

El fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) y su impacto en el régimen de lluvias en Paraguay en 2015

El NIÑO/South Oscillation phenomenon (ENSO) and its impact on the rainfall regime in Paraguay in 2015

Miguel A. Vázquez¹; Blanca P. Vázquez A.²

(1)Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNA, Campus Universitario, San Lorenzo. (2)Laboratorio de la Atmósfera y Problemas Ambientales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNA, Campus Universitario, San Lorenzo.
mvazquez@rieder.net.py

Recibido: 23/04/2017

Aceptado: 26/05/2017

Resumen: El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural caracterizado por la fluctuación de las temperaturas en la parte central y oriental del océano Pacífico ecuatorial, asociada a cambios en la atmósfera. Este fenómeno tiene una gran influencia en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo, y en Paraguay el clima se ve seriamente afectado cada vez que aparece dicho fenómeno. En el presente trabajo se hace una evaluación del impacto del fenómeno El Niño, utilizando como indicador atmosféricos el Índice de Oscilación del Sur y como indicador oceanográfico la temperatura superficial del mar en el océano pacífico ecuatorial central y oriental. El impacto del fenómeno El Niño en Paraguay se evalúa analizando el régimen mensual de las precipitaciones acumuladas, y sus anomalías respectivas en el periodo de enero a diciembre de 2015. De los resultados se concluye que el fenómeno El Niño/Oscilación Sur (ENOS) 2015, se inició en el mes de abril y extendió su desarrollo hasta diciembre del 2015, próximo a alcanzar su máxima intensidad. El fenómeno ha impactado seriamente en el régimen de las lluvias en Paraguay, ocasionado excesos de precipitaciones en el 2015, especialmente los registrados en el mes de mayo, durante el invierno, la primavera y particularmente en el mes de diciembre de 2015.

Palabras claves: fenómeno El Niño, índice de oscilación sur, temperatura superficial del mar, anomalía de lluvia

Abstract: El Niño / Southern Oscillation (ENSO) is a natural phenomenon characterized by fluctuating temperatures in the central and eastern equatorial Pacific Ocean associated with changes in the atmosphere. This phenomenon has a great influence in the climatic conditions of diverse parts of the world, and in Paraguay the climate is seriously affected whenever this phenomenon appears. In the present work an evaluation of the impact of the El Niño phenomenon is made, using as atmospheric indicator the Southern Oscillation Index and as oceanographic indicator the surface temperature of the sea in the central and eastern equatorial Pacific Ocean. The impact of the El Niño phenomenon in Paraguay is evaluated by analyzing the monthly regime of accumulated precipitation and their respective anomalies in the period from January to December 2015. From the

results it is concluded that the phenomenon El Niño/Southern Oscillation (ENSO) 2015, began in the month of April and extended its development until December of 2015, next to reach its maximum intensity. The phenomenon has had a serious impact on rainfall in Paraguay, resulting in excess rainfall in 2015, especially in May, during winter, spring and particularly in December 2015.

Key words: El Niño phenomenon, southern oscillation index, sea surface temperature, rain anomaly

1. Introducción

El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural caracterizado por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, asociada a cambios en la atmósfera. Este fenómeno tiene una gran influencia en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo [1]. Se caracteriza por un cambio en el suministro energético desde el océano hacia la atmósfera, que origina grandes cambios en los importantes sistemas de vientos y afectando los regímenes de lluvias en forma anómala. El Niño y La Niña son los componentes oceánicos, mientras que la Oscilación del Sur (OS) es el componente atmosférico, y ambos dan origen al término El Niño/Oscilación del Sur o ENOS. Este fenómeno comprende tres fases: El Niño, La Niña y una fase neutra.

Los episodios de El Niño suelen empezar a mediados de año con un calentamiento a gran escala de las aguas de superficie en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial y cambios de la circulación atmosférica tropical (es decir, el viento, la presión y la precipitación). En general, la frecuencia de aparición del fenómeno El Niño ocurre cada cuatro a siete años y puede durar entre 9 hasta 18 meses [2].

Las fluctuaciones de las temperaturas oceánicas durante los episodios de El Niño y La Niña van acompañadas de fluctuaciones aún mayores de la presión del aire que se conocen como Oscilación del Sur. Se trata de un movimiento de vaivén, de este a oeste, de masas de aire, entre el Pacífico y la región australiana. Esos cambios de la circulación atmosférica son consecuencia de la variación de las temperaturas de la superficie de los océanos y, al mismo tiempo, tienen su influencia en las pautas de las temperaturas oceánicas características de El Niño o La Niña.

La fase negativa de la Oscilación del Sur ocurre durante los episodios de El Niño y en ella se da una presión del aire anormalmente alta, que se produce sobre Indonesia, y una presión del aire anormalmente baja que se registra sobre la parte central y oriental del Pacífico tropical.

En un episodio de El Niño los vientos alisios superficiales a poca altura, que normalmente soplan de este a oeste a lo largo del ecuador (vientos del este), se debilitan o en algunos casos, empiezan a soplar en la dirección opuesta. En los últimos 25 años, los episodios de El Niño que se produjeron fueron de 1990/1993, 1997/1998, 2004/2005, 2009/2010. Los episodios de 1990/1993 y 1997/1998 fueron episodios clasificados como intensos.

Durante los episodios de El Niño, la temperatura cálida de la superficie del mar en las partes central y oriental del Pacífico tropical calienta la atmósfera, lo que hace que el aire se eleve. A medida que se eleva, el aire se enfría y se producen precipitaciones. Por el contrario, en el lado occidental del Pacífico, la superficie del océano tiende a enfriarse y el aire se eleva menos. La magnitud y la escala de los cambios en la circulación atmosférica relacionados con el episodio de El Niño son tales que los efectos sobre el clima regional se extienden más allá de la cuenca del Pacífico tropical. Durante el verano del hemisferio sur suelen observarse condiciones más secas de lo normal en el sureste de África y el norte de Brasil. Por el contrario, se observan condiciones más húmedas de lo habitual a lo largo de la costa del Golfo de México, la costa occidental de la región tropical de América del Sur (Colombia, Ecuador y Perú), y desde el sur de Brasil hasta la región central de Argentina.

En el primer semestre del año 2015 a nivel de Sudamérica, se han registrados importantes precipitaciones atípicas, asociadas a la intensificación del fenómeno El Niño sobre el Océano Pacífico Ecuatorial donde las aguas permanecieron más cálidas, presentando anomalías positivas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) de hasta 3 °C en el mes de mayo en las proximidades de la costa Oeste de América del Sur. También, en la parte central del Océano Pacífico Ecuatorial los valores de anomalías positivas de TSM variaron entre 0,5°C y 2°C [3].

En Paraguay los estudios sobre el fenómeno El Niño y La Niña fueron realizados en el periodo de 1950 al 1990, y los resultados muestran el impacto del fenómeno El Niño sobre el régimen de anomalías de lluvias. En todos los casos de aparición del fenómeno, la anomalía de lluvias se extiende desde la primavera (SON) del año de aparición del fenómeno y se desarrolla hasta el otoño (MAM) del año siguiente de su aparición. Durante El Niño los excesos de lluvia se registran en el verano (DEF) llegando hasta 70 mm por encima de la lluvia normal en toda la región Oriental, y ligeramente superior en la región Occidental a excepción del extremo Sur del Chaco [4] y [5].

El presente estudio, tiene por objeto analizar el evento El Niño 2015 y su impacto en el régimen pluviométrico registrado en Paraguay en el año 2015, a través del índice de oscilación sur (IOS) y la temperatura superficial del mar (TSM), utilizados como indicador atmosférico y oceanográfico respectivamente.

2. Metodología

Para caracterizar el evento del fenómeno El Niño sobre el régimen de lluvias en Paraguay, se evaluaron los valores totales y anomalías de las precipitaciones mensuales, registradas en las diferentes estaciones climatológicas de Paraguay en el año 2015, datos recopilados de los boletines climatológicos mensuales y difundidos por la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), dependiente de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) [6]. La anomalía mensual de la lluvia, representa la diferencia entre el total acumulado del mes y el valor de la media aritmética mensual del periodo 1961-1990, valor considerado como patrón de lluvia mensual de cada estación climatológica considerada en el estudio y que opera la DMH.

Para confirmar la aparición del evento El Niño, se utilizaron datos del índice de oscilación del sur (IOS) como indicador atmosférico y la temperatura superficial del mar (TSM) del Océano Pacífico Ecuatorial como indicador oceanográfico. Los datos del IOS y de la TSM, fueron recopilados de los boletines mensuales del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño (CIIFEN) [7]. La temperatura superficial del mar fue analizada para las diferentes regiones de estudios del fenómeno El Niño, conocidos como El Niño 4; El Niño 3.4; El Niño 3 y El Niño 1+2. El periodo del estudio del evento El Niño es de enero a diciembre del año 2015. La figura 1, muestra la ubicación de las diferentes regiones de estudios del fenómeno El Niño en el océano pacífico ecuatorial.

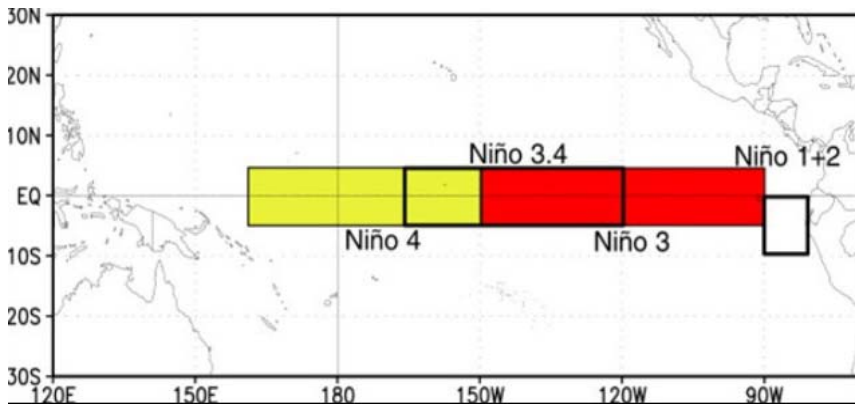


Figura 1: Ubicación de las regiones de estudios del fenómeno El Niño. Fuente: NOAA

3. Resultados y análisis

3.1 Comportamiento atmosférico basado en el índice de oscilación del sur en la región del Océano Pacífico ecuatorial en el 2015.

Desde la última semana del mes de junio del 2014 , el índice de oscilación del sur experimento un descenso que lo dejo con un valor de -3,8; y continuo con la tendencia negativa finalizando en la ultima semana de diciembre 2014 que alcanzo un valor de -6.1. Ya en el 2015 y para la última semana de enero, luego de mantenerse por séptimo mes consecutivo con valores negativos, el índice de oscilación del sur alcanzo un valor de -8.3 [8]. Y en la última semana de febrero, el IOS paso a la fase positiva por primera vez, alcanzando en esta ocasion un valor de 0.8 [9]

En el periodo otoñal del 2015 (marzo, abril y mayo), en la última semana de marzo, el índice de oscilación del sur descendió nuevamente a la fase negativa, siendo en esta ocasion de -10.7 [10]. En abril 2015, los indicadores de El Niño en el Pacífico Tropical ya mostraron una clara evidencia de la ocurrencia del fenómeno El Niño. En la última semana de abril, el IOS experimentó un ligero ascenso, siendo en esta ocasion de -3.3 [11]. A partir de mayo las condiciones continuaron mostrando una mayor consolidación del acoplamiento del océano con la atmósfera fortaleciendo la formación del fenómeno El Niño. En los últimos días de mayo, el IOS experimentó un ligero ascenso pero sin abandonar su fase negativa, siendo en esta ocasion de -13.7 [12].

Durante la estación invernal (junio, julio y agosto), el evento del fenómeno El Niño 2015, continuo con su fase de fortalecimiento y el índice de oscilación sur fue descendiendo aun mas, llegando a alcanzar en la última semana de los meses de junio, julio y agosto, los valores de -16.7; -14.9, y -20.3 respectivamente [13]; [14] y [15].

En la estación primaveral (septiembre, octubre y noviembre) del 2015, el fenómeno El Niño continuo fortaleciéndose. En este periodo, el índice de oscilación del sur diario, mostro una ligera recuperación respecto al mes anterior, alcanzando hacia fines de septiembre un valor de -18.6 [16]; en la ultima semana de octubre un valor de -15.6 [17] y en la ultima semana de noviembre un valor de -4.0 [18]. En diciembre el fenómeno El Niño ha alcanzado su máxima intensidad. Para diciembre 2015, el índice de oscilación del sur diario, retorno hacia los valores negativos, mostrando un comportamiento un tanto errático para un evento cálido, alcanzando para la ultima semana de diciembre un valor de -8.0 [19].

La figura 2, muestra los valores diarios del índice de oscilación del sur en la última semana de los meses de enero a diciembre de 2015, tomado del Boletín Meteorológico Australiano y publicados en los Boletines Mensuales del CIIFEN.

3.2 Comportamiento atmosférico basado en la temperatura superficial del mar (TSM) en la región del Océano Pacífico ecuatorial en el 2015.

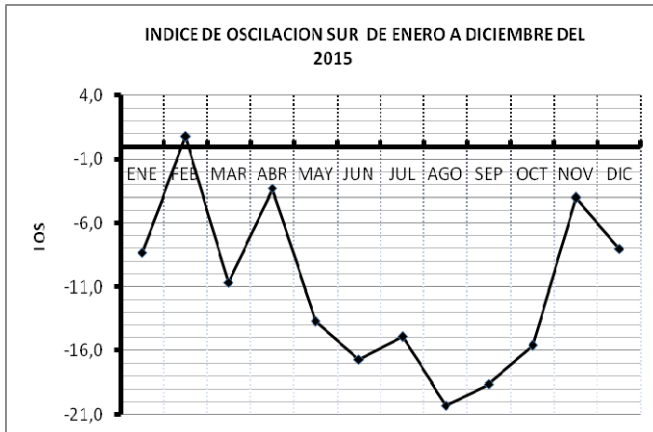


Figura 2: Valores diarios del Índice de Oscilación del Sur en la última semana de los meses de enero a diciembre de 2015. Fuente: Adaptación de los Boletines Mensuales del CIIFEN del 2015

En enero del año 2015, el océano Pacífico Tropical oriental continuó mostrando la reducción de las anomalías de la temperatura superficial del mar, en especial frente a Perú y Chile; aunque en menor intensidad que en diciembre 2014. En las zonas subtropicales del Pacífico se evidenció una gran zona de anomalías positivas de TSM, que alcanzaron las costas de Sudamérica. Los índices oceánicos en las regiones del Niño continuaron exhibiendo durante la última semana del mes, valores positivos (de 0.3 a 0.9°C), excepto la región Niño 1+2 que fue de 0.3°C [8]. El Pacífico tropical oriental durante febrero detuvo el descenso de las anomalías negativas de la TSM que se venía dando frente a Perú y Chile desde inicio de año, y por el contrario aparecieron lugares con ligeras anomalías positivas (límite Perú/Chile). El Pacífico ecuatorial central mantuvo anomalías positivas de TSM en alrededor de 1 °C. Los índices oceánicos en las regiones del Niño continuaron exhibiendo durante la última semana de febrero, valores positivos de 0.1 °C a 1.2 °C, excepto la región del Niño 1+2 que fue de -0.1 °C [9].

En el otoño 2015 (marzo, abril y mayo), el borde oriental del océano Pacífico, experimentó para fines de marzo un rápido incremento de las anomalías de la temperatura superficial del mar. Así, en la última semana de marzo los índices oceánicos en los sectores de El Niño 1+2, El Niño 3, El Niño 3.4 y El Niño 4, exhibieron valores positivos

de 0.6°C a 1.2°C [10]. Desde abril, los indicadores de El Niño en el Pacífico Tropical ya mostraron una clara evidencia de la ocurrencia del fenómeno El Niño, y el Océano Pacífico Tropical se caracterizó por la presencia de anomalías positivas en extensas áreas del océano. En la última semana de abril los índices oceánicos en los sectores de El Niño 1+2, El Niño 3, El Niño 3.4 y El Niño 4, presentaron valores positivos de 1.0°C a 1.5°C[11]. En mayo 2015 al igual que el mes anterior, el Pacífico Tropical continuó exhibiendo anomalías positivas de la temperatura superficial del mar, alcanzando en algunos casos anomalías de hasta 3.0°C. Final del otoño, en la última semana de mayo los índices oceánicos exhibieron valores positivos que alcanzaron 1.1 °C en los sectores El Niño 4 y 2.6 °C en el sector El Niño 1+2[12].

Durante la estación invernal (junio, julio y agosto) el fenómeno El Niño 2015, continuó con su evolución y fue fortaleciéndose según los indicadores atmosféricos y oceanográficos. Así, en junio al igual que en los meses pasados, se caracterizó por la persistencia de anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en extensas áreas del Océano Pacífico Tropical, alcanzando anomalías de hasta 3.0 °C, particularmente frente a Ecuador [13]. El mes de julio, se caracterizó por la persistencia, de altos valores de la TSM. En la última semana de julio los índices oceánicos en las Regiones Niño, exhibieron valores positivos que alcanzaron 1.0 °C en el sector El Niño 4 y 2.3 °C en la región de El Niño 1+2[14]. En el mes de agosto, El Niño prolongó su evolución alcanzando su fase madura, presentando temperatura superficial del mar sobre sus valores normales, alcanzando en el borde oriental anomalías de hasta 3.0 °C. Los índices oceánicos en las regiones El Niño 4, El Niño 3.4 y El Niño 3, mostraron en agosto incremento de las anomalías positivas, en tanto que El Niño 1+2 mostró un ligero descenso de las anomalías alcanzando al final del mes 2.0 °C en la región de El Niño1+2[15].

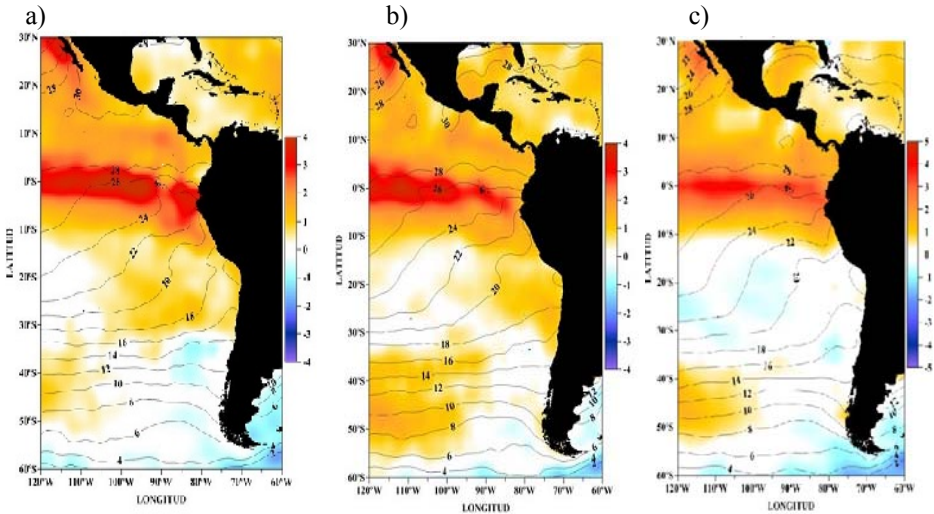
En la primavera del 2015, el fenómeno El Niño continuó evolucionando en su fase madura. El mes de septiembre se caracterizó por presentar temperatura superficial del mar por encima de sus valores normales, alcanzando en la región oriental anomalías de hasta 4.0 °C. Los índices oceánicos en las regiones El Niño 3.4; El Niño 3 y El Niño 1+2, mostraron incremento de las anomalías positivas, en tanto que El Niño 4 mostró estabilización en valores positivos alcanzando al final del mes 1.1°C [16]. En el mes de octubre, El Niño continuó fortaleciéndose, presentando TSM sobre sus valores normales, alcanzando en la región oriental anomalías de hasta 3.0 °C. Los índices oceánicos en las regiones El Niño 3.4, El Niño 3 y El Niño 4, presentaron incrementos de las anomalías positivas, en tanto que El Niño 1+2 mostró ligero descenso en valores positivos alcanzando al final del mes 2.1°C [17]. En noviembre el Pacífico Tropical continuó presentando TSM sobre sus valores normales, alcanzando en la región oriental anomalías de hasta 3.5°C. Los índices oceánicos en todas las regiones Niño, mostraron incrementos

de las anomalías positivas, en especial las regiones de El Niño 3 y El Niño 3.4 que presentaron los valores positivos más altos, alcanzando al final del mes 3.0 °C [18].

Finalmente, durante el mes de diciembre 2015, El Niño continuo fortaleciéndose muy próximo a alcanzar su máxima intensidad, exhibiendo temperatura superficial del mar sobre sus valores normales, alcanzando en la región oriental anomalías de hasta 3.5°C. Los índices térmicos en las diferentes regiones de El Niño, mostraron cierta estabilidad de las anomalías positivas; así en la última semana las regiones El Niño 3 y El Niño 3.4 se estabilizó en 2.9 °C, mientras en El Niño1+2 permaneció en 2.1°C alcanzado desde fines del mes anterior [19].

Las condiciones de la temperatura superficial del mar y su anomalía en °C difundida en los boletines del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño [17], [18] y [19], son procesada a través de los modelos climáticos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (conocida por su sigla en ingles como NOAA), para los meses de octubre, noviembre y diciembre 2015, se muestran en la figura 3.

Figura 3



3.3 Régimen de lluvias en Paraguay en el 2015

Las condiciones atmosféricas y oceánicas, en el océano Pacífico ecuatorial asociado al fenómeno El Niño 2015 ejercieron influencia en el comportamiento en la circulación atmosférica en Sudamérica y en la distribución de las precipitaciones continentales, así en Paraguay se han registrados importantes volúmenes de lluvias a lo largo del año. En el mes de enero 2015, las precipitaciones se comportaron de manera disperejo en el territorio nacional, los departamentos Central, Caazapá, Guaira, Itapúa, y el extremo sur de Presidente Hayes, presentaron anomalías positivas, en algunos casos muy significativas [20]. En febrero prácticamente en todo el país se anotaron precipitaciones acumulados por encima de los valores considerados normales para esta época del año. Las regiones del sureste, el departamento de Itapúa en particular, que normalmente muestran los registros más altos, fueron en este mes, las que incluso arrojaron déficits. El Departamento Central fue uno, al igual que todo el norte del Chaco y la Región Oriental, que mostraron registros superiores al límite superior extremo, correspondiente al histórico de referencia 61-90[21].

La estación otoñal 2015, arranca en marzo observándose fuertes déficits de precipitación acumulada o total en referencia a las normales para esta época del año, especialmente en el centro norte de la Región Oriental, mientras que sobre el litoral del Pilcomayo, y el extremo este y sureste de la Región Oriental, se registraron incrementos relativamente significativos [22]. En abril prácticamente todo el territorio nacional se vio afectado por acumulados de precipitación por encima de la normal, salvo regiones del sureste del territorio donde se registraron algunas estaciones con déficits, no muy importantes; se observa particularmente en el centro norte de la Región Oriental, en alrededores de San Estanislao valores muy elevados de precipitaciones con respecto a su normal. Amplias regiones del Chaco paraguayo, también fueron favorecidas por las precipitaciones, con acumulados de más de 80 mm [23]. Mayo fue sin duda un mes excepcional con respecto a las precipitaciones registradas desde la aparición del evento El Niño 2015, los datos observados mostraron un exceso de lluvias muy significativo en todo el territorio nacional; así, en las regiones del centro y este de la Región Oriental del país, los excesos superaron ampliamente los 300 mm. La Región Occidental, también fue muy favorecida por las precipitaciones [24].

En el periodo invernal, el mes de junio ha mostrado normalidad en cuanto a los volúmenes acumulados de precipitación en todo el territorio nacional, salvo en el centro de la Región Oriental, que venía mostrando incrementos positivos por la influencia del fenómeno climático El Niño 2015; también se han notado pequeños incrementos en las regiones del Departamento de Villa Hayes [25]. El mes de julio, se vio muy influenciado por el fenómeno El Niño 2015, mostrando anomalías positivas de precipitación muy

significativas en el centro, norte y noreste de la Región Oriental, con varios eventos pluviométricos, y sobre todo algunos de ellos con acumulados muy significativos que marcaron nuevos hitos [26]. Mientras el mes de agosto se caracterizó por fuertes déficits de precipitación en todo el territorio nacional [27].

Septiembre 2015 se ha comportado de muy manera muy atípica, respecto a la distribución espacial de las precipitaciones en todo el territorio nacional. Importantes zonas del norte de la Región Oriental (departamentos de Concepción, Canindeyú y parte de San Pedro), así como regiones del Alto Paraguay (Chaco), han registrado incrementos positivos considerables de precipitación [28]. Octubre presentó una distribución totalmente anómala respecto a la precipitación en todo el territorio nacional. Efectivamente, el norte de la Región Oriental, y el centro del Chaco fueron los más favorecidos con volúmenes de precipitaciones por encima de las marcas consideradas estándares para el mes.

En contraparte, el extremo sureste, particularmente el Departamento de Itapúa, a pesar de tener varios días de lluvias, los acumulados arrojaron registros por debajo de la normal [29]. Noviembre ha presentado excesos de lluvias en casi todo el país, destacándose los acumulados o totales muy altos en el noreste, centro y sur de la región oriental a excepción del centro de la región occidental y la zona suroeste la región oriental, donde se ha presentado déficit de lluvias. Finalizo el año 2015 con abundantes registros de lluvias acumuladas en casi todo el territorio nacional, alcanzando en la zona del noreste de la región oriental hasta el 70 % por encima de la normal del mes, a excepción del centro de la región occidental donde se ha presentado déficit de lluvias [30] y [31].

Las Tablas 4.a, 4.b y 4.c, presentan los valores totales de las precipitaciones mensuales y sus anomalías registradas en Paraguay desde enero a diciembre del año 2015.

Tabla 1.a: Lluvia mensual de enero a abril de 2015. Fuente: Adaptación de [20]; [21]; [22] y [23]

Estaciones climatológicas	Enero		Febrero		Marzo		Abril	
	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)
Mcal. Estigarribia	62.1	-54.4	171.2	73.1	9.5	-110.2	187.4	109.6
Puerto Casado	167.0	27.0	211.3	92.7	46.0	-77.0	105.2	-1.8
Pedro Juan Caballero	156.5	-16.3	235.2	77.5	193.9	26.0	185.7	56.1
Pozo Colorado	100.3	-47.1	205.0	97.9	70.3	-74.6	145.0	43.5
Concepción	82.4	-70.4	180.3	57.5	65.4	-74.7	162.2	39.3

Gral. Bruguez	173. 3	64.1	115. 9	-30.6	196. 4	67.7	198. 6	45.3
San Pedro	115. 5	-37.3	129. 9	7.1	0.8	-139.3	245. 7	122.8
San Estanislao	72.0	-56.2	132. 6	15.6	42.8	-50.7	313. 0	163.8
Salto del Guaira	107. 2	-49.8	164. 9	32.5	110. 3	-31.4	108. 9	-18.4
Luque, AISP	223. 6	65.4	225. 8	103.8	58.5	-56.1	161. 3	4.4
Paraguarí	201. 0	42.8	162. 5	40.5	75.8	-38.8	187. 4	17.5
Villarrica	254. 4	69.4	131. 9	7.8	149. 9	-4.7	147. 2	-22.7
Cnel. Oviedo	292. 0	107.0	226. 1	102.0	112. 1	-42.5	174. 7	22.1
Minga Guazú, AIG	117. 1	-67.0	219. 9	65.7	97.1	-39.0	119. 4	-21.3
Pilar	185. 0	16.1	174. 8	33.3	141. 9	-19.1	216. 0	37.5
San Juan Bautista	159. 6	-23.0	162. 0	-3.5	107. 8	-39.2	249. 3	87.7
Caazapá	224. 1	67.0	60.4	-62.7	108. 0	-14.5	168. 6	-27.8
Capitán Meza	207. 5	83.6	110. 7	-21.5	124. 6	14.3	123. 0	-20.6
Encarnación	287. 6	135.4	22.7	-137.9	91.3	-51.1	160. 4	-1.8

Tabla 1.b: Lluvia mensual de mayo a agosto de 2015. Fuente: Adaptación de [20]; [21]; [22] y [23]

Estaciones climatológicas	Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	Total (mm)	Anomalía (mm)	Total (mm)	Anomalía (mm)	Total (mm)	Anomalía (mm)	Total (mm)	Anomalía (mm)
Mcal. Estigarribia	69.3	31.8	14.6	-4.2	18.6	4.4	0.0	-21.7
Puerto Casado	244. 1	168.0	60.2	3.6	155. 6	127.7	21.9	-22.9
Pedro Juan Caballero	271. 0	133.0	69.3	-19.2	277. 5	232.7	15.0	-45.3
Pozo Colorado	243. 7	171.6	69.8	20.7	64.4	37.6	16.4	-16.4

Concepción	187. 9	63.1	57.3	-5.0	136. 3	93.7	24.2	-31.6
Gral. Bruguez	138. 4	52.7	44.3	-6.4	32.4	14.5	23.5	-20.3
San Pedro	270. 3	145.5	69.8	7.5	127. 6	85.0	17.2	-38.6
San Estanislao	351. 4	216.2	128. 6	38.1	198. 1	141.7	56.4	-21.7
Salto del Guaira	253. 1	94.4	76.1	-21.6	380. 0	297.2	51.5	-22.6
Luque, AISP	406. 4	296.0	87.7	15.5	103. 8	61.5	53.3	-23.9
Paraguari	428. 6	318.2	103. 0	-13.0	124. 6	81.3	24.0	-53.2
Villarrica	434. 8	303.8	132. 7	16.7	182. 9	115.6	49.1	-55.6
Cnel. Oviedo	446. 2	315.2	137. 3	-15.3	302. 9	235.6	35.4	-69.3
Minga Guazú, AIG	219. 8	87.5	135. 8	3.9	339. 7	249.1	48.8	-66.2
Pilar	195. 6	100.3	107. 1	45.3	40.0	-17.9	37.4	-9.7
San Juan Bautista	261. 1	138.2	110. 2	1.7	55.1	-23.3	35.7	-48.4
Caazapá	431. 8	281.5	103. 8	-14.7	134. 8	62.1	43.0	-57.3
Capitán Meza	255. 9	115.6	131. 9	8.5	207. 9	128.0	58.7	-38.3
Encarnación	227. 4	83.2	193. 6	57.8	169. 1	66.4	40.5	-76.4

Tabla 1.c: Lluvia mensual de septiembre a diciembre de 2015. Fuente: Adaptación de [20]; [21]; [22] y [23]

Estaciones climatológicas	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)	Total (mm)	Anomalia (mm)
Mcal. Estigarribia	25.2	8.3	51,1	-1,8	58,3	-25,4	42,8	-76,4
Puerto Casado	118.2	66.3	163,0	51,1	177,0	27,0	366,8	185,0
Pedro Juan Caballero	249.4	154.8	214,8	38,1	291,8	105,4	427,7	236,2

Pozo Colorado	37.9	-3.9	192,0	113,8	206,5	73,2	280,5	116,2
Concepción	189.7	122.0	266,7	142,0	405,1	243,3	398,7	235,2
Gral. Bruguez	2.0	-75.0	123,7	10,8	228,3	66,3	254,2	128,0
San Pedro	98.1	30.4	171,7	47,0	419,5	257,7	277,5	114,0
San Estanislao	96.7	-23.4	127,8	-33,2	344,7	190,0	562,4	401,1
Salto del Guaira	174.2	26.8	129,3	-62,7	327,8	127,7	588,9	380,0
Luque, AISP	4.0	-74.6	135,1	19,4	174,8	22,2	482,4	350,1
Paraguari	3.0	-75.6	211,1	95,4	193,8	41,2	443,9	311,6
Villarrica	21.7	-88.8	151,1	-4,1	179,6	7,2	351,0	205,1
Cnel. Oviedo	42.0	-68.5	66,0	-49,7	202,3	49,7	296,1	163,8
Minga Guazú, AIG	48.8	-81.4	140,0	-36,0	309,3	145,8	453,1	313,2
Pilar	12.5	-70.4	159,0	23,8	118,9	-38,3	272,0	146,3
San Juan Bautista	35.0	-77.5	137,9	-47,7	163,2	-16,6	282,2	138,1
Caazapá	29.3	-82.0	204,4	24,6	212,2	43,2	391,2	250,2
Capitán Meza	99.7	-6.6	178,1	0,9	401,0	257,7	284,5	168,1
Encarnación	131.9	-17.6	90,1	-91,6	325,2	163,7	290,2	140,2

4. Conclusiones

A través del estudio se logró constatar que el evento del fenómeno El Niño impacta formalmente en el régimen de lluvias y sus anomalías en Paraguay. Los resultados muestran que en la última semana de enero 2015, luego de mantenerse por séptimo mes consecutivo con valores negativos, el índice de oscilación del sur alcanzó un valor de -8.3 , y durante la estación invernal (junio, julio y agosto), el índice de oscilación sur) fue descendiendo aun mas, llegando a alcanzar en la última semana de los meses de junio, julio y agosto, los valores de -16.7 ; -14.9 , y -20.3 respectivamente.

Otro resultado basado en la TSM, muestran que de septiembre a diciembre 2015, los índices oceánicos en todas las regiones Niño, presentaban incrementos de anomalías positivas de la TSM, en especial las regiones de El Niño 3 y El Niño 3.4 que presentaron los valores positivos más altos, alcanzando al final de diciembre cerca de 3.0 °C.

Los resultados en cuanto al régimen de lluvias durante el año 2015, muestran que los primeros 3 (tres) mes del año, las precipitaciones se comportaron de manera dispar en el territorio nacional. Luego mayo fue mes excepcional con respecto a las precipitaciones, los datos observados mostraron un exceso de lluvias muy significativo en todo el país; así, en las regiones del centro y este de la Región Oriental, los excesos superaron ampliamente los 300 mm con relación a los valores estándares.

Y de septiembre a diciembre 2015, en todo el territorio nacional se han registrados incrementos positivos de precipitaciones de manera muy atípica, finalizando el año 2015 con abundantes registros de lluvias acumuladas en casi todo el territorio nacional, alcanzando en la zona del noreste de la región oriental hasta el 70 % por encima de la normal del mes, a excepción del centro de la región occidental donde se ha presentado déficit de lluvias. Finalmente se concluye que el fenómeno El Niño/Oscilación Sur (ENOS) 2015, se inició en el mes de abril y se extendió hasta diciembre del 2015, próximo a alcanzar su máxima intensidad, ha impactado seriamente en el régimen de las lluvias en Paraguay, provocando excesos de lluvias desde el momento de su aparición en abril hasta llegar a su máxima intensidad registrada en diciembre de 2015.

Agradecimientos

Se agradece en forma especial al señor Oscar Rodríguez S., meteorólogo de la Dirección de Meteorología e Hidrología por la provisión de los datos climatológicos de Paraguay utilizados en el presente estudio.

Referencias bibliográficas

- 1.- **Organización Meteorológica Mundial.** Tiempo, Clima, Agua y Desarrollo Sostenible. Boletín OMM N° 1145. Ginebra, Suiza, 2014.
- 2.-Organización Meteorológica Mundial: OMM N° 976. Ginebra, Suiza, 2005
- 3.-<http://www.noaa.gov>

- 4.-**Vázquez, M. A.** 2011. Variabilidad climática interanual de Paraguay asociada al fenómeno El Niño/Oscilación Sur (ENOS). Revista de la Sociedad Científica del Paraguay.2011;16 (2). 163-173.
- 5.-**Vázquez, M. A.** 2013. Variabilidad interanual de la lluvia asociada al fenómeno La Niña. Revista de la Sociedad Científica del Paraguay., 2013;18(1)47-58.
- 6.-**DMH, DINAC.**; <http://www.meteorologia.gov.py/Boletines>
- 7.-**CIIFEN.** ; <http://www.ciifen.org/>
- 8-19.-**CIIFEN.** Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño, Febrero 2015-Enero 2016.
- 20-31.-**DMH,DINAC.** Boletín Climatológico Mensual, Enero-Diciembre 2015. Asunción, Paraguay.

