

La sequía australiana de 2005



Foto: Departamento de Asuntos Exteriores y Comercio del Gobierno Australiano

Por Andrew B. Watkins, del Centro Nacional del Clima, Oficina de Meteorología, PO Box 1289, Melbourne, VIC 3001
a.watkins@bom.gov.au

Introducción

Los cinco primeros meses de 2005 fueron excepcionalmente secos en la mayor parte de Australia (Figura 1), lo que hizo que muchos calificaran este período como de sequía verdaderamente excepcional. Aunque llamar “sequía” a un período tan corto de condiciones secas puede sonar extraño en un continente con fama de episodios secos de larga duración, y mucho más en el continente con la variabilidad climática más grande de la Tierra, la primera mitad de 2005 llegó

después de la pequeña recuperación de la mitad oriental del continente de la sequía extrema de 2002-2003.

Condiciones antecedentes

Podría decirse que la sequía australiana relacionada con El Niño de 2002-2003 (Coughlan y otros, 2003) fue una de las peores sequías a corto plazo, si no la peor, de la historia meteorológica con registros de Australia (Nicholls, 2004), prolongándose desde marzo de 2002 hasta enero de 2003. Los análisis de los registros de precipitación para este período de 11 meses mostraron que el 90 por ciento del país recibió una precipitación por debajo de la mediana a largo plazo, recibiendo un 56 por ciento del país una precipitación en el 10 por ciento más bajo (es decir, el decil 1) de los totales registrados (los registros de precipitación en toda Australia se iniciaron en 1900).

El efecto de las deficiencias generalizadas de precipitación se vio agravado por los altos índices de evaporación potencial como respuesta a unas tempe-

raturas diurnas muy altas. El período comprendido entre marzo de 2002 y enero de 2003 aportó una anomalía de temperatura máxima de +1,51°C; excepcionalmente mayor (0,61°C) que el récord anterior entre marzo y enero establecido en 1980. Durante la sequía de 2002-2003 Australia sufrió incendios forestales generalizados, tormentas de polvo violentas y efectos agrícolas que ocasionaron una caída del Producto Interior Bruto de Australia de más de un 1 por ciento.

Aunque las precipitaciones entre primeros y mediados de 2003 aliviaron bastante las condiciones, 2003 resultó ser un año de precipitación media para Australia, pero no el año por encima de la media necesario para devolver la humedad al suelo, hacer que los ríos fluyeran llenos y rellenar las presas de las granjas y los pantanos de las ciudades. Ciertamente, en la mayor parte de la Australia oriental —la zona más duramente afectada por la sequía de 2002-2003— la precipitación se situó generalmente en el intervalo entre la media y por debajo de la media. De

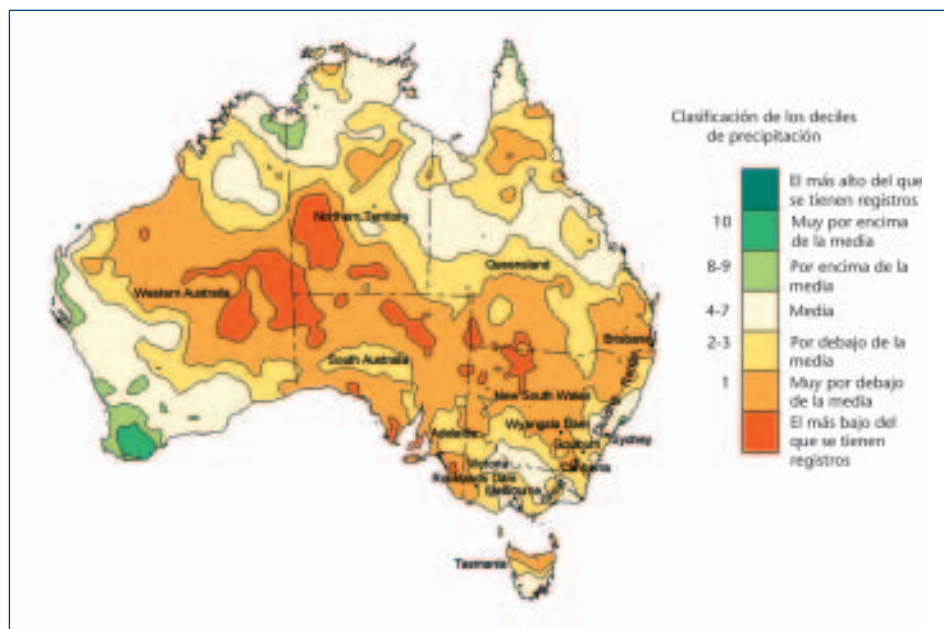


Figura 1 — Deciles de precipitación desde el 1 de enero hasta el 31 de mayo de 2005

nuevo, las anomalías de la temperatura máxima de 2003 fueron altas; $+0,65^{\circ}\text{C}$ por encima de la media del período 1961-1990, y la sexta más cálida desde que se tienen registros. En muchas zonas las cosechas estuvieron por debajo de la media, aunque por lo general por encima de las del año anterior. La recuperación de la sequía resultó ser solo parcial.

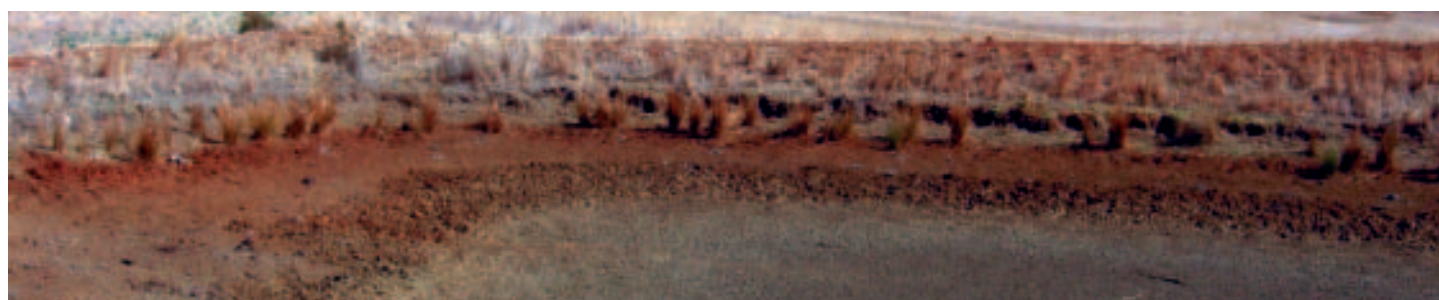
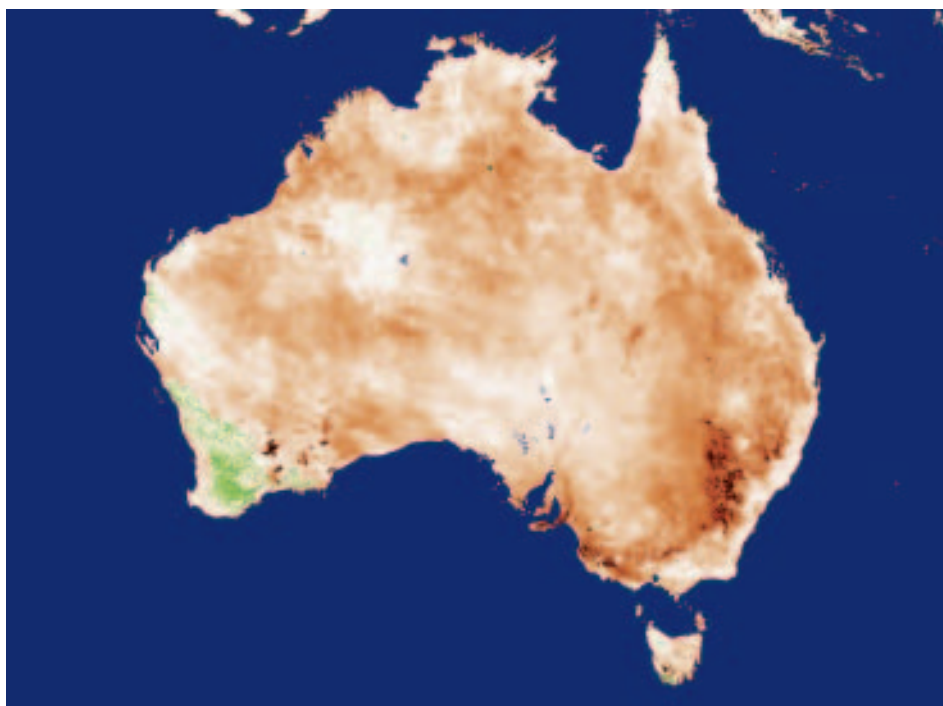
El año siguiente, 2004, se repitió este esquema. De nuevo, precipitaciones de casi normales a por debajo de la normal en la Australia oriental no pudieron aliviar los déficits de precipitación sufridos en esta región desde el episodio de sequía de 2002-2003. En particular, las reservas de agua se mantuvieron en niveles de bajos a extremadamente bajos, lo que ocasionó restricciones de agua para los usuarios urbanos de Adelaida, Melbourne, Canberra y Sidney y menores asignaciones para la mayoría de los regadíos rurales. Las temperaturas diurnas volvieron a estar por encima de la media en la mayor parte de la mitad oriental del continente, ocasionando el octavo año más cálido de Australia ($+0,53^{\circ}\text{C}$) desde que se iniciaron los registros de temperatura anual en toda Australia, en 1910.

La sequedad de principios de 2005

Con un mínimo de tres estaciones de crecimiento de las cosechas y del pasto por debajo de la media y, para algunas regiones, todavía más (el sureste de Australia ya había sufrido una precipitación por debajo de la normal desde finales de 1996), se esperaba que 2005 ofreciera a la agricultura una recuperación de la sequedad a largo plazo. Esto resultó no ser así para los cinco primeros meses, que son de una importancia vital —el período en el que la mayor parte de las regiones cosecheras del sur reciben sus importantísimas precipitaciones de otoño— (Figura 2).



Figura 2 — Imágenes de la anomalía de la vegetación del Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) para enero de 2005 (arriba) y mayo de 2005 (abajo). Las regiones que están más secas y menos saludables que los tres años anteriores se muestran en marrón, mientras que las zonas con vegetación más verde de lo normal se muestran en verde. Las imágenes de la NASA han sido creadas por Jesse Allen, del Observatorio de la Tierra, utilizando datos obtenidos por cortesía del Servicio Agrícola para el Extranjero del USDA y procesados por Jennifer Small y por Assaf Anyamba, del Grupo GIMMS de la NASA (Centro de Vuelos Espaciales de Goddard).



En el período comprendido entre enero y mayo de 2005 Australia recibió, de media, solo 167 mm de precipitación (Figura 1), el segundo total más bajo de enero a mayo (desde 1965) desde que se iniciaron los registros mensuales en toda Australia, en 1950. Las principales zonas agrícolas del sur de Queensland, el centro y el norte de Nueva Gales del Sur y la parte más meridional de Australia del Sur se vieron afectadas de una manera especialmente grave. Victoria Central también sufrió condiciones en general muy secas, a pesar de tener una precipitación media durante todo el período; excluyendo las tormentas récord en 36 horas del 2 y el 3 de febrero, esta zona recibió solo alrededor de la mitad de su precipitación normal. Los déficits de precipitación se vieron, además, dificultados por las temperaturas máximas más cálidas desde que se tienen registros en este período de cinco meses, con las temperaturas de toda Australia 1,75°C por encima de la normal y 0,57°C por encima del récord anterior para el período comprendido entre enero y mayo.

Abril, que suele ser la época del “descanso de abril” para los agricultores del sur, cuando se esperan las primeras y beneficiosas lluvias para la temporada de cosechas, resultó ser todavía más extraordinario. Aparte de que Australia solo sumó de media una precipitación de 10,9 mm durante el mes (cuando la media es de 31,05 mm), las temperaturas máximas fueron superiores a la normal en 3,11°C, no solo 0,7°C por encima de la marca anterior, sino la anomalía más grande registrada en cualquier mes desde que se iniciaron los registros para toda Australia. A esto le siguió un mes de mayo en el que las regiones cosecheras del sur solo recibieron 6 mm de precipitación, en contraste con una mediana de unos 40 mm, y la anomalía de la temperatura máxima en toda Australia fue de +1,95°C, el segundo mayo más

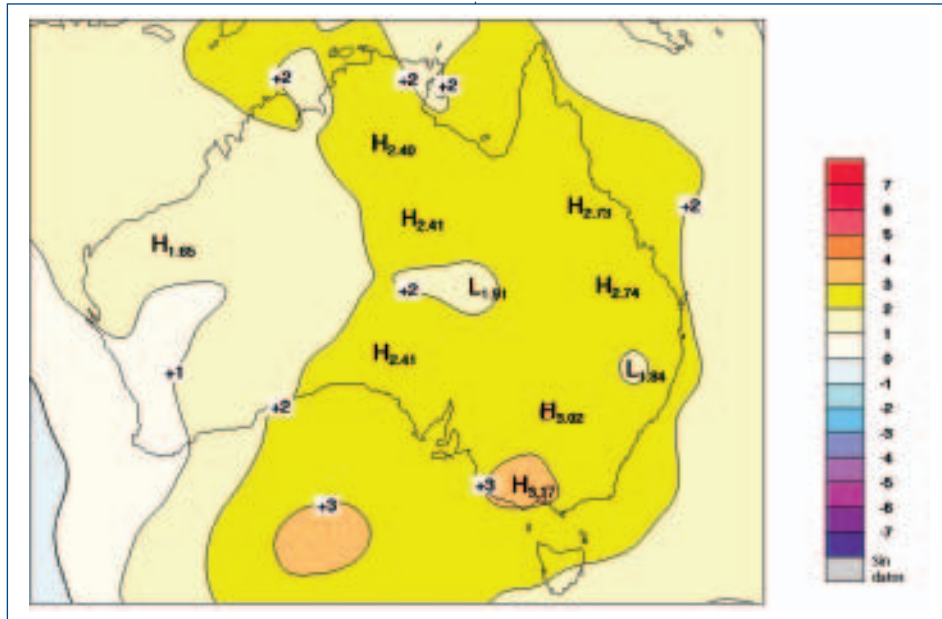


Figura 3 — Anomalías de la presión media al nivel del mar en hPa para el período comprendido entre marzo y mayo (otoño) de 2005 con respecto a la climatología de los reanálisis de 22 años de los Centros Nacionales de Predicción Medioambiental

cálido desde que se tienen registros (después de 2002).

El inicio extremadamente seco de 2005 fue, sobre todo, resultado de unas presiones anómalamente altas sobre el país que estuvieron presentes desde principios de año (Figura 3). Esto no solo fortaleció la dorsal subtropical y, por lo tanto, suprimió toda posibilidad de precipitación en el interior, sino que también evitó cualquier penetración hacia el norte de aire más frío y cargado de humedad proveniente del Océano Austral, sobre todo al mantener la actividad frontal al sur del continente. Las presiones más altas también impidieron cualquier penetración hacia el sur del monzón australiano durante el verano y principios del otoño. Aunque estas condiciones también contribuyeron a la existencia de unas temperaturas altas, estas fueron mucho mayores de lo esperado, dadas las anomalías de la precipitación y, por lo tanto, también reflejaron la tendencia de calentamiento a largo plazo del clima de Australia.

Las condiciones secas y cálidas de principios de 2005, graves en sí mismas, fueron empeoradas, de manera clara, por la sequedad de más larga duración. Tomando en conjunto el este de Australia, el período de cuatro años comprendido entre junio de 2001 y mayo de 2005 fue el período de cuatro años de junio a mayo más seco del que se tienen registros. Para las regiones cosecheras de Australia, solo los cuatro años comprendidos entre junio de 1911 y mayo de 1915 fueron más secos, siendo las condiciones de 2005 comparables a la sequía duradera de la década de 1940. Sin embargo, los años cuarenta constituyeron un período de sequedad incluso más extenso y se puede argumentar, por lo tanto, que, en general, fueron un período más grave en cuanto a deficiencias de precipitación.

De manera similar, si solo se tienen en cuenta los 39 meses a partir de marzo de 2002 (el inicio de la sequía relacionada con el episodio de El Niño



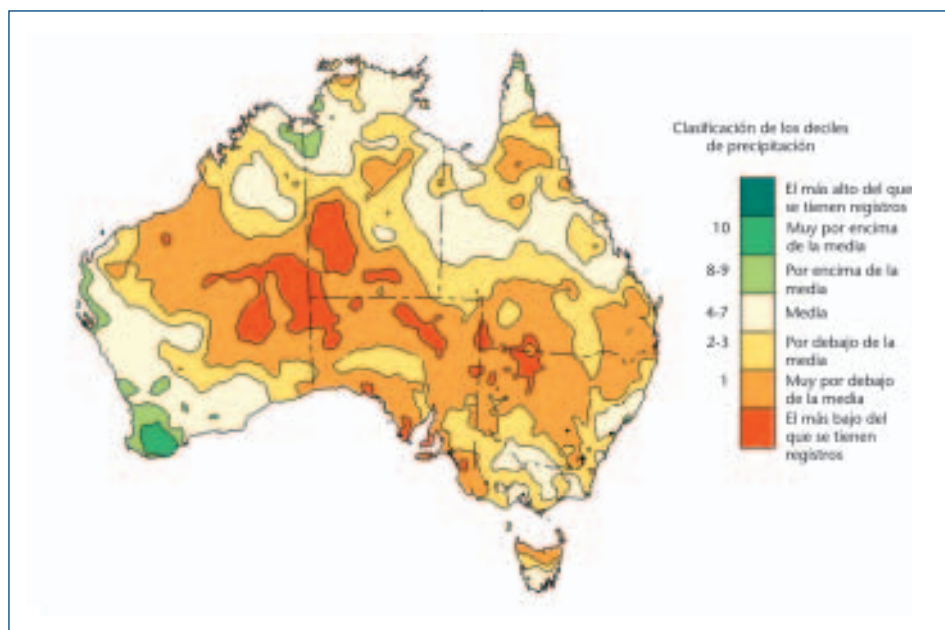


Figura 4 — Deciles de precipitación del período comprendido entre marzo de 2002 (el inicio de la sequía relacionada con el episodio de El Niño de 2002/2003) y mayo de 2005.

de 2002-2003) (Figura 4), el este de Australia (definido como la combinación de las zonas de Queensland, Nueva Gales del Sur, Victoria y Tasmania) vivió su segundo período más seco desde que se tienen registros después del período de sequía de la “federación” de 1900 a 1903. (La sequía de la “federación” comenzó alrededor de 1895 y fue, en consecuencia, en conjunto, un período seco más largo. Se llamó así porque se extendió a lo largo del año 1901, año de creación de la Federación de Australia). De igual manera, el período de 39 meses que empezó en marzo de 2002 fue claramente el más cálido en el este de Australia desde que se tienen registros (anomalía de la temperatura media: $+0,69^{\circ}\text{C}$), siendo el segundo el período comprendido entre 2001 y 2004. Las temperaturas máximas medias en toda Australia fueron superiores a la normal en $0,99^{\circ}\text{C}$, volviendo a exceder las del período 2001-2004, siendo el tercer período más cálido (1979-1982) considerablemente más frío ($0,59^{\circ}\text{C}$).

Desgraciadamente, no se dispone de las anomalías de la temperatura de toda Australia durante el período de la sequía de la federación; sin embargo, las anomalías de la temperatura máxima anual para los cuatro años comprendidos entre 1943 y 1946 (el período de cuatro años más seco de la década de 1940) fueron, en promedio, de $-0,14^{\circ}\text{C}$, considerablemente más frías que las anomalías recientes.

Efectos de la sequía de 2005

Los efectos de la sequedad continuada a largo plazo, acoplados con las condiciones extremadamente cálidas y secas de principios de 2005, se centraron en los sectores de la agricultura (Figura 5) y de los recursos hídricos. La Oficina Australiana de Agricultura y de Economía de Recursos (ABARE) emitió un informe sobre cultivos a principios de junio de 2005 alertando de que se esperaba que los cultivos totales de invierno sembrados se

redujeran alrededor del 8 por ciento, con una previsión de disminución de la producción de un 20 por ciento. Estas perspectivas se basaban en las condiciones de junio y en la proyección de unas precipitaciones que variarían desde la media hasta por debajo de la media para el resto del año.

De manera similar, las reservas de agua —para uso tanto doméstico como de riego— permanecían muy por debajo de la normal en la mayor parte de los estados después de años de condiciones secas. En junio, las reservas de agua de Sidney estaban al 38,4 por ciento de su capacidad, las de Melbourne al 52 por ciento, las de Adelaida al 46 por ciento, las de Brisbane al 39,4 por ciento y las de la capital del país, Canberra, al 46 por ciento. En las zonas rurales se hacían patentes algunos problemas serios de almacenamiento. A Goulburn, una ciudad de 23 000 habitantes de Nueva Gales del Sur, únicamente le quedaba aproximadamente un 10 por ciento de su agua utilizable y se pedía a los hogares que consumieran menos de 150 litros al día. En Victoria, la presa de Rocklands —la principal reserva de agua para los riegos del noroeste—, descendió a solo un 6 por ciento de su capacidad, mientras que la presa de Wyangala, en el río Lachlan, en el centro de Nueva Gales del Sur, estaba al 8 por ciento, y la mayor parte de los regantes no había recibido asignación alguna durante dos años (véase la Figura 1).

Circulación de Walker

La Circulación de Walker se refiere al ciclo de aire ascendente sobre Indonesia y descendiente sobre el este del Océano Pacífico, que genera vientos del este (alisios) cerca de la superficie y vientos del oeste en la troposfera superior.

La parte positiva es que a principios de junio de 2005 llegaron buenas lluvias a la mayor parte de las zonas afectadas por la sequía. Zonas interiores de la Gran Cadena Divisoria de Australia en Victoria, Nueva Gales del Sur y el sureste de Queensland, al igual que la parte oriental de Australia del Sur, recibieron entre el 100 y el 200 por ciento de su precipitación media mensual de junio en solo dos tercios del mes. Aunque esto está lejos de lo necesario para rellenar las presas y aliviar la sequía hidrológica, permitió a los agricultores plantar cultivos tardíos, y que el pasto empezara a crecer. Irónicamente, las condiciones cálidas precedentes pueden haber ayudado a mantener más altas las temperaturas del suelo y, por lo tanto, ser más propicias para el crecimiento de las plantas de lo que normalmente estarían al inicio del invierno de Australia. Además, aunque los primeros meses de 2005 fueron extremadamente secos en el este de Australia, en el cinturón de trigo de Australia occidental las altas presiones de bloqueo en el este propiciaron realmente precipitaciones en zonas que habían sufrido lluvias muy por debajo de la normal durante el otoño y el principio del invierno desde 1975.

Posibles causas de la sequía de 2005

Océanos más cálidos

Todavía se están estudiando las razones del extenso período de condiciones secas y cálidas de Australia. Sin embargo, está claro que, durante los cuatro últimos años, el Océano Pacífico ecuatorial central, que tiene una gran relación con la precipitación del este de Australia (Ropelewski y Halpert, 1987) ha permanecido extremadamente cálido. Los valores sema-



Figura 5 — Tamworth (en la parte central septentrional de Nueva Gales del Sur) en mayo (otoño) de 2005. Tamworth, a principios de 2005, era un ejemplo bastante típico de la mayor parte de la región de cultivo de cosechas y pastos de la Cuenca Murray-Darling de Australia, que totaliza un 41 por ciento del valor bruto de la producción agrícola australiana. (Foto: Felicity Gamble, Oficina de Meteorología, DPI de NGS)

nales para los índices de El Niño* 3, 3,4 y 4 han dado una media de +0,44, +0,82 y +0,66, respectivamente, en el período comprendido entre marzo de 2002 y junio de 2005. La magnitud de la media a largo plazo del índice de El Niño 3,4 sobrepasa las definiciones de El Niño de los EE.UU. (en tiempo real: tres meses de El Niño 3,4 por encima de +0,5, cinco meses históricos de El Niño 3,4 por encima de +0,5) en un margen considerable. Estos valores altos de los índices de El Niño son consistentes con las tendencias de calentamiento a largo plazo en los océanos mundiales. Estudios recientes (Mendelssohn y otros, 2005) sugieren

que la región de El Niño 3 se ha calentado alrededor de 0,5°C desde 1950.

No sorprende, dado el papel del océano al dirigir el estado atmosférico general, que el Índice de la Oscilación Austral (IOA) medio mensual del período comprendido entre marzo de 2002 y junio de 2005 sea negativo, con un valor medio de -5,9, lo que implica un cambio general en la Circulación de Walker tropical (véase el cuadro homónimo). Las anomalías negativas persistentes del IOA y, por lo tanto, un debilitamiento de la Circulación de Walker, se asocian a condiciones secas en la región del suroeste del Pacífico y, particularmente, en el este de Australia (McBride y Nicholls, 1983).

Estos cambios a largo plazo tienen algunas similitudes con las condiciones parecidas a El Niño a largo plazo experimentadas entre 1990 y 1995

* Los índices de El Niño se refieren a las anomalías de la temperatura de la superficie del mar en las siguientes zonas del centro al este del Pacífico ecuatorial: Niño 3: 5°N-5°S, 150°-90°W; Niño 3,4: 5°N-5°S, 120°-170°W; Niño 4: 5°N-5°S, 160°E-150°W.



Imagen: Departamento de Asuntos Exteriores y Comercio del Gobierno Australiano

Algunos sitios Web útiles

Mapas de precipitación de la Oficina de Meteorología (BoM)
<http://www.bom.gov.au/cgi-bin/climate/rainmaps.cgi>

Mapas de tendencias de la precipitación de la BoM
http://www.bom.gov.au/silo/products/cli_chg/

Índices mensuales de El Niño
<ftp://ftpprd.ncep.noaa.gov/pub/cpc/wd52dg/data/indices/sstoi.indices>

Predicción de cosechas de la ABARE
<http://www.abareconomics.com/pages/media/2005/7jun.htm>

Imágenes del NDVI
http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/natural_hazards_v2.php3?img_id=12906

Índice del SAM
[http://web.lasg.ac.cn/staff/ljp/data/SAM\(AAO\).htm](http://web.lasg.ac.cn/staff/ljp/data/SAM(AAO).htm)
<http://horizon.atmos.colostate.edu/ao/>

Valores del IOA
<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>

(Trenberth y Hoar, 1995). Los índices mensuales de El Niño 3, 3,4 y 4 dieron unos valores medios de +0,19, +0,43 y +0,58, respectivamente, entre 1990 y 1995: positivos pero claramente inferiores a los valores del período 2002-2005, sobre todo en las regiones de El Niño 3 y 3,4. Durante el episodio de 1990-1995 sólo el este de Queensland sufrió precipitaciones por debajo de la normal, marcando algunos registros totales históricamente bajos en cinco años. La mayor parte de Australia meridional recibió realmente una precipitación por encima de la normal.

Cambio en los vientos del oeste

Los cambios a gran escala en la circulación hemisférica también pueden estar contribuyendo a la reciente disminución de la precipitación de Australia, sobre todo en las regiones

del sur. Este cambio en la circulación parece estar relacionado con el papel del agotamiento del ozono antártico acoplado con los cada vez más abundantes gases de efecto invernadero. La pérdida de ozono y el enfriamiento resultante de la estratosfera inferior en latitudes altas ocasionan una circulación más vigorosa alrededor de la Antártida y hace que la corriente en chorro polar troposférica se mueva hacia el polo (Thompson y Solomon, 2002). Esto, a su vez, atrae a los vientos del oeste de latitudes medias (y su precipitación asociada) hacia el sur. Esta configuración se nota, sobre todo, en el invierno y en el inicio de la primavera australes. Una medida de la intensidad de la circulación circumpolar es el índice del Modo Anular del Sur (SAM) (Gong y Wang, 1999), en el que los valores positivos sugieren un aumento de las presiones en latitudes medias y una disminución en latitudes altas.

Los valores anuales medios del índice SAM para 2003 y 2004 son de +0,46 y +0,96, respectivamente, lo que sugiere que esos años han sufrido un desplazamiento general hacia el sur de los ciclones extratropicales del hemisferio sur y, por ello, efectos posibles (una reducción) en la precipitación en el sur de Australia. Sin embargo, merece la pena destacar que los efectos del ozono sobre el SAM son mayores en invierno y en primavera, mientras que la mayor disminución de la precipitación a largo plazo se ha producido en el sur de Australia en otoño y a principios del invierno. También se ha demostrado que los valores del SAM están aumentado desde la década de 1960, antes de la disminución importante del ozono, lo que, junto con los estudios de modelización (Fyfe, 2003; Marshall y otros, 2004), sugiere que las tendencias de aumento de los gases de efecto invernadero también han tenido una influencia importante en el SAM y en sus tendencias.

Cambio en la cubierta del suelo

Otra causa que se sugiere para la disminución de la precipitación en el sur de Australia, aunque en este caso sea para el suroeste de Australia occidental, es el cambio en la cubierta del suelo (Pitman y otros, 2004). Al eliminar la vegetación y modificarse la rugosidad de la superficie (cambiando, así, el flujo sobre la región), se inducen cambios locales en los totales de precipitación; se reducen sobre el suroeste de Australia occidental y se incrementan en el interior. Sin embargo, este efecto puede estar un tanto localizado, ya que las observaciones confirman cambios de escala hemisférica mayores en la circulación (p. ej., Fyfe (2003) y de ahí la tendencia creciente del índice del SAM), que se esperaría que ocasionaran alteraciones importantes en la precipitación de esta región.

Aunque todos estos indicadores apuntan a una tendencia general hacia condiciones más secas, debe recordarse que pueden tener lugar ciclos climáticos más húmedos, como puso de manifiesto el año de La Niña de 2000, que fue el segundo año más húmedo de Australia desde que empezaron los registros. Sin embargo, incluso durante 2000, las zonas meridionales, que son las que se ha demostrado que están más afectadas por el SAM (Meneghini y otros, 2004) siguen sufriendo una carencia de buenas lluvias; por ejemplo, la precipitación de Victoria solo fue la 44.^a más alta desde 1900. Las zonas que recibieron la precipitación más anómala durante 2000 estaban en el noroeste de Australia. Esto no solo encaja con las tendencias de la precipitación observadas sobre el noroeste de Australia desde al menos 1950, sino también con el esquema general de la relación entre las temperaturas de la superficie del mar del nordeste del Océano Índico y la precipitación de invierno en Australia (Nicholls, 1989). Desde marzo de 2002, el índice de Drowsdowsky (1993) del Océano Índico oriental ha puesto de manifiesto un valor de la anomalía media de +0,37, lo que sugiere un efecto posiblemente ventajoso del Océano Índico sobre la precipitación en el noroeste de Australia durante el período de condiciones secas para el este y el suroeste de Australia.

Resumen

El clima de Australia es muy variable y cíclico. Cabe esperar períodos húmedos y secos con y sin forzamientos externos a gran escala, como pone en evidencia el hecho de que podría decirse que las condiciones secas de 2002-2005 del este de Australia fueron las más graves desde la prolongada sequía australiana de la década de 1940, cuando las condiciones secas, sobre todo en Australia oriental, preva-

lecieron durante la mayor parte de la década. Sin embargo, al ser la disminución reciente de la precipitación coherente con las tendencias a largo plazo del calentamiento de los océanos y del desplazamiento de los patrones atmosféricos, resulta difícil explicar las condiciones actuales sin tener en cuenta el calentamiento global, aunque solo fuera para describir un cambio en el estado medio en el que siempre jugará su parte la variabilidad natural.

Referencias

- COUGHLAN, M., D. JONES, N. PLUMMER, A. WATKINS, B. TREWIN y S. DAWKINS, 2003: Impacts of 2002/2003 El Niño on Australian climate. En: *Proceedings of DroughtCom Workshop: Improving the Communication of Climate Information*. N. Plummer, M. Flannery, C. Mullen, B. Trewin, A. Watkins, W. Wright, T. Powell y S. Power (Eds), 2, 7-12.
- DROWSOWSKY, W., 1993: Potential predictability of winter rainfall over southern and eastern Australia using Indian Ocean sea surface temperature anomalies. *Aust. Meteor. Mag.*, 42, 1-6.
- FYFE, J.C., 2003: Extratropical Southern Hemisphere Cyclones: Harbingers of Climate Change? *Journal of Climate*, Vol. 16, N.º 17, 2802-2805.
- GONG, D., y S. WANG, 1999: Definition of Antarctic Oscillation Index. *Geophys. Res. Lett.*, 26, 459-462.
- MARSHALL, G.J., P.A. STOTT, J. TURNER, W.M. CONNOLLEY, J.C. KING y T.A. LACHLAN-COPE, 2004: Causes of exceptional atmospheric circulation changes in the Southern Hemisphere. *Geophysical Research Letters*, 31(14) doi:10.1029/2004GL019952.
- MENDELSSOHN, R., S.J. BOGRAD, F.B. SCHWING, y D.M. PALACIOS, 2005: Teaching old indices new tricks: A state-space analysis of El Niño related climate indices. *Geophysical Research Letters*, Vol. 32, L07709, doi: 10.1029/2005GL022350.
- McBRIDE, J.L. y N. NICHOLLS, 1983: Seasonal relationships between Australian rainfall and the Southern Oscillation. *Mon. Weath. Rev.*, 111, 1998-2004.
- MENEGHINI, B., I. SIMMONDS e I.N. SMITH, 2005: Links between the Southern Annular Mode and Australian Rainfall. En: CAS/JSC Working Group on Numerical Experimentation, Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling. J. Cote (Ed.). WMO/TD- No. 12276 35 2-03.
- NICHOLLS, N., 1989. Sea surface temperature and Australian winter rainfall. *J. Climate*, 2, 965-973.
- NICHOLLS, N., 2004: The changing nature of Australian droughts. *Climatic Change*, 63, 323-336.
- PITMAN, A.J., G.T. NARISMA, R.A. PIELKE Sr y N.J. HOLBROOK, 2004: Impact of land cover change on the climate of southwest Western Australia. *Journal of Geophysical Research*. D. Atmospheres 109(D18) doi: 10.1029/2003JD004347.
- ROPELEWSKI, C.F. y M.S. HALPERT, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1606-1626.
- THOMPSON, D.W.J., S. SOLOMON, 2002: Interpretation of Recent Southern Hemisphere Climate Change. *Science* 296(5569) 895-899.
- TRENBERTH, K. y T.J. HOAR, 1995: The 1990-1995 El Niño-Southern Oscillation Event: Longest on Record. *Geophysical Research Letters*, 23, 57-60.

