

CONTINUIDAD DE LOS PERIODOS HUMEDOS EN LA ZONA CAFETERA

Alvaro Jaramillo-Robledo*

RESUMEN

Para conocer la probabilidad y la continuidad de los períodos húmedos en la zona cafetera se efectuó un análisis de la lluvia a nivel decadal (acumulado de 10 días) mediante la utilización de las Cadenas de Markov, considerando como período húmedo aquel en el cual la lluvia es superior a la evapotranspiración media de la región. Se analiza un total de 41 localidades de la zona cafetera colombiana.

SUMMARY

JARAMILLO R., A. Continuity of humid periods in the coffee zone. *Cenicafé (Colombia)* 36(4):125-138. 1985.

This study was conducted to evaluate the probability and continuity of humid periods in the Colombian coffee zone. Decade rainfall was analyzed according to Markov's chain, considering as humid the periods with rainfall superior to the mean evapotranspiration of the region. A total of 41 localities of the Colombian coffee zone were analyzed.

Additional Key Words: Rainfall. Evapotranspiration.

* Asistente de la Sección de Agroclimatología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

INTRODUCCION

Las operaciones agrícolas tales como las épocas de siembra, las de riego o las de protección del suelo contra la erosión hídrica requieren un estudio detallado de la cantidad y distribución de la lluvia para llegar a una adecuada planeación.

Un método corriente de presentar los datos climáticos es mediante totales o promedios aritméticos; tal información es útil para planeamiento general, pero en muchos casos da resultados imprecisos debido a que se desconoce la manera como está distribuída esta lluvia en el tiempo.

Uno de los modos de conocer la distribución de la lluvia es mediante la cuantificación del número de días de lluvia ocurridos en un intervalo de tiempo. Climáticamente se considera como un día de lluvia cuando ésta es igual o superior a 0,1 mm.

Uno de los métodos estadísticos utilizados actualmente para definir la probabilidad de ocurrencia de períodos secos o húmedos y su duración, es el denominado Cadenas de Markov aplicado a diferentes períodos: desde un día hasta un acumulado de 10 días.

Hayhoe y Baier (3) utilizaron las cadenas de Markov para estudiar la continuidad de días de trabajo con maquinaria basados en la humedad del suelo y cobertura de nieve en 10 regiones del Canadá. Grabriel y Neumann (2) usaron este modelo para caracterizar los períodos secos y húmedos en Tel Aviv.

Hills y Morgan (4); Oldeman y Frere (7); Stern, Denmet y Dale (8, 9) Stern y Coe (10) han utilizado las cadenas de Markov para diferentes fines dentro de la planificación agrícola.

Este estudio analiza, para la zona cafetera de Colombia, la probabilidad de ocurrencia de períodos húmedos en décadas.

MATERIALES Y METODOS

La información básica de lluvia se obtuvo de los archivos de la Sección de Agroclimatología de Cenicafé. Para el análisis se consideró la lluvia decadal (acumulación de lluvia en 10 días) registrada en pluviógrafos tipo Hellman en 41 estaciones climatológicas localizadas en la zona cafetera (Tabla 1).

Los períodos de observaciones oscilan entre 10 y 34 años; 34 de las 41 estaciones presentan períodos de observación superior a 20 años.

TABLA 1.- LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS.

Municipio	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.	Período observación años
CESAR					
Pueblo Bello	Pueblo Bello	10°22'	73°38'	1.000	28
NORTE DE SANTANDER					
Salazar	Francisco Romero	7°46'	72°48'	1.000	30
Chinácota	Blonay	7°35'	72°36'	1.235	34
BOYACA					
Moniquirá	Bertha	5°52'	73°24'	1.700	30
CUNDINAMARCA					
Yacopí	Montelíbano	5°28'	74°22'	1.340	25
Cachipay	Mesitas de Santa Inés	4°40'	74°28'	1.250	19
Tibacuy	Granja	4°21'	74°25'	1.550	33
CALDAS					
Manzanares	Llanadas	5°15'	75°08'	1.420	29
Manizales	Agronomía	5°04'	75°31'	2.150	29
Palestina	Santa Ana	5°01'	75°40'	1.250	17
Palestina	Santágueda	5°04'	75°41'	1.010	21
Palestina	Luker	5°05'	74°41'	1.020	15
Chinchiná	Cenicafé	4°59'	75°35'	1.310	34
Chinchiná	Naranjal	4°58'	75°36'	1.370	34
Supía	Rafael Escobar	5°28'	75°39'	1.320	14
ANTIOQUIA					
Yolombó	El Delirio	6°36'	75°00'	1.500	18
Venecia	El Rosario	5°58'	75°44'	1.600	17
Fredonia	Piamonte	5°54'	75°38'	1.330	10
Jardín	Miguel Valencia	5°32'	75°51'	1.570	28
TOLIMA					
Villarrica	Luis Bustamante	3°56'	74°36'	1.610	21
Dolores	La Montaña	3°33'	74°54'	1.260	22
Ibagué	Chapetón	4°27'	75°16'	1.300	32
Chaparral	Limón	3°43'	75°38'	990	14
Líbano	Granja	4°56'	75°04'	1.520	34
RISARALDA					
Santa Rosa de Cabal	El Jazmín	4°53'	75°36'	1.600	24
Pereira	Planta Tratamiento	4°48'	75°40'	1.450	16
Pereira	El Cedral	4°47'	75°32'	2.120	24
HUILA					
Gigante	Jorge Villamil	2°22'	75°33'	1.500	30

Continúa . . .

Continuación.

Municipio	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud m.	Período observado años
QUINDIO					
Circasia	Bremen	4°40'	75°37'	2.040	15
Armenia	Sena	4°33'	75°40'	1.550	23
Calarcá	La Bella	4°30'	75°38'	1.450	18
Buenavista	Paraguaicito	4°24'	75°43'	1.250	22
VALLE					
Argelia	Santiago Gutiérrez	4°43'	76°10'	1.550	13
Alcalá	Arturo Gómez	4°40'	75°48'	1.320	18
Sevilla	Heracio Uribe	4°16'	75°55'	1.540	33
Trujillo	Manuel Mallarino	4°10'	76°21'	1.380	16
Restrepo	Julio Fernández	3°49'	76°31'	1.360	30
CAUCA					
Popayán	La Florida	2°27'	76°35'	1.850	34
Tambo	Manuel Mejía	2°24'	76°48'	1.700	32
NARIÑO					
Consacá	Ospina Pérez	1°16'	77°28'	1.700	32
La Unión	La Unión	1°37'	77°09'	1.800	21

Para el estudio se define década húmeda aquella en la cual la lluvia es mayor o igual a la evaporación registrada en el mismo período.

El método de cálculo de la continuidad de períodos secos y húmedos basado en las cadenas de Markov es descrito claramente en el estudio de Robertson (11), en donde:

- F(S) : es la frecuencia de décadas secas de un período dado
 F(H) : es la frecuencia de décadas húmedas de un período dado.
 F(S/H) : es la frecuencia de una década seca con la anterior húmeda.

Otras alternativas son:

$$F(S/S), F(H/S), F(H/H)$$

La frecuencia puede ser sustituida por una probabilidad, así:

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{Casos favorables}}{\text{Casos totales (N)}}$$

Las probabilidades de la forma $P(S)$ y $P(H)$ se denominan probabilidades INICIALES y las de la forma $P(S/H)$, $P(S/S)$, $P(H/H)$, probabilidades CONDICIONALES.

$$P(S) = \frac{F(S)}{F(S) + F(H)} = \frac{F(S)}{N}$$

$$P(H) = \frac{F(H)}{F(S) + F(H)} = \frac{F(H)}{N} = 1 - P(S)$$

$$P(S/S) = \frac{F(S/S)}{F(S)}$$

$$P(H/S) = \frac{F(H/S)}{P(S)} = 1 - P(S/S)$$

$$P(H/H) = \frac{F(H/H)}{F(H)}$$

$$P(S/H) = \frac{F(S/H)}{F(H)} = 1 - P(H/H)$$

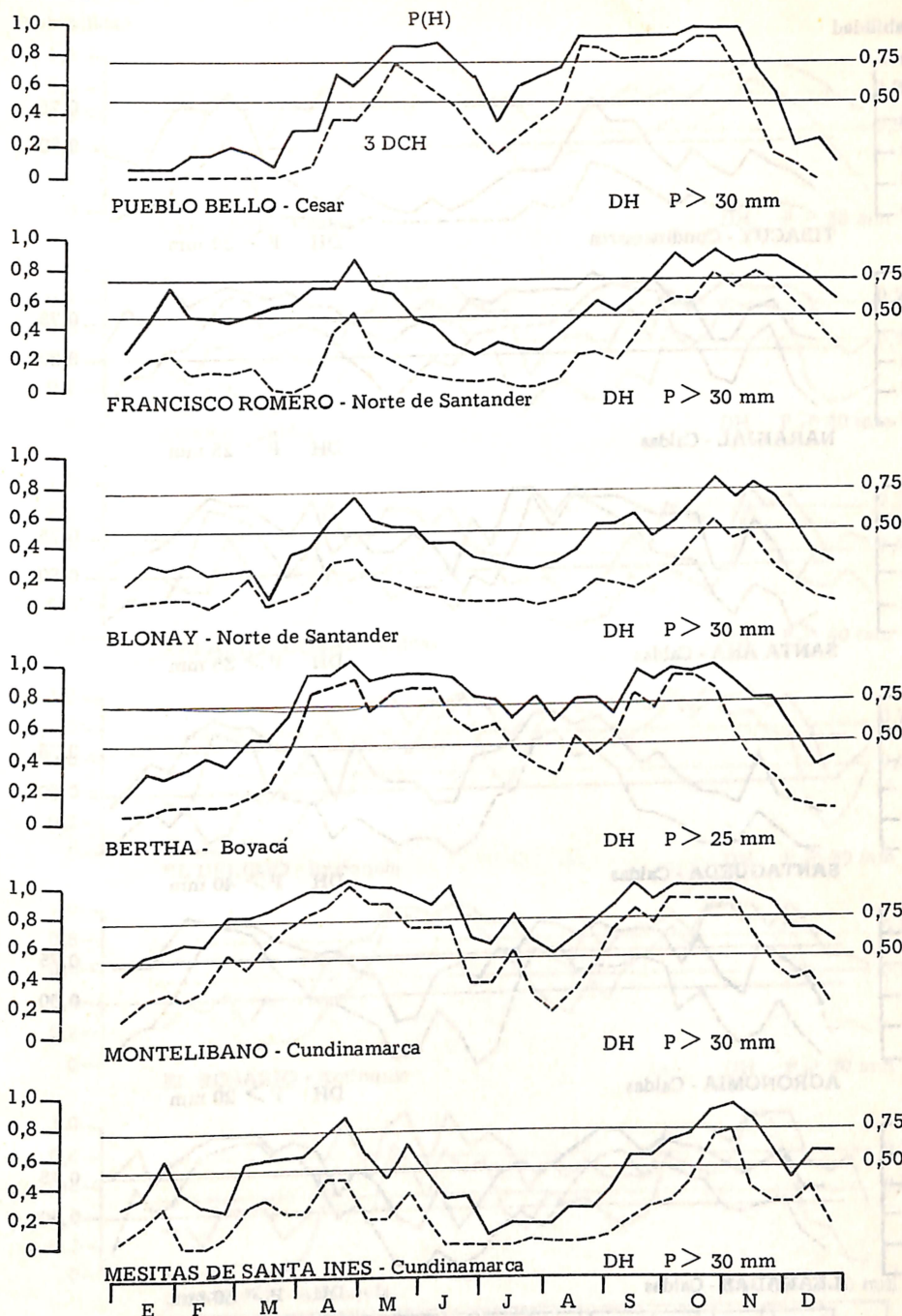
Con estos valores es posible calcular las dos probabilidades iniciales y cuatro condicionales.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se presentan las probabilidades de ocurrencia de una década húmeda y la probabilidad de que sucedan tres décadas continuas húmedas. Estos gráficos permiten determinar el comienzo de la época de lluvias con una seguridad de 750/o, así como la duración de dicho período.

La probabilidad de ocurrencia de períodos secos o húmedos obedece en cada estación a la situación latitudinal, a la altura sobre el nivel del mar y a los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical (2, 6).

Probabilidad



P(H) Probabilidad de una década húmeda.

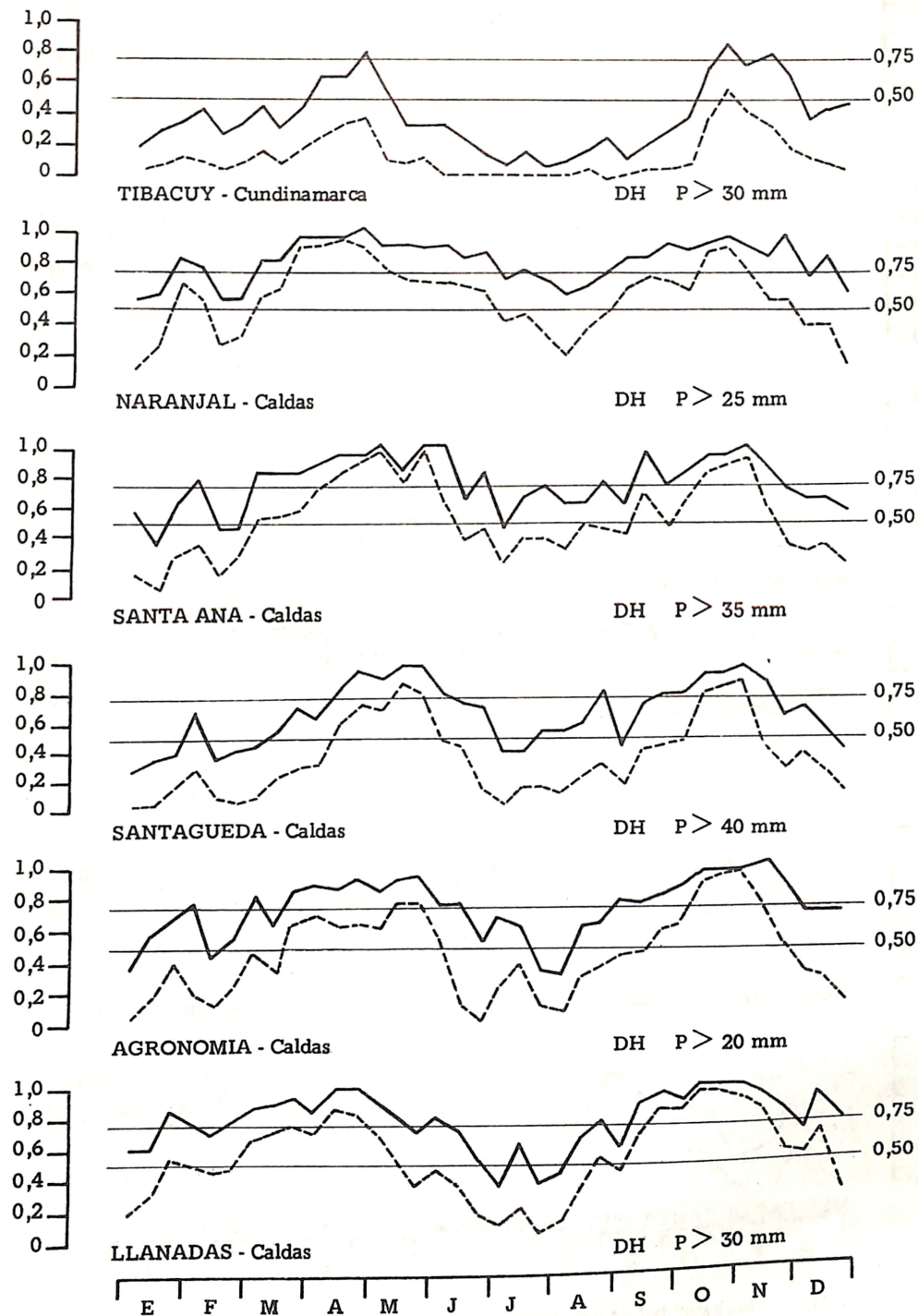
3 DCH Probabilidad de tres décadas húmedas continuas.

Continúa

FIGURA 1. Probabilidad de ocurrencia de los períodos húmedos.

Continuación.

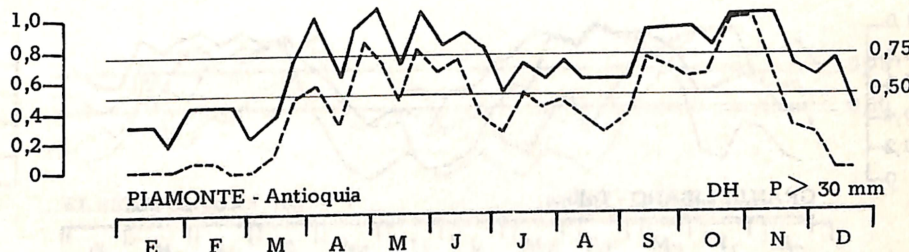
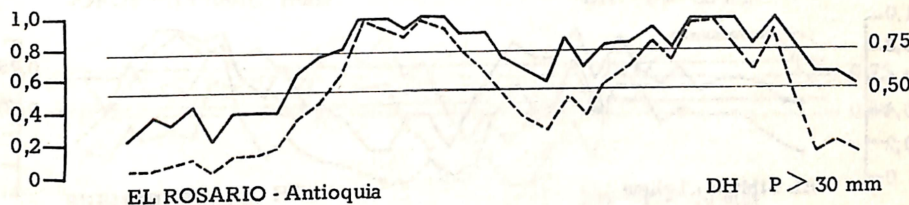
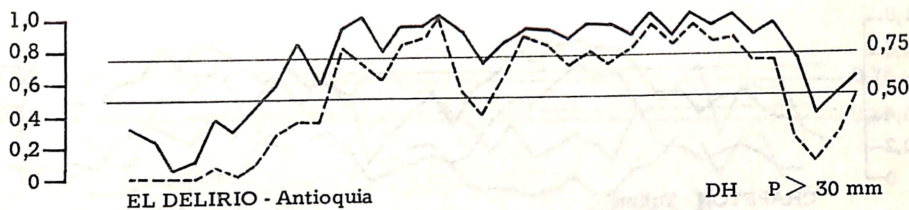
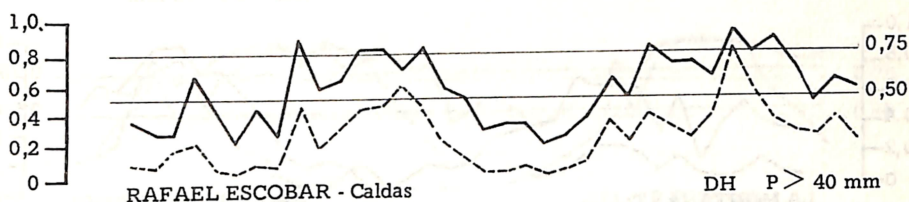
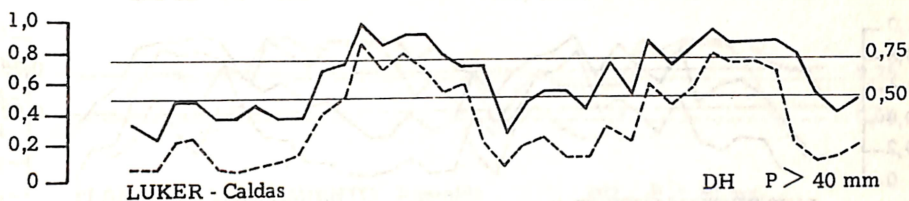
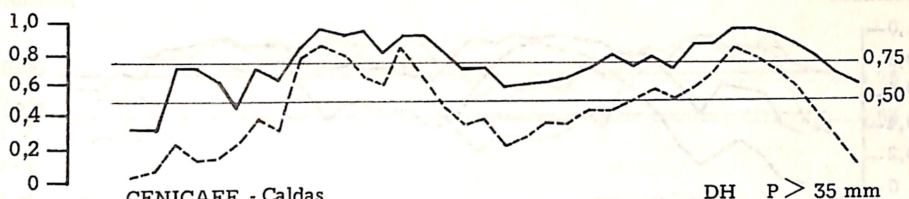
Probabilidad



Continúa ...

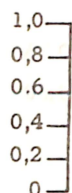
Continuación.

Probabilidad



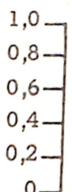
Continúa...

Probabilidad



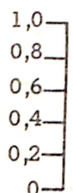
MIGUEL VALENCIA - Antioquia

DH $P > 25$ mm



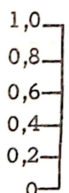
LUIS BUSTAMANTE - Tolima

DH $P > 25$ mm



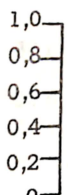
LA MONTAÑA - Tolima

DH $P > 35$ mm



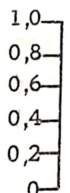
CHAPETON - Tolima

DH $P > 30$ mm



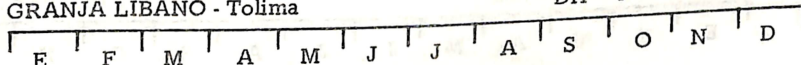
EL LIMON - Tolima

DH $P > 40$ mm



GRANJA LIBANO - Tolima

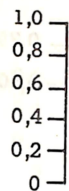
DH $P > 25$ mm



Continúa ...

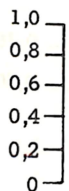
Continuación.

Probabilidad



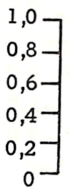
EL JAZMIN - Risaralda

DH $P > 25$ mm



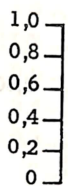
PLANTA DE TRATAMIENTO - Risaralda

DH $P > 30$ mm



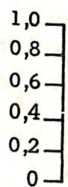
EL CEDRAL - Risaralda

DH $P > 20$ mm



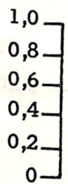
JORGE VILLAMIL - Huila

DH $P > 30$ mm



BREMEN - Quindío

DH $P > 20$ mm



EL SENA - Quindío

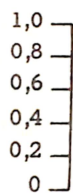
DH $P > 25$ mm

E F M A M J J A S O N D

Continúa..

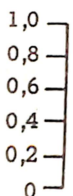
Continuación.

Probabilidad



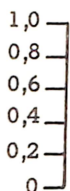
LA BELLA - Quindío

DH $P > 35$ mm



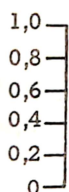
PARAGUAICITO - Quindío

DH $P > 35$ mm



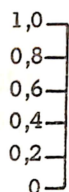
SANTIAGO GUTIERREZ - Valle

DH $P > 30$ mm



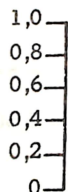
ARTURO GOMEZ - Valle

DH $P > 35$ mm



HERACLIO URIBE - Valle

DH $P > 30$ mm



MANUEL MALLARINO - Valle

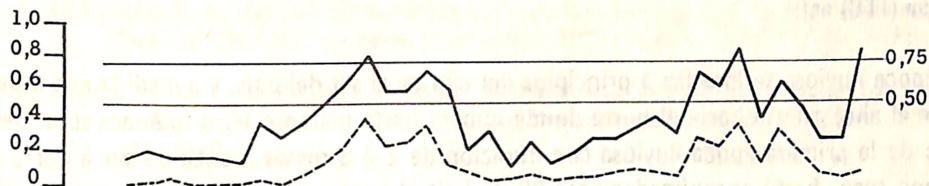
DH $P > 35$ mm

E F M A M J J A S O N D

Continúa ...

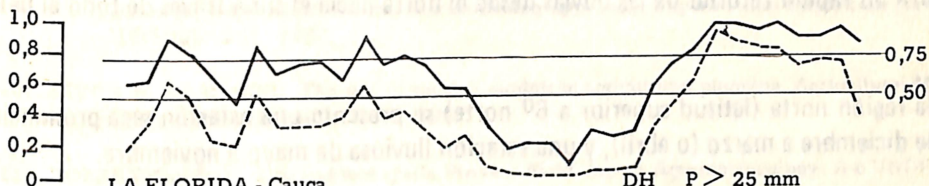
Continuación.

Probabilidad



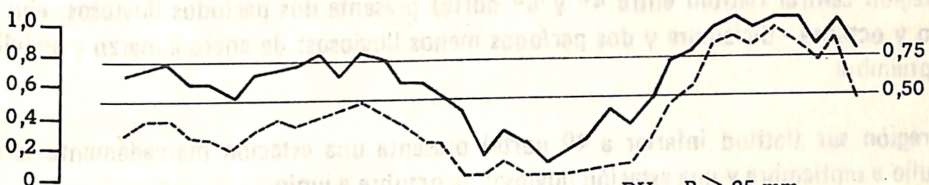
JULIO FERNANDEZ - Valle

DH $P > 30$ mm



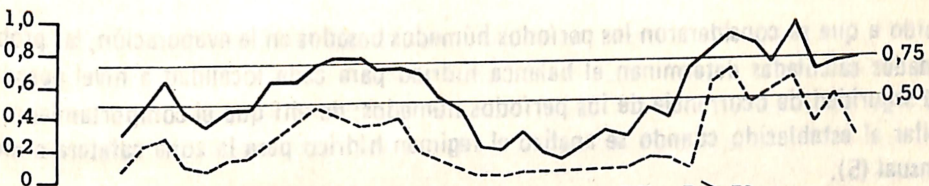
LA FLORIDA - Cauca

DH $P > 25$ mm



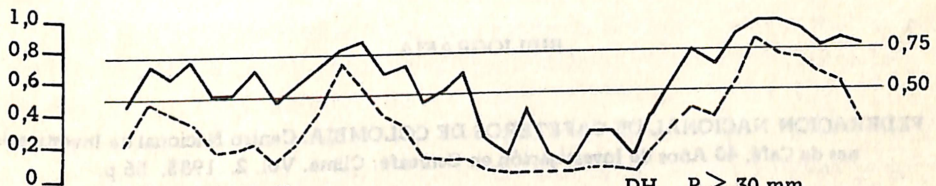
MANUEL MEJIA - Cauca

DH $P > 25$ mm



OSPINA PEREZ - Nariño

DH $P > 30$ mm



LA UNION - Nariño

DH $P > 30$ mm

E F M A M J J A S O N D

Debido a la situación tropical de Colombia, el desplazamiento estacional de los períodos secos y lluviosos se puede relacionar con el avance del cinturón intertropical de convergencia (ITC) así:

La época lluviosa se localiza a principios del año en el sur del país, y a medida que transcurre el año, avanza hacia el norte donde impera hasta marzo o abril la época seca. Después de la primera época lluviosa con duración de 2 ó 3 meses avanza de sur a norte el tiempo seco, hasta aproximadamente 8° de latitud norte. De septiembre a octubre comienza un rápido retorno de las lluvias desde el norte hacia el sur a través de todo el país.

En la región norte (latitud superior a 6° norte) se presenta una estación seca pronunciada de diciembre a marzo (o abril), y una estación lluviosa de mayo a noviembre.

La región central (latitud entre 4° y 6° norte) presenta dos períodos lluviosos: abril - junio y octubre - diciembre y dos períodos menos lluviosos: de enero a marzo y de julio a septiembre.

La región sur (latitud inferior a 4° norte) presenta una estación marcadamente seca: de julio a septiembre y una estación lluviosa: de octubre a junio.

Debido a que se consideraron los períodos húmedos basados en la evaporación, las probabilidades calculadas determinan el balance hídrico para cada localidad a nivel decadal, y la seguridad de ocurrencia de los períodos húmedos; de ahí que el comportamiento es similar al establecido cuando se analizó el régimen hídrico para la zona cafetera a nivel mensual (5).

BIBLIOGRAFIA

1. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Centro Nacional de Investigaciones de Café. 40 Años de Investigación en Cenicafe: Clima. Vol. 2. 1983. 56 p.
2. GABRIEL, K. R. J.; NEUMANN, A. Markov Chain model for daily rainfall occurrence at Tel Aviv. Quarterly Journal Royal Meteorological Society (England) 88:90-95. 1962.
3. HAYHOE, H.; BAIER, W. Markov chain model for sequences of field Workdays. Canadian Journal of Soil Science 54(2):137-148. 1974.
4. HILLS, R. C.; MORGAN J. H. T. Rainfall Statistics: an interactive approach to analysing rainfall record for agricultural purposes. Experimental Agriculture (England) 17(1):1-16. 1981.
5. JARAMILLO R., A. Balance hídrico de la zona cafetera colombiana. Cenicafe (Colombia) 33(1): 15-34. 1982.

6. LHOMME J., P.; GOMEZ G., L.; JARAMILLO R., A. Evaluación de un modelo para caracterizar las condiciones hídricas de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 36(2):64-76. 1985.
7. OLDEMAN L. R.; FRERE, M. A. Study of the Agroclimatology of the humid tropics of South-East Asia. World Meteorological Organization. Technical note No. 179. 1982. 229 p.
8. STERN R., D.; DENMET and I. C. DALE. Analysing daily rainfall measurements to give agronomically useful results I. Direct methods. *Experimental Agriculture (England)* 18(3):223-236. 1982.
9. STERN, R. D.; M. D. DENMET and I. C. DALE. Analysing daily rainfall measurements to give agronomically useful results. II a modelling approach. *Experimental agriculture (England)* 18(3):237-253. 1982.
10. STERN R. D.; R. COE. The use of rainfall models in agricultural planning. *Agricultural Meteorology (Holanda)* 26(1):35-50. 1982.
11. ROBERTSON G. W. Dry and wet spells. Project Field Report Agrometeorology: A-6 UNDP/FAO 30 p. 1976.