

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DÍAS SECOS CONSECUTIVOS

R. A. del Barrio (1)

Recibido: 19/11/85

Aceptado: 15/4/86

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Para los técnicos relacionados a diversas actividades, el conocimiento de la probabilidad de ocurrencia de ciclos o períodos de días secos consecutivos, resulta de suma importancia práctica.

El uso de datos diarios de precipitación permite analizar un amplio rango de índices relacionados a la ocurrencia de este fenómeno (Stuff, 1969; Vidal *et al*, 1979).

Un número importante de estos análisis se basa en la consideración de la máxima duración de un período de días secos consecutivos (Stern *et al*, 1982; Stern y Dale, 1983).

Este trabajo se desarrolló para la localidad de Pergamino (Argentina) y en los meses de septiembre a febrero, por considerar que una de sus aplicaciones prácticas sería su utilidad en la planificación de las labores inherentes a los cultivos propios de la región.

Sin embargo, debe puntualizarse que la metodología de análisis estadístico elaborada en el presente trabajo, es aplicable a ciclos de días secos consecutivos obtenidos a partir de diversas ecuaciones de balance de agua (WMO, 1975), con su consiguiente utilidad en estudios de sequías edáficas que afecten el crecimiento y/o desarrollo de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de precipitación diaria fueron cedidos por el Servicio Meteorológico Nacional y corresponden al período septiembre-febrero (1910-1980), para la localidad citada.

Se definió en primer término, el umbral por debajo del cual un día es considerado "seco". A tal fin, se adoptó como límite arbitrario 0,5 mm; ya que precipitaciones inferiores a dicho umbral, se estiman de dudoso valor por la existencia de graves inexactitudes en su medición.

Se estudiaron comparativamente dos metodologías de análisis del problema:

Método 1

Se utilizó un método simple para señalar la probabilidad de ocurrencia de ciclos de días secos consecutivos. El mismo toma un período de tiempo, por ejemplo 15 o 30 días, determinando para cada año del record, si una longitud particular de días secos consecutivos fue excedida en dicho período base (Stern y Dale, 1983).

En principio, se recodificaron las observaciones diarias de precipitación en ciclos de días húmedos (negativos) y secos (positivos)

(1) Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas de la Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

consecutivos. Se extrajo anualmente el número positivo más grande en cada período base considerado y se calculó la proporción de años con un ciclo de días secos consecutivos mayor que una dada longitud para cada mes estudiado.

Se calcularon también, los percentiles correspondientes a los ciclos de días secos consecutivos, con sus correspondientes intervalos de confianza obtenidos a partir de una distribución binomial (Kendall y Stuart, 1973).

Método 2

En contraposición a lo anterior, la mayo-

ría de los trabajos sobre días secos se han concentrado en ajustar diferentes distribuciones teóricas a las frecuencias de duraciones de días secos consecutivos en un lapso dado (Williams, 1952; Cooke, 1953; Hills y Morgan, 1981), o a través del uso directo de la distribución empírica (Marchetti, 1952; Lawrence, 1957; Vincent, 1980).

En este trabajo, para estudiar dicho fenómeno, se utilizó la distribución empírica de frecuencias de días secos consecutivos. Este tipo de análisis se basa en la duración del ciclo de días secos consecutivos en sí misma. Cada ciclo es definido por su duración y contado una sola vez. Se consideró que cada ciclo pertenece al período base en el cual finaliza.

Cuadro Nº 1: Percentiles e intervalos de confianza de la duración del máximo ciclo de días secos consecutivos (Ds), en períodos base de 30 días, para series de 71 años (1910-1980) y 30 años (1941-1970) (Pergamino, Argentina).

Mes	Percentil (%)	1910-1980		1941-1970	
		Ds (días)	Límite de confianza del 95% (días)	Ds (días)	Límite de confianza del 95% (días)
Setiembre	20	10	9 a 12	11	9 a 14
	50	16	14 a 19	18	14 a 25
	80	30	24 a 35	32	27 a 45
Octubre	20	7	6 a 8	7	5 a 8
	50	10	9 a 11	10	8 a 12
	80	14	12 a 15	14	13 a 22
Noviembre	20	7	6 a 7	7	5 a 7
	50	8	8 a 9	8	7 a 10
	80	11	10 a 12	11	10 a 18
Diciembre	20	7	6 a 7	7	5 a 9
	50	10	9 a 11	11	9 a 13
	80	15	13 a 17	16	13 a 23
Enero	20	8	7 a 9	7	5 a 10
	50	11	10 a 12	12	10 a 15
	80	17	15 a 19	19	15 a 26
Febrero	20	7	7 a 8	7	6 a 9
	50	10	9 a 11	11	9 a 13
	80	14	12 a 18	18	13 a 24

RESULTADOS Y DISCUSION

Método 1

En los Cuadros Nº 1 y Nº 2 se detalla un resumen de los percentiles obtenidos con sus correspondientes intervalos de confianza, para ciclos de días secos consecutivos, sobre períodos base de 30 y 15 días respectivamente (Pergamino, setiembre-febrero, 1910-1980).

A menudo la literatura sobre el tema se refiere incorrectamente a los percentiles como límites de confianza (Manning, 1955; Woodhead *et al*, 1970). Estrictamente, los límites de confianza describen la certeza en la estimación de un dado estadístico (Stern *et al*, 1982).

Para visualizar el cambio en las probabilidades de ciclos de días secos consecutivos (Archer, 1981), se realizó el análisis para períodos de tiempo superpuestos y equiespaciados en 5 días, sobre lapso base de 30 días (Figura 1) y 15 días (Figura 2).

Además, tomando en consideración el lapso de 30 días, se compararon los resultados anteriores, con los obtenidos empleando una serie reducida (1941-1970), elegida al azar de los 71 años originales (Cuadro Nº 1). De dicha comparación se desprende que al trabajar con métodos empíricos como el aquí propuesto, se necesitan series muy largas de precipitaciones diarias para obtener estimaciones precisas.

Método 2

En el Cuadro Nº 3 y en la Figura 3 se detallan los resultados relativos a la distribución empírica de frecuencias y a los histogramas correspondientes a ciclos de días secos consecutivos que finalizan en setiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero sobre período base de 30 días (Pergamino, 1910-1980).

Cuadro Nº 2: Percentiles e intervalos de confianza de la duración del máximo ciclo de días secos consecutivos (Ds), en períodos base de 15 días para un record de 71 años (1910-1980). (Pergamino, Argentina).

Serie	Mes	Quincena	Percentil (%)	Ds (días)	Límites de
					confianza del 95% (días)
1910-1980	Set.	Primera	20	8	7 a 9
			50	14	13 a 15
			80	24	18 a 30
	Segunda	20	6	6 a 8	
		50	11	10 a 13	
		80	21	16 a 27	
Oct.	Primera	20	6	5 a 6	
		50	8	7 a 9	
		80	13	12 a 14	
	Segunda	20	5	5 a 6	
		50	8	7 a 8	
		80	11	9 a 13	
Nov.	Primera	20	6	5 a 6	
		50	7	7 a 8	
		80	10	9 a 10	
	Segunda	20	5	4 a 6	
		50	7	6 a 7	
		80	11	9 a 11	
Dic.	Primera	20	5	4 a 5	
		50	7	6 a 7	
		80	11	9 a 14	
	Segunda	20	5	4 a 6	
		50	8	7 a 9	
		80	13	11 a 15	
Ene.	Primera	20	5	4 a 6	
		50	9	8 a 10	
		80	13	11 a 16	
	Segunda	20	6	5 a 7	
		50	9	8 a 10	
		80	15	12 a 17	
Feb.	Primera	20	6	5 a 7	
		50	9	8 a 10	
		80	12	11 a 16	
	Segunda	20	6	5 a 6	
		50	8	7 a 9	
		80	12	10 a 13	

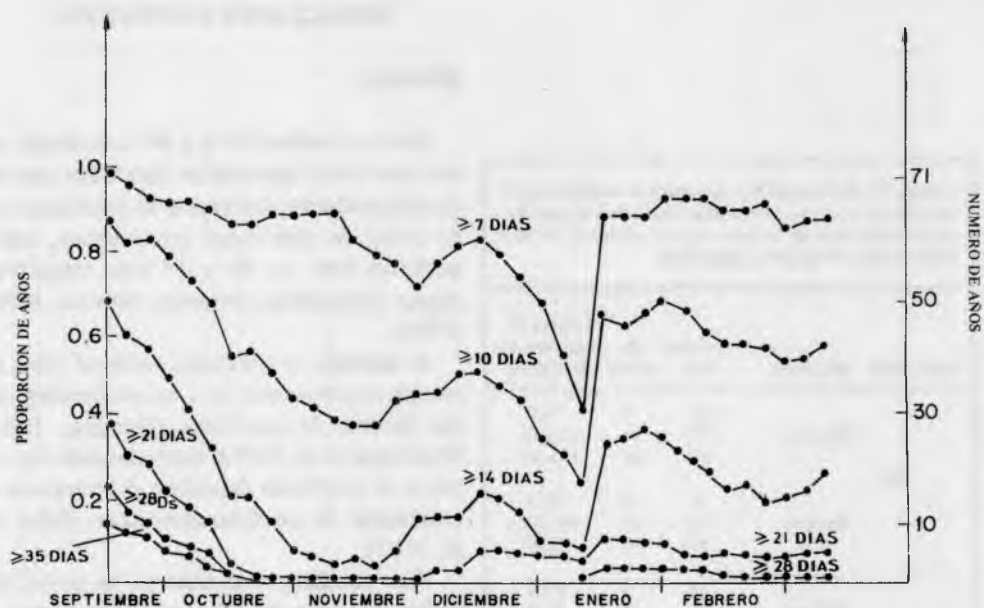


Figura 1: Probabilidad de ciclos de días secos consecutivos en períodos de 30 días, estimadas como la proporción observada de años en los cuales un ciclo de al menos 7, 10, 14, 21, 28 o 35 días consecutivos ocurrió en los 30 días siguientes a la fecha ploteada.

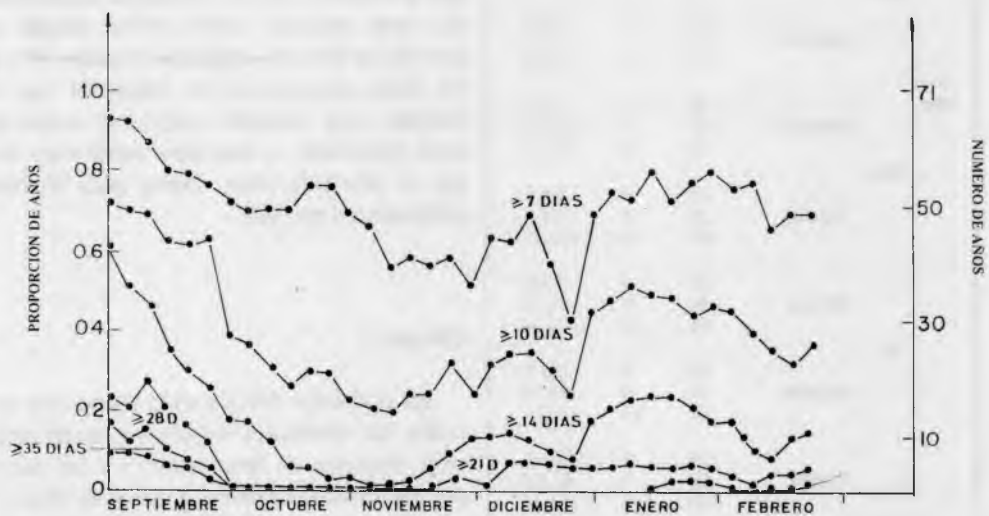


Figura 2: Probabilidades de ciclos de días secos consecutivos en períodos de 15 días, estimadas como la proporción observada de años en los cuales un ciclo de al menos 7, 10, 14, 21, 28 o 35 días consecutivos ocurrió en los 15 días siguientes a la fecha ploteada.

Cuadro Nº 3: Frecuencias de períodos de días secos consecutivos que finalizan en setiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. Pergamino (1910-1980).

Sec. de días secos cons. (días)	Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero	
	Frec. (Nº)	Porc. (%)	Frec. (Nº)	Porc. (%)	Frec. (Nº)	Porc. (%)	Frec. (Nº)	Porc. (%)	Frec. (Nº)	Porc. (%)
1	228	13,3	326	19,5	355	22,8	361	21,9	318	18,5
2	193	11,3	280	16,8	291	18,7	286	17,3	264	15,4
3	163	9,5	221	13,2	234	15,0	228	13,8	220	12,8
4	140	8,2	191	11,4	177	11,4	178	10,8	175	10,2
5	121	7,1	161	9,6	145	9,3	133	8,1	147	8,6
6	104	6,1	121	7,3	108	6,9	100	6,1	118	6,9
7	91	5,3	96	5,8	80	5,1	72	4,4	97	5,4
8	79	4,6	70	4,2	52	3,3	57	3,5	79	4,6
9	67	3,9	46	2,8	38	2,4	38	2,3	58	3,4
10	54	3,2	38	2,3	28	1,8	33	2,0	50	2,9
11	44	2,6	30	1,8	18	1,2	32	1,9	33	1,9
12	40	2,3	24	1,4	10	0,6	26	1,6	26	1,5
13	37	2,2	21	1,3	3	0,2	21	1,3	19	1,1
14	31	1,8	14	0,8	3	0,2	14	0,8	18	1,0
15	21	1,2	9	0,5	3	0,2	12	0,7	16	0,9
16	22	1,3	5	0,3	4	0,3	9	0,5	13	0,8
17	20	1,2	3	0,2	4	0,3	8	0,5	12	0,7
18	19	1,1	3	0,2	2	0,1	8	0,5	9	0,5
19	16	0,9	3	0,2	1	0,1	7	0,4	6	0,4
20	15	0,9	2	0,1	1	0,1	7	0,4	5	0,3
21	15	0,9	1	0,1	0	0	6	0,4	5	0,3
22	14	0,8	1	0,1	0	0	4	0,3	5	0,3
23	14	0,8	0	0	0	0	3	0,2	6	0,4
24	14	0,8	0	0	0	0	2	0,1	6	0,4
25	11	0,6	0	0	0	0	2	0,1	5	0,3

La interpretación de los resultados de este método es relativamente difícil desde un punto de vista práctico. Por ejemplo, si se desea estudiar la factibilidad climática de realización de labores culturales en cultivos anuales propios de la región a partir de los resultados expuestos en el Cuadro 3, el conocer que el 16%, el 11% y el 18% de los ciclos de días secos consecutivos en octubre, noviembre y diciembre, respectivamente, son mayores o iguales a 8 días, es dificultoso de utilizar con fines prácticos puesto que el número de días secos en tales meses varía de año en año.

Para enfatizar las diferencias entre los dos

análisis puede señalarse que, sólo el 16%, el 11% y el 18% de los ciclos de días secos en octubre, noviembre y diciembre, respectivamente, fueron mayores o iguales a 8 días (Método 2); pero hubo ciclos de días secos consecutivos mayores o iguales a 8 días en los meses respectivos en el 91%, el 86% y el 75% de los años (Método 1).

Como fuera ejemplificado, para una planificación de labores culturales de un cultivo, los resultados derivados de la utilización del Método 1 son de verdadera aplicabilidad en la obtención de respuestas útiles para la solución de problemas concretos como los planteados.

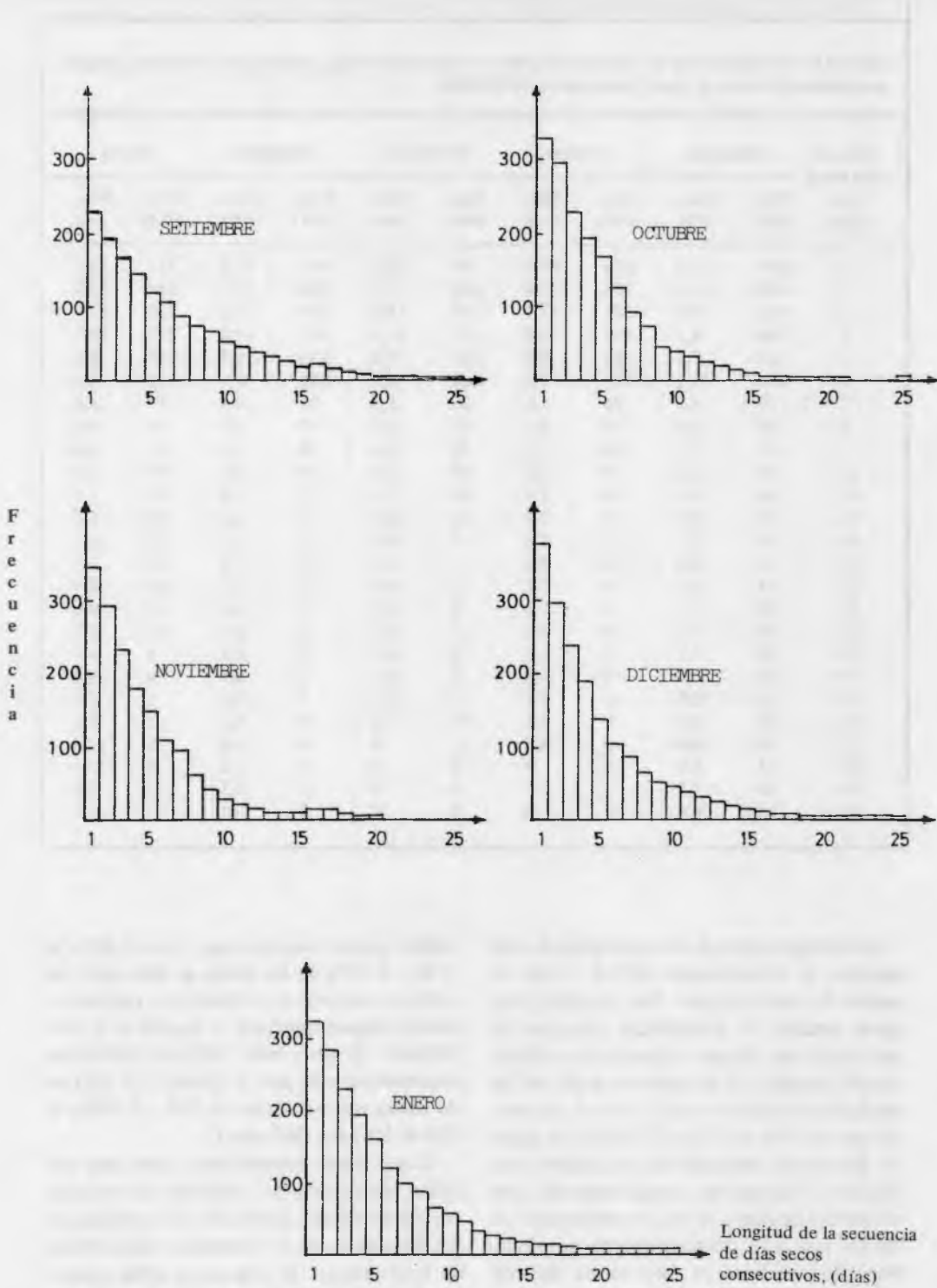


Figura 3: Frecuencias de períodos de días secos consecutivos que finalizan en setiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. (Pergamino, 1910-1980).

CONCLUSIONES

El Método 1 de análisis del fenómeno estudiado implica encontrar el mayor ciclo de días secos consecutivos en un dado período base para cada año del record disponible. Los datos de un año proveen un sólo número como respuesta.

Sus inconvenientes son:

- a) Necesidad de contar con registros de precipitaciones diarias muy largos (60-70 años).
- b) Cada pequeña modificación que se realice en las condiciones básicas, obliga a volver a los datos originales.

Sus ventajas son:

- a) Es un procedimiento relativamente simple de utilizar.
- b) Con registros extensos de precipitaciones sus resultados son precisos.
- c) Sus resultados son de gran utilidad práctica.

El Método 2, además de tener los mismos inconvenientes del Método 1, es complicado de interpretar directamente con fines prácticos. Sin embargo, no debe descartarse como una parte importante en los análisis de datos diarios de precipitación.

AGRADECIMIENTOS

El autor deja constancia de su agradecimiento a la Lic. María E. Ocampo por su colaboración en el desarrollo de la faz técnico-estadística del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Archer, D. R., 1981. "Rainfall sequences in Northern Malawi". *Weather* 36:2-9.
- 2) Cooke, D. A., 1953. "The duration of wet and dry spells at Moncton, New Brunswick". *Quart J. Royal Met. Soc.* 79:536-538.
- 3) Hills, R. S. and J. H. T. Morgan, 1981. "Rainfall statistic: An interactive approach to analysing rainfall records for agricultural purposes". *Exp. Agr.* 17:1-16.
- 4) Kendall, M. G. and A. Stuart, 1973. "The advanced theory of statistics". Vol. 2CH. Griffin and Co. 723 p.
- 5) Lawrence, E. N., 1957. "Estimation of the frequency of runs of dry spells". *Met. Mag.* 86:257-269.
- 6) Manning, H. L., 1955. "Calculation of confidence limits of monthly rainfall". *J. of Agric. Sci.* 45:154-156.
- 7) Marchetti, A. A., 1952. "Estudio del régimen pluviométrico de la República Argentina". *Meteoros* II(3-4):243-309.
- 8) Stern, R. D.; M. D. Dennet and I. C. Dale, 1982. "Methods of analysing rainfall measurements to give useful agronomic results. I) Direct methods". *Exp. Agr.* 18: 223-236.
- 9) Stern, R. D. and I. C. Dale, 1983. "Statistical methods for tropical drought analysis". WMO Report. Project AZ1 41 p.
- 10) Stuff, R., 1969. "Probabilidades de lluvia en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino". Informe técnico N° 93. INTA. Argentina. 16 p.
- 11) Vidal, N. A.; C. A. Cousillas y A. F. Garay, 1979. "Análisis de las precipitaciones de Balcarce. I) Régimen pluviométrico". Informe técnico EERA INTA Balcarce, 23 p.
- 12) Vincent, L., 1980. "Dry spell, drought risk and agricultural production in Maharashtra State, India". Report to ODA. (School of Development Studies, University of East Anglia).
- 13) Williams, C. R., 1952. Sequences of wet and dry spells considered in relation to logarithmic series". *Quart J. R. Met. Soc.* 78: 91-96.
- 14) WMO, 1975. "Drought and Agriculture". Tech. Note N° 138 (WMO N° 392).
- 15) Woodhead, T.; E. S. Waweru and E. S. Lawes, 1970. "Expected rainfall and Kenya agriculture. Confidence limits for large areas at minimum cost". *Exp. Agric.* 6:87-97.