

CARACTERISTICAS DE LA PRECIPITACION DURANTE 1981-2012 EN ELDORADO MISIONES

PRECIPITATION CHARACTERISTICS DURING THE YEARS 1981-2012 IN ELDORADO MISIONES

Fecha de recepción: 20/08/2014 // Fecha de aceptación: 07/10/2014

Fidelina Silva

M. Sc. en Meteorología Agrícola. Jefe de Trabajos Prácticos de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. fidelina16@gmail.com

Beatriz I. Eibl

M. Sc. en Semillas. Prof. Titular de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar

Elisa A. Bobadilla

M. Sc. en Tecnología de la Madera. Prof. Adjunto de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. elisa@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis de los registros de precipitación en el periodo 1981-2012 en la localidad de Eldorado, Misiones. Se brindan los valores climáticos de precipitación y número de días con precipitación. A través de las técnicas estadísticas de análisis de variancia se compararon los valores para cada estación del año. Se obtuvo como valor de precipitación media anual de 2001 milímetros. La precipitación media acumulada durante el invierno difiere significativamente del otoño y la primavera y no así del valor medio para el verano. Se incluyen además los resultados parciales del estudio de probabilidad de eventos de sequías a través del Índice de Precipitación Estandarizado.

Palabras clave: estadística climática, precipitación, Índice de Precipitación Estandarizado.

SUMMARY

An analysis of the precipitation recorded of the period 1981- 2012 in Eldorado, Misiones is presented in this article. Climatic values of precipitation and number of days with precipitation are provided. Through statistical technique of analysis of variance, values for each station were compared. 2001 mm was obtained as the average annual precipitation value. The average precipitation accumulated during winter differs significantly from autumn's and spring's values while it does not differ from summer's average precipitation. Partial results of drought probability events through the Standardized Precipitation Index are also included.

Keywords: climate statistic, rainfall, Standardized Precipitation Index.

INTRODUCCIÓN

Las precipitaciones en la provincia de Misiones se deben a la influencia del anticiclón del Atlántico sur el cual emite viento húmedos que generan lluvias de tipo orográfica, llegando su influencia a toda la zona noreste del país (BARROS, 2008). El encuentro de las masas de aire cálidas del norte y nordeste con las masas de aire frío provenientes del sur y sudeste de la Argentina también tiene una marcada influencia en la generación de precipitaciones de tipo frontal a lo largo del año (BARROS, 2008). Las isolíneas de precipitación en Misiones abarcan un rango entre 1700 a 2000 mm, decreciendo de Este a Oeste. En el sector Noroeste de la provincia (margen del Río Paraná), se cita una media de 1800 mm como valor climático (BURGOS, 1970, CABRERA, 1976, SMN, 2014). Este valor climático es brindado por Servicio Meteorológico Nacional, teniendo los datos de Posadas e Iguazú el mayor peso en la determinación de dicha normal climática. Cuando se utilizan los registros de estaciones locales (ubicadas dentro de la zona altoparanaense de Misiones) las diferencias con aquella media climática se hacen evidentes ya sea según el periodo de años considerados, así como la posición geográfica de la estación (SILVA et al., 2008). De esta manera, siendo la precipitación un fenómeno localizado que depende de la geografía de la región se torna muy importante contar con registros de estaciones con la menor distancia posible al sitio que se desee describir climáticamente (CASTILLO y CASTELVÍ SENTIS, 2001). Los registros meteorológicos que hasta el momento cuenta el proyecto Base de Datos Meteorológicos Regional se consideraron con la longitud y homogeneidad adecuada para poder brindar valores climáticos apropiados para la zona de Eldorado.

Haciendo uso de esta serie meteorológica de más de 30 años, se tuvo oportunidad de evaluar los eventos de sequía ocurridos principalmente en las décadas 2000 y 2010, incorporando el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE).

Una definición general del término sequía podría ser la escasez de agua dulce durante un periodo largo en una región (GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006). Debido a la variedad de las definiciones del término sequía, GARRIDO DEL POZO *et al.* (2006) presentan en su artículo tres tipos: sequía climática, sequía agrícola, sequía económica-social, contemplando de esta manera los niveles de impacto que produce este fenómeno meteorológico. Aunque la necesidad de cuantificar la intensidad

de una sequía ha llevado a crear esas definiciones, cuando esta afecta la disponibilidad de agua para el consumo y la producción se torna más eficiente encontrar indicadores para prevenir, planificar y reducir los graves efectos de las mismas. Distintos índices se han utilizado desde muy simples hasta muy complejos como el Índice de Sequía de Palmer (PALMER, 1965). Entre los muy simples se encuentran la clasificación en clases de sequía según los valores de precipitación obtenidos a través del ajuste de largas series climáticas a distribuciones de probabilidad (método de los cuantiles). Sin embargo, estos índices poseen la desventajas de que son sólo útiles para comparar zonas de características climáticas similares (WMO, 2012). Considerando esa dificultad MCKEE y colaboradores presentaron en el año 1993 el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, por sus siglas en inglés), (MCKEE *et al.*, 1993, 1995).

Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2012) entre las principales ventajas del IPE figuran el hecho de que su flexibilidad permite el cálculo para múltiples escalas de tiempo, así como la comparación entre lugares de diferentes tipos de climas, y además, su base estadística lo convierte en una herramienta adecuada para la toma de decisiones. La misma documentación destaca como desventajas el hecho de requerir solo a la precipitación como variable, dejando sin poder evaluar la condición del suelo durante el mismo periodo.

En base a la información disponible de precipitaciones registradas durante 32 años en la localidad de Eldorado, Misiones, este artículo tuvo como objetivo principal difundir la información recopilada por la Cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Forestales (Proyecto Base de Datos Meteorológicos Regional) y como objetivos particulares: a) analizar las características más destacadas de la precipitación en escala mensual, estacional y anual; b) evaluar el Índice de Precipitación Estandarizado como una herramienta para estimar los riesgos de sequía en la región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados corresponden a las observaciones realizadas en 2 sitios de la ciudad de Eldorado, provincia de Misiones en el marco del proyecto Bases de Datos Meteorológicos Regional (EIBL *et al.*, 2013). Los registros del periodo 1981 hasta

1998 provienen de la estación meteorológica ubicada en el aeródromo Eldorado (26° 23' 34.6 S, 54° 34' 34.2 O); mientras que los registros del período 2001-2012 corresponden a la estación meteorológica auxiliar ubicada a la altura del kilómetro 8 de la ciudad (26° 25' 5.2 S, 54° 37' 14.3 O). El período de datos faltantes 1999-2000 se completó con los registros de la localidad de Montecarlo, brindados por el área de Agrometeorología de la EEA del INTA Cerro Azul. El proceso de llenado de la serie de Eldorado se realizó siguiendo el método de correlación, descrito en SILVA *et al.*, 2008.

La localidad del Eldorado pertenece al clima tipo **Cfa** según la clasificación de Köppen, y **B4r B'4** según la clasificación de Thornthwaite (SILVA *et al.*, 2008). La zona de influencia de los registros meteorológicos se encuentra en el sector noroeste de la provincia de Misiones. El paisaje corresponde al pediplano paranaense con una pendiente promedio de 5% y altura media sobre el nivel del mar desde los 100 m en el sector oeste hasta 120 msnm en su sector este, (LIGIER *et al.*, 1990). El tipo de suelo predominante corresponde al orden Ultisol con erosión hídrica potencial moderada a alta (INTA, 2014).

Obtención de los valores del Índice de Precipitación Estandarizado (IPE)

Siguiendo la metodología MCKEE *et al.* (1993, 1995) los valores de IPE se calcularon para cada mes en la serie de 30 años (como mínimo) utilizando el software SP_SL_6 (UNL, 2013). Las series IPE para cada mes corresponden a los valores acumulados desde un determinado número de meses anteriores al mes particular. Este período puede ser de 3, 4, 6, 12 ó 24 meses. Posteriormente estas series mensuales son ajustadas a una distribución Gamma, de la cual se toman los parámetros alfa y beta que servirán para obtener los valores estandarizados de la serie de interés. Una explicación detallada del método puede encontrarse en las publicaciones de los autores MCKEE *et al.* (1993 y 1995); en español pueden consultarse los trabajos de GARRIDO DEL POZO *et al.* (2006) y MERG *et al.* (2011). El IPE se obtiene a partir de la fórmula de la distribución nor-

mal estandarizada: $z = (x - \mu)/\sigma$, donde x es la precipitación acumulada en el período seleccionado, μ y σ son la media aritmética y desvío estándar de la serie de datos histórica. Las categorías de las intensidades de una época seca o húmeda pueden definirse arbitrariamente como se muestra en la siguiente **tabla n° 1** (MCKEE *et al.*, 1993; GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006; MERG *et al.*, 2011).

Tabla N° 1. Intensidad de los períodos secos y húmedos basados en el IPE.

Table N° 1. Dry and wet period intensities based on SPI values.

IPE	Periodo	Frecuencia teórica
$\leq a - 2$	Extremadamente seco	1 en 50 años
-1.99 a -1.5	Severamente seco	1 en 20 años
-1.49 a -1.0	Moderadamente seco	1 en 10 años
-0.99 a 0.99	Normal	1 en 3 años
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo	1 en 10 años
1.5 a 1.99	Muy húmedo	1 en 20 años
$2.00 \leq \text{IPE}$	Extremadamente húmedo	1 en 50 años

Fuente: MCKEE, 1993, GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006, MERG *et al.*, 2011.

Procesamiento estadístico

En el cálculo de los promedios mensuales se incluyeron los valores extremos producidos en el período. Se consideraron días con lluvias, a las precipitaciones mayores o iguales a 0.5 mm.

Las estaciones del año comprenden: desde Diciembre a Febrero, verano; desde Marzo a Mayo, otoño; desde Junio a Agosto, invierno; desde Septiembre a Noviembre, primavera (DURRE *et al.*, 2011).

Para el cálculo de los valores de IPE se utilizó el software libre SPI-SL versión 6 (MCKEE *et al.*, 1993; UNL, 2013). El programa requiere como dato de ingreso la serie de precipitación mensual de al menos 30 años, y la definición de los meses a acumular (dicha versión solo permite 6 opciones al mismo tiempo). El programa ejecuta todo el procesamiento estadís-

tico necesario brindando una salida similar a la presentada en la **tabla n° 2**. Los valores negativos y positivos corresponden a la distribución normal estandarizada (media aritmética = 0, desvío estándar = 1), indicando los mismos períodos de déficit y excesos de precipitación, respectivamente.

Tabla N° 2. Vista parcial de la salida del software SPI-SL para obtener los valores de IPE.

Table N° 2. SPI value outputs from the SPI-SL software (partial view).

AÑO	Mes	Cantidad de meses considerados					
		1	3	4	6	12	24
1981	Ene	-0.70	0.24	-0.24	-0.42	-1.18	-0.70
1981	Feb	0.62	0.54	0.42	-0.21	-1.05	0.62
...
2012	Nov	-1.51	-1.31	-1.51	-0.79	-1.9	-0.62
2012	Dic	1.09	-0.07	-0.5	-0.35	-1.3	-0.49

Para este estudio se utilizaron las series de valores acumulados 3, 4 y 6 meses anteriores al mes en cuestión. Se analizó la bondad de ajuste a la distribución gamma para todas las acumuladas series obtenidas, antes del cálculo de IPE.

Aquellos procesamientos estadísticos no incluidos en el software SPI_SL_6 (MCKEE, 1995, UNL, 2013) se realizaron con el software *Infostat*® (DI RIENZO *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precipitación anual

Los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (valor $p= 0.6216$ para el estadístico de prueba) mostraron que la serie de precipitaciones anuales para el periodo de años analizados (32 años) posee distribución normal. El valor de precipitación media anual = 2001.1 mm calculado, puede ser considerado como valor climático para la región de Eldorado (WMO, 2012). Este valor es superior a los generalmente citados endescrpciones climáticas para esta región. BURGOS (1970) e IPEC (2012) citan un valor de 1800 mm para la región geográfica en la que se encuentra Eldorado. La **tabla n° 1** presenta los estadísticos descriptivos para las series de volumen de precipitación y número de días con precipitación.

La serie de Eldorado presenta un valor extraordinariamente alto para el año 1983, de 3005 mm (**Tabla n° 4**), superior al valor registrado en Montecarlo (localidad situada a 25 km al Norte de Eldorado) de 2714 mm, siendo los meses de mayo y julio en ambas localidades con valores extremos superiores a los 400 mm. En este año se produjeron inundaciones en toda la provincia de Misiones, generadas por influencia del intenso fenómeno Niño ocurrido entre 1982 y 1983 (BARROS y CAMILLONI, 2004).

El menor valor de precipitación anual se produjo en el año 2005, coincidiendo con un período de escasas lluvias que abarcó los meses de noviembre de 2004 hasta marzo de 2005, afectando de diferentes maneras las actividades productivas de la provincia (MISIONES ONLINE, abril de 2005).

Tabla N° 3. Estadísticos de las series anuales de precipitación (Pa, en mm) y días con precipitación anuales (nP, en número de días) para el 1981-2012, Eldorado, Misiones. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 3. Statistics from the annual precipitation (Pa, in mm) and days with precipitation (nP, number of days) recorded for the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Variable	n	Media	DE	Mediana	Asimetría	Kurtosis	Percentil					
							5	10	25	75	90	95
Pa	32	2001.1	454.25	1971.3	0.22	-0.89	1353.0	1401.0	1604.7	2301.7	2570.1	2726.1
nP	32	95.8	14.65	95.5	0.54	-0.05	76.0	77.0	85.0	103.0	116.0	127.0

Tabla N° 4. Precipitaciones anuales (Pa, mm) y número de días con precipitaciones (nP), en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 4. Annual precipitation (Pa, mm) and number of days with precipitation (nP, number of days) for the period 1981-2012, in Eldorado, Misiones. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Año	Pa (mm)	nP	Año	Pa (mm)	nP	Año	Pa (mm)	nP
1981	1542.5	69	1992	2179.8	96	2003	1528.2	100
1982	2570.1	91	1993	1635.7	84	2004	1377.5	95
1983	3005.3	103	1994	2267.1	99	2005	1325.3	85
1984	1952.1	90	1995	1604.7	76	2006	1773.3	104
1985	1620.5	76	1996	2677.2	96	2007	2373.6	128
1986	1990.5	90	1997	2440.6	90	2008	1607.3	96
1987	1881.5	78	1998	2108.4	91	2009	2274.4	116
1988	1401.0	77	1999	1353.0	102	2010	1927.3	87
1989	2157.2	103	2000	2301.7	125	2011	2245.7	109
1990	2726.1	108	2001	2445.8	100	2012	1446.2	85
1991	1909.7	85	2002	2385.7	127			

Precipitación mensual

De acuerdo a las pruebas de normalidad realizadas (pruebas de Shapiro-Wilks no presentadas en esta publicación) las series mensuales de precipitación no se ajustan a la distribución normal. Esta característica es muy común cuando se estudian series de valores mensuales de precipitación (CASTILLO y CASTELVÍ SENTIS, 2001), por lo cual la mediana es considerada como un mejor descriptor de las mismas. En la **tabla n° 5** puede observar-

se que la distribución de la precipitación a lo largo del año presenta sus mayores valores medios en los meses de abril y octubre, lo que es una característica común para la provincia de Misiones. También se observa que la ocurrencia de valores extremos superiores a 300 mm se produjo en todos los meses del año. El valor mínimo registrado fue de 0.1 mm para el mes de marzo. Se destacan los valores mínimos de febrero, marzo y abril para el mismo año 2005. En el año 1988, los valores de precipitación más bajos se registraron en los tres meses consecutivos de invierno.

Tabla N° 5. Precipitaciones medias normales y valores extremos mensuales en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las cifras entre paréntesis corresponden a los años en que ocurrieron los valores extremos mensuales. Fuente: Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF, FCF.

Table N° 5. Mean normal precipitation and extreme monthly values for the period 1981-2012, in Eldorado, Misiones. The numbers between parentheses are the years in which the monthly extreme values occurred. Data source: Regional Meteorological Database, ISIF, FCF-UNaM.

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio (mm)	170,4	174,5	146,2	206,8	177,7	163,3	115,8	114,8	155,6	221,1	193,4	161,5
Mediana (mm)	160,6	157,9	125,1	224,9	167,0	158,2	86,5	98,0	150,5	196,3	157,3	133,8
Máximo (mm)	382,0	400,5	335,3	600,0	508,7	340,5	559,7	338,3	427,5	496,6	623,9	424,0
	(2002)	(1994)	(1998)	(1990)	(1983)	(1982)	(1983)	(1989)	(1990)	(1996)	(1982)	(1996)
Mínimo (mm)	4,8	3,0	0,1	30,7	10,0	11,0	2,0	14,0	16,5	71,5	39,0	29,7
	(1992)	(2005)	(2005)	(2005)	(1981)	(2003)	(1988)	(1988)	(1988)	(2002)	(1985)	(2008)

Precipitación estacional

La diferencia de precipitación acumulada durante las estaciones del año se evaluaron a través de ANOVA para un diseño unifactorial, con la estación como factor y los años como las repeticiones. Los resultados se presentan en la **tabla n° 6**. Se encontraron diferencias significativas al nivel del 5% entre la precipitación media del invierno y las respectivas medias de otoño y primavera, siendo la precipitación media de la época invernal el de menor valor. Estos resultados son equivalentes a los observados en la serie de precipitación acumulada estacional (**Tabla n° 7**). Estos valores se presentan aquí al sólo efecto de mostrar la magnitud de los volúmenes medios acumulados en cada estación y su relación con el valor de la precipitación medio anual (2001 mm).

Tanto la serie de precipitación mensual, como la de acumulación estacional presentaron un buen ajuste a la distribución normal ($p= 0.66$, para un nivel de significancia de 5%).

Tabla N° 6. Estadísticos para la serie de precipitación estacional (mm) en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las letras diferentes indican diferencias entre las medias a nivel de confianza del 5% (Test de Tukey).

Table N° 6. Statistics for seasonal precipitation (mm) during the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Different letters indicate differences between the means at 5% level of significance (Tukey test).

Estación	n	Media	DE	Mín	Máx	Mediana
Invierno	32	131,3 a	61,6	35,2	286,1	114,4
Verano	31	168,5 ab	55,7	60,1	322,2	170,5
Otoño	32	176,2 b	69,0	78,0	359,0	157,5
Primavera	32	186,3 b	63,6	72,4	314,3	179,3

Tabla N°7. Estadísticos para la serie de precipitación acumulada estacional (mm) en el período 1981-2012, Eldorado, Misiones. Las letras diferentes indican diferencias entre las medias a nivel de significancia del 5% (Test de Tukey).

Table N° 7. Statistics for accumulated seasonal precipitation (mm) for the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones. Different letters indicate differences between the means at 5% level of significance (Tukey test).

Estación	n	Media	DE	Mín	Máx	Mediana
Invierno	32	393,8 a	184,9	105,5	858,3	343,1
Verano	31	505,6 ab	167,0	180,2	966,5	511,5
Otoño	32	528,7 b	206,7	232,9	1077,1	472,6
Primavera	32	558,9 b	190,8	217,1	943,0	537,9

Índice de Precipitación Estandarizada

Se calcularon los valores de IPE para los períodos de 3, 4 y 6 meses anteriores a cada mes. Los gráficos a y b del **gráfico n° 1** representan los valores para los años 2004 y 2005 (IPE3, IPE4, e IPE6 expresan la cantidad de meses considerados para la acumulación de la precipitación). Se tomaron estos años con el propósito de mostrar la evolución del IPE desde noviembre de 2004 hasta abril 2005, período en que ocurrió un marcado déficit de precipitación en la región (SILVA *et al.*, 2008). Los valores de IPE muestran como el fenómeno de déficit comienza a ser evidente desde noviembre donde los valores de IPE comienzan a declinar continuamente hasta abril de 2005, mes en el cual cambia la curvatura, reflejando un cambio en las condiciones de precipitación.

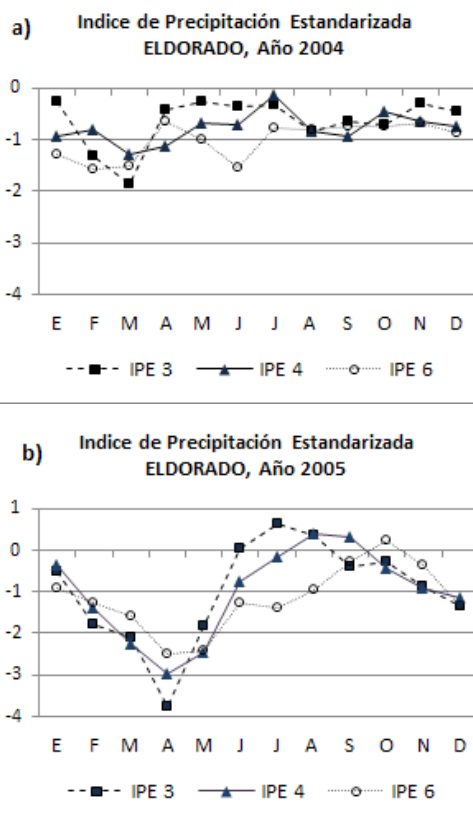


Gráfico N° 1. Valores de Índice de Precipitación Estandarizado mensual calculados para 3, 4 y 6 meses previos a cada mes particular (IPE3, IPE4, e IPE6, respectivamente) y a partir de registros del período 1981-2012 de la localidad de Eldorado, Misiones.

Figure N° 1. Monthly Standardized Precipitation Index values calculated for 3, 4 and 6 months previous to each particular month (SPI3, SPI4, and SPI6, respectively) from the records of the period 1981-2012 in Eldorado, Misiones.

El IPE de 3 meses es en general el más apropiado para caracterizar las sequías agrícolas (MERG *et al.*, 2011; GARRIDO DEL POZO *et al.*, 2006). Analizando la evolución desde noviembre hasta abril (Gráfico 1) y asociándolos con la intensidad de la sequía según la clasificación presentada en la tabla n° 1, se observa que en los meses de noviembre, diciembre y enero, el periodo se considera Normal. Sin embargo para febrero la sequía se intensificó pasando a la categoría de Moderadamente seco, llegando a abril a la categoría de Extremadamente seco. La probabilidad de ocurrencia de estos dos últimos eventos es de 1 cada 20 años, y 1 cada 50 años respectivamente.

El gráfico n° 2 presenta los valores de IPE de tres meses para el mes de abril en el periodo 1981-2012. Los eventos más intensos se encuentran destacados en el **gráfico n° 2** (puntos cuadrados). El impacto en el sector socio-económico y la magnitud de estas sequías han sido registrados por los medios informativos locales y también nacionales (MISIONES ONLINE, 2005; LA NACIÓN, 2009).

Los valores positivos de IPE para el mes de abril se relacionan con los eventos húmedos destacados durante el periodo de estudio. En el gráfico n° 2 se destaca el año 1983, año en que la región sufrió inundaciones debido a la influencia del evento Niño definido como el más intenso de los últimos años (BARROS y CAMILLONI, 2004).

Los valores de IPE (negativos y positivos) y su relación con la ocurrencia de periodos secos y húmedos en la región de Misiones indican que es una herramienta útil que debería incluirse dentro de los informes meteorológicos locales.

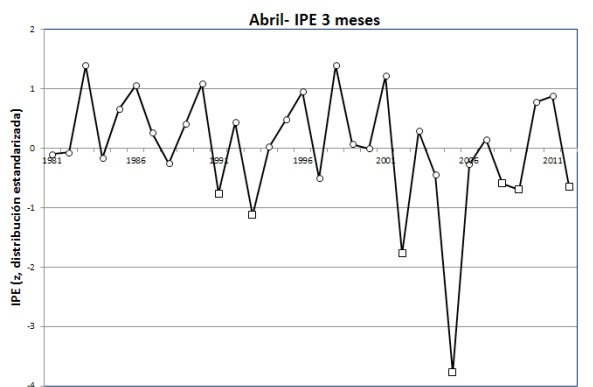


Gráfico N° 2. Valores de IPE de tres meses (IPE3) para el mes de abril en el periodo 1981-2012, localidad de Eldorado, Misiones. Los puntos cuadrados destacan los eventos de sequía más intensos.

Figure N° 2. Three months SPI values (SPI3) for April in the period 1981 to 2012, registered in Eldorado, Misiones. Square dots highlight the most drought events.

CONCLUSIONES

El valor 2001 mm obtenido para la precipitación media anual puede ser considerado como un valor climático para la región de Eldorado ya que se basa en registros de más de 30 años. Este valor es superior a los citados en las descripciones climáticas para esta región.

El menor valor de precipitación anual se produjo en el año 2005, coincidiendo con un período de escasas lluvias que abarcó los meses de noviembre de 2004 hasta marzo de 2005.

Respecto a los valores mensuales, se observó que los valores extremos superiores a 300 mm ocurrieron en todos los meses del año.

La precipitación media del invierno es menor al promedio del resto de las estaciones, siendo significativamente diferentes a las medias de lluvias de la primavera y del otoño, no así del verano.

Los valores del Índice de Precipitación Estandarizado para el mes de abril y su asociación tanto con los eventos de sequía y de humedad ocurridos, permiten concluir que dicho índice es una interesante herramienta para la toma de decisiones que debería ser incluida en los reportes meteorológicos locales. Sin embargo se observa que es necesario ajustar las categorías de intensidad y frecuencia de las sequías para esta región a partir de un análisis más exhaustivo.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal que han formado parte del equipo como becarios auxiliares (adscriptos y rentados): Gabriela Acosta, Miguel Matuchaka, Angela Wink, Alejandro Vargas, Viviana Fariñón y Sandra Demonari. Al señor Brizuela quien ha contribuido de manera importante a la continuidad de los registros meteorológicos.

BIBLIOGRAFÍA

BARROS, V. R. 2008. Capítulo 3. El cambio climático en la Argentina. Agro y Ambiente: una agenda compartida para el desarrollo sustentable. Ed. Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. Buenos Aires, 32 p. Version.pdf disponible en <http://www.foroagroindustrial.org.ar>.

BARROS, V. y Camilloni, I. 2004. La temperatura

del atlántico sur y la diferencia de caudales del río Paraná durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.1, 35-47, 2004.

BURGOS, J. 1970. El clima de la región Noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo – *Bol. Soc. Arg. de Botánica (Bs. As.)*, 11, suplemento, 1970.

CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas (Vol. 1). Editorial Acme.

CASTILLO, E. y CastelvísSentis, F. (Coord.). 2001. *Agrometeorología*. 2a ed. Madrid: MundiPrensa. 517 p.

DI RIENZO, J. A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada, M.; Robledo C.W. 2013. *InfoStat versión 2013*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

DURRE, I.; Squires, M.; Vose, R.; Arguez, A.; Applequist, S. and Xungan g Yin . 2011. *Computational Procedures for the 1981-2010 Normals: Precipitation, Snowfall, and Snow Depth Preliminary Documentation July 1*. National Climatic Data Center (NCDC), USA.

GALVAN ORTÍZ, L.M. 2011. Impacto de la sequía meteorológica en la vegetación en distintas regiones climáticas de México (1982-2006). Tesis. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.

EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, E. 2013. Proyecto Bases de Datos Meteorológicos Regional, Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM.

GARRIDO DEL POZO, N.; García, M.; De Galisteo, J.; Alonso, J.; Moya, G. 2006. Las sequías climáticas en la Cuenca del Duero. En *Actas: Congreso Homenaje al Duero y sus Ríos: Memoria, Cultura y Porvenir*. 27 al 29/04/2006. Duero, España. Centro Meteorológico de Castilla y León MMAM.

IPEC (Instituto Provincial de Estadística y Censos). 2012. *Gran Atlas de Misiones*. Posadas. V.1. 420 p. Versión digital disponible en <http://www.ipecmisiones.com>.

INTA. 2014. GeoINTA. Instituto de Clima y Agua. <http://inta.gob.ar/unidades/212000/geointa/view>. Fecha de visita: 06/17/2014.

LA NACIÓN. 2009. Fenómeno atípico. La se-

quía en Misiones afecta la producción. Publicado el 14/04/2008. http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1004182.

LIGIER, H.D.; Matteio, H.R.; Polo, H.L. and Rosso, J.R. 1990. *Atlas de suelos de la República Argentina*. Tomo II. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD Argentina 85/019. Buenos Aires. 676 p.

MCKEE, T.B.; Doesken, N.J. and Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, p: 179-186.

MCKEE, T. B.; Doesken, N. J. and Kleist, J. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Boston.

MERG, C.; Petri, D.; Bodoira, F.; Nini, M.; Fernández, M.; Schmidt, F.; y Selzer, F. 2011. Mapas digitales regionales de lluvias, Índice Estandarizado de Precipitación e Índice Verde. *Revista Pilquen. Sección Agronomía*. Año XIII. N° 11.

MISIONES ONLINE. 2005. La sequía provocó una sustancial caída en la producción de cítrico. Sección Agro. Publicación digital del 14/04/2005, www.misionesonline.net/agro

PALMER, W. C. 1965. *Meteorological drought*. Research Paper n° 45. Washington, DC, USA: US Department of Commerce, Weather Bureau. 58 p.

SILVA, F.; Eibl, B.; Bobadilla, E. 2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. En *Actas: 13as. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Eldorado, 6-8 de junio de 2008*. FCF/UNaM- EEA Montecarlo del INTA.

UNL (University of Nebraska, Lincoln).2013. Program to Calculate Standardized Precipitation Index, PI_SL_6. Colorado Climate Center, the Western Regional Climate Center, and the National Drought Mitigation Center. Disponible en <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>.

WMO (World Meteorological Organization). 2012: *Standardized Precipitation Index User Guide* (M. Svoboda, M. Hayes and D. Wood). WMO-No. 1090, Geneva.