

Cáceres Díaz, R. O. (1), Herrera, G. (1), Palao D. (1), Leiva, M. (1); Alvarez M. (1) y D. Alcaraz (1)

(1) EEA INTA Las Breñas, Chaco

E-mail: rcdiaz@correo.inta.gov.ar

gherrera@correo.inta.gov.ar

otoño: 169(18%)

primavera: 315(33%)

verano: 388(41%)

Introducción

El S.O. del Chaco, es la región que presenta el mayor desarrollo agrícola de la provincia, siendo sus principales cultivos el algodón, girasol, soja, maíz, sorgo y trigo. Este desarrollo se debe a su suelo agrícola rico en MO y a los 951 mm. de precipitaciones medias anuales, distribuidas el 74 % en primavera-verano. Los registros de precipitación indican que hubo un aumento en el promedio anual desde hace 70 años hasta el presente.

En este trabajo se analiza su distribución mensual y anual y variación anual, considerando los ciclos secos y húmedos ocurridos.

Material y métodos

Se trabajó con datos de 70 años de registro de la Estación Experimental Agropecuaria EEA INTA Las Breñas, Chaco ubicada en Lat. S 27° 05' 20" y Long. W 61° 06' 20", estudiando las precipitaciones normales anuales, mensuales y el incremento a lo largo de los años. Los análisis fueron realizados con el software estadístico INFOSAT/Profesional Ver. 2007 P.

Resultados y Discusión

Tabla Nº 1: Estadística Descriptiva de la PP por mes

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
enero	70	138.45	74.01	53.45	15.50	349.50
febrero	70	130.01	77.61	59.69	11.70	390.50
marzo	70	129.18	70.40	54.49	13.60	316.70
abril	70	107.04	63.51	59.33	17.60	302.80
mayo	70	38.01	39.87	104.91	0.00	254.20
junio	70	23.92	26.87	112.33	0.00	140.80
julio	70	17.42	17.72	101.70	0.00	62.00
agosto	70	17.10	19.53	114.21	0.00	93.60
setiembre	70	35.46	27.27	76.90	0.00	120.50
octubre	70	79.28	46.44	58.58	9.00	224.10
noviembre	70	114.37	57.19	50.01	25.10	268.70
diciembre	70	120.86	75.65	62.59	16.00	357.50

En la Tabla Nº 1, se puede apreciar la alta variabilidad mensual normal de las PP, a pesar de ello, las PP de los meses primavera-estivales son menos variables, con un CV entre 50.01 % y 76.9 %, en tanto que las de otoño-invierno tienen un CV entre 59.33 % y 114.21 %, esta situación fue contraria a la observada por Giménez et al (2000) para el NO de Corrientes.

Así También, se aprecian los valores máximos y mínimos normales de las PP para cada mes, en donde se observa al mes de febrero con un valor extremo de 390.5 mm. y el mes de julio como el mas seco con un máximo de 62.0 mm., pero con probabilidad de que no llueva en los meses de mayo a setiembre inclusive.

Al analizar los valores medios normales de PP, se aprecia que el mes normal mas lluvioso es enero, con 138.45 mm. y el mes normal mas seco es agosto, con 17.1 mm.

Figura 1: Distribución estacional de las PP

En la Figura Nº 1, puede apreciarse que el verano concentra el 41 % de las PP medias anuales, en tanto que la primavera concentra el 33 %, seguida por el otoño con 18 % y el invierno concentra el 6 % de las PP medias anuales normales.

Tabla Nº 2: Distribución de frecuencias de las PP en el mes mas lluvioso y mas seco (enero-agosto)

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
enero	1	15.50	71.17	43.33	18	0.26
enero	2	71.17	126.83	99.00	13	0.19
enero	3	126.83	182.50	154.67	21	0.30
enero	4	182.50	238.17	210.33	12	0.17
enero	5	238.17	293.83	266.00	4	0.06
enero	6	293.83	349.50	321.67	2	0.03
agosto	1	0.00	15.60	7.80	42	0.60
agosto	2	15.60	31.20	23.40	15	0.21
agosto	3	31.20	46.80	39.00	7	0.10
agosto	4	46.80	62.40	54.60	3	0.04
agosto	5	62.40	78.00	70.20	2	0.03
agosto	6	78.00	93.60	85.80	1	0.01

En la Tabla Nº 2 puede apreciarse para el mes de enero que existe una probabilidad de 30 % que las PP estén entre 126.83 mm. y 182.5 mm.

En tanto, para el mes mas seco, agosto, existe un 60 % de probabilidad que las PP estén entre 0 mm. y 15.6 mm.

Tabla Nº 3: Estadística descriptiva de las PP normales anuales

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
media normal	1	572.30	694.53	633.41	10	0.14
media normal	2	694.53	816.75	755.64	13	0.19
media normal	3	816.75	938.98	877.86	13	0.19
media normal	4	938.98	1061.20	1000.09	9	0.13
media normal	5	1061.20	1183.43	1122.31	17	0.24
media normal	6	1183.43	1305.65	1244.54	2	0.03
media normal	7	1305.65	1427.88	1366.76	4	0.06
media normal	8	1427.88	1550.10	1488.99	2	0.03

Al agrupar las PP anuales normales de menor a mayor y establecer 8 clases de frecuencia, se puede apreciar que existe un 24 % de probabilidad que las PP. estén entre 1061.2 mm. y 1183.43 mm., valores superiores a la media normal anual.

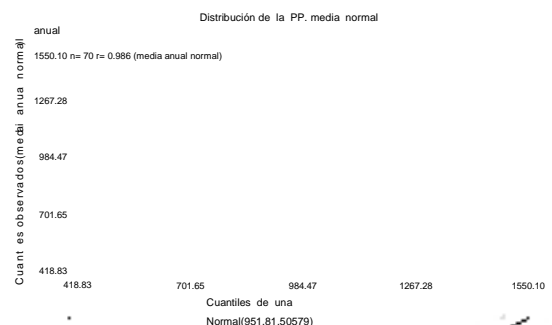


Figura Nº 2: Distribución de las PP Medias anuales en función de una distribución normal

Como se aprecia en la Figura N° 2 la PP media anual normal se distribuye normalmente en función a una distribución teórica con un $r = 0.986$

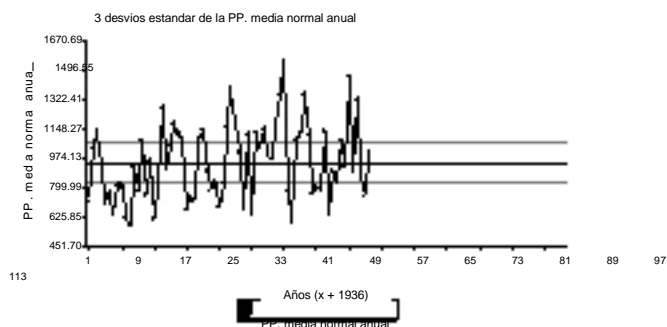


Figura N° 3: Distribución de la PP media normal anual y 3 veces su desvío estándar

Al analizar la desviación estándar de la PP media anual, se puede observar en la Figura N° 3 una franja de probabilidad de ocurrencia que se ubica a 3 veces la desviación estándar de la PP alrededor de la media normal de 951 mm, definiendo la existencia en los 70 años de observación de 15 ciclos húmedos con una duración máxima de 4 años, 14 ciclos secos, con una duración máxima de 7 años y 16 ciclos normales con una duración máxima de 2 años, el rango de precipitación considerada en 3 veces la desviación estándar de la media es de 781 mm./año a 1063 mm./año

De acuerdo a registros de Trenberth (1997), desde el año 1951 al año 1997 ocurrieron 16 eventos El Niño y 11 La Niña, si los asociamos a las precipitaciones normales anuales, vemos que ambos eventos están asociados a 15 ciclos húmedos, 9 normales y 3 secos, como lo muestra la Figura N°4 para Las Breñas.

Ciclos El Niño y La Niña asociados a PP en Las Breñas

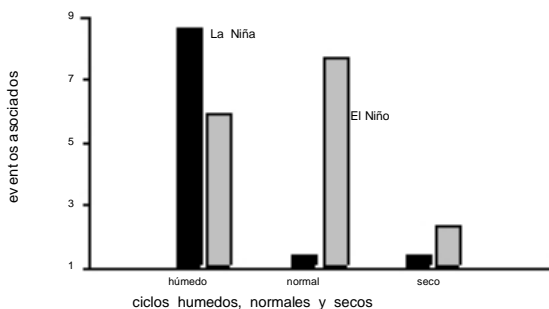


Figura N° 4: Ciclos húmedos, normales y secos en Las Breñas asociados a ciclos La Niña y El Niño a partir de 1950 hasta el año 2000 según datos de Trenberth (1997)

En la Figura N° 4 se aprecian los Ciclos húmedos, normales y secos de Las Breñas, asociados a eventos El Niño y La Niña, destacando que la asociación es mayor solo para ciclos húmedos.

Tabla N° 3: Análisis de Varianza de la PP media normal anual Coeficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est	p-valor	r2 ajustado: 0.96
Const	566.90	<0.0001	
Caso	10.84	<0.0001	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3359620.80	1	3359620.80	1753.00	<0.0001
Caso	3359620.80	1	3359620.80	1753.00	<0.0001
Error	130321.91	68	1916.50		
Total	3489942.71	69			

El modelo de Regresión lineal de distribución de las PP anuales se expresa de la siguiente manera:

$$PP = 566.9 + 10.84 \times X \quad (p < 0.0001)$$

Como se plantea en la Tabla N° 3, el análisis de Regresión plantea una ecuación lineal con un r^2 ajustado de 0.96 para una ($p < 0.0001$)

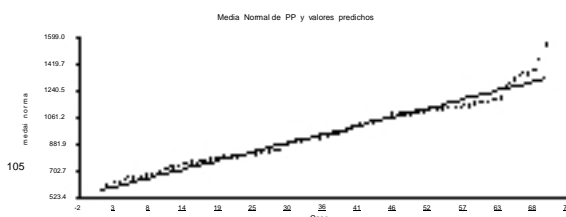


Figura N° 5: Distribución de las PP media normales anuales en función de los valores predichos por el modelo.

Como se aprecia en la Figura N° 5, los valores de las PP normales anuales se ajustan normalmente en función al modelo predicho por la ecuación de regresión lineal simple.

Tabla N° 4: Precipitación media anual en función de 35 años para su estimación

Años para estimar la PP media	1938/1972	1973/2007
PP media anual normal	885.4	1018.3
Incremento total de PP entre ciclos	132.9	

Las precipitaciones medias anuales entre los dos ciclos considerados aumentaron 132.9 mm de acuerdo a lo que se refleja en la Tabla N° 4.

Conclusiones

- La PP media normal es de 951.1 mm y se distribuye el 74 % en primavera-verano, siendo el verano la estación mas lluviosa con 41 % de las PP totales anuales y la primavera con el 34 % restante.
- En 70 años de observaciones ocurrieron 15 ciclos húmedos, 14 ciclos secos y 16 ciclos normales, considerando 3 veces la desviación estándar como un ciclo normal.
- Los ciclos secos fueron los mas largos, con una duración máxima de 7 años, los ciclos húmedos duraron un máximo de 4 años y los ciclos normales un máximo de 2 años.
- No existe asociación entre los ciclos secos y los eventos La Niña y El Niño.
- La PP media normal anual se distribuye en forma normal y se representa con una ecuación de regresión lineal simple con un $r^2 = 0.96$ siendo : $PP = 566.9 + 10.84 \times X$
- Hubo un incremento de 132.9 mm. en las PP medias anuales normales a partir del año 1938.

Agradecimientos

A los Técnicos y Auxiliares que durante mas de 70 años contribuyeron en forma metódica al relevamiento de parámetros climáticos de la región, en especial a Delfino J. Palaoro, por quien hoy lleva su nombre la Estación Meteorológica de la EEA INTA Las Breñas.

Referencias Bibliográficas

- Giménez, L.; Goldfarb, M. y J. Casco. (2000). Análisis temporal de las precipitaciones registradas en el N.O. de la provincia de Corrientes. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE. A-066
- Herrera, G. y Leiva, M. 2007. Boletín Agrometeorológico Anual 2007. (Temperaturas y Precipitaciones. Estación Agrometeorológico " Delfino Juan Palaoro". Edición digital.