

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS DE RIESGO DE SEQUÍA EN EL NORDESTE DE BRASIL

Óscar MARCOS VALIENTE

Oficina de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (OSSMA). Universidad de Barcelona

RESUMEN

El artículo analiza las variaciones observadas durante el siglo XX en los principales parámetros de riesgo de sequía en el Nordeste de Brasil (precipitación media, variabilidad, estacionalidad y persistencia), con el objeto de constatar si las tendencias marcadas por modelos de cambio climático, los cuales sugieren un progresivo incremento de la precipitación media en la región, fuerzan una reducción del riesgo a este extremo climático.

Palabras clave: Cambio climático, Nordeste de Brasil, Persistencia, Precipitación, Riesgo, Sequía, Variabilidad.

ABSTRACT

The article analyzes the changes observed during the 20th century in Northeast Brazil's main drought risk parameters (mean precipitation, variability, seasonality and persistence). The goal is to check if the trends shown by climate change models, which suggest a progressive increase of mean rainfall in the region, force a reduction of the risk to this climatic extreme.

Keywords: Climate Change, Drought, Northeast Brazil, Persistence, Rainfall, Risk, Variability.

1. INTRODUCCIÓN

El Nordeste de Brasil, con una extensión de 1,5 millones de km², y situada entre 1° y 18° S y 35° y 47° W, es una región tropical densamente poblada que se halla sometida a episodios de sequía recurrentes con graves consecuencias para la población y la economía. En MARCOS (1999) se analizó en esta región el comportamiento de cuatro componentes de riesgo de sequía (precipitación media, variabilidad, estacionalidad y persistencia), definiendo un índice cuantitativo que permitió establecer una caracterización de la distribución espacial del riesgo a este extremo climático: alto en el sertão norte, medio en el sertão sur, en casi la totalidad de Piauí y Maranhão, en el norte de Minas Gerais, y en el litoral oriental desde Rio Grande hasta Sergipe, y bajo en el litoral de Bahía, en el extremo occidental de Maranhão y en el sur de Piauí.

Sin embargo, este análisis no tomaba en consideración la posible variación temporal de los parámetros de riesgo, definiendo exclusivamente una situación promedio para el período temporal analizado (1911-1991). Tanto la demostrada existencia de variaciones cíclicas en la situación media oceánico-atmosférica que determina el clima de la región Nordeste, como las evidencias de la existencia de tendencias ligadas al cambio climático en parámetros como el de precipitación media, hacen necesaria una revisión de los componentes de riesgo desde una perspectiva dinámica.

Respecto a posibles indicios de cambio climático en la región, diversos estudios confirman la existencia de variaciones significativas en las características pluviométricas. Así, CONTI (1995) encontró una tendencia al incremento de la precipitación en el 50% de las estaciones analizadas, mientras que los modelos de cambio climático utilizados por el IPCC (1999), como el del *Hadley Centre*, prevén un incremento de las precipitaciones para la región Nordeste de hasta 2 mm diarios para finales del siglo XXI.

2. METODOLOGÍA Y FUENTES

El análisis planteado en este artículo presenta tres métodos complementarios. Por un lado, se procede al estudio de la evolución temporal por períodos de treinta años, de los cuatro componentes de riesgo de sequía señalados como más determinantes en MARCOS (1999). Tres de ellos se hallan definidos en PITA LÓPEZ (1989) y MARTÍN-VIDE (1998), precipitación media, variabilidad (a través del coeficiente de variación), y duración (mediante el parámetro persistencia), y el cuarto es la estacionalidad, un parámetro que incrementa el riesgo de sequía cuando el ciclo anual de lluvias se presenta en forma de una corta estación húmeda y un prolongado período seco, y lo reduce si la precipitación es homogénea durante el año. El análisis de los cuatro parámetros de riesgo se aplica a tres estaciones, dos utilizadas recurrentemente como referencia en el estudio de la sequía en la región (Fortaleza y Quixeramobim), y una tercera elegida por mostrar una evolución diferente (Bonfim).

El segundo método utilizado es el cartográfico, analizando la distribución espacial de los cuatro parámetros de riesgo antes indicados en dos treintenios: 1931-1960 y 1961-1990. Para este estudio espacial se utiliza la información termopluiométrica de 24 estaciones repartidas por toda la región, y cuya ubicación se señala con un punto en cada uno de los mapas que figuran en el artículo. La tercera metodología elegida es el análisis de las variaciones espaciales y temporales del índice de riesgo de sequía (IRS), herramienta definida en MARCOS (1999), y que permite una cuantificación conjunta de los cuatro parámetros de riesgo.

La selección de las estaciones utilizadas en el estudio se ha basado en la disponibilidad de series largas y con un número mínimo de meses sin datos, en la calidad de la serie (MOLINIER *et al.* (1994), establecen una categorización cualitativa de las series pluviométricas nordestinas), y en la disposición territorial. De esta forma, las 24 estaciones seleccionadas contienen la mayor información posible tanto desde el punto de vista temporal (todas ellas cubren el período 1931-1990), como del espacial (cubren la totalidad de la región Nordeste, con excepción de los estados de Maranhão y Minas Gerais, y del extremo oriental de Piauí y Bahia, áreas en las que las series contienen una información insuficiente para este estudio al iniciarse a partir de 1960) (Figura 1).

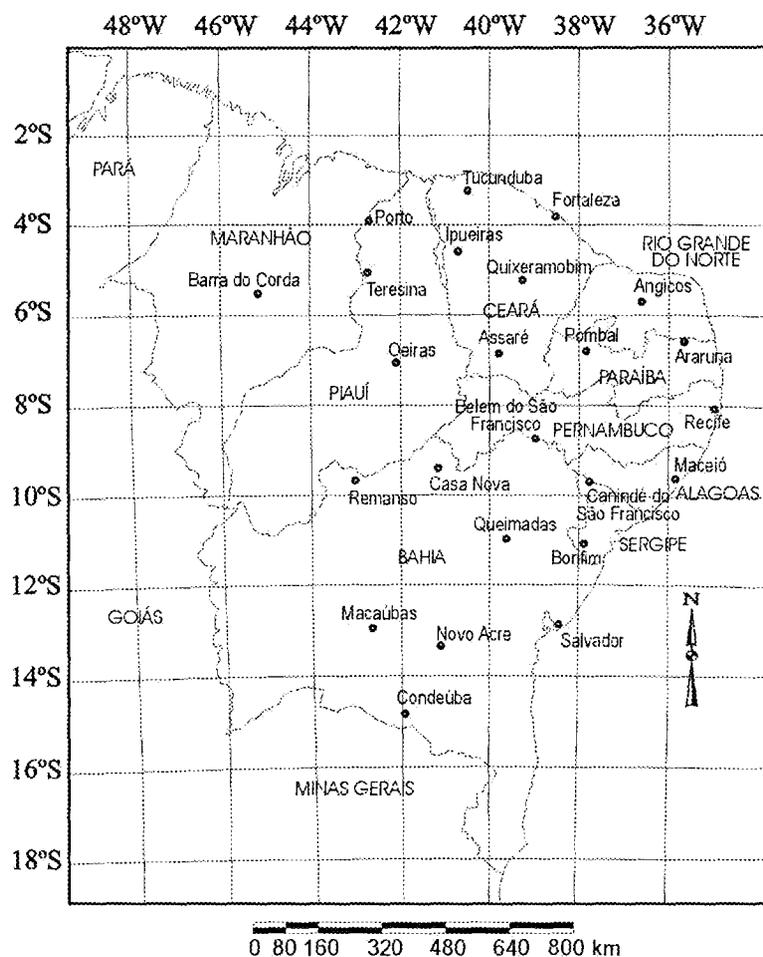


Fig. 1: Localización de los observatorios seleccionados.

Las series han sido proporcionadas por la Superintendencia de Desarrollo del Nordeste (SUDENE), a través de la División de Hidrometeorología, y la homogeneización de la pluviometría anual en cada serie ha sido realizada en origen por HIEZ (1978), JACCON *et al.* (1982) y CADIER (1994) mediante el método de vector regional (HIEZ, 1977). Las lagunas de información mensual fueron completadas con información procedente de bases de datos alternativas, como la del *Global Historical Climate Network* NCDC-NOAA (1998), o la del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE), y en caso necesario, se reconstruyó el dato con información de estaciones próximas. En todos los casos, sólo se utilizó aquella información si la serie de origen y la de referencia mostraban una correlación significativa al 99%. Finalmente, los datos para los que no fue posible obtener una correlación significativa con series de estaciones próximas fueron sustituidos por el promedio mensual del treintenio.

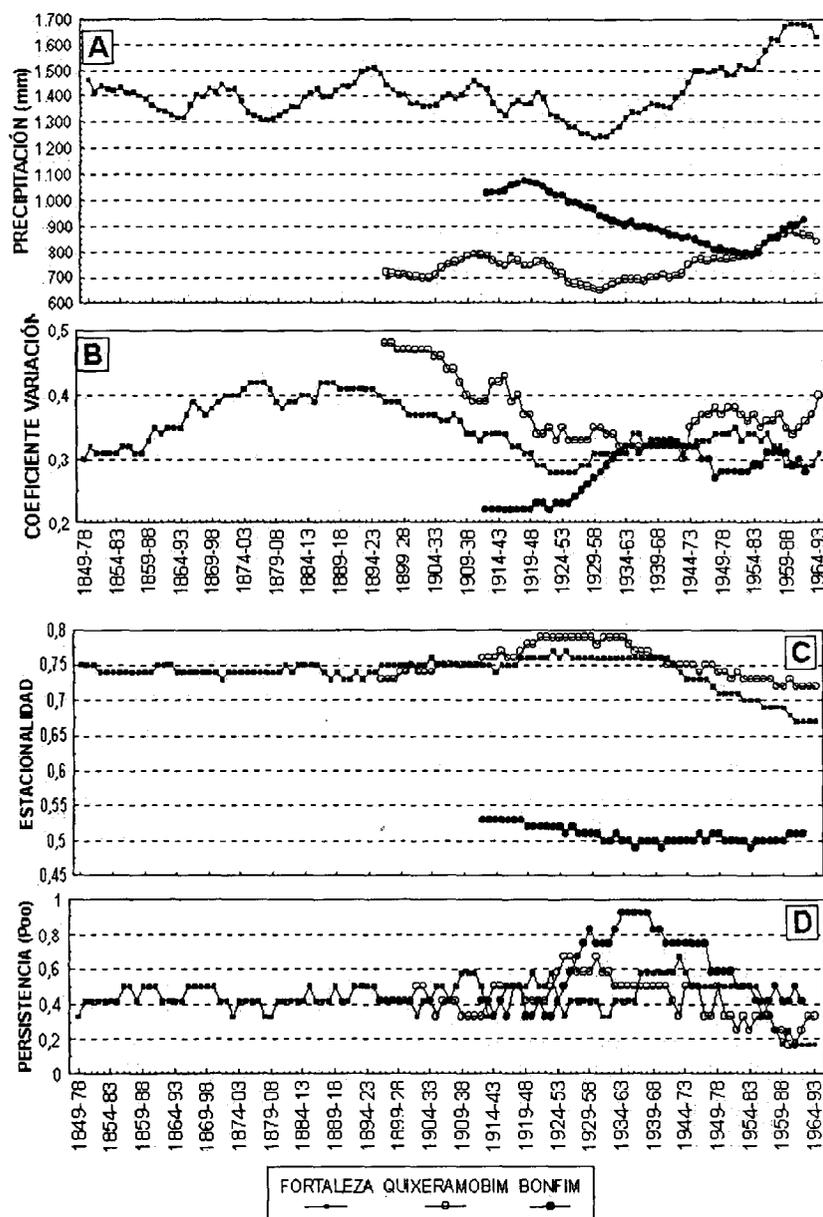


Figura 2. Evolución de los valores treintenales de precipitación media (A), coeficiente de variación (B), estacionalidad (C) y persistencia (D), en Fortaleza ($3^{\circ}44'S$, $38^{\circ}32'W$, 26 m), Quixeramobim ($5^{\circ}12'S$, $39^{\circ}18'W$, 187 m) y Bonfim ($11^{\circ}03'S$, $37^{\circ}51'W$, 230 m).

El total de información contenida en las 24 series de precipitación mensual es de 24.276 datos, a un promedio de 84 años por serie, oscilando entre los 145 años de la serie de Fortaleza (Ceará) o los 98 años de Quixeramobim (Ceará), y el mínimo de 65 años en Iramaia (Bahia). Un 98,8% de los datos mensuales proceden de las series originales, mientras que el 1,22% restante (295 datos) ha sido reconstruido mediante alguno de los métodos antes señalados. La serie que requirió mayor reconstrucción fue la de Macaúbas (Bahia), con un 5,74% de los meses, mientras que en varias estaciones no fue necesario reconstruir dato alguno, y en la mayor parte de las series el porcentaje de reconstrucción es inferior al 1%.

3. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RIESGO DE SEQUÍA

La tendencia de incremento de la precipitación media anual señalada por CONTI (1995) para un buen número de estaciones nordestinas queda reflejada, en la figura 2a, en las estaciones de Fortaleza ($r=0,3688$) y Quixeramobim ($r=0,4308$). Para el conjunto temporal de ambas series, la tendencia positiva es significativa al 99,99%. El aumento de las precipitaciones es especialmente destacado entre los treintenos 1929-1958 y 1961-1990 (Fortaleza, $r=0,9267$; Quixeramobim, $r=0,9724$; ambos significativos al nivel del 99,99%), registrándose un aumento del 25% en ambas estaciones entre los mencionados períodos.

El comportamiento anterior es de carácter cíclico, de tal forma que considerando en su conjunto la segunda mitad del siglo XIX y los primeros treinta años del XX en la estación de Fortaleza, se registra una mínima disminución, con oscilaciones destacables en períodos más cortos: entre 1849-1878 y 1864-1893 se produce una reducción pluviométrica sólo truncada por un fuerte aumento ligado a las fuertes lluvias de los años 1866, 1872 y 1873 (más de 2000 mm cada uno de los tres años), desde 1865-1894 a 1893-1922 tiene lugar un período de constante incremento del promedio treintenial, mientras que entre 1894-1923 y 1928-1957 se produce un nuevo período de reducción pluviométrica.

La estación de Bonfim muestra una tendencia totalmente contraria, con una disminución para el conjunto de la serie ($r=-0,8635$, significativo al 99,99%) que es especialmente acusada en el período comprendido entre los treintenos 1918-1947 y 1954-1983 ($r=-0,9892$, también significativo al 99,99%). En este caso, el porcentaje de reducción es del 25%, muy similar al incremento relativo experimentado en Fortaleza y Quixeramobim.

Respecto a la evolución expresada por el coeficiente de variación (Figura 2b), muestra tendencias de sentido inverso a las reflejadas por la precipitación media, lo cual redundo en un incremento del riesgo de sequía en Bonfim, y una reducción en Fortaleza y Quixeramobim, pero se observan diferencias en la pendiente de esa tendencia y en la temporalización de los cambios y puntos de ruptura.

Así, mientras que la reducción de variabilidad en Fortaleza no es estadísticamente significativa para el conjunto de la serie, sí son significativos el incremento registrado entre 1849-1878 y 1877-1906, o la disminución del período comprendido entre 1878-1907 y 1924-1953. Desde ese último treinteno, Fortaleza experimenta un período de variabilidad más estable, con una ligera pendiente creciente. Por su parte, Quixeramobim presenta una fuerte tendencia negativa de variabilidad,

especialmente significativa entre los treintenios 1896-1925 y 1943-1972. Desde entonces, el coeficiente de variación en esa localidad se halla en incremento. Finalmente, Bonfim registra un aumento de variabilidad basado exclusivamente en el incremento del coeficiente de variación experimentado entre 1925-1954 y 1934-1963, puesto que los períodos inicial y final de la serie reflejan una gran estabilidad.

El parámetro de riesgo que menores variaciones refleja es la estacionalidad (Figura 2c), definida como la proporción de precipitaciones del cuatrimestre más lluvioso respecto al total anual (en este caso, todos los valores se expresan con promedios treintenales). En el caso de Fortaleza, la estación húmeda ha estado concentrando invariablemente cerca de un 75% de la precipitación anual desde el inicio de la serie hasta el treintenio 1941-1970. A partir de entonces, la estacionalidad ha disminuido hasta dos tercios de la precipitación total anual.

Quixeramobim, por su parte, mantiene siempre una estacionalidad superior a 0,70 y no registra tendencia alguna en el conjunto de la serie, aunque sí se detectan variaciones en diferentes períodos: suave incremento entre 1896-1925 y 1921-1950, compensado por la disminución experimentada desde el treintenio 1934-1963. Finalmente, en Bonfim la tendencia es negativa para el conjunto del período, aunque no significativa tal y como se observa en la gráfica (Figura 2c). Según se desprende de estos resultados, el parámetro estacionalidad produce pocas variaciones de riesgo independientemente del período temporal analizado.

Por último, la persistencia de la sequía, calculada mediante la probabilidad de que a un año seco le suceda otro año seco (se ha elegido como umbral de año seco el segundo quintil), muestra un comportamiento más irregular, con fuertes variaciones entre treintenios consecutivos. Esta característica es consecuencia del método de cálculo, puesto que al ser fijo el número de años secos (para un treintenio son doce), una mínima variación en la distribución consecutiva de los mismos deriva en un fuerte salto numérico del valor de persistencia.

En el conjunto de las tres series, apenas se observa variación de persistencia, apenas una disminución poco significativa en Quixeramobim. Sin embargo, sí se detectan períodos de fuerte aumento o disminución en cada serie. Fortaleza, tras una larga estabilidad, inicia un aumento de persistencia en 1925-1954, que culmina en el treintenio 1943-1972; a partir de entonces, la persistencia de la sequía disminuye progresivamente hasta el final de la serie. Quixeramobim también mantiene una persistencia próxima a 0,4 hasta 1922-1951, para experimentar un fuerte aumento hasta 1925-1954 (ligado al largo episodio seco de la primera mitad de la década de los 50), e iniciar una progresiva disminución que culminó en 1960-1989 con una persistencia mínima de 0,2.

Bonfim, por su parte, muestra una evolución de los valores de persistencia similar a la de las dos estaciones cearenses, pero con tendencias mucho más definidas: a la estabilidad inicial de la serie (entre 1912-1941 y 1923-1952), le sucede un fuerte y constante incremento que culmina con valores superiores a 0,9 en el treintenio 1934-1963, para iniciar una progresiva disminución hasta 0,4 en el último treintenio analizado (1962-1991).

Pese a que en cada serie los valores máximos de persistencia se alcanzan en momentos diferentes, cada uno de los treintenios contiene el largo período seco que el Nordeste padeció durante la

década de los 50. La sucesión de años secos en ese período marca el punto de inflexión para el cálculo de persistencia en las estaciones nordestinas.

La respuesta del riesgo de sequía a estas variaciones de los cuatro componentes analizados apunta hacia una reducción del mismo en Fortaleza y Quixeramobim, mientras que en Bonfim se estaría produciendo un aumento del riesgo. Estas tendencias son especialmente acusadas durante la segunda mitad del siglo XX, en especial a partir de 1959 en las estaciones cearenses, coincidiendo con el fin del largo período seco que azotó la mitad meridional del Nordeste en la década de los 50.

4. VARIACIONES EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL RIESGO DE SEQUÍA

Además de confirmar los resultados apuntados en el apartado anterior, el análisis espacial de las variaciones experimentadas por los parámetros de riesgo de sequía entre los treintenios 1931-1960 y 1961-1990, permite detectar áreas anómalas y establecer zonaciones en función del sentido y la cuantía de esa mudanza.

La precipitación media (ver parte superior de la figura 3a) muestra un incremento generalizado en todo el Nordeste, con excepción de algunos puntos localizados en el agreste de Alagoas y Sergipe (10-11°S, 37-38°W), que registran leves disminuciones. Porcentualmente, el incremento observado se sitúa en un 20-25% del promedio del treintenio 1931-1960. Pese a que no resulta posible determinar si este incremento es un indicio de posibles efectos producidos por el cambio climático, una prolongación en el tiempo de esta tendencia positiva validaría los resultados señalados por el IPCC (1999) para la región Nordeste, reduciendo sensiblemente el riesgo de sequía originado por el volumen de precipitación media.

Por el contrario, el coeficiente de variación (ver mapas centrales de la figura 3a) no muestra grandes variaciones, apenas un leve aumento generalizado en un contexto de valores relativamente altos, que deriva en una mayor homogeneización en la distribución de la variabilidad de las precipitaciones. Examinando detalladamente los valores de cada treintenio, los mayores cambios se producen en el litoral oriental (6-10°S, 35°W), y en el noroeste de Ceará (3-5°S, 40-42°W), que experimentan un incremento significativo del CV. Tendencia inversa, aunque con una disminución mucho más localizada presenta el área de Teresina (5-6°S, 42-43°W), o de menor cuantía como en el corazón del sertão. En esta última zona, el CV era superior a 0,40 en 1931-1960 en todo el valle medio del San Francisco, con áreas localizadas superando 0,45, mientras que en el treintenio 1961-1990 sólo se superaba ese valor en el tramo comprendido entre los embalses de Paulo Afonso y Sobradinho (9°S, 38-40°W).

Combinando estos dos parámetros de riesgo, se observa que la precipitación aumenta en la región, pero al hacerlo también la variabilidad, el riesgo de sequía no puede disminuir proporcionalmente al incremento pluviométrico. El aumento del CV permite concluir que la disponibilidad hídrica en determinados años del treintenio 1961-1990 siguió quedando comprometida por anomalías negativas de precipitación, en ocasiones con un déficit mayor que el del treintenio anterior.

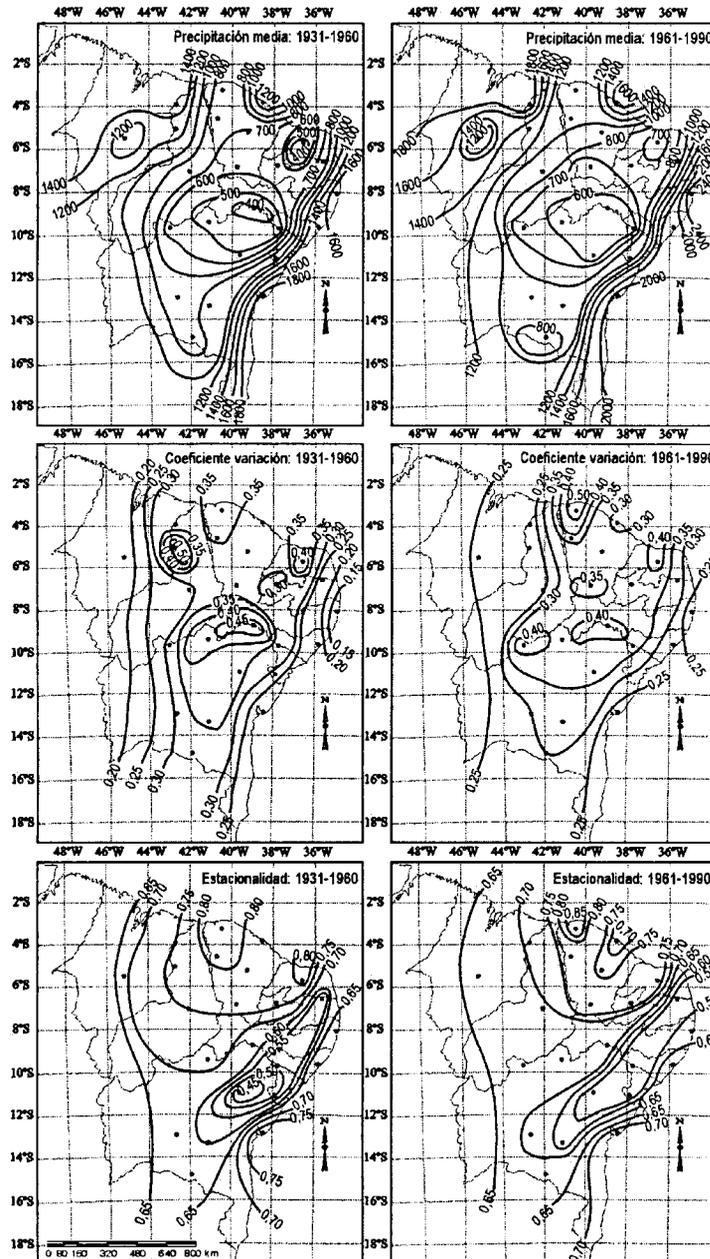


Figura 3a. Parámetros de riesgo en el Nordeste de Brasil, 1931-60 y 1961-90.

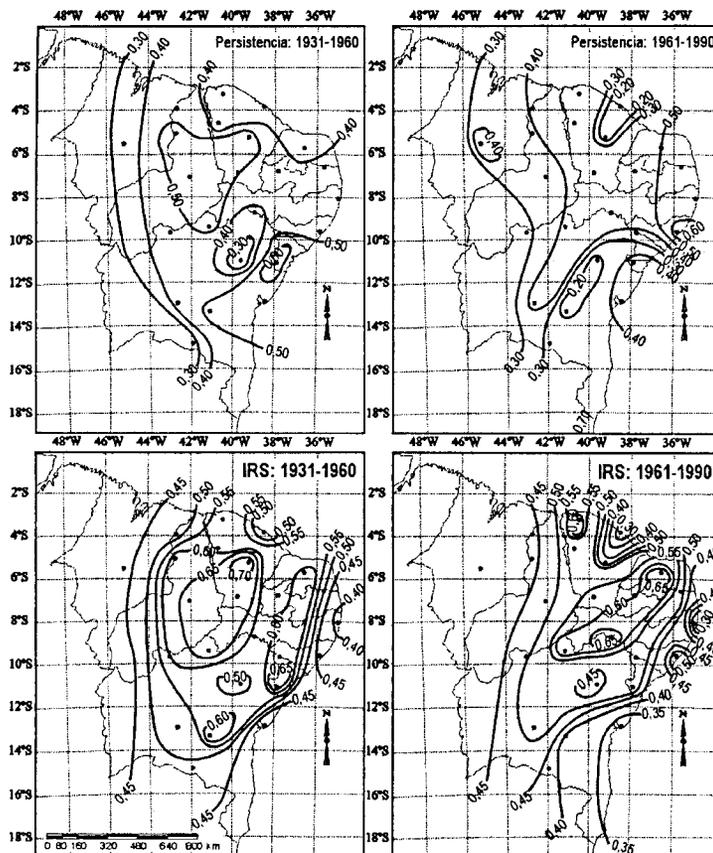


Figura 3b. Parámetros de riesgo en el Nordeste de Brasil, 1931-60 y 1961-90 (continuación).

La evolución de los valores de estacionalidad, pese a mantener valores altos, por encima de 0,70 en la mayor parte del Nordeste durante los dos treintenios, muestra una variación generalizada en sentido negativo (ver mapas en la parte inferior de la figura 3a). La disminución es especialmente significativa en el extremo nororiental de la región (interior del estado de Rio Grande do Norte: 5-6°S, 36-37°W), y en todo el litoral oriental. Más localizadamente, se detectan incrementos de estacionalidad en el extremo nororiental de Bahia (10-12°S, 38-41°W). Al igual que en el caso de la precipitación media, la evolución de este indicador estaría contribuyendo a una disminución del riesgo de sequía.

Finalmente, el indicador de persistencia (parte superior de la figura 3b) presenta una tendencia de disminución entre los dos treintenios analizados en la mayor parte del Nordeste, con extensas zonas de disminución: todo el litoral oriental, oeste de Piauí y noroeste de Bahia (8-13°S, 43-45°W), centro y norte de Ceará (3°30'-5°30'S, 38-39°30'W).

La dificultad de valorar el riesgo de sequía mediante la incidencia individual de los cuatro parámetros analizados hace necesario disponer de una herramienta que los englobe a todos. En MARCOS (1999) se propuso un índice de riesgo de sequía (IRS) que los integra, transformándolos en índices estandarizados (el riesgo mínimo se expresa con 0, y el máximo con el valor 1), y otorgando un peso específico a cada uno de ellos en función de su valor estadístico.

La aplicación del IRS a los dos treintenios analizados permite valorar conjuntamente el riesgo climático de sequía en el Nordeste de Brasil (ver parte inferior de la figura 3b). En términos generales, el riesgo de sequía descende en toda la región, tanto por efecto del incremento de la precipitación media, como por la disminución de los indicadores de persistencia y estacionalidad.

Sin embargo, el fuerte aumento de precipitaciones no se corresponde con una reducción del riesgo de idéntica magnitud, por diversas razones:

1) En el cálculo del IRS, la precipitación media es corregida con la temperatura para valorar adecuadamente la disponibilidad hídrica, ya que a igual temperatura (precipitación) el riesgo de sequía disminuirá tanto más cuanto mayor (menor) sea la precipitación (temperatura) media. En el Nordeste, el aumento pluviométrico registrado en el interior semiárido apenas reduce el riesgo por su elevada evapotranspiración (buena parte del incremento compensará el déficit existente, generando un superávit mínimo), mientras que en el litoral oriental, en el litoral norte o en el extremo occidental de la región (al oeste de los 44°W), donde la precipitación media es más elevada, el incremento genera en su totalidad un superávit que sí reduce significativamente el riesgo de sequía.

2) La variabilidad se ha incrementado, aunque levemente, de forma generalizada en toda la región, por lo que el riesgo de que se registre un año seco permanece o incluso crece pese a que la precipitación media haya aumentado.

3) El resto de indicadores (estacionalidad y persistencia), pese a contribuir a una disminución del riesgo, lo hacen más moderadamente que el de precipitación. Mientras que la estacionalidad sólo disminuye levemente, la reducción de persistencia sólo es significativa en el sudeste de Bahía (12-15°S, 39-41°30'W) y en el centro de Ceará (4-6°S, 38°30'-40°W).

Las áreas que registran la mayor reducción de riesgo son el litoral oriental, el litoral norte de Ceará y el centro de este mismo estado, el sudeste de Bahía y el sudeste de Piauí. En el resto del Nordeste la disminución es leve, mientras que áreas localizadas como el interior de Rio Grande do Norte (5-6°S, 36-37°W), el extremo noroccidental de Ceará (3-4°S, 41°W), y el valle submedio del río San Francisco entre las represas de Paulo Afonso y Sobradinho (9°S, 38-40°W), registran un pequeño incremento del riesgo de sequía.

5. CONCLUSIONES

La fuerte tendencia al incremento de las precipitaciones observada tanto en el análisis individual de las estaciones de Fortaleza y Quixeramobim, como en el estudio cartográfico comparativo de los treintenios 1931-1960 y 1961-1990, y que puede cifrarse en un 20-25% para el conjunto del Nordeste entre ambos períodos, no revierte en una reducción de similar cuantía del riesgo de sequía por el comportamiento del resto de parámetros de riesgo. El suave aumento de la variabilidad y el incremento de la estacionalidad y la persistencia en determinadas zonas

compensan esa tendencia positiva de la precipitación media y mitigan su impacto sobre la reducción del riesgo de sequía.

Tanto los cuatro parámetros de riesgo analizados como el IRS, que permite una valoración conjunta, apuntan a una disminución del riesgo de sequía, en una cuantía que viene determinada principalmente por la evolución del indicador de precipitación, que es el que registra cambios más significativos. Las áreas más húmedas, como el litoral oriental o el litoral norte, donde no hay déficit hídrico derivado de la evapotranspiración, y el incremento pluviométrico se transforma en su totalidad en superávit, registran una fuerte reducción del riesgo, pasando de 0,40-0,45 (riesgo medio) en 1931-60, a menos de 0,40 (riesgo bajo) en 1961-90. Por el contrario, en el interior semiárido, donde la precipitación media es más baja y el aumento pluviométrico ha de compensar en parte el déficit hídrico que genera la fuerte evapotranspiración, la disminución del riesgo es mínima, registrándose un pequeño aumento del riesgo de sequía en algunas zonas del valle submedio del San Francisco, como en el tramo comprendido entre los embalses de Paulo Afonso y Sobradinho.

De confirmarse la tendencia de incremento de precipitaciones en la región apuntada por los modelos en escenarios de cambio climático, las áreas de mayor riesgo podrían llegar a ver compensado su déficit hídrico y disponer de un exceso de precipitación que reduciría significativamente su riesgo de sequía. Pese a la dificultad de valorar adecuadamente la evolución de los parámetros estacionalidad, variabilidad y persistencia en ese contexto, parece plausible afirmar que la región Nordeste se encamina a una progresiva y significativa reducción del riesgo climático de sequía.

6. REFERENCIAS

CADIER, E. (1994): "*Hidrologia das pequenas bacias do Nordeste semiárido. Transposição hidrológica*". (Serie Hidrologia, 31). Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, ORSTOM. Recife. 473 pp.

CONTI, J.B. (1995): "*Proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste brasileiro*". Tesis de libre-docencia, Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias Humanas, Universidad de São Paulo, São Paulo.

HIEZ, G. (1977): "L'homogénéité des données pluviométriques". *Cahiers ORSTOM* (Sér. Hydrologie), 14 (2), pp. 129-172.

HIEZ, G. (1978): "*Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste, 2ª parte A. Homogeneização dos dados. Método do vetor regional*". Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, 87 pp.

IPCC (1999): "*The IPCC Data Distribution Centre*". Norwich, Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>.

JACCON, G., OLIVEIRA, M.S. y PAZ, J.E. (1982): "*As precipitações anuais da região paraibana: homogeneização e análise regional*". Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, 97 pp.

MARCOS, O. (1999): "Aproximación a la elaboración de un índice de riesgo de sequía en el

Nordeste de Brasil”. RASO NADAL, J.M. y MARTÍN-VIDE, J. (Eds.): “*La climatología española en los albores del siglo XXI*”, Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 1, Barcelona, pp. 297-306.

MARTÍN-VIDE, J. (1998): “Cambios en el sistema climático: escalas, métodos y efectos (desertificación)”. “*Anales del Seminario Internacional sobre Inserción del Semiárido Latinoamericano en el Proceso de Globalización de la Economía Mundial*”; IPA-UNIFACS, Salvador de Bahía, pp. 515-528.

MOLINIER, M., ALBURQUERQUE, C. y CADIER, E. (1994): “*Análise da pluviometria e isoietas homogeneizadas do Nordeste Brasileiro*”. Série Hidrologia, 32, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste / ORSTOM, Recife, 63 pp.

NCDC-NOAA (1998): “*Global Historical Climate Network. Version 2 Precipitation Data*”. Boulder, Colorado: National Climatic Data Center-National Oceanic and Atmospheric Administration; <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/ghcn/v2/v2.precip.beta.data.Z>.

PITA LÓPEZ, M^a F. (1989): “La sequía como desastre natural. Su incidencia en el ámbito español”. *Norba. Revista de Geografía*, VI-VII, pp. 31-61.