

- sis de Homogeneidad o Consistencia, pág.4-19 a 4-32. Editorial Universitaria Potosina. Primera reimpresión.
3. CAMPOS A.,D.F. 1988a. Función de Distribución de Probabilidades Gamma Mixta: Soluciones y Aplicaciones. 10° Congreso Nal. de Hidráulica, Tomo II, páginas 318-322. Morelia, Mich.
 4. CAMPOS A.,D.F. 1988b. Programa en BASIC para determinar la Fórmula Climática según Sistema de Koppen Modificado. IV Congreso Nal. de Irrigación, pág. 127-132. Reynosa, Tam.
 5. CAMPOS A.,D.F. 1990. Análisis Probabilístico de Heladas con base en la Función de Distribución Gamma Mixta. 11° Congreso Nal. de Hidráulica, Tomo II, pág. 250-261. Zacatecas, Zac.
 6. COVARRUBIAS R.,J.M. y RODRIGUEZ H.,R. 1990. Sistemas de Producción en --Sorgo de Temporal en el Norte de Tamaulipas. XXIII Congreso Nal. de la --Ciencia del Suelo, pág. 333. Comarca Lagunera, México.
 7. DOORENBOS,J. 1976. Agro-meteorological Field Stations. Chapter 8: Interpretation and Use of Data, pp. 71-93. Irrigation and Drainage Paper No. 27, FAO. Rome, Italy.
 8. HAAN,C.T. 1977. Statistical Methods in Hydrology. Chapter 6: Some Continuous Probability Distributions, pp. 97-127. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A.
 9. KITE,G.W. 1977. Frequency and Risk Analyses in Hydrology. Chapter 9: ---Pearson type III Distributio, pp. 105-122. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, U.S.A.
 10. KOTTEGODA,N.T. 1980. Stochastic Water Resources Technology. Theme 2.3.2: Tests for Randomness and Trend, pp. 31-34. The McMillan Press Ltd. London, England.
 11. LINSLEY,R.K., KOHLER,M.A. y PAULUS,J.L.H. 1977. Hidrología para Ingenieros. Capítulo 12: Hidrología Estocástica, pág. 311-330. Editorial McGraw Hill Latinoamericana,S.A. Bogotá, Colombia.
 12. MATHER,J.R. 1977. Workbook in Applied Climatology. Exercise II: Climatic Statistics, Homogeneity, pp. 9-14. Laboratory of Climatology, Elmer, New Jersey, U.S.A.
 13. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH). 1983. Boletín -Climatológico No. 6, Tomos I y II. México, .D.F.
 14. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS (SRH). 1976. Atlas del Agua de la República Mexicana. Capítulo 13: Climas, pág.158-159. México, D.F.
 15. THOM,H.C.S. 1971. Some Methods of Climatological Analysis. Theme 3.1.2: The Gamma Distribution, pp. 20-22. Technical Note No. 81, WMO-No. 199, -TP. 103, WMO. Geneva, Switzerland.
 16. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1971. Climatic Change. Annexe -III: Standard test of Significance, pp. 58-71. Technical Note No. 79, --WMO-No.195, TP.100. Geneva, Switzerland.
 17. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 1975. Drought and Agriculture. Chapter 4: Methods of Analysis, pp. 27-52. Technical Note No. 138, WMO--No. 392. Geneva, Switzerland.

AVANCES DE LA INVESTIGACION DEL IMPACTO CLIMATICO DE LA OSCILACION DEL SUR EN EL ESTADO DE NUEVO LEON*

Tereza Cavazos P. **

RESUMEN

Se parte de la hipótesis de que los extremos de la Oscilación del Sur (OS) tienen un efecto modulante en la variabilidad de la lluvia del Noreste de México y una influencia sobre la invasión de Nortes en la región de estudio (Cavazos and Hastenrath, 1990).

La primera etapa de la investigación consistió en crear un banco de datos meteorológicos para Nuevo León. Se procesaron 45 estaciones con más de 20 años de datos de temperatura y precipitación. Posteriormente, se analizaron las condiciones climáticas del estado para el Invierno y el Verano en relación con la circulación general de la atmósfera. En la segunda parte y etapa actual del estudio se correlacionaron las series bimensuales de la precipitación invernal de todas las estaciones con un Índice de la Oscilación del Sur (IOS) definido como positivo cuando la presión es anormalmente Alta/Baja en Tahiti/Darwin. Los análisis revelan un aumento significativo de precipitación durante Enero/Febrero de los eventos de El Niño (también conocidos como ENSO o fase negativa de la OS) en más de la mitad de las estaciones del estado localizadas al norte de la Sierra Madre Oriental. Esto se asocia con la influencia conjugada de los Nortes, típicos por sus vientos fríos y lluvias ligeras, y de la Corriente de Chorro Subtropical la cual se intensifica durante los eventos ENSO.

En la siguiente etapa se analizarán los años con eventos moderados y fuertes de ENSO y no-ENSO y sus posibles relaciones con los Nortes y las heladas en la región. La investigación completa, que incluye también el análisis climático del verano y las Canículas, planea concluirse a finales de 1992.

Uno de los análisis más sencillos encaminados a caracterizar los períodos de sequía es el propuesto por P.H. Garbreit, D.S. Breitenkamp y H.M.G. Barker en 1966, el cual explica únicamente el registro de lluvia mensual. El método define los períodos de sequía y estima su intensidad o severidad con fines de comparación regional o histórica. Aunque el método no requiere de un balance hídrico meteorológico, hace uso del efecto de almacenamiento e introduce el término precipitación efectiva, la cual es función de la lluvia ocurrida y del efecto de déficit o exceso de la lluvia en el mes anterior. Con el objeto de comprobar la bondad del método, se compararon sus resultados con los del método desarrollado por V.C. Palmer con un método, obteniéndose una buena concordancia.

* Se presenta solo el resumen porque el trabajo completo se publicará en la Revista Geofísica Internacional

** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.

A.P. # 41

67700 Linares, N.L. [Tel. 91(821)24895, FAX: 24251]

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

1.1 HIPÓTESIS BÁSICAS

Herbst et al. (1966) consideran que la agricultura de una región está adaptada al modelo climático prevaleciente, de manera que la máxima ventaja se obtiene de los meses con alto promedio de precipitación, pero que debido a la variación de la precipitación media mensual una sequía estacional de una cierta intensidad y duración es característica normal del clima.

Además, como la lluvia de cualquier mes varía de año a año, se considera -- que la agricultura está ajustada a la variabilidad promedio y por ello, solamente los déficits de precipitación que exceden al promedio serán incluidos en la evaluación de la sequía.

También se considera que los beneficios a la vegetación por precipitaciones mayores que el promedio persisten por algún tiempo después de ocurrida ésta, debido al almacenamiento de humedad en el suelo y por el contrario, la recuperación de la vegetación después de una sequía no es inmediata, el efecto de deterioro persiste por algún tiempo después que las precipitaciones ya son adecuadas. Por ello, Herbst et al. (1966) proponen para tomar en cuenta tal efecto de almacenamiento, el llamado 'Factor de Ponderación W(t)' definido por la ecuación siguiente:

$$W(t) = 0.10 \left(1 + \frac{P(t)}{PMA/12} \right) \quad (1)$$

donde:

W(t) = factor de ponderación para el mes t, adimensional.
P(t) = precipitación promedio mensual del mes t, en milímetros.
PMA = precipitación media anual, en milímetros.

1.2 PRECIPITACIÓN EFECTIVA Y PARÁMETROS BÁSICOS

El valor de W(t) varía de un poco más de 0.10 a 0.40 para un mes de precipitación excesiva y su aplicación se lleva a cabo de la manera siguiente: empezando en el primer mes de enero del registro, se le resta el valor de su precipitación media mensual, la diferencia, positiva o negativa, se multiplica por el factor de ponderación de febrero y el producto se suma algebraicamente a la precipitación de febrero. Al valor corregido de lluvia de febrero o 'lluvia efectiva', se le resta su precipitación media mensual, la diferencia se multiplica por el factor de ponderación de marzo y se suma a la precipitación de tal mes. El proceso continúa para obtener la precipitación efectiva mensual de todo el registro. El procedimiento anterior acepta un efecto de almacenamiento nulo para el primer mes de enero, de manera que la precipitación efectiva es igual a la registrada.

A partir de las diferencias calculadas entre las precipitaciones efectivas y la media mensual, se calcula el Déficit Medio Mensual (DMM), las diferencias negativas son sumadas y las positivas se contabilizan como ceros. La suma de los doce valores de DMM, conduce al Déficit Medio Anual (DMA). Las diferencias citadas serán utilizadas en varias pruebas y únicamente se designarán como 'diferencias'.

Otra serie de parámetros necesarios para las pruebas de inicio y final de una sequía, son los doce valores de más alta precipitación media mensual en

un mes, en dos y así sucesivamente hasta sumar doce valores, lo cual es equivalente a la PMA.

1.3 PRUEBAS PARA DETERMINAR EL INICIO DE LA SEQUÍA

La prueba está basada en la comparación de la suma de las diferencias, desde un determinado mes con una escala deslizante de doce valores calculados por interpolación lineal entre la precipitación máxima media mensual (PMMM) y el valor del DMA. Un incremento mensual 'x' se obtiene con la fórmula:

$$x = (DMA - PMMM)/11 \quad (2)$$

El primer valor de la escala deslizante es igual a PMMM, el segundo se obtiene sumando x a PMMM, el tercero sumando 2x y así hasta PMMM+11x que equivale al DMA.

La prueba de inicio de la sequía comienza a partir del primer mes del registro que presenta una diferencia negativa. El valor absoluto de la diferencia negativa se compara con el primer valor de la escala deslizante, que es PMMM y si esta última magnitud es igualada se considera que la sequía ha comenzado. Lo anterior es sumamente raro pues equivale a no tener lluvia en el mes que normalmente recibe la mayor cantidad.

Si PMMM no fue igualada, la diferencia del mes siguiente se analiza y, si es negativa, se suma y compara con PMMM+x; si este último valor fue excedido por la magnitud absoluta de los dos déficits sumados, se dice que una sequía ha comenzado en el primer mes. En resumen, si en cualquier mes n el valor de las sumas de las diferencias negativas excede a la cantidad definida por PMMM+(n-1)x, se dice que una sequía comenzó en el primer mes analizado.

Simultáneamente con la prueba anterior, se van sumando algebraicamente las diferencias desde el primer mes y si en cualquier tiempo durante las once pruebas la suma llega a ser positiva se dice que la sequía ha terminado y la prueba de inicio debe recomenzar en el siguiente mes con diferencia negativa.

1.4 PRUEBAS PARA DETERMINAR EL FINAL DE LA SEQUÍA

Estas pruebas se aplican al período que sigue al mes con una diferencia positiva, después que ha comenzado una sequía, debiéndose cumplir primeramente que al menos uno de los dos meses que siguen al inicial tenga también diferencia positiva, sino es así la prueba inicia en el segundo mes con diferencia positiva.

Cumpliendo con la condición anterior, dos pruebas son aplicadas simultáneamente. La primera fue diseñada para establecer cuándo una secuencia o racha de precipitación superior a la media mensual, simplemente constituye una interrupción o suspensión de la sequía, más que una terminación. La prueba es llevada a cabo sumando todas las diferencias algebraicamente desde el primer mes hasta el n-ésimo, y si la suma llega a ser negativa antes de cumplirse una condición de término o final por la segunda prueba, entonces la sequía sólo ha sido interrumpida temporalmente.

La segunda prueba consiste en diez pruebas secuenciales y consiste en sumar primeramente la precipitación del primero al tercer mes y compararla con la