

Estudio de períodos secos del Municipio La Cañada de Urdaneta del Estado Zulia, Venezuela.¹

The study of dry spell pattern in "La Cañada de Urdaneta" District, Zulia State, Venezuela.

Alfredo Faría R.²

Marelia Puche³

Resumen

Se estableció como objetivo estimar los períodos secos en el año y su probabilidad de ocurrencia, utilizando registros de la estación meteorológica La Cañada (10° 34' N, 71° 44' O), éste análisis ayuda a conocer el patrón de precipitaciones en períodos más cortos que un mes. Se emplearon dos umbrales (0.1 mm y 1 mm) para definir un día como seco (DS) y se compararon. Se contaron los períodos secos (PS) (número de DS consecutivos) y se determinó el máximo PS en los próximos 30 días, a intervalos de 10 días, realizando también el análisis condicionado a que el primer día llueva. Se estimó la probabilidad de ocurrencia de PS de al menos 5 ($PS \geq 5$ d), 10 ($PS \geq 10$ d), 15 ($PS \geq 15$ d) y 20 días ($PS \geq 20$ d), y se comparó tanto el efecto de los umbrales como el de condicionar o no el análisis. Al utilizar el umbral de 1 mm ($DS < 1$ mm) aumenta la probabilidad de ocurrencia de los PS. Para ambos umbrales las mayores diferencias entre los análisis condicionado y no condicionado se presentan entre mediados de abril y principios de mayo cuando ocurren las primeras lluvias del año. En el análisis no condicionado, cuando $DS < 1$ mm, la probabilidad de ocurrencia de $PS \geq 5$ d es muy alta durante todo el año. $PS \geq 10$ d se presentan todos los años desde noviembre hasta principios de abril cuando disminuye drásticamente la probabilidad. Desde septiembre hasta finales de octubre se presentan las menores probabilidades. Los $PS \geq 15$ d se presentan en todos los años desde diciembre hasta principios de abril, y con su menor frecuencia en septiembre y octubre, constituyéndose ésta como la época menos riesgosa para la ocurrencia de PS muy largos. Los $PS \geq 20$ d se presentan con la misma tendencia que los $PS \geq 15$ d con probabilidades menores.

Palabras claves: Período seco, día seco, precipitación.

Recibido el 28-03-1995 ● Aceptado el 23-05-1996

1. Proyecto N° 1037-94 y S2378 cofinanciado por CONDES y CONICIT, respectivamente.

2. Departamento de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apartado 15205, ZU 4005, Venezuela.

3. Facultad de Agronomía UCV. Maracay.

Abstract

Due to the importance of a better knowledge of the rainfalls pattern in the studied area was determined as objective, estimate the dry spells to the year and the probability of occurrence, from registers of the meteorological station "La Cañada" (10° 34' N, 71° 44' W). They were defined and compared two thresholds (0.1 mm and 1 mm) under which the days were considered dry (DS). Were calculated dry spell (PS) (highest number of consecutive dry days) in the next 30 days, to intervals of 10 days, was made the conditioned analysis to the first day rains. Probability occurrence was estimated of PS of at least 5 (PS \geq 5 d), 10 (PS \geq 10 d), 15 (PS \geq 15 d) and 20 days (PS \geq 20 d), comparisons were doing, to determine the differences obtained using of the employed methods. The results show that an analysis more restrictive (DS < 1 mm) increases the probability occurrence of the PS. For both thresholds studied the greater differences between the conditioned analysis and not conditioned are presented by middle of April until beginning May when occur the first rains of the year. In the analysis not conditioned, when DS < 1 mm, the probability occurrence of PS \geq 5 d is very high during all year. PS \geq 10 d are presented all years from November until of April when reduces hardly the probability, from September until end of October are presented the smaller probabilities. The PS \geq 15 d are presented in all years from December and until beginning April, and with smaller frequency from September until October, this is the stage less risky for the occurrence of PS very lengths. The PS \geq 20 d are presented throughout the year with the same trend that the PS \geq 15 d with smaller probabilities.

Key words: Dry spell, dry day, precipitation.

Introducción

A escala mundial el clima y los cambios climáticos son sin lugar a dudas el factor más importante en la producción agrícola sobre una base anual (11).

Se ha dicho que de los tres principales recursos naturales (suelo, agua y aire) el estado de la atmósfera afecta no solamente la productividad de los organismos vivos sino también a los otros dos recursos (12).

La acometida de numerosos proyectos de desarrollo agrícola sin el conocimiento suficiente de las características climáticas de una región, ha

resultado en desastres frecuentemente asociados con la degradación del suelo, que conlleva a la pérdida irreversible de tierras cultivables (3). Por ende los modelos agroclimáticos y los sistemas de información sobre recursos climáticos representan un primer paso hacia una revolución dirigida a una «ecoproductividad» agrícola apropiada desde el punto de vista ecológico, climático y cultural (2).

La información climática puede contribuir a la planificación económica en al menos, dos aspectos; a corto plazo ésta puede suministrar una entrada a

avisos tempranos (oportunos) y programas de monitoreo de cultivos tanto para regiones de cultivos comerciales como de subsistencia, y a largo plazo, ésta puede ayudar en el desarrollo agrícola mejorando la utilización de la tierra y por tanto reduciendo la vulnerabilidad a las sequías que inducen escasez de alimentos (10).

En referencia a los sistemas de información y sus usos en climas semiáridos se sostiene que en climas secos, el rendimiento de los cultivos agrícolas depende principalmente de la lluvia (5), para enfatizar la utilidad y manejo de información meteorológica este investigador cita trabajos que relacionan los rendimientos del trigo de primavera con la precipitación durante la estación de crecimiento en varios países, encontrándose que entre un 36 % y un 80 % de la variación del rendimiento del cultivo era explicada por esta variable. Explica también que la correlación del rendimiento con las variables del clima fue más grande en las regiones más secas. Bajo estas circunstancias, modelos simples de agro-clima (lluvia) pueden suministrar un servicio de información útil. En Irán algunos modelos pueden explicar el 60 % y en El Salvador el 80 % de la variabilidad en el rendimiento de trigo y maíz, respectivamente (5).

Los productores agrícolas pueden ser usuarios de este tipo de información, señalándose como una concepción errada común, que la información del tiempo meteorológico no es útil a agricultores porque ellos simplemente deben vivir según se presenten las condiciones del clima; pero las decisiones de los productores sobre siembra, cosecha y el programa de entradas

tienen alguna flexibilidad (7). Los agricultores toman decisiones de manejo secuenciales basadas en suposiciones sobre las futuras condiciones climáticas. Estas decisiones probablemente podrían hacerse de forma diferente si estuviera disponible mejor información climática.

Para un agricultor, la interrogante sobre la lluvia se refiere al inicio, final y la longitud de la estación lluviosa, la distribución de la cantidad de lluvia a través del año y el riesgo de períodos secos. Gran parte de la investigación se ha dedicado a estos tópicos, pero poco de ésta se ha basado en datos diarios, quizás entendible si se considera el extenso conjunto de números que deben ser manipulados. El análisis de cantidad de lluvia sobre la base diaria parece compleja ya que hay una razonable probabilidad de que un día sea seco, aún dentro de la estación lluviosa, y el análisis parece más fácil cuando se totaliza la lluvia para cinco, siete o diez días. Mucha información agrónomicamente útil se pierde al sumar en totales, siendo notable en el análisis de períodos secos y determinación del inicio y final de las lluvias (8).

Secuencias más cortas de períodos secos y húmedos dentro de la estación lluviosa son también importantes para operaciones agrícolas y de planificación. Persistencia de períodos secos durante la estación lluviosa puede causar estrés en estados críticos de crecimiento y tener efectos deletéreos sobre los rendimientos. Estrés durante el estado de floración es usualmente el más crítico, causando una reducción en la formación de frutos (1).

Un análisis de probabilidad de

período seco, es útil para llenar un vacío, dando un conocimiento climatológico más profundo en el patrón de precipitación, sin requerir información previa sobre factores de suelo (4).

Debido a la necesidad de un mayor conocimiento del patrón de

precipitaciones en la zona se estableció como objetivo central de esta investigación estimar los períodos secos al año y su probabilidad de ocurrencia, en base a los registros de la estación meteorológica La Cañada.

Materiales y métodos

Registros utilizados. Se emplearon registros diarios de precipitación de la estación La Cañada, ubicada a 10° 34' de Latitud Norte y 71° 44' de Longitud Occidental, en el Municipio La Cañada de Urdaneta del Estado Zulia. Se utilizaron los datos correspondiente a los años 1978 hasta 1993, los cuales fueron suministrados por el Servicio de Meteorología de las Fuerzas Aéreas Venezolanas (FAV).

Día seco (DS). Para estudiar los períodos secos (PS), primero se debe definir un umbral bajo el cual un día es considerado seco, la cantidad mínima de lluvia que usualmente es registrada por los instrumentos es 0.1 mm, así esta es una posibilidad a establecer como umbral. No obstante, cantidades tan pequeñas son a menudo consideradas de dudoso valor para el cultivo, pero los métodos pueden ser utilizados con cualquier umbral (8). En este trabajo se utilizaron para el análisis dos umbrales 0.1 mm y 1 mm, por lo tanto para determinar un día como seco, la precipitación diaria debe ser inferior a 0.1 mm en el primer caso, y para el segundo análisis la precipitación diaria debe ser inferior a 1 mm.

Estimación de los períodos secos (PS). Un período seco puede definirse como el número de días

consecutivos durante los cuales la precipitación diaria no excede el umbral preestablecido (0.1 mm y 1 mm). A continuación se señalan los pasos para la determinación del riesgo de períodos secos: a) Partiendo de los registros de lluvia diaria (el cuadro 1 presenta el año 1980 como ejemplo), se realiza la recodificación de dichos datos como secuencias de días secos y húmedos (cuadro 2) (8). b) Utilizando estas secuencias se determinó para cada uno de los años el máximo número de días secos consecutivos en los 30 días siguientes, comenzando cada 10 días de la siguiente manera: desde el día 1 hasta el 30, desde el día 10 hasta el 40, etc. Realizándose de esta manera en períodos solapados (1), obteniéndose 37 valores para cada año. Este método permite suavizar las curvas de las probabilidades estimadas de PS.

Cálculos similares se hicieron condicionando el análisis a que el primer día llueva por lo menos lo indicado en el umbral, estas probabilidades condicionales muestran cual sería la probabilidad de un largo período seco en los próximos 30 días si llueve el primer día del período en consideración (6).

Estos cálculos se hicieron a través del programa INSTAT (9) de la

Cuadro 1. Precipitación diaria (mm) para la estación La Cañada para el año 1980.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día												
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0	4.1	0.4	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.9	0.0	1.2	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	14.6	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.1	0.0	0.0	3.1	21.7	22.8	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.6	0.0	61.6	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	1.0	0.8
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	3.8	1.1	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.1	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	10.4	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.3	0.1	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	3.9	0.3	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.8	5.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	4.4	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0
22	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.4	0.0	0.3	0.0
23	0.0	0.0	0.0	24.6	0.0	31.6	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	4.5	22.3	0.0	0.0	0.2	0.0
25	0.0	0.0	0.0	51.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.6	1.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0		0.0	0.0	2.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0		0.0		3.2	0.0		1.7		0.0

Universidad de Reading (Inglaterra), debiéndose realizar algunos ajustes de los resultados en forma manual como lo fue, el cálculo de los tres últimos períodos de cada año puesto que el conteo finaliza el año siguiente y a través del programa no se pudo hacer directamente.

Los últimos tres períodos del año se solapan con el año siguiente y por lo tanto para el año 1993 hubiera sido

necesario considerarlos faltantes, ya que estos finalizan en 1994 y no estuvieron disponibles estos registros, para que el análisis no quedara desbalanceado el estudio se completó utilizando los tres últimos períodos de 1978. Esto permitió analizar quince años para todos los períodos considerados.

También debieron corregirse los resultados del período que comienza el

Cuadro 2. Datos recondicionados mostrando el conteo de días secos con el umbral de 1 mm para el año 1980.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día												
1	9	10	39	70	6	0	8	1	0	4	1	18
2	10	11	40	71	7	1	9	0	1	0	2	19
3	11	12	41	72	8	2	10	1	2	1	3	20
4	12	13	42	73	9	3	11	2	3	2	4	21
5	13	14	43	74	10	4	12	3	4	3	5	22
6	14	15	44	75	11	5	13	0	5	4	0	23
7	15	16	45	76	0	6	14	1	0	0	0	24
8	16	17	46	77	1	7	15	0	1	0	1	25
9	17	18	47	78	2	8	16	0	2	1	0	26
10	18	19	48	79	3	9	17	1	3	2	1	27
11	19	20	49	80	4	10	0	2	4	0	0	28
12	20	21	50	81	5	11	1	3	5	0	1	29
13	21	22	51	82	6	12	2	4	6	1	0	30
14	22	23	52	83	0	13	3	0	7	2	1	31
15	23	24	53	84	0	14	4	1	8	3	2	32
16	24	25	54	85	1	15	5	2	0	4	3	33
17	25	26	55	86	2	16	6	3	1	5	4	34
18	26	27	56	87	3	17	7	4	2	6	5	35
19	27	28	57	88	4	18	0	5	3	0	6	36
20	28	29	58	89	0	0	1	6	4	1	7	37
21	29	30	59	90	1	0	2	7	0	2	8	38
22	0	31	60	91	2	1	3	8	0	3	9	39
23	1	32	61	0	3	0	4	9	0	4	10	40
24	2	33	62	1	4	1	0	0	1	5	11	41
25	3	34	63	0	5	2	1	1	2	6	12	42
26	4	35	64	1	6	3	2	2	3	7	13	43
27	5	36	65	2	0	4	3	3	0	8	14	44
28	6	37	66	3	1	5	4	0	1	9	15	45
29	7	38	67	4	2	6	0	1	2	10	16	46
30	8		68	5	0	7	1	2	3	11	17	47
31	9		69		1		0	3		0		48

día 60 que coincide con el 29 de Febrero y en caso de años no bisiestos se comenzó el conteo el 28 de Febrero.

Con los resultados obtenidos se estimó la probabilidad de ocurrencia de períodos secos de al menos 5 ($PS \geq 5$

d), 10 ($PS \geq 10$ d), 15 ($PS \geq 15$ d) y 20 días ($PS \geq 20$ d) y se realizaron comparaciones para determinar las diferencias obtenidas a través de los diferentes métodos empleados.

Resultados y discusión

Longitud de PS durante el año. Para describir los PS se seleccionó solamente el análisis no condicionado para el umbral de 1 mm que indica los PS tal como ocurrieron en esos años (sin condicionamiento), y se seleccionó el umbral más restrictivo de los utilizados (1 mm), debido al escaso valor que representan para los cultivos precipitaciones muy pequeñas (8).

En el análisis no condicionado, cuando consideramos un día seco si la precipitación diaria es < 1 mm ($DS < 1$ mm), se encontró que la probabilidad de ocurrencia de $PS \geq 5$ d es muy alta durante todo el año aun en la época de mayores precipitaciones (figura 1), siendo esta probabilidad siempre mayor o igual a 0.93 y en el 87 % de los casos estudiados es igual a uno.

significando que en esta zona ocurren PS cortos en cualquier época del año en todos o casi todos los años.

Para $PS \geq 10$ d, se encontraron probabilidades de 1 hasta principios de abril cuando disminuye drásticamente (figura 1) apreciándose una inclinación brusca de la curva, posteriormente baja a valores entre 0.87 y 0.53 hasta finales de agosto, y es a partir de septiembre y hasta finales de octubre cuando se presentan las menores probabilidades ($Prob < 0.4$), siendo aquí la época de menor riesgo por sequía para la agricultura de secano. Posteriormente aumentan nuevamente las probabilidades y a partir de allí se presentan $PS \geq 10$ d todos los años a partir de finales de noviembre y hasta principios de abril.

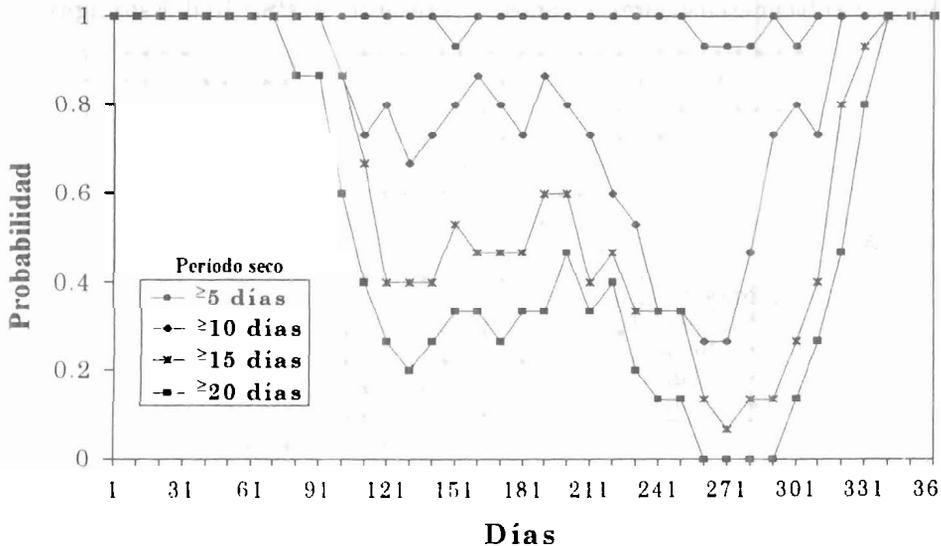


Figura 1. Probabilidad de periodo seco de al menos 5, 10, 15 o 20 días en los próximos 30 días. No condicionado a que el primer día llueva (Precipitación ≥ 1 mm).

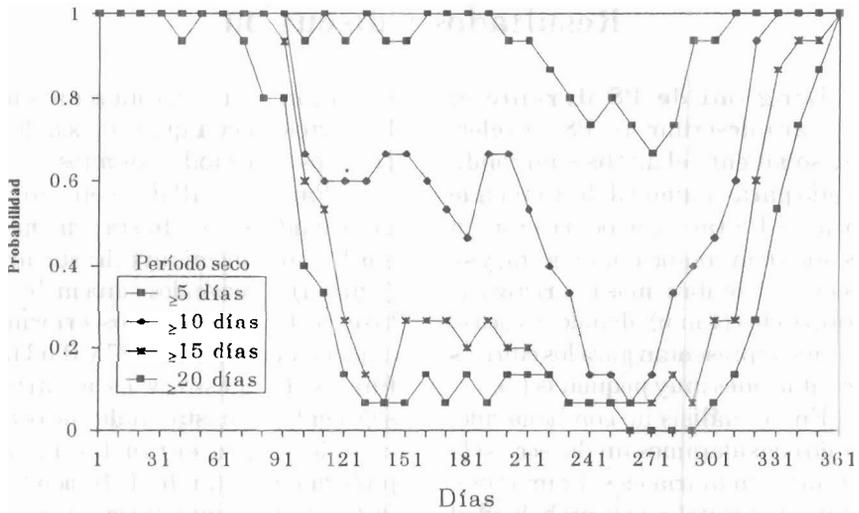


Figura 2. Probabilidad de periodo seco de al menos 5, 10, 15 o 20 días en los próximos 30 días. No condicionado a que el primer día llueva (Precipitación ≥ 0.1 mm).

Los PS ≥ 15 d se presentan en todos los años desde diciembre y hasta principios de abril, disminuyendo bruscamente las probabilidades en este mes, para ubicarse en valores cercanos

a 0.5 durante los meses de mayo, junio, julio y hasta mediados de agosto. En estos meses aproximadamente en la mitad de los años estudiados se presentaron PS ≥ 15 d. Esto significa

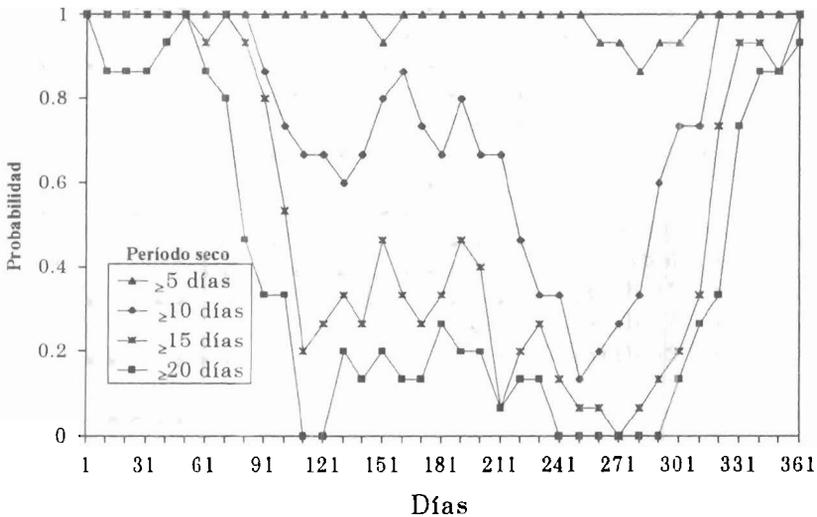


Figura 3. Probabilidad de periodo seco de al menos 5, 10, 15 o 20 días en los próximos 30 días. Condicionado a que el primer día llueva (Precipitación ≥ 1 mm).

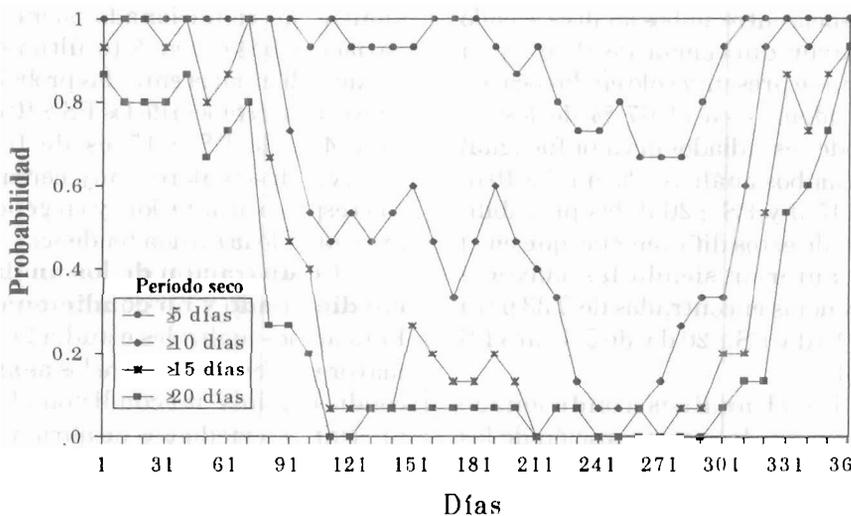


Figura 4. Probabilidad de período seco de al menos 5, 10, 15 o 20 días en los próximos 30 días. Condicionado a que el primer día llueva (Precipitación ≥ 1.1 mm).

un riesgo muy alto para la agricultura de secano siendo sólo apropiada la producción vegetal con riego complementario. La probabilidad de ocurrencia de estos PS es realmente baja (< 0.15) a partir de septiembre y hasta octubre al igual que la ocurrencia de $PS \geq 10$ d, constituyéndose ésta como la época menos riesgosa para la ocurrencia de PS muy largos.

Los $PS \geq 20$ d se presentan a través del año con la misma tendencia que los $PS \geq 15$ d con probabilidades menores (figura 1).

Se observan tres períodos claramente definidos el primero diciembre-abril, donde la probabilidad de ocurrencia de PS largos es muy alta, presentándose éstos en casi todos los años estudiados. El segundo período Abril-Agosto, donde la ocurrencia de períodos secos es errática, ocurriendo en algunos años PS largos. La tercera época se presenta en septiembre-octubre, donde

la ocurrencia de PS largos es muy escasa.

Comparación de los umbrales (0.1 mm y 1 mm). Tanto para el análisis condicionado como el no condicionado las probabilidades de ocurrencia de períodos secos (PS) de al menos 5, 10, 15 y 20 días se encontró, que éstas fueron mayores para el umbral de 1 mm que el de 0.1 mm.

Estos resultados muestran que un análisis más restrictivo ($DS < 1$ mm) aumenta la probabilidad de ocurrencia de los períodos secos estudiados, al considerar secos aquellos días donde la precipitación diaria es muy pequeña (< 1 mm), y cuyo valor para el cultivo es limitado ya que no alcanza para satisfacer sus necesidades hídricas.

Comparando las probabilidades para los umbrales estudiados en el análisis no condicionado (figuras 1 y 2) para los $PS \geq 5$ d se observó poca

diferencia entre ambos análisis, siendo la mayor diferencia de 0.267 y la misma se presenta sólo en dos ocasiones, además en el 67 % de los 37 períodos estudiados el valor fue igual para ambos análisis. Para $PS \geq 10$ d, $PS \geq 15$ d y $PS \geq 20$ d, las probabilidades de estos difieren más que en el caso anterior siendo las mayores diferencias encontradas de 0.33 para $PS \geq 10$ d y $PS \geq 20$ d y de 0.4 para $PS \geq 15$ d.

En el análisis condicionado (figuras 3 y 4) la comparación de los umbrales bajo estudio arroja diferencias similares a las encontradas en el

análisis no condicionado, siendo la variación básica en éste último, la máxima diferencia entre las probabilidades de ocurrencia de los $PS \geq 10$ d es de 0.4 y de $PS \geq 15$ es de 0.33; observándose valores muy cercanos con respecto al anterior, y en general presentando la misma tendencia.

Comparación de los análisis condicionado y no condicionado.

Para ambos umbrales estudiados las mayores diferencias entre los análisis condicionado y no condicionado se presentan a mediados de abril hasta principios de mayo cuando ocurren las primeras lluvias del año.

Recomendaciones

Se recomienda profundizar el estudio con un número mayor de años de registros diarios de precipitación.

Realizar un análisis de cantidad y de balance de entradas y salidas de agua del sistema, que permita definir la disponibilidad de agua para los

cultivos durante el año en la zona.

Estudiar uno o varios cultivos perennes existentes en la zona tales como pastos y frutales, que pudieran servir de indicadores del potencial agrícola de la zona bajo condiciones de secano.

Agradecimiento

El autor desea expresar su agradecimiento al servicio de meteorología de las Fuerzas Aéreas Venezolanas por su colaboración al suministrar los datos de precipitación utiliza-

dos en el estudio. A las profesoras Belkys Bracho y Adriana Sánchez de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia por sus acertadas sugerencias y constante apoyo.

Literatura citada

1. Archer, D. R. 1981. Rainfall sequences in northern Malawi. *Weather* 36: 2-9.
2. Cusack, D. F., 1981. Reviviendo la revolución verde (Editorial). *Interciencia*. 6(4): 202-203.
3. Frère, M. 1983. Información agroclimática y perspectiva alimentaria mundial. En. Información agroclimática para el desarrollo: Reviviendo la revolución verde. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Caracas, Venezuela. pp. 17-24

4. Hills R. C. and J. H. T Morgan. 1981. Rainfall statistics: an interactive approach to analysing rainfall records for agricultural purposes. *Experimental Agriculture* 17: 1-16.
5. Lomas, J. 1981. Simple agroclimatic models as a basis for an information system. *Interciencia*. 6(4): 219-225.
6. Puche C. M. 1994. Evaluation of the water regime for rainfed agriculture in areas of seasonal rainfall in Venezuela. PhD Thesis, University of Reading, England.
7. Sah, R. 1981. Social and economic gains from weather information to third world agriculture. *Interciencia*. 6(4): 251-253.
8. Stern, R. D., M. D. Dennett and L. C. Dale. 1982. Analysing daily rainfall measurements to give useful agronomic results. I Direct methods. *Experimental Agriculture* 18: 223-236.
9. Stern, R., J. Knock, and H. Hack. 1989. Guía Climática INSTAT. Trad. Ramirez P. y Campos M. University of Reading. Whiteknights, Reading, U.K. 238 pp.
10. Steyaert, L. T., C. M. Sakamoto, J. C. Hock and P. F. Krumpel. 1981. Agroclimate as a resource for food security and economic development. *Interciencia*. 6(4): 210-215.
11. Walter, R. 1983. Clima y agricultura en el siglo veinte. En. Información agroclimática para el desarrollo: Reviviendo la revolución verde. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONALAP), Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Caracas, Venezuela. pp. 17-24.
12. Wang, J. Y. 1981. A computerized weather monitoring unit for farm operation. *Interciencia*. 6(4): 254-256.