

# METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE SEQUÍAS EN EL EJEMPLO DE GUANTÁNAMO Y EL CAUTO. CUBA

*Dra. Maira Celeiro Chaple*

*Téc. Xiomara Medina Almenarez*

Instituto de Geografía Tropical del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.

[mayra@geotech.cu](mailto:mayra@geotech.cu), [mceleirochple@yahoo.com](mailto:mceleirochple@yahoo.com)

## INTRODUCCIÓN

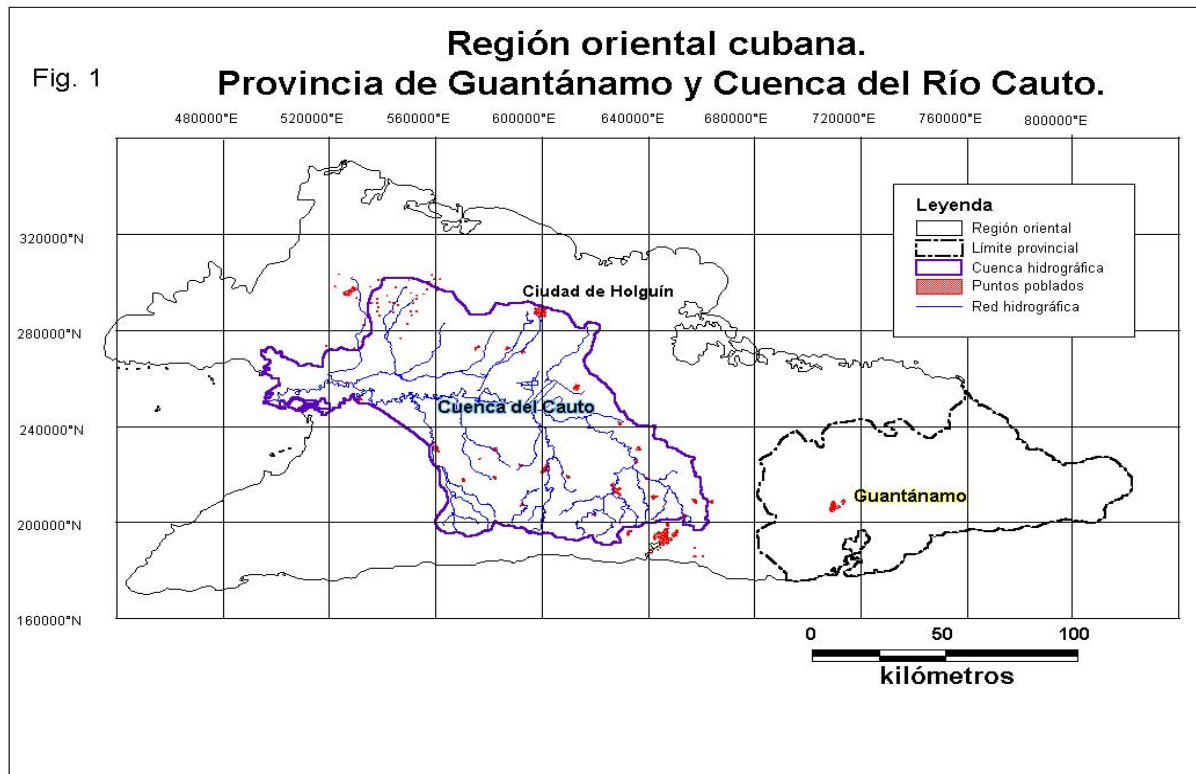
La sequía, evento extremo dentro de la variabilidad climática es un proceso de desarrollo lento con efectos generalmente de larga duración y alto costo. El déficit de agua que provoca, pone en serias dificultades a las regiones que afecta con consecuencias económicas, sociales y ecológicas indiscutibles, más severas en la medida en que se está menos preparado para afrontarlas.

Constituye una de las anomalías ambientales más difícil de evaluar por su gran complejidad, pues a la vez que depende de las escasas o ausentes precipitaciones, también se relaciona con la capacidad de almacenamiento del suelo y la ocurrencia del fenómeno en relación con el ciclo vegetativo anual (Duran D., 2003).

En el presente trabajo utilizamos la provincia de Guantánamo y la cuenca del río Cauto, ambos ubicados en la región oriental de Cuba (Fig. 1), como ejemplos de cálculo de la metodología, ya que dentro de sus territorios presentan diferencias espaciales considerables en la cantidad de lluvia caída y también es frecuente la afectación por sequías. La variabilidad de las precipitaciones muestra una alternancia de períodos que da lugar a prolongadas e intensas sequías y períodos de elevada actividad pluvial, comportamiento éste que influye sensiblemente sobre la formación de los recursos hídricos y en el manejo del agua de la cuenca.

## OBJETIVOS

- Proponer una definición de sequía para condiciones tropicales, ya que no existe una definición generalizada y a nivel mundial varía según las condiciones específicas de cada territorio.
- Aplicar una metodología única apoyada en datos pluviométricos para las condiciones de países con regímenes de precipitaciones líquidas, lo que constituirá una herramienta útil para el estudio y comparación de los resultados obtenidos en diferentes regiones y territorios.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de sequía es extraordinariamente complejo pues no se trata de un evento instantáneo como los huracanes u otros fenómenos desfavorables. Se establece como un período crítico de escasez de agua, sobre el que influye la circulación atmosférica a niveles macro y meso-climáticos. Es importante plantear que en las condiciones de Cuba y del Caribe debe distinguirse del llamado período seco (Noviembre - Abril) donde precipita aproximadamente el 20% de la lámina de precipitaciones anuales. Esta disminución no es la sequía sino la llamada temporada de “seca” o “período menos lluvioso” en Cuba, lo cual constituye un fenómeno normal, que se produce cada año.

Diversos autores han presentado definiciones que las clasifican según el criterio que se utilice: lluvia, temperatura, humedad del aire, evaporación, humedad del suelo, vientos y condiciones de las plantas. La definición varía en dependencia de las condiciones específicas de cada país, de cada cultivo o del uso del agua que se asigne, algunos la definen desde el punto de vista agroclimático, por ejemplo sobre la base de los índices de humedad adecuada (Sastri, 1981). Pero es sin dudas un enfoque particular en función de cada cultivo, variedad, tipo de suelo, todo lo cual haría infinito el proceso de definición y lo complicaría más que el fenómeno en sí. Así han surgido los términos sequía meteorológica y sequía agrícola, discutidos en la reunión de expertos de la OMM en Octubre de 1983 en Ginebra, que también apuntan hacia enfoques particulares (UNESCO; 1984). Por ejemplo Herbst (1966), plantea que esta es definida por el uso que se le dé a la precipitación y generalmente es denominada “sequía meteorológica”. Otros puntos de vista son tan generales que no dejan claro cuándo se está o no, en presencia de una sequía.

En el Vocabulario Meteorológico Internacional (O.M.M., No. 182, 1992) se define la sequía como “un período de condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico” (citado por Lapinel, B., et al 2000).

En el trabajo se utiliza la definición de sequía y su propuesta de cálculo presentada por Díaz, L., Celeiro, M., Batista, J. L (1996): *“Sequía es un fenómeno meteorológico desfavorable, que ocurre durante cierto período, en el cual las precipitaciones atmosféricas son significativamente menores que la norma temporal, de manera tal que se producen afectaciones de importancia en la economía agrícola, la industria, el abastecimiento de agua a la población y al paisaje. La magnitud y duración de la sequía puede establecerse a partir del análisis de la aparición de una o varias temporadas en que los períodos seco y lluvioso presenten totales de precipitaciones iguales o menores que las correspondientes al 75% de su probabilidad”*.

Se parte del concepto práctico de utilización del agua de lluvia, por esta razón es el criterio probabilístico del 75% de probabilidad el que se utiliza, es decir uno de cada 4 años será “seco” o “menos lluvioso”. En los proyectos de obras hidroeconómicas se emplea el valor del 75% de probabilidad para el diseño de sistemas de riego y otros objetivos relacionados con el uso del agua de lluvia.

La Repetibilidad de la Sequía ha sido conceptuada como la frecuencia con que se manifiesta el fenómeno de la sequía, pudiendo ser el análisis, en diferentes escalas temporales, diario, mensual, anual, decadal y otros.

En algunos casos (Lapinel, et al., 2001) se ha utilizado el cálculo de las anomalías interanuales estandarizadas, o índice de intensidad anual ( $Z_{ij}$ ) de amplio uso internacional (Ogallo y Nassib, citado por Lapinel et al., 2001) para el análisis de la repetibilidad.

Para su calculo se tienen en cuenta los períodos secos y lluviosos ordenados en forma decreciente, con la lluvia media hiperanual del período utilizado para cada pluviómetro, se busca en el nomograma correspondiente la precipitación que llamamos “crítica”, se suman la cantidad de períodos por debajo de la lluvia crítica, que dividido entre el total de períodos utilizados y multiplicado por 100 nos permite determinar cual es la probabilidad (en porcentos) de repetición de períodos secos.

La base de datos de los acumulados mensuales de la lluvia utilizada, es procedente de las redes hidrológicas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

Se emplearon 50 pluviómetros en cada uno de los ejemplos, distribuidos de forma homogénea, con una serie de 30 años (1964-1993), suficiente para el análisis de lluvia según recomienda Jansa Guardiola (1974). Este período fue escogido ya que es representativo con años húmedos, medios y secos, siendo necesario excluir el año 1963 que presenta valores extremos de la lluvia producida por el ciclón Flora en estas regiones, y hasta el año 1993 inclusive, debido a que en años posteriores se produce una disminución en la calidad de la información.

Para validar la calidad de los datos se restituyeron los faltantes utilizando métodos estadísticos conocidos (media, mediana, ecuaciones de correlación entre equipos, etc.). Con el fin de comprobar la homogeneidad se emplean una serie de pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas. Para las pruebas paramétricas se usaron un grupo de pruebas como Fisher, Student y Cramer y para las no paramétricas se utilizaron, Helmer, Secuencias y Mann Whitney.

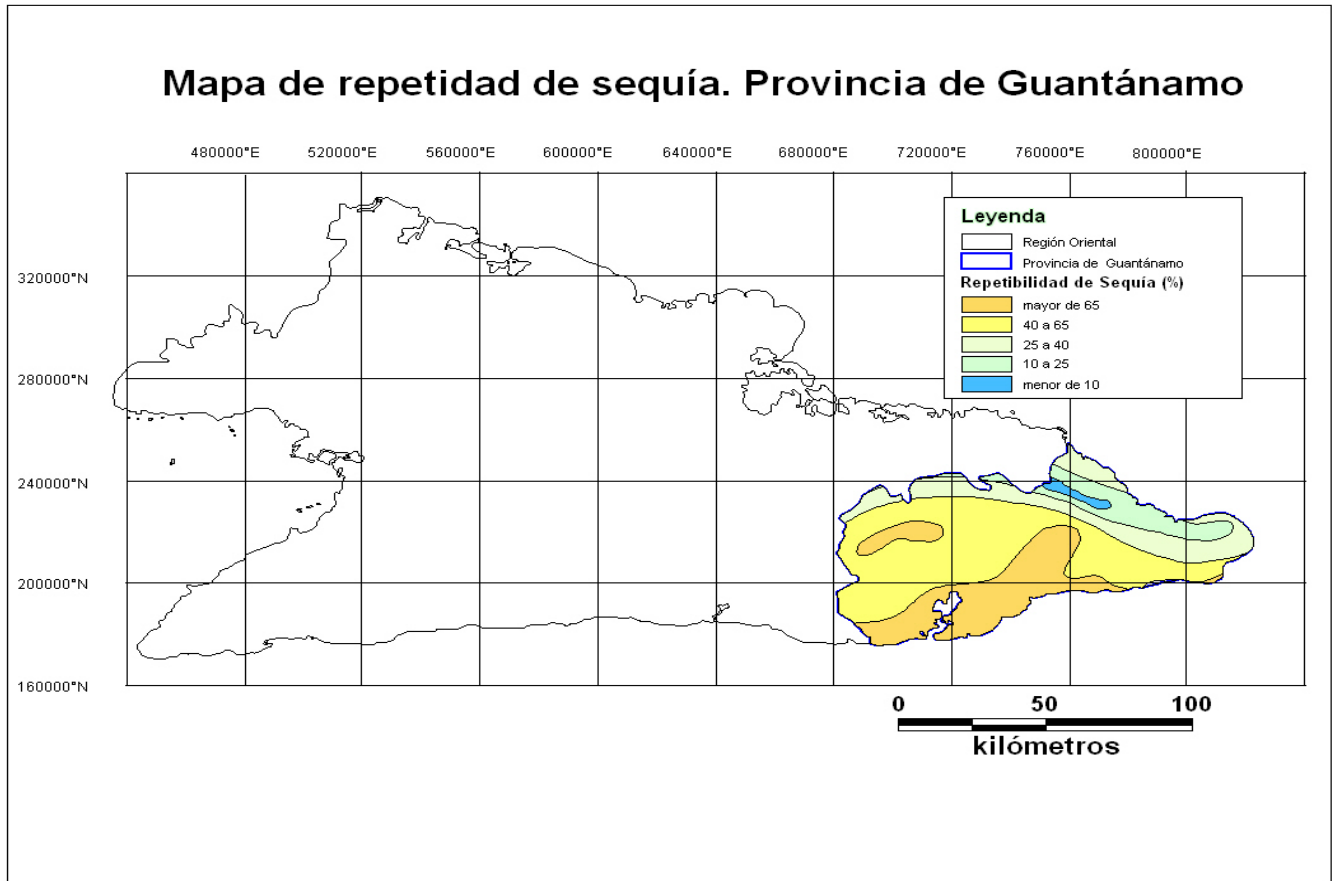
El cálculo de la repetibilidad de sequía lo realizamos por un programa estadístico que se utiliza para las pruebas de bondad de ajuste a distribuciones teóricas de probabilidades por el método de Smirnov- Kolmogorov. El mismo realiza los cálculos de los parámetros estadísticos: valor medio, desviación típica, coeficiente de variación, entre otros. Las probabilidades empíricas se calculan utilizando la fórmula  $m/N+1$  para valores medios y para el cálculo de las probabilidades teóricas las distribuciones: Normal, Log-normal y de Pearson III, el Delta permisible para el 0.05 de nivel de confianza para 30 años resultó igual 0.24.

El programa da para cada período los resultados de la prueba Smirnov-Kolmogorov de cada distribución mencionada y dice cual de ella es la de mejor ajuste a la serie de datos, evaluándola para el 75% de probabilidad, dando el valor de la lluvia para esta probabilidad a la que llamamos, Lluvia Crítica ( $P_c$ ). Con los datos ordenados en forma

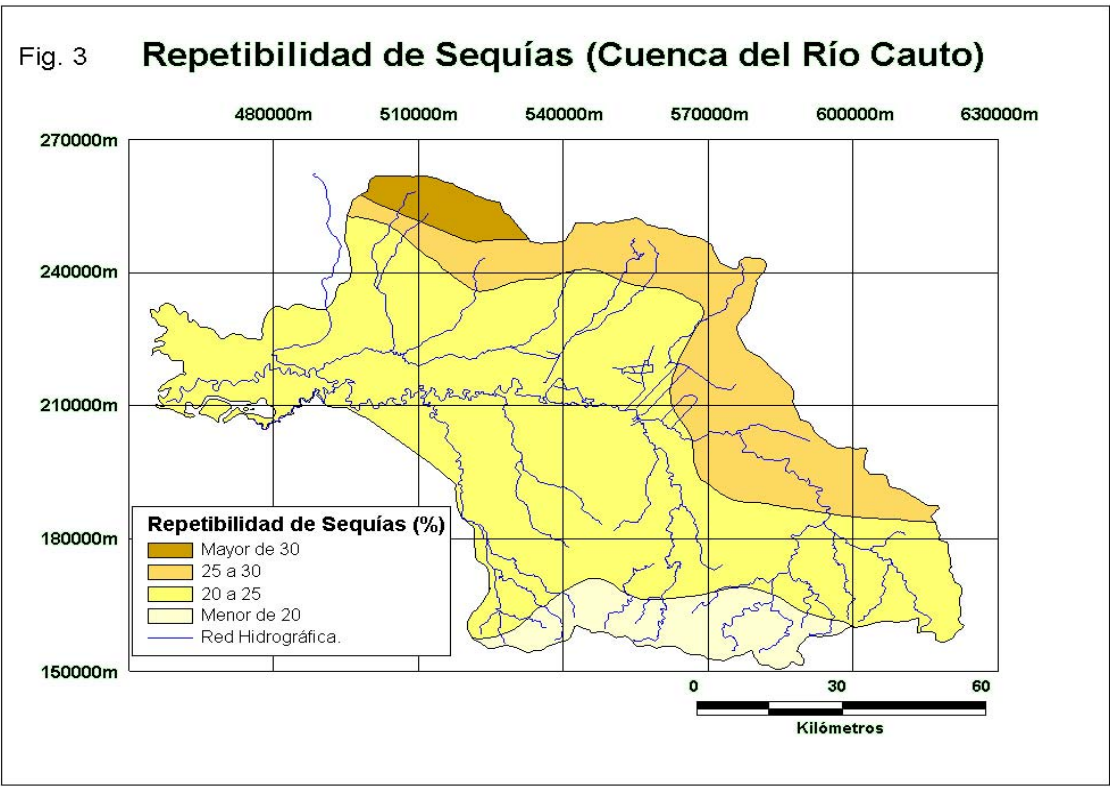
decreciente se cuentan los períodos que son iguales o menores a la  $P_c$ , sumándolos y dividiéndolos entre el total de períodos utilizados, posteriormente multiplicándolos por 100 permite determinar la probabilidad (en porcentos) de repetición de períodos secos.

## **RESULTADOS**

La provincia de Guantánamo, presenta una distribución espacial de probabilidad de ocurrencia de sequías, que se caracteriza por encontrarse la menor probabilidad en las montañas de Sagua- Baracoa con un 10%, aumentando hacia la costa meridional hasta valores máximos del 65%, que incluye toda la faja costera del sur, extendiéndose hacia los valles de Guantánamo y Caujerí y estrechándose hacia Punta Caleta. Otro máximo se ubica en la depresión Carrera Larga, mientras el 50% se encuentra aproximadamente en la faja central de la provincia. En esta franja la mitad de los años son secos y la otra mitad pueden ser medios o lluviosos.



En cambio la repetibilidad de sequías en la cuenca del Río Cauto (Fig. 3) se encuentra entre los valores de 15% al 35%. En su distribución espacial, la menor probabilidad de ocurrencia de sequías (<20%) se corresponde con la zona más elevada de la Sierra Maestra y Contramaestre, aumentando hacia el norte de la cuenca, encontrándose el máximo hacia el noroeste con 35 %. Una gran parte del territorio de la cuenca está afectado por sequías intensas una vez cada 3-4 años, siendo las zonas de mayor afectación los municipios Urbano Noris, Cacocúm y Calixto García en la provincia de Holguín y la provincia de Las Tunas.



**CONCLUSIONES**

- La aplicación de esta metodología facilita la comparación y el estudio de períodos de sequías que ocurren en un territorio o país.
- La isolínea del 10% señala, sin dudas, el mínimo nacional de repetibilidad de sequías.
- En la provincia de Guantánamo se presenta la particularidad de producirse sin dudas, el mínimo y el máximo nacional de repetibilidad de sequías.
- En la cuenca del Cauto la zona noroeste fue la de mayor afectación por repetibilidad de sequías, por el contrario, Guantánamo presenta la faja costera sur con la mayor afectación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cisneros, L., Celeiro, M., Batista, J.L. (1996): Metodología cuantitativa para la determinación de sequías en un territorio. Rev. Mapping, No.32, Madrid, p.74-76.
- Durán D. (2003): Las sequías como riesgo natural. EcoPortal.net
- Guardiola, J. (1974):Curso de Climatología. Instituto cubano del libro, La Habana, 445 pp.
- Herbst, P.H. (1966): A technique in the evaluation of drought from rainfall data. Journal Hidrology . 4(3) pp.262-272.
- Kenneth; F.H (1985): Sequía, Variación Climática y Desertificación. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza, 35pp.
- Lapinel B.(1993): La sequía en Cuba: análisis del período 1931-1990. INSMET. La Habana.
- Lapinel B; et.al. (2000): Sequías, aridez y desertificación; términos de referencia. Versión del sistema nacional de vigilancia de la sequía. INSMET. La Habana.
- Lapinel B; et al (2001): Análisis de los factores de riesgo. En: Análisis y cartografía de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Cuba. Ed. PMA en Cuba, capítulo III, , pp 57.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente., CIGEA (2000): Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en la República de Cuba. FAO-CITMA. 137 pp.
- Ogallo J. (1984): Climate variations, drought an desertification.
- OMM N° 906 (1999): Sistemas de alertas tempranas para casos de sequía y desertificación. Ginebra. P. 3-4.
- Sastri, A.S. (1981): A new method for classification of droughts Agricultural. Archives for meteorology geophysics and bioclimatology. Pp.293-297.
- Trusov I., A. Izquierdo, L. R. Díaz. (1983): Características espaciales y temporales de las precipitaciones atmosféricas en Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Geografía, 150 pp.
- UNDRO (1992): Drought emergency in Southern Africa. May-June, 24 pp.
- UNESCO (1984): El clima , la sequía y la desertificación. Revista La Naturaleza y sus Recursos, vol.XX, No.1.