

ESTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO
GRACIAS AL " CONTRATO ENTRE EL
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
GANADERIA Y LA UNIVERSIDAD
DE COSTA RICA PARA FORTA
LECER LAS INVESTIGACIOn
NES AGROMETEOROLOGI-
CAS ", QUE SE INI-
CIO EL 14 DE A-
BRIL DE 1970.

ALGUNOS COMENTARIOS AGROMETEOROLÓGICOS SOBRE LA
"SEQUIA" DE 1972 EN EL VALLE CENTRAL

Luis A. Vives Fernández*

Se ha venido diciendo en los últimos días que a través del año de 1972 las lluvias fueron escasas y que durante la presente estación seca del 73 la precipitación pluvial ha sido muy exigua, sin que se hayan presentado hasta el momento datos estadísticos que ratifiquen tales afirmaciones.

El presente comentario agrometeorológico tiene como fin el analizar la información de la lluvia de las estaciones observadoras del Valle Central, pertenecientes al programa de investigaciones Agrometeorológicas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. para determinar cuál fue el grado de "sequía" al menos para los lugares que se estudiarán.

Sequía, por su naturaleza, es difícil de definir porque depende íntimamente del área de trabajo científico o tecnológico que la considere. Pero pareciera ser que el sentido que se le ha querido dar, durante la disminución de los caudales de los ríos de Costa Rica es la estación seca de 1973, es la escasez de lluvia.

El significado exacto de sequía que da la Organización Meteorológica Mundial (8) es el de "ausencia prolongada o marcada deficiencia de precipitación".

*Catedrático

Investigador encargado del Programa 8, Investigaciones Agrometeorológicas.

Como los problemas que se han desprendido de la "sequía" se han sentido ob
viamente con más intensidad en el Valle Central, también es conveniente de
finir que este estudio sólo se referirá a esta área del país.

ANALISIS DE LA LLUVIA DE TRES LOCALIDADES DEL VALLE CENTRAL

Aun cuando sólo tres lugares analizados en el Valle Central no pueden indi
car en forma absoluta el comportamiento de las lluvias ocurridas durante
1972 en toda esta área, por otro lado sí se tienen que aceptar como repre
sentativos de cualquier tendencia extrema que pueda haber ocurrido, como
es una disminución de la lluvia. Estas localidades son:

- 1- Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., En San José de Alajue
la.

Los datos sobre lluvia utilizados para el análisis de este lugar pro
vienen de su estación agrometeorológica observadora Ing. Rafael A. Cha
varra F., y los cuales se resumen en las siguientes tres figuras.

En la siguiente figura N° 1 se muestran los totales anuales de preci
pitación de los últimos once años en relación al promedio de diez a
ños!

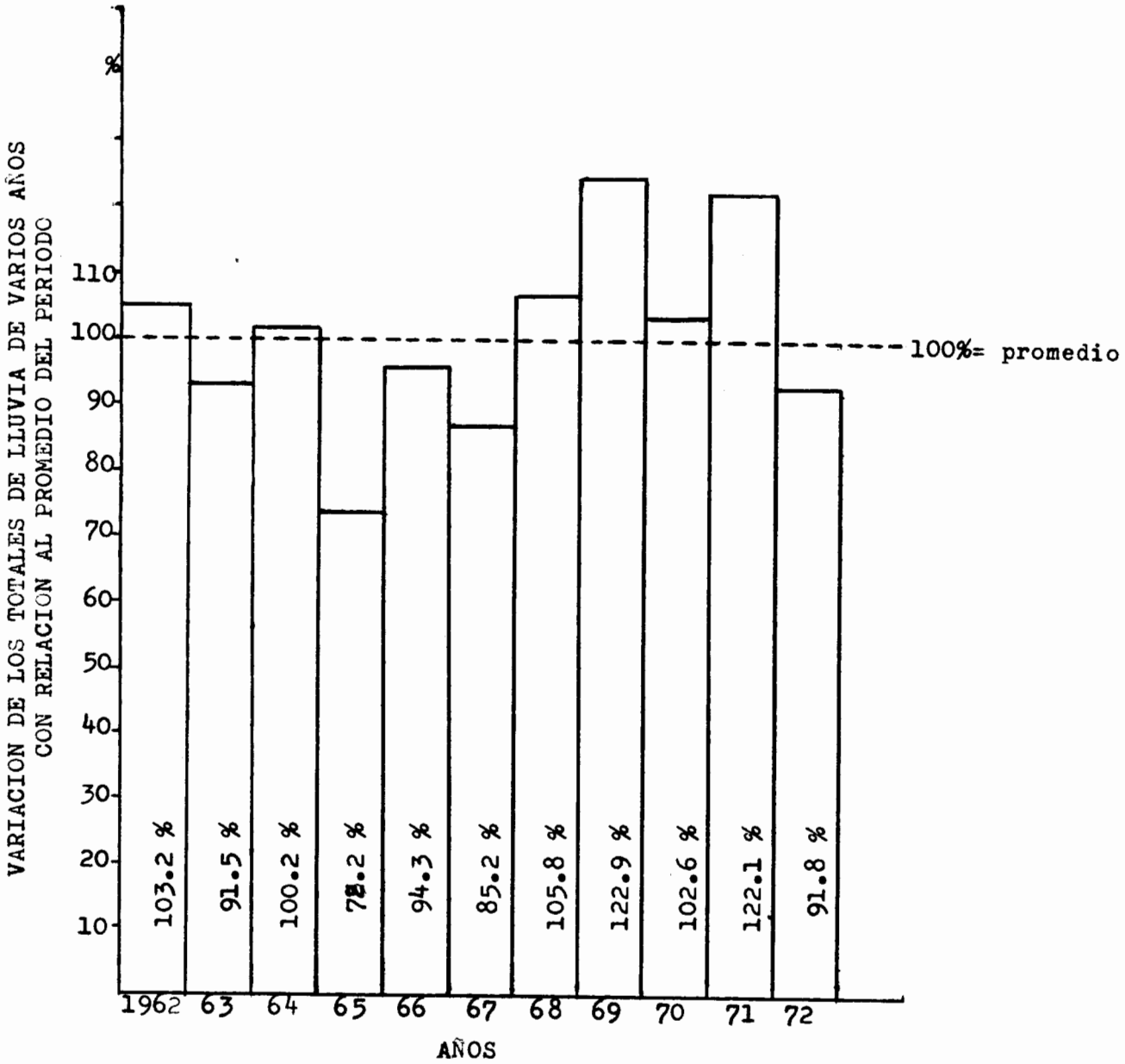


FIGURA Nº 1. Variación de los totales anuales de lluvia en porcentaje con relación al promedio de 1962-71. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

La figura anterior (N°1) deja ver claramente los siguientes hechos:

- a) El año de 1972 se puede considerar muy cerca de lo que es un año lluvioso normal, pues solamente tuvo un 8.2% menos que la cantidad de lluvia promedio.
- b) Este 8.2% representan un valor absoluto de 165.9 m.m., del valor promedio de 10 años (1962-71) que es de 2,014.6 m.m.
- c) En 1967 llovió un 14.8% menos que lo normal; o sea, casi el doble de lo que dejó de llover en 1972.
- d) En 1965 se presenta para este período el déficit más grande, habiendo sido de 27.8% menos que lo normal.
- e) Es interesante notar que en los últimos cinco años, salvo 1972, el total de lluvia anual siempre estuvo sobre el promedio, habiendo ocurrido para el 69 y 71 un 22% más de lluvia que lo esperado como normal.

En la próxima figura N°2 se define el comportamiento en porcentaje de los meses lluviosos de 1972 con relación al valor promedio.

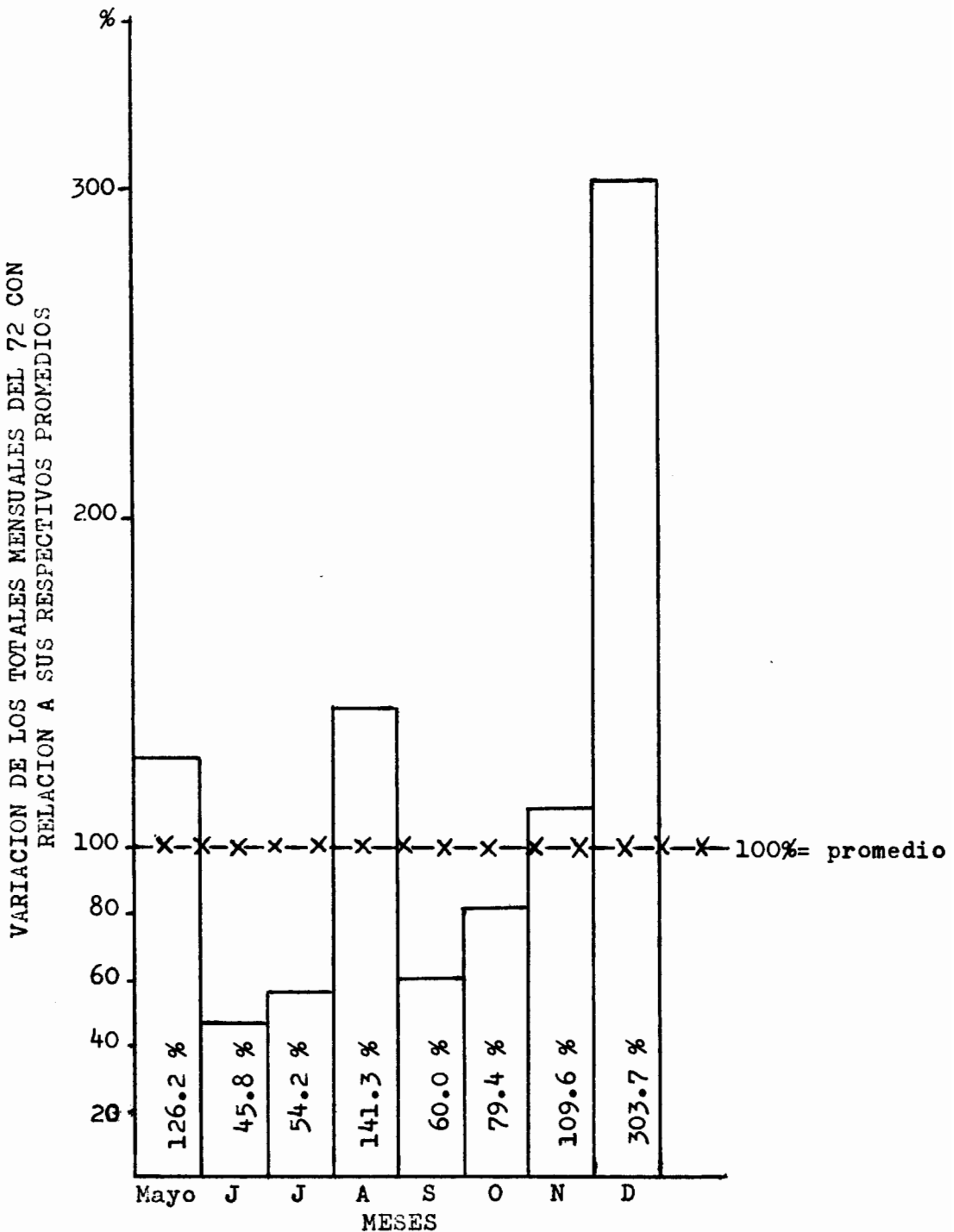


FIGURA Nº 2. Variación de los totales mensuales de lluvia de 1972 en porcentaje con relación a sus promedios de 1962-71. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. - Alajuela

De la observación de esta figura 2 se deduce que:

- a) Cuatro meses: junio, julio, setiembre y octubre estuvieron siempre debajo del promedio, correspondiéndole al primero de ellos un déficit de 54.2%, que fue el valor más alto.
- b) A partir de junio ese déficit fue disminuyendo hasta llegar a octubre con 20.6%
- c) Agosto es la excepción al periodo de déficit de junio a octubre, ya que por el contrario ese mes presentó una lluvia de 41.3% más que lo esperado como promedio.
- d) Noviembre se puede considerar como normal, pues sólo fue un 9.6% más que lo correspondiente a su valor normal.
- e) Diciembre, el último mes de la estación lluviosa, fue 203.7% mayor que lo normal; o sea, que la lluvia que se presentó fue de más de 200% sobre el valor que le corresponde a este mes.

Por último, la figura N°3 muestra el aguacero final de importancia en cuanto a cantidad de lluvia se refiere, ocurrido en cada uno de los diciembres desde 1962 hasta 1972.

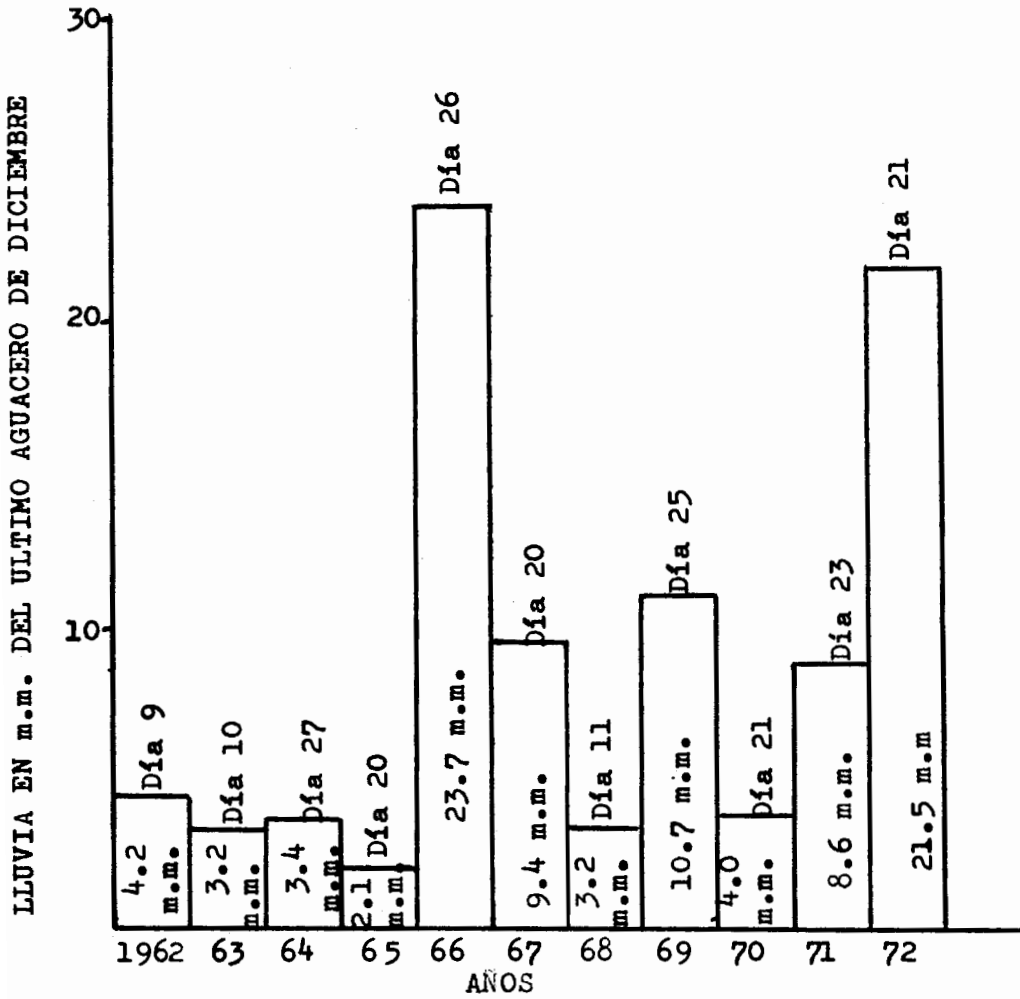


FIGURA Nº 3. Milímetros de lluvia del último aguacero ocurrido en diciembre para el período 1962-72. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. - Alajuela

Las fechas que aparecen en la figura anterior indican el día en que ocurrió el último aguacero en cada uno de los **diciembres**, para el período 1962-1972

La figura N°3 por su lado permite concluir en que:

- a) En 1972 todavía el día 21 de diciembre llovió 21.5 m.m.
- b) En cambio, durante los cinco años anteriores (1971-1967) nunca paso de 11 m.m. el aguacero final.
- c) Sólo 1966 presentó un último aguacero ligeramente mayor al del 72, y
- d) Anterior al 66 los aguaceros finales fueron muy escasos en cantidad.

2- Atenas, Alajuela

Para el estudio estadístico de la lluvia se usaron los datos de la Estación agrometeorológica observadora de Atenas, desprendiéndose de él lo siguiente:

- a) Durante 1972 llovió 1,949.5 m.m., lo que representa un 4.8% más que el valor promedio del período 1961-72 que es 1,861.0 milímetros, por lo que se puede considerar a este año como normal, en cuanto a la cantidad total anual se refiere.
- b) El año de 1971 fue un 22% más lluvioso que el promedio.
- c) El comportamiento de los totales mensuales de lluvia de 1972, en porcentaje con relación a sus promedios 1961-71, Atenas presentó una tendencia similar a la de la Estación Agrometeorológica Ing. Rafael A. Chavarría F., durante mayo a diciembre. Sin embargo, los déficit, fueron menores y diciembre presentó una lluvia de 330% más que el valor promedio.

d) La lluvia acumulada en diciembre de 1972 fue de 94.6 m.m., siendo la mayor precipitación registrada en el periodo 1961-1972.

3- Atirro, Turrialba

El análisis del periodo 1964-72, hecho con los datos de la estación a grometeorológica observadora de Atirro, revela los siguientes hechos importantes:

- a) El promedio de lluvia para este ciclo de 9 años es de 2,922.5 m.m.
- b) Durante 1972 llovieron 3,234.6 m.m., o sea, un 10.7% sobre el promedio; por lo tanto, se puede clasificar a 1972 como un año normal, de acuerdo sólo a la cantidad anual de precipitación.
- c) El año de 1971 tuvo un déficit de 11.4% con relación a lo normal, y
- d) En diciembre llovió, en 1972, un 22.4% más que el valor esperado como promedio.

DISCUSION

Del análisis de la información de sólo tres lugares, no se puede llegar a conclusión alguna que defina en forma absoluta el comportamiento de la lluvia del Valle Central. Pero por otro lado, se pueden considerar éstos como una muestra que tiene un alto grado de probabilidad de ser afectada en forma paralela, ante cualquier desviación extrema que pueda ocurrir en toda el área. En consecuencia, esta muestra permitirá medir la magnitud de tales desviaciones del comportamiento normal de la lluvia, en cuanto cantidad se refiere.

Otra de las limitaciones de este análisis, es la de que los valores registrados durante 1972 se están refiriendo a un promedio obtenido de 9 a 11 años como máximo, cuando se establece que para las condiciones tropicales se necesitan por lo menos unos 50 años de registro para lograr un promedio aceptable. La razón de discutir en base a un promedio de tan pocos años es obvia. Sin embargo, se considera que conociendo esta limitación y teniéndola presente, se puede discutir y llegar a conclusiones que si bien pueden ser modificadas ante la presencia de más información acumulada, también servirán para empezar a definir situaciones de comportamiento de la lluvia en este Valle.

Del análisis hecho de la lluvia se puede decir que para estos tres lugares, la cantidad que se acumuló en 1972 fue normal, ya que sólo en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. se presentó un valor correspondiente a un 8.2% menos que lo esperado, mientras que en Atenas

y Atirro llovió aproximadamente de un 5 a un 11% más que la cantidad normal. Si se parte del hecho de que un 10% no representa una gran variación, se debe aceptar que en realidad no hubo sequía durante 1972.

Si no hubo sequía, entonces ¿ Por qué no existe actualmente agua en los ríos ?

Antes de contestar a esa pregunta, conviene recordar que el agua de lluvia penetra al suelo por efecto de la capilaridad y la gravedad; ahora, como el efecto de la gravedad terrestre siempre será constante, la modificación de la porosidad hará cambiar lógicamente el grado de capilaridad y consecuentemente la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo (4).

A su vez, la porosidad está íntimamente relacionada con la forma de las partículas del suelo o granulación. El agente que más fomenta la granulación del suelo es la materia orgánica, especialmente al descomponerse ésta y dar humus por síntesis. No sólo una las partículas sino que también expande el suelo y lo hace más liviano. Las raíces de las plantas provocan también la granulación por la acción separadora de sus ramificaciones y por el incremento de materia orgánica cuando éstas mueren. De modo que a la granulación se le debe dar un carácter biológico.

En suelos de un "granulado bueno" el agua penetra cada vez más en el subsuelo hasta llegar a alguna capa de agua temporal o permanente. Como se ve, hay una relación directa entre cantidad de materia orgánica, granulación del suelo y capacidad de almacenamiento del agua en el suelo.

Conforme incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo, así agmenta la capacidad máxima de retención; por ejemplo, en suelos con 1.5 % de materia orgánica hay un 40% de retención; con un 6% de materia orgánica existe un 87% de retención de agua.

Por otro lado (6) hay que definir que la cantidad de agua almacenada en el suelo depende de la relación siguiente:

$$AA = P - E - Ev$$

en donde

AA= Agua almacenada en el suelo, que a la vez depende del granulado del suelo, entre otros factores = infiltración.

P= Lluvia

E= Escorrentía superficial, o sea, el agua que corre sobre la superficie del suelo.

Ev= Evapotranspiración.

Se tienen ahora los suficientes elementos analíticos para poder contestar a la pregunta anterior de por qué los ríos actualmente en la época seca de 1973 están prácticamente sin agua, si 1972 fue un año según se ha dicho aquí, normalmente lluvioso.

Resulta pues que la llamada "sequía" del año 72 parece haber sido deducida por el hecho de que los caudales de los ríos han disminuido y no por el análisis de los datos de lluvia, ya que sequía se refiere a la escasez de ésta. El caudal de los ríos son la consecuencia directa de varios facto=

res pero no sólo de la cantidad de lluvia. Las faldas montañosas del Valle Central que constituyen las áreas de captación u hoyas hidrográficas, están totalmente deforestadas. No quiere decir esto que todas esas áreas deban estar totalmente cubiertas por bosque, pero sí deben estarlo todas aquellas que de acuerdo al Uso Potencial de las Tierras así lo exijan. La ausencia del bosque ha traído como consecuencia inmediata la disminución de materia orgánica en esos suelos y la mineralización rápida de la poca que pueda quedar, por efecto de las altas temperaturas de esta región. Este hecho provoca a la vez un deterioro en la granulación del suelo, con lo que el agua de lluvia no encuentra condiciones propicias para infiltrarse, aumentando lógicamente la escorrentía superficial. Al aumentarse ésta, según quedó establecido en la fórmula anterior, disminuye la cantidad para ser retenida por el suelo.

Es también conveniente anotar que conforme aumenta la cantidad de escorrentía superficial, ésta incrementa su poder de arrastre de los suelos, provocando el fenómeno de la erosión; las inundaciones son más frecuentes y más intensas. A medida que avanza la erosión, es menor la cantidad de agua que se infiltra en el suelo para alimentar las reservas subterráneas de la misma. Los manantiales se secan más rápidamente (4).

Se presenta así un panorama general nada halagador ni satisfactorio, desde el punto de vista agronómico, biológico o económico, el cual es círculo vicioso de la destrucción de los recursos naturales agua y suelo y que podría resumirse así:

Primer fase : Destrucción del bosque de las áreas que de acuerdo al Uso Potencial de las Tierras, deberían estar cubiertas de bosque.

Segunda fase: En ausencia del bosque disminuye la materia orgánica en el suelo. La poca que pueda llegar al suelo se mineraliza rápidamente como consecuencia de las altas temperaturas y humedad del suelo.

Tercer fase: En ausencia de materia orgánica el granulado del suelo se destruye y con ello disminuye la capacidad de retención del agua.

Cuarta fase: Aún más, el suelo descubierto de la protección natural, que era dada por el bosque, es sometido al "bombardeo" por gotas del agua de lluvia, las cuales adquieren diámetros y pesos considerables en los aguaceros fuertes. Este impacto hace que las partículas de suelo queden sueltas, listas para ser arrastradas por la escorrentía superficial (5).

Quinta fase: Al disminuir la capacidad de retención de agua del suelo aumenta la escorrentía superficial, la cual arrastra a éste, provocando la erosión y consecuentemente empobreciéndole desde todo punto de vista.

Sexta fase: Un suelo erosionado perderá casi toda la materia orgánica que le pueda llegar, con lo cual el granulado es cada vez menos adecuado para retener el agua.

Sétima fase: Vuelve a empezar el ciclo en la fase cuarta, sólo que cada vez que empieza, el deterioro del suelo va siendo mayor y con ello la retención del agua por parte del mismo va disminuyendo.

No se debe olvidar que el agua que penetra en el suelo en una área de captación, contribuye al valor de la escorrentía subterránea, la cual se define como "aquella parte del flujo de una corriente que tiene su origen en la precipitación que, después de filtrarse en el suelo, se une a las aguas subterráneas, y entonces, después de días, semanas e incluso períodos más largos, se abre camino a través del suelo hacia la corriente" (2); en este caso la corriente es el cauce natural o río.

En resumen, al deteriorarse el suelo por la deforestación en las hoyas hidrográficas, se empobrece la infiltración y con ello la cantidad del agua subterránea, la cual alimenta a los ríos del Valle Central; consecuencia final es la disminución de los caudales de los ríos en la estación seca especialmente. Es posiblemente ésta la causa de la disminución de los caudales de los ríos y no el resultado de que el año de 1972 fuese seco, que como se ha dicho todo parece indicar que no hubo tal sequía.

Discutiendo un poco más acerca de las bondades y los beneficios climáticos que se desprenden del bosque, se puede empezar con la muy repetida pregunta de si el bosque incrementa la precipitación sobre un territorio. Según R. Geiger (3) "afirmaciones de este tipo están basadas en el hecho de que la presencia de un bosque tiene una influencia favorable en la economía

del agua y esto fue primero atribuido a un incremento de la lluvia. La pre cipitación es, sin embargo, un proceso que tiene lugar en la alta atmósfera y es poco probable que la clase de suelo o vegetación abajo tenga algún efecto sobre ella". Continúa diciendo Geiger "que el suelo, el sub-suelo y los nacimientos de agua reciben menos agua después de la deforestación. Al presente es seguro que cualquier incremento en precipitación debido al bosque es poco probable. También es conocido que la presencia del bosque tiene una influencia moderadora en los extremos del clima. Sin embargo, la ex tensión y el grado de esta influencia es difícil de establecer".

Para demostrar aún más que la deforestación hace disminuir los caudales de los ríos, cuando ella ocurre en las áreas de captación, se puede observar da tos que aunque no de Costa Rica si reflejan esta relación.

Relación bosque - escorrentía (6)

Area cubierta por bosque en %	Escorrentía promedio en %	
	Superficial	Subterránea
41	50	50
6	77	23
0-prácticamente el caso de Costa Rica en el Valle Central.	*	**

* No hay duda que es un valor altísimo

** No hay duda tampoco que es un valor bajísimo

Podría decirse también, entonces, que en la actualidad los ríos del Valle Central se han convertido en simples zanjas de desagüe, que cuando llueve

tienen agua y a veces se desbordan y cuando no llueve se secan. Es así como se van haciendo más definidas e inconvenientes algunas características que son comunes a todos los ríos y que resultan evidentes. Por ejemplo en el Valle Central, hay una época de grandes caudales desde junio a diciembre y otra de caudales mínimos de febrero a abril. El mes con mayor caudal es octubre, a partir del cual disminuyen en forma rápida hasta febrero y más lentamente hasta abril.

Se establece así que los meses de la estación seca son meses en los que normalmente disminuyen los caudales; claro que en la estación seca de este año (1973) se ha dicho que han disminuido en mayor grado, aunque, como se ha afirmado aquí, no parece ser que la causa haya sido un año "seco". Aquí conviene aclarar, por último y muy rápidamente, el hecho de que no es correcto decir que el poco caudal de los diferentes ríos se debe también a que "la precipitación pluvial de estos meses de la estación seca ha sido muy exigua", puesto que lo normal de esta época es que la precipitación sea exigua; por algo es y se llama estación seca.

CONCLUSIONES

Existen grandes dudas de si efectivamente 1972 fue un año de sequía, pues del análisis de la lluvia de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baugrit M., Atenas y Atirro, sólo en la primera llovió menos de un 10% de lo esperado como promedio, mientras que en las restantes llovió más que el promedio. Estas tres localidades presentaron lluvias en el mes de diciembre mayores que el promedio, lo cual es importante por ser este mes el final del período lluvioso.

No es acertado hablar de que durante la estación seca de 1973 la precipitación pluvial ha sido muy exigua, pues lo normal de esta estación climática es que sea seca y de ahí su nombre. Si el caudal de los ríos ha disminuido casi a cero durante abril de 1973, esto no puede definirse por sí solo a 1972 como un año de sequía, ya que existen otros factores que pueden causar tal disminución, independientemente de la cantidad de lluvia anual.

Se puede estimar la lluvia del Valle Central en aproximadamente dos metros por año, lo cual representa una cantidad muy alta.

Dentro de las posibles causas de la disminución del caudal de los ríos está la deforestación de las áreas de captación y el consecuente deterioro de los suelos y la disminución de la infiltración, con lo cual ha aumentado el agua de escorrentía superficial, disminuyendo la subterránea, que es la que alimenta de agua a los ríos durante todo el año, inclusive en la época seca.

Es contraproducente atribuir la escasez de agua de los ríos a una sequía, si no se han hecho los estudios del caso que confirmen tal conclusión, pues con ello lo único que se logra es ocultar involuntariamente las verdaderas causas de este problema.

Si no se estudian las verdaderas causas que han motivado tal disminución y se toman las medidas para corregirlas, ésta irá en aumento acelerado en los próximos años, hasta llegar posiblemente a desaparecer las corrientes del todo, al final de cada estación seca.

Consecuentemente, el problema de la sequía de los ríos no parecen ser de falta de lluvia sino de carácter biológico, ecológico propiamente dicho, del campo agronómico en su especialidad de las ciencias pedológicas, de conservación, uso potencial del suelo y ciencias forestales, entre otras.

Se tiene información de que el agua destinada para uso agrícola en el Valle Central no alcanza un gran volumen, por lo que ésta no ayuda a disminuir el caudal en forma apreciable.

Sería conveniente formar un grupo inter-institucional de profesionales especializados en meteorología, suelos agrícolas, conservación, desanomia, ecología, geología, hidrología y cualquier otro relacionado con el problema, el cual definiría, sin ningún interés institucional, la o las verdaderas causas de esa disminución del volumen de agua en los ríos del Valle Central. Es conveniente la formación de este grupo de estudio lo antes posible, pues si bien la deficiencia de agua para la producción de energía eléctrica puede solucionarse, aunque a un costo mayor, quizá no así la destinada a consumo humano, uso agrícola y ganadero.

El agua en definitiva es un recurso natural del cual depende el hombre y, que es necesario conservar para las futuras generaciones que vivirán en este país y por lo tanto, es obligación moral de la generación actual, ante el Hombre y la Patria, el corregir a tiempo este problema de la disminución de los caudales de los ríos, previo estudio de sus causas y las leyes de quemas, iniciada desde 1888, de agua y forestales. Estas leyes debían ser adecuadas y aplicadas en forma estricta, como único medio de lograr la conservación del agua.

LITERATURA CITADA

- 1- Agricultural Meteorology. W.M.O. Australia, 1968.
- 2- Font, T.I. Vocabulario Hidrológico. Publicación N° 31. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, W.M.O., N.U., Costa Rica, 1968
- 3- Geiger, R. The Climate Near the Ground. Harvad University Press. Cambridge, Mass, USA. 1965.
- 4- La Erosión del suelo por el agua. F.A.O., Roma, 1967.
- 5- Kohnke H., Bertrand, A.R. Soil Conservation. Mc Graw-Hill, N.Y. 1959.
- 6- Kozłowski, T.T. (Edited by) Water Deficits and Plant Growth Vol I and II. Academic Press. New York. 1968.
- 7- Vives, L. Tabulación para uso Agrícola de los Datos Climáticos de Costa Rica. Departamento de Publicaciones, Universidad de Costa Rica. Costa Rica, 1971.
- 8- Vocabulario Meteorológico Internacional W.M.O. N° 182 TP. 91, 1966.

ANEXO

Localización exacta de las Estaciones Agrometeorológicas observadoras men
cionadas:

Ing. Rafael A. Chavarría F.

10° 01' Latitud Norte

82° 16' Longitud Oeste

840 metros s.n.m.

Provincia de Alajuela

Atenas

09° 59' Latitud Norte

84° 23' Longitud Oeste

696 metros s.n.m.

Provincia de Alajuela

Atirro

09° 50' Latitud Norte

83° 39' Longitud Oeste

700 metros s.n.m.

Provincia de Cartago