions mainly in newspaper articles, but it is an unsuitable approximation. Although ENSO effect is a fact, there are other indexes which mitigate ENSO impacts and they get little attention. Thus, in this work we describe the main issues related with the atmospheric phenomena remarking just the phenomena which usually are not considered in researches focused in general Public: Pacific decadal oscillation, Antarctic Oscillation and Madden-Julian Oscillation. Also, we show the general impact of these phenomenon on rainfalls in the Chilean center-southern zone.

RESUMEN

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) es un fenómeno atmosférico y oceánico que ha tenido históricamente una importante relación con las precipitaciones de la zona centro sur del Chile, lo que ha hecho que frecuentemente se utilice para hacer pronósticos, sobre todo en medios periodísticos, lo cual es un enfoque incorrecto. Pese a que el efecto del ENSO es innegable, hay otros índices que han recibido menos atención, y que moderan en gran medida el efecto del ENSO, por lo que merecen una atención mayor. Así, el objetivo de este artículo es mostrar los principales aspectos relacionados todos estos fenómenos atmosféricos, dando énfasis a los otros fenómenos que usualmente quedan fuera de los análisis: La Oscilación decadal del Pacífico, la Oscilación Antártica y la oscilación de Madden-Julian. De la misma manera, se mostrará el efecto que han tenido en términos generales en las precipitaciones de la zona centro-sur de Chile.

1 INTRODUCCIÓN

Como se esperaba, según las proyecciones de los principales centros que estudian el clima, el verano del año 2019 estuvimos ante un evento “La Niña”. De acuerdo a numerosos especialistas, esto debió traer aparejado varias consecuencias sobre las condiciones meteorológicas en Chile central.

También a nivel del periodismo, se entregaron numerosos pronósticos sobre sequía, incremento en la frecuencia de los incendios forestales y ocurrencia de heladas extemporáneas. Predicciones que no se cumplieron en la magnitud esperada.

En la dinámica meteorológica existe un patrón climático denominado El Niño Oscilación del Sur (ENSO), que tiene dos fases: una cálida denominada “El Niño” y otra fría denominada “La Niña”. Dicho patrón no tiene una periodicidad regular, pero sus fases se presentan cada cierto número de años (entre 4 y 7). En Chile, ENSO tuvo gran protagonismo durante el siglo XX, ya que mostró una alta correlación con la mecánica de las condiciones meteorológicas.

El ciclo ENSO es uno de los fenómenos de importancia en los intercambios de materia energía en la atmósfera, sin embargo, no es el único que afecta la dinámica de las lluvias y las temperaturas. En efecto, existen otros fenómenos climáticos que pueden reducir o incrementar los efectos del ENSO, tales como la Oscilación decadal del pacífico (PDO), la Oscilación Antártica (OAA) y la Oscilación de Madden-Julian. (OMJ)

¿Como estos fenómenos interactúan y explican la variabilidad climática mensual y anual que tenemos? Esta pregunta se responderá en este artículo.

2 LA VISIÓN GENERAL

El principal motor del clima en general es la diferencia entre la radiación solar mayor que recibe el trópico, respecto de los polos. Debido a las leyes de la termodinámica, en la parte más cálida (el trópico) el aire asciende y se mueve hacia la parte más fría transfiriendo ese calor y luego desciende cuando su temperatura es menor. En las zonas donde el aire sube se forma una baja presión que se asocia a zonas lluviosas, mientras que donde baja se forma una alta presión, que se asocia a zonas secas (Figura 1). Producto de la rotación de la tierra, que además produce que los movimientos verticales ocurran girando, esta celda de subida y bajada (celda de convección) se divide en dos, dando origen a una zona de altas presiones localizada, que en el Pacífico occidental, que ocurre justo frente al norte de Chile (el llamado Anticiclón del Pacífico), y una zona de bajas presiones, localizada entre Valdivia y Chiloé continental que denominaremos “Baja Circumpolar” Por la física del fenómeno, esta última zona se presenta de forma difusa, vale decir, no es un gran núcleo consolidado, sino más bien una zona donde se forman núcleos de bajas presiones muy dinámicos en el tiempo y el espacio, que además, en altura tiene vientos muy intensos (corrientes de chorro o vientos del oeste).

Ambas zonas se mueven en invierno hacia el norte y en verano hacia el sur y entre ellas se produce un “pasillo” por el que pasan los frentes que traen las precipitaciones que llegan a Chile continental. Más

al sur, en el polo, tenemos un gran centro de altas presiones. De hecho, si no fuera porque está permanentemente cubierto de hielo, el polo sur sería el desierto más grande del mundo.

Figura 1. Esquema de la interacción de los centros de altas y bajas presiones sobre la costa Pacífico de Sudamérica. El recuadro “Vista lateral” muestra el movimiento de las masas de aire y los lugares aproximados, que varían durante el año, donde ocurren los fenómenos descritos.

Este modelo general se ve afectado por grandes centros de acción climática. En particular destacan 4: El Niño- Oscilación del sur (ENSO), La Oscilación Antártica (OAA), la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la Oscilación de Madden-Julian (MJO), los cuales afectan a distintas escalas temporales (Figura 2), y que se describen a continuación.

Figura 2. Relación entre los fenómenos y los centros de acción climática. Entre paréntesis está la escala temporal en que se producen sus cambios

3 EL NIÑO Y LA NIÑA, LOS MÁS CONOCIDOS

El Niño y La Niña, son quizá los fenómenos más conocidos en relación al clima, en especial en Chile, estando incluso en el saber popular hace muchos años. Fueron los pescadores de Sudamérica quienes lo bautizaron, al notar que, con relativa frecuencia, cerca de la Navidad la temperatura del mar subía en la costa, por lo que empezaron a hablar de la “corriente del Niño Jesús”. En efecto, El Niño tiende a ser más frecuente a comienzos del verano. El nombre de la Niña se le puso por oposición, cuando notaron que también cada cierto tiempo, ocurría un enfriamiento.

En rigor, El Niño y La Niña forman parte de un fenómeno mayor: el ENSO, siendo en realidad dos fenómenos interconectados (Aceituno y Montecinos, 2003; Quintana y Aceituno, 2012; Garreaud et al., 2019).

La historia comienza con la denominada Oscilación del Pacífico Sur (el SO, por sus siglas en inglés), que es la diferencia de presión atmosférica de dos extremos del Anticiclón del Pacífico, Tahití que representa la zona de alta presión y Darwin, en el Norte de Australia, que representa la zona de baja presión. Aunque aún no está del todo claro el mecanismo que lo desencadena, se sabe que esta diferencia de presión “oscila”, lo que afecta la velocidad de los llamados “Vientos Alisios” que soplan desde los anticiclones a las bajas presiones tropicales de forma permanente. Cuando esta diferencia de presión se reduce lo suficiente, hace que una lámina de agua que es sostenida por estos vientos se desplace en dirección Sur-Este. Como dicha masa de agua proviene de la zona tropical tiene una temperatura mayor. Este aporte de calor debilita al Anticiclón del Pacífico y por ende a los vientos Alisios, aumentando el efecto (vale decir, una retroalimentación positiva). Esta masa de agua es la corriente del Niño (Guevara Díaz, 2008). De la misma forma, cuando aumenta la diferencia de presión entre dichos puntos, aumenta la velocidad de los vientos Alisios, enfriando la zona del anticiclón, que genera una retroalimentación en sentido contrario, fortaleciéndolo. Este enfriamiento es la llamada Niña.

Para evaluar el ENSO, existen dos tipos de índices: Los basados en la temperatura superficial del mar (índices ENSO), y los basados en la diferencia de presión (SOI). Los índices basados en la temperatura del mar se miden en distintas zonas (Figura 3.), siendo el ENSO 3.4 la que mejor se relaciona con el clima de Chile Central (Aceituno y Montencinos, 2003). En base a criterios de intensidad, vale decir, cuan alta es la diferencia de la temperatura o la presión atmosférica, respecto de la media histórica y del tiempo que se mantiene esta diferencia (duración), se definen las fases Niño, Niña y Neutral. Estos criterios varían, por lo que normalmente se hacen definiciones de común acuerdo entre los distintos organismos involucrados, destacando el IRI (International Research Institute for Climate and Society) de la Universidad de Columbia, el CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño), y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). El seguimiento de estos índices

y su proyección puede visitarse en el sitio web del IRI (<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/enso/>)

Figura 3. Zonas ENSO.

(Fuente: IRI)

El efecto del ENSO en la zona central de Chile es conocido por la sabiduría popular. Se sabe que en esta zona la fase El Niño se asocia a más calor y condiciones más lluviosas, en tanto que la Niña se asocia a condiciones más frías y secas. El Niño ha sido sindicado como responsables de eventos de inundaciones en varios lugares no sólo de Chile (Inbar et al; 2014).

Sin embargo, estudios más detallados indican que esto depende de la estación del año, en especial en la zona más austral de dicha zona central. Esta relación Niña-condición seca, Niño-condición lluviosa es conocida por que fue muy consistente durante el siglo pasado, pero se ha visto que en los últimos 10 años dicha relación está alterada (Garreaud, 2016).

Estudios recientes indican que, además, el ENSO se relaciona con otro índice del hemisferio norte denominado “Oscilación Decadal del Pacífico” (PDO), definiendo décadas con más eventos Niño y otras con más eventos Niña (Newman et al, 2016). En la PDO también se mide la temperatura superficial del mar, sólo que, en una zona del hemisferio norte, específicamente en las costas de EEUU y parte de México (Figura 4.)

Figura 4. Zona donde se mide la PDO

(Fuente: NCEP-NCAR)

La PDO define décadas con más eventos Niño y otras con más eventos Niña, por lo que, durante el siglo pasado en la zona central de Chile, esta oscilación generó periodos marcadamente secos y fases frías (por ejemplo, lo ocurrido durante la década del 60) y otros marcadamente lluviosos con fases preferentemente cálidas (por ejemplo, lo ocurrido en la década del 80).

La importancia de este ciclo hizo que muchos culparan a este fenómeno como la causa del déficit de precipitaciones, casi permanente, que hemos observado en la zona central de Chile desde el año 2010, denominada “megasequía”, dado que justamente el periodo entre el 2005 y el 2015 coincidió con una fase fría. Así, muchos esperaban que la mega sequía revirtiera después del 2015. Sin embargo, aunque efectivamente ocurrió el cambio de fase, la condición seca se mantuvo.

El seguimiento e historia de la PDO puede revisarse en el sitio web de la NOAA (<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/pdo/>)

4 OSCILACIÓN ANTÁRTICA (OAA), UNA “DESCONOCIDA” QUE CADA VEZ TIENE MÁS PROTAGONISMO.

Así como el ENSO describe fundamentalmente la dinámica del Anticiclón del Pacífico, la Oscilación Antártica es un ciclo que se relaciona fuertemente con la dinámica del núcleo de bajas presiones ubicado en la parte sur de Sudamérica (Burguer et al, 2018). La OAA se origina por la rotación de la tierra, la cual genera un ciclo de desplazamiento norte-sur de dicho núcleo, lo que repercute en la ubicación relativa de la zona de los Chorros Subtropicales, que son vientos de altura y gran intensidad que empujan los frentes, y en la dinámica y origen de los frentes (Gong y Wang, 1999).

Para medir esta situación se han desarrollado varios índices. El más usado es el que proponen Gong y Wang (1999) y que puede ser observado desde el sitio web de la NOAA (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.shtml)

Cuando la OAA es negativa indica que los Chorros Subtropicales están localizadas más al sur, es decir, los frentes se desplazan a la zona central, y cuando la OAA es positiva, los Chorros Subtropicales se desplazan al norte, o sea, los frentes afectan más el extremo sur. A diferencia del ENSO, este es un fenómeno que cambia en el orden de semanas, ya que es atmosférico en lugar de Oceánico-Atmosférico.

Si bien la oscilación antártica explica la dinámica del núcleo de bajas presiones, se ha observado que en la costa de Nueva Zelanda a aparecido recientemente una piscina cálida (i.e. una zona con temperaturas mayores a las normales), que puede estar relacionada también con esta dinámica y que podría explicar la llamada mega sequía (Gaerraud et al, 2020)

5 LA OSCILACIÓN DE MADDEN-JULIAN (MJO). LA TORMENTA PERFECTA

El último índice que ha mostrado relación con la dinámica de las precipitaciones, y que al igual que la OAA muestra cambios en el orden de las semanas, es la llamada oscilación de Madden-Julian. En términos sencillos, la MJO es una especie de gran tormenta que va girando a la altura del Ecuador, y cuya posición relativa facilita la entrada de frentes (Zhang, 2013). Para describirla se usa un diagrama que muestra la longitud donde se ubica la tormenta y su intensidad, y que define 8 zonas o fases (Figura 5)

(Fuente: Vicencio, 2019)

El seguimiento de las fases de la Oscilación de Madden-Julian se puede realizar desde el sitio del Bureau Meteorology de Australia (<http://www.bom.gov.au/climate/mjo/>). Al igual que la OAA, su dinámica cambia en el orden de días a semanas.

6 UNA EVALUACIÓN RÁPIDA DEL IMPACTO DE ESTOS ÍNDICES EN LA ZONA CENTRO SUR

Para evaluar el impacto de estos índices se calculó el promedio de las precipitaciones mensuales medidos en las estaciones de la zona centro-sur de Chile (desde O'Higgins hasta Bio Bio), y se evaluó su

variación en las distintas fases definidas por los distintos índices atmosféricos. Para facilitar la interpretación, estos valores se presentan como promedios estacionales (primavera: septiembre, octubre y noviembre; verano: diciembre, enero y febrero; otoño: marzo, abril y mayo; invierno: junio, julio y agosto)

Efecto de ENSO: Dicho efecto depende de la estación del año. En invierno en la zona de estudio se da la relación típicamente conocida donde los eventos El Niño se asocian a mayores precipitaciones, en tanto que los eventos La Niña se vinculan a menores precipitaciones (Figura 6). En la primavera, se conserva este mismo patrón, sin embargo, en otoño e invierno, este efecto no es significativo. En verano, pese a que ENSO no tiene un efecto significativo, el patrón se invierte.

Figura 6. Relación del ENSO con los montos de precipitación de la Zona centro-sur de Chile

Efecto de la OAA: Distinto es el caso de la OAA, donde las fases negativas están asociadas a mayores precipitaciones, en tanto que la fase positiva está asociada a menores, y esto es independiente de la estación del año. La fase neutra casi no ocurrió, ya que se consideraron sólo valores del índice entre -0.01 y 0.01. Aunque el efecto de la fase neutra en primavera es vistoso, es un valor que hay que tomar con cuidado, puesto que correspondió a un único evento y pudo estar afectado por otros factores no considerados, por ejemplo, un río atmosférico (Figura 7).

Figura 7. Relación de la oscilación antártica con los montos de precipitación de la Zona centro-sur de Chile

Efecto de la MJO: También muestra una importante relación con la precipitación, pero dependiente de la estación del año. Así, se tiene que, en invierno, las fases 2 (con alta variabilidad), 3 y 4 están relacionadas con menores precipitaciones, en tanto que, en otoño, la fase 2 está relacionada con precipitaciones mayores. En primavera, las máximas precipitaciones se dan en las fases 1 y 6, en tanto que en verano esto ocurre sólo en la fase 6 (Figura 8.).

Figura 8. Relación de la oscilación de Madden-Julian con los montos de precipitación de la Zona centro-sur de Chile

7 ¿Y EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Todos estos fenómenos nos han acompañado siempre, sin embargo, están intensificándose producto del cambio climático. Se ha observado que el aumento de temperaturas provoca que el Anticiclón

del Pacífico sea más intenso, lo que redundará en una condición más seca en la zona central y centro sur de Chile, y que los vientos de la zona costera del norte de Chile sean más intensos y fríos, siendo uno de los pocos lugares en el mundo en que la temperatura del aire tiende a bajar. De la misma manera, han provocado que la “tormenta” de la Oscilación de Madden-Julian y los vientos del oeste sean más intensos y variables, provocando que haya eventos de precipitaciones torrenciales, aún en años secos.

El cambio climático es una verdad incontestable, sin embargo, la variabilidad climática es también una parte muy importante en los cambios que observamos. Un buen ejemplo es la megasequía, donde los modelos que predicen las precipitaciones en condiciones de cambio climático pronostican un descenso en las precipitaciones. La condición observada es peor de lo esperado, y la explicación más probable está precisamente en esta variabilidad.

8 EN CONCLUSIÓN

Conocer estos fenómenos nos sirve para entender que vivimos en un clima inestable y, en la actualidad, tenemos herramientas y conocimientos para interpretarlos y dar luces sobre el futuro próximo. El clima de Chile es variable y lo será aún más bajo condiciones de cambio climático. Más que reclamar por ello o asustarnos por el futuro, hay que trabajar en conocer las oportunidades y limitantes que tiene, para poder aprovechar los beneficios y mitigar los perjuicios que conlleva.

La alta variabilidad actual nos lleva a concluir que el clima de Chile es mucho más que un “juego de niños”.

REFERENCIAS

- Burger, F., Brock, B., & Montecinos, A. (2018). Seasonal and elevational contrasts in temperature trends in Central Chile between 1979 and 2015. *Global and planetary change*, 162, 136-147. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.01.005>
- Garreaud, RD, Boisier, JP, Rondanelli, R, Montecinos, A, Sepúlveda, HH, Veloso-Aguila, D. (2020). The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*: 40: 421– 439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>.
- Gong, D., & Wang, S. (1999). Definition of Antarctic oscillation index. *Geophysical research letters*, 26(4), 459-462. <https://doi.org/10.1029/1999GL900003>
- Invar, M., Costello, J., & Eremchuk, K. (2014) The January 2014 Flashflood in the Ambato River (Catamarca, Argentina)- A Case Study of Megaboulders Fluvial Transport. *South Florida Journal of Development*: 2(2),3150-3166. : <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-153>
- Montecinos, A., & Aceituno, P. (2003). Seasonality of the ENSO-related rainfall variability in central Chile and associated circulation anomalies. *Journal of climate*, 16(2),281-296. [https://doi.org/10.1175/15200442\(2003\)016<0281:SOTERR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/15200442(2003)016<0281:SOTERR>2.0.CO;2)
- Newman, M., Alexander, M. A., Ault, T. R., Cobb, K. M., Deser, C., Di Lorenzo, E., ... & Smith, C. A. (2016). The Pacific decadal oscillation, revisited. *Journal of Climate*, 29(12), 4399-4427. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0508.1>
- Quintana, J. M., & Aceituno, P. (2012). Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43° S. *Atmósfera*, 25(1), 1-22.
- Vicencio, J. (2019). Oscilación Madden-Julian: La vuelta al mundo en 50 días. Disponible on line en <https://blog.meteochile.gob.cl/2019/01/10/oscilacion-madden-julian-la-vuelta-al-mundo-en-50-dias/>. Visitado el 15/06/2021
- Zhang, C. (2013). Madden–Julian oscillation: Bridging weather and climate. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(12), 1849-1870. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00026.1>