

Las consecuencias del cambio climático sobre los cultivos de caña de azúcar en Fiji¹

Por J. Gawander²

Influencia del clima sobre la caña de azúcar

El clima de la región del Pacífico Sur depende en gran medida del fenómeno de El Niño-Oscilación Austral (ENOA). Como consecuencia, la variabilidad de la frecuencia interanual de fenómenos meteorológicos especialmente adversos como los ciclones tropicales y las mareas de tempestad asociadas, las crecidas y las sequías en la región es muy elevada (Prasad, 1979).

La caña de azúcar es uno de los cultivos agrícolas más importantes de Fiji. Al ser un cultivo de secano, la variabilidad del clima tiene una incidencia enorme, no solo sobre la producción azucarera, sino sobre la economía del país. Resulta, por lo tanto, vital conocer qué consecuencias se derivarán de los grandes cambios en el comportamiento del clima que influirán en el cultivo de caña de azúcar y en la producción azucarera. El sector azucarero de todo el mundo está expuesto a las incertidumbres climáticas en todas las fases de un proceso en el que se integran varios sectores industriales, incluyendo el cultivo y recolección de la caña de azúcar, su transporte, molienda, comercialización y exportación (Muchow y otros, 1999). Es posible adoptar cambios en la gestión,

como por ejemplo introducir la irrigación en los cultivos, que reducirían la influencia de los efectos negativos de la variabilidad climática.

Puesto que son muchas las decisiones dentro del sector azucarero de las Fiji que dependen del clima, si se conocen con antelación las variaciones climáticas mediante el uso de herramientas de predicción del clima, el proceso de planificación podrá mejorar en todos los sectores participantes, disminuyendo así las consecuencias socioeconómicas negativas en las zonas rurales.

La industria azucarera de las Fiji saldría beneficiada si a la hora de tomar decisiones de gestión se dispusiera de mejores recursos por lo que se refiere a la utilización de predicciones climáticas, objetivo que se debe perseguir en vista de las consecuencias actuales y futuras de la variabilidad climática en los cultivos de caña de azúcar, entre otros.

El sector azucarero de Fiji

El sector azucarero de las islas tiene más de 100 años y es por su importancia la tercera fuente de ingresos del país, detrás del turismo y la confección. Dado que la plantación y la recolección de la caña de azúcar se hacen a mano y que el régimen de propiedad de los terrenos está estructurado en pequeñas explotaciones, es único. Existen pocos países en el mundo cuyas economías dependan tanto del azúcar como Fiji.

El azúcar es uno de los mayores generadores de divisas y supone alrededor del 40% del total de las exportaciones del país y alrededor de un 12% del producto interior bruto (PIB). Este sector emplea más o menos al 25% de la población activa de Fiji y el sustento de un gran número de personas dependen indirectamente de él. Además, debido al sistema minifundista de explotación de caña de azúcar los beneficios se reparten mucho, lo que tiene un efecto multiplicador sobre la economía.

A pesar de que los esfuerzos por diversificar la base económica de Fiji continúan a buen ritmo, la producción azucarera seguirá constituyendo la espina dorsal de la economía de este archipiélago durante algún tiempo más, a menos que se produzcan grandes cambios en los mercados internacionales o en el país. Al tratarse de un producto que se comercializa en el mercado internacional, ha de enfrentarse a grandes fluctuaciones en los precios, originando las consecuentes variaciones en la riqueza tanto en el pasado como en el presente. El sector ha sabido sobreponerse a todo esto, ha florecido y ha conservado una posición preeminente en la economía de Fiji, a pesar incluso de su dependencia, casi en exclusiva por lo que se refiere a la producción, de la variabilidad climática.

El clima como recurso

Es inusual que se considere el clima como un recurso natural útil para fomentar el crecimiento social y eco-

1 Este artículo está basado en un estudio presentado en la Conferencia Técnica sobre el Clima como Recurso, celebrada en Pekín (China) los días 1 y 2 de noviembre de 2005

2 Centro de Investigación de la Caña de Azúcar, Fiji Sugar Corporation Ltd., Lautoka (Fiji) (Correo electrónico: jai@fsc.com.f)

nómico hasta que se produce un hecho que interfiere con la producción energética o agrícola, o que pone en peligro la salud de la población. La mayor concienciación que existe en la actualidad de la realidad del calentamiento global ha favorecido hasta cierto punto un uso más inteligente de este recurso tan importante.

Los estudios realizados recientemente han puesto de manifiesto que la temperatura en los estados insulares del Pacífico ha aumentado entre 0,3°C y 0,8°C por término medio a lo largo del siglo pasado. En los cuatro últimos años del presente siglo han seguido registrándose en ellos temperaturas por encima de la normal al tiempo que ha aumentado el número anual de días y noches con temperaturas más altas.

Las proyecciones realizadas con un modelo climático global (MCG) pionero (Lal, 2004) han mostrado un aumento de la temperatura media anual en superficie en el Pacífico Sur hacia finales de este siglo comprendido entre los 2,5°C y los 3,5°C. En la simulación se ha obtenido un aumento de las precipitaciones anuales medias de entre el 3% y el 8% por término medio.

Estos datos constituyen una fuente de preocupación en el sector azucarero de Fiji, pues el contenido de sacarosa podría variar si la temperatura mínima aumenta, acompañado por una subida del nivel del mar que provocaría la inundación de amplias zonas costeras con agua de mar debido a las mareas de tempestad.

Consecuencias recientes del clima sobre la caña de azúcar y la producción azucarera

Debido a que se trata de un cultivo de secano, la variabilidad del clima no afecta sólo a los cultivos de caña de azúcar y a la producción azucarera, sino a la propia economía nacional. La producción de la caña de azúcar ha oscilado con los vaivenes de las

condiciones meteorológicas especialmente adversas que Fiji ha sufrido. La producción azucarera de 1994 alcanzó las 516 529 toneladas, todo un récord gracias a unas condiciones meteorológicas durante los meses de abril y mayo excelentes para la maduración. Las mejores cosechas de caña de azúcar de las décadas de 1970 y 1980 fueron, respectivamente, la de 1979 (4,06 millones de toneladas) y la de 1986 (4,1 millones de toneladas), con lo que la producción de azúcar fue igual a 473 000 toneladas en el primer caso y 501 800 toneladas en el segundo. Por desgracia, la sequía de 1997 y los ciclones tropicales *Evan* y *Freda* (19 de enero 2 de febrero de 1997) y *Gabin* (8 de marzo de 1997) provocaron pérdidas en las cosechas (solo se recogieron 2,2 millones de toneladas de caña) y un descenso en la producción de azúcar (275 000 toneladas). En 1998 y 2003 la producción descendió bruscamente de nuevo a 255 703 y 293 653 toneladas, respectivamente, debido a las sequías. En 1983 se produjo un descenso similar pero en los años posteriores los valores de la producción mejoraron hasta ser similares a los de antes de la sequía. Resulta, por lo tanto, esencial comprender el alcance de los cambios en el clima que influyen sobre la cosecha de caña de azúcar y la producción azucarera.

Características del clima estacional en el Pacífico Suroeste

El clima de la región del Pacífico Sur está regulado en gran medida por el fenómeno de El Niño-Oscilación Austral (ENOA), por lo que la variabilidad interanual de la frecuencia con la que se producen muchos episodios meteorológicos especialmente adversos, como los ciclones tropicales y las mareas de tempestad asociadas a ellos, las crecidas y las sequías en la región es grande (Prasad, 1979). El fenómeno del ENOA suele provocar sequías. En el suroeste del Pacífico las sequías pueden originarse con los dos extremos del fenómeno (El Niño y La Niña).



Otros fenómenos recurrentes en la región están asociados a las variaciones que la Oscilación de Madden Julian (MJO) provoca en la posición media de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS) y a las fuertes lluvias que las acompañan (Madden, 1986; Kiladis y otros, 1989; Salinger y otros, 2001). Del estudio de los modelos climáticos globales de alta resolución (por ejemplo, modelos climáticos regionales, modelos de resolución variable para períodos de tiempo definidos) que se han realizado en la última década en los grandes centros internacionales de investigación se han deducido los mecanismos de génesis de los fenómenos ENOA, MJO y ZCPS en el Océano Pacífico (Jones y otros, 1998; Latif y otros, 1999; Li y Hogan, 1999; Landsea y Knoff, 2000; Lambert y Boer, 2001; Li y Yu, 2001; Folland y otros, 2002). En la actualidad estos modelos tienen la capacidad de simular algunos aspectos de la variabilidad interanual e interdecenal de las variables climáticas al introducir los registros históricos de temperaturas de la superficie del mar. La línea de estudio actual trata de descubrir las relaciones entre los fenómenos meteorológicos y climáticos especialmente adversos y las circulaciones a gran escala.

El clima influye sobre el sector en su conjunto

La influencia del clima se deja sentir en todo el sector azucarero, e incluso en la elaboración de las políticas. Si en el momento de definir las políticas se conocen los detalles climáticos estacionales, la concepción y planificación de los procesos relacionados con los fenómenos especialmente adversos es más sencilla. A escala comercial, si se dispone con antelación de una estimación precisa del tamaño de la planta es posible organizar el calendario de transporte adecuadamente y prever el

espacio de almacenamiento que va a ser necesario. Asimismo, es más sencillo estimar la oferta/demanda mundial si se conoce de antemano cuál es la situación climática en otros países.

A escala productiva, unas buenas predicciones meteorológicas tienen una gran influencia sobre las decisiones de gestión. El comienzo de la época de molienda y el cierre de los molinos queda definido por el tamaño de la planta, por eso es importante conocerlo. También ayuda a planificar el mantenimiento de los molinos el saber con antelación si la temporada de escasez de trabajo va a ser larga o corta.

Lo más frecuente es que los molinos se pongan en marcha en junio y que cierren a principios de diciembre, pero si la caña de azúcar tiene un gran tamaño y las condiciones climáticas en la recta final de la temporada son adversas, se produce un excedente de caña en los campos o grandes pérdidas debido a que el porcentaje de azúcar puro obtenible en la estación húmeda es bajo. Algunos años los molinos de Fiji han seguido trabajando hasta mediados o finales de enero lo que indica que las toneladas de caña de azúcar han sido superiores a las de azúcar. En cambio, si unos meses antes de que abran los molinos se sabe que las lluvias serán escasas en los meses de mayo y junio y abundantes en los de noviembre y diciembre, los molinos pueden abrir antes. Por otro lado, si la caña es de pequeño tamaño, es posible retrasar el inicio de la molienda hasta que los cultivos alcancen la concentración adecuada de azúcar en septiembre. Se garantiza así que las ganancias en base a la cantidad de azúcar puro obtenible serán más altas.

Conocer con antelación cómo va a ser la meteorología ayuda a planificar las acciones durante la época húmeda, tanto en las llanuras como en las zonas más escarpadas. Las grandes que no disponen de sistemas de riego dependen por completo del agua de lluvia. La mayor parte de las decisiones que toman los cultivadores



La temperatura en los estados insulares del Pacífico ha ascendido una media de 0,3°C a 0,8°C a lo largo del siglo pasado. En los cuatro últimos años de este siglo se han seguido registrando temperaturas por encima de lo normal y el número de días y noches con temperaturas más altas ha aumentado.

dependen en gran medida de las predicciones meteorológicas y climáticas disponibles, desde la preparación de la tierra para la siembra, hasta las labores de abono, fumigación, selección de las semillas, recolección y transporte de la caña.

Así pues, resulta vital disponer de predicciones precisas, cosa que pocas personas de todos los sectores involucrados tienen presente hasta que se produce una catástrofe.

El cambio climático en el Pacífico

Como consecuencia de los cambios que se están produciendo en todo el planeta, los habitantes de las islas del Pacífico han de enfrentarse a nuevos problemas: cambio climático, aumento del nivel del mar y otros desastres naturales y medioambientales que ya se están produciendo. Cada vez hay más pruebas de que el clima de la Tierra cambió a lo largo del pasado siglo.

Los datos registrados de la temperatura media global indican que el año 2002 fue el segundo más cálido de la historia desde que existen estos registros, solo por detrás de 1998 y muy por encima de la temperatura media de 14°C que prevaleció de 1951 a 1980 (Jones y otros, 1999). Las proyecciones

que se han realizado recientemente (IPCC, 2001, Tercer informe de Evaluación, Grupo de Trabajo II, Capítulo 17) señalan que es probable que para 2050 la media anual de la temperatura en superficie en los pequeños estados insulares en desarrollo del Pacífico se sitúe entre 1,5°C y 2,0°C por encima de la actual y entre 2,5°C y 3,5°C por encima de la actual en 2080 debido al futuro aumento de gases de efecto invernadero.

Se prevé también que disminuyan las precipitaciones estivales en algunas islas, disminuyendo, en consecuencia, la humedad del suelo y la disponibilidad hídrica para los cultivos agrícolas y los usos industrial y doméstico. Las previsiones también apuntan a futuros aumentos de la frecuencia de episodios de precipitaciones torrenciales (con más crecidas repentinas y deslizamientos de tierra) y a una disminución en el número de días de lluvia por año (Kothavala, 1997; Hulme y Viner, 1998).

El análisis de los datos de temperatura en superficie registrados por una red de estaciones de Fiji sugiere, asimismo, que los años de la década de 1990 fueron los más cálidos de los que se tiene constancia (respecto a la media del período 1961-1990) y que en los últimos tres años del siglo XXI las temperaturas han sido más altas

de lo normal (Lal, 2004). Estas altas temperaturas del Pacífico occidental durante 1998-2002 no tienen parangón en al menos 150 años (Folland y otros, 2002). Los estudios climáticos relacionados muestran que el calentamiento (alrededor de 1°C desde 1950) es superior a lo que cabría esperar por parte de la variabilidad natural y en parte se explica como una reacción del océano al aumento de gases de efecto invernadero. Podría ser también un indicio de la aparición de sequías en el futuro. Un cambio en la distribución de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas por encima de cierto umbral no afectaría solo a los cultivos de caña de azúcar, sino también a los de mandioca y otros tubérculos que forman parte de la dieta cotidiana de los habitantes de Fiji. La producción de caña de azúcar de Fiji es ya vulnerable a fenómenos especialmente adversos como sequías, ciclones tropicales y depresiones, y tal vez algunas variedades híbridas podrían resistir un cambio moderado en los valores medios del clima durante la época de la recogida. Si los cambios son más radicales, en función de la región, podría ser necesario recurrir a variedades tratadas genéticamente, a nuevas tecnologías e infraestructuras o quizás, redefinir un uso totalmente diferente del suelo.

Si las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico siguen en aumento, el cambio climático continuará a escala tanto regional como mundial. La amenaza del calentamiento global y de posibles cambios en la variabilidad climática regional a nivel general y, en particular, de la intensidad de los episodios de El Niño constituye una fuente de preocupación especial en Fiji. Es casi seguro que existe una fuerte relación entre las precipitaciones que se producen en los estados insulares del Pacífico y los fenómenos de El Niño, La Niña, la Oscilación Austral, la Oscilación de Madden-Julian y la Oscilación Decadal del Pacífico (Ishii y otros, 1998; Knutson y Manabe, 1998; Knutson y otros, 1998; Knutson y otros, 1999; Karin y Zwiers, 2000).

Factores climáticos con repercusiones en la producción de caña de azúcar

Precipitaciones

El agua de lluvia es el factor que más influencia tiene por sí mismo en la producción de un cultivo de secano como la caña de azúcar en la producción azucarera de Fiji. Las precipitaciones dependen en gran medida de fenómenos especialmente adversos como El Niño o La Niña, y la producción de caña de azúcar también lo hace en consecuencia. Las medias de precipitación anual se encuentran entre los 1 700 mm y los 3 000 mm, un 75% de las cuales se registran durante el verano, entre los meses de noviembre y abril. La mayor parte de los lugares de cultivo de la caña de azúcar reciben menos de un 25% de las lluvias anuales en el período que va de mayo a octubre. Las consecuencias de estas lluvias en las cosechas son enormes, por pequeñas que parezcan estas cantidades.

Radiación

La radiación solar es la fuente de energía más importante para producir la fotosíntesis y es también la responsable de la desecación del terreno y de las plantas. Como es imposible almacenar la radiación solar, resulta esencial disponer de estrategias de gestión que permitan captar la mayor cantidad de radiación, por ejemplo, planificando la época de siembra y la distancia más adecuada entre los surcos. Es conveniente efectuar la siembra en los meses de abril o mayo para que el máximo desarrollo folicular de la planta se produzca a finales de la primavera y capte la mayor cantidad de luz solar durante el verano.

Temperatura

La tasa de fotosíntesis depende de la temperatura, al igual que otros muchos procesos bioquímicos que controlan la actividad meristemática de la hoja y los brotes. La eficacia del

proceso de fotosíntesis de la caña de azúcar depende linealmente de la temperatura en el intervalo 8°C-34°C. Las noches frías y unas madrugadas en las que no se superen los 14°C en invierno o los 20°C en verano perjudican en gran medida el proceso de fotosíntesis del día siguiente. En Fiji las variaciones térmicas son pequeñas por lo que la temperatura no tiene una gran influencia en las fases de germinación y establecimiento, aunque sí es cierto que si la temperatura es más bien fresca puede retrasarse la fase de establecimiento de algunas variedades. En el caso de la variedad Nadiri en Fiji, la fase de establecimiento dura tan solo entre cinco y siete días pues se trata de una de las variedades más rápidas a este respecto. La temperatura influye también durante el crecimiento del tallo y se acepta que la fase de máximo crecimiento ha finalizado cuando la temperatura media diaria es inferior a los 21°C de manera regular.

Relación entre la temperatura y el contenido de azúcar puro

Parece demostrado que las temperaturas inferiores a los 14°C-19°C perjudican el crecimiento de las hojas. Las noches frescas seguidas por días soleados ralentizan el crecimiento de la planta y el consumo de carbono al tiempo que el proceso de fotosíntesis continúa, lo que favorece la acumulación de sacarosa. La influencia de las temperaturas bajas es más acusada sobre el crecimiento del tallo que sobre la tasa de fotosíntesis; por lo tanto, si la temperatura es más alta, la tasa de crecimiento aumentará más que la de fotosíntesis, lo que perjudicará la acumulación de sacarosa.

Estudios climáticos de referencia

Se han estudiado los datos de temperatura y precipitaciones del período de referencia 1961-1990 correspondientes a cuatro molinos (Lautoka, Rarawai, Penang y Labasa), que han puesto de manifiesto que la tempera-



tura en superficie se ha incrementado a lo largo del período 1961-2003 en todos ellos. El número de noches cálidas por año no ha dejado de aumentar en las últimas décadas. La temperatura media anual en superficie en Labasa se ha elevado cerca de 1,5°C a lo largo de los 43 años considerados (lo que estadísticamente equivale a un aumento de 0,38°C por década, es decir, más del doble del aumento medio de la temperatura global durante el último siglo). En Laukota y Penang la temperatura media anual en superficie ha aumentado alrededor de 0,17°C (tan solo 0,05°C por década), mientras que en Rarawai no ha habido grandes variaciones.

No se aprecia ninguna tendencia clara en ninguno de estos cuatro lugares por lo que se refiere a la precipitación media anual. Es muy probable que la gran variabilidad que se observa en la precipitación interanual (anual o veraniega) en estos cuatro lugares, incluyendo los episodios de lluvias torrenciales que se han producido a lo largo de estos 43 años, se deba al fenómeno ENOA y a las oscilaciones intraestacionales de la posición media de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur.

Son varias las opciones disponibles para atenuar algunas de las consecuencias de la variabilidad climática incluso en el caso de los pequeños estados insulares en desarrollo, como Fiji, que reducirían los impac-

tos socioeconómicos negativos en las áreas rurales. La industria azucarera ha dependido desde siempre del clima y es, por tanto, sensible a todos los desastres que provoca: sequías, ciclones tropicales y depresiones, así como a la variabilidad climática inducida por el fenómeno ENOA. Se dispone ya de datos suficientes para evaluar las consecuencias de todos estos fenómenos climáticos sobre la producción azucarera de Fiji.

La agricultura de cualquier pequeño estado insular depende en gran medida de los caprichos del clima y el sector de la caña de azúcar no es una excepción. El clima influye en todas las fases de la producción, desde el cultivo y recolección de la caña, al transporte, molienda, comercialización y exportación (Muchow y otros, 1999). Existen varios estudios recientes que ofrecen una visión (aún no completa) de las relaciones y beneficios que podrían derivarse de conocer íntimamente las interacciones entre el clima y el cultivo de la caña de azúcar. Incluyen enseñanzas sobre las metodologías útiles para elaborar predicciones en la región, el uso correcto de los datos climáticos, las interacciones entre el agua y el suelo, las implicaciones para el control de plagas, los beneficios económicos que pueden obtenerse en función de las directrices de gestión que se adopten en los cultivos y la necesidad de conocer bien el proceso de toma de decisiones. Los estudios se han llevado a cabo, entre otros luga-

res, en Australia (Everingham y otros, 2001) y en Trinidad y Tobago (Pulwarty y otros, 2001).

Los pequeños estados insulares en desarrollo no suelen disponer de predicciones meteorológicas precisas que les permitan elaborar estrategias de gestión a la escala de los cultivadores, por lo que las recomendaciones técnicas no son numerosas. Se necesita una cooperación más estrecha entre los cultivadores y las agencias que se ocupan de elaborar estrategias para minimizar las consecuencias de los fenómenos meteorológicos especialmente adversos sobre la caña de azúcar. Un enfoque así reforzaría aún más el vínculo entre el conocimiento científico del calendario agroclimático (que depende de las predicciones) y el ciclo anual de toma de decisiones, sobre todo cuando se recurre a datos estadísticos (Pulwarty y Melis, 2001). Se inició un proyecto preliminar que tenía como objetivo diseñar un modelo de simulación de cultivos que permitiera llevar a la práctica algunas ideas, pero no consiguió resolver las dudas que existían.

En las comunidades nacional e internacional se acepta de forma casi unánime la realidad del cambio climático y las consecuencias que ya se aprecian hoy en día en algunas regiones, en particular en los pequeños estados insulares en desarrollo. Es importante destacar que, aunque se tomen medidas drásticas encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático se producirá en mayor o menor medida, y que los pequeños estados insulares en desarrollo sufrirán las consecuencias socioeconómicas y medioambientales asociadas al mismo.

Si bien el grado de importancia de estos efectos no será igual en toda la región, Fiji en su conjunto y todos los sectores económicos sufrirán las consecuencias del cambio climático debido a que el clima es un recurso natural, no solo en Fiji, sino en muchos pequeños estados insulares en desa-

rollo en los que no existen otros recursos naturales, donde las posibilidades de ganarse la vida no son muy variadas, la economía no es muy flexible y son susceptibles de sufrir desastres naturales como ciclones tropicales y tsunamis (Hess, 1990).

Conclusión

El clima constituye un importante recurso para los pequeños estados insulares agrícolas como Fiji, un país cuyas contribuciones a la emisión mundial de gases de efecto invernadero es despreciable pero que es probable que sufra en gran medida los efectos del calentamiento global y de la subida del nivel del mar. Son muchas las generaciones futuras que sufrirán estas consecuencias, pues la capacidad de adaptación del archipiélago es pequeña, es muy vulnerable a los desastres naturales y tanto su sistema de predicción meteorológica como las estrategias de atenuación de desastres son deficientes.

El bienestar económico y social de cualquier nación depende en gran medida de la seguridad alimentaria, de la salubridad, de la sostenibilidad de sus recursos naturales (incluyendo el clima, el agua, los cultivos, los bosques y los bancos de peces) y de la fiabilidad de sus redes de transporte y su sistema sanitario. La investigación llevada a cabo en materia de impactos y estrategias de adaptación señala que la mayor parte de las situaciones conflictivas se produciría si aumenta la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos especialmente adversos como, por ejemplo, crecidas, sequías o ciclones tropicales. Los episodios extremos, al igual que un cambio climático rápido, pueden ser la causa de que se superen los umbrales críticos, lo que suele derivar en situaciones graves o catastróficas.

Por lo tanto, la comunidad internacional tiene que redoblar sus esfuerzos en los pequeños estados insulares como Fiji para garantizar que los cultivadores disponen de sistemas de predicción meteorológica precisos y

fiabiles y que hacen patentes, en todos los niveles de la toma de decisiones, las ventajas de utilizar previsiones estacionales.

Referencias

- EVERINGHAM, Y.A., R.C. MUCHOW and R.C. STONE, 2001: Forecasting Australian sugar yields using phases of the Southern Oscillation Index. *MODSIM*.
- FOLLAND, C.K., J.A. RENWICK, M.J. SALINGER and A.B. MULLAN, 2002: Relative influences of the Interdecadal Pacific Oscillation and ENSO on the South Pacific Convergence Zone. *Geophysical Research Letters* 29(13): 10.1029/2001GL014201, 21-1-21-4.
- HULME, M. and D. VINER, 1998: A climate change scenario for the tropics. *Clim. Change*, 39, 145-176.
- IPCC [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático], 2001: Climate Change, 2001. *The Scientific Basis*. Contribución del Grupo de Trabajo I al Tercer Informe de Evaluación del IPCC. J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C.A. Johnson (Eds.). Cambridge University Press: Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (EEUU), 881 pp.
- JONES, C., D.E. WALISER and C. GAUTIER, 1998: The influence of the Madden-Julian Oscillation on ocean surface heat fluxes and sea-surface temperatures. *J. Climate* 11, 1057-72.
- KOTHAVALA, Z., 1997: Extreme precipitation events and the applicability of global climate models to study floods and droughts. *Math. And Comp. in Simulation*, 43, 261-268.
- ISHII, M., N. HASEGAWA, S. SUGIMOTO, I. ISHIKAWA, I. YOSHIKAWA and M. KIMOTO, 1998: *An El Niño prediction experiment with a JMA ocean atmosphere coupled model, "Kookai"*. Proceedings of WMO International Workshop on Dynamical Extended Range Forecasting, Toulouse, France, 17-21 November 1997, WMO/TD-No. 881, 105-108.
- KHARIN, V.V. and F.W. ZWIERS, 2000: Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere-ocean GCM. *J. Climate*, 13, 3760-3780.
- KNUTSON, T.R. and S. MANABE, 1998: Model assessment of decadal variability and trends in the tropical Pacific Ocean. *J. Climate*, 11, 2273-2296.
- KNUTSON, R., R.E. TULEYA and Y. KURIHARA, 1998: Simulated increase of hurricane intensities in a CO₂-warmed climate. *Science*, 279, 1018-1020.
- KNUTSON, T.R., T.L. DELWORTH, K.W. DIXON and R.J. STOUFFER, 1999: Model assessment of regional surface temperature trends (1949-1997). *J. Geophys. Res.*, 104, 30981-30996.
- KILADIS, G.N., H. VON STORCH and H. VAN LOON, 1989: Origin of the South Pacific convergence zone. *J. Climate*, 2(10), 1185-1195.
- LAL, M., 2004: *Climate Change in small island developing countries of South Pacific, Fijian Studies*. Special Issue on Sustainable Development, Vol. 2, (1).
- LAMBERT, S.J. and G.J. BOER, 2001: CMIP1 evaluation and intercomparison of coupled climate models. *Clim. Dyn.*, 17, 2/3, 83-106.
- LANDSEA, C.W. and J.A. KNAFF, 2000: How much skill was there in forecasting the very strong 1997-98 El Niño? *Bull. Am. Met. Soc.*, 81, 2107-2120.
- LATIF, M., K. SPERBER y otros, 1999: *ENSIP: The El Niño simulation intercomparison project*. CLIVAR Report.
- LI, T. and T.F. HOGAN, 1999: The role of the annual mean climate on seasonal and interannual variability of the tropical Pacific in a coupled GCM. *J. Climate*, 12, 780-792.
- LI, W. and Y.-Q. YU, 2001: Intraseasonal oscillation in coupled general circulation model. *Scientia Atmospherica Sinica* (en chino; el resumen está disponible en inglés), 25, 118-132.
- MADDEN, R.A., 1986: Seasonal variations of the 40-50 day oscillation in the tropics. *J. Atmos. Sci.*, 43, 3138-3158.
- MUCHOW, R.C., M.J. ROBERTSON and B.A. KEATING, 1997: Limits to the Australian Sugar industry: climate and biological factors. En: *Intensive Sugar-cane Production: meeting the challenges Beyond 2000*. B.A. Keating and J.R. Wilson (Eds). CAB International, Wallingford (Reino Unido), 287-304.
- PRASAD, R. 1979: *Climate of Fiji*, Publication of Fiji Meteorological Service, Nadi Airport.
- PULWARTY, R.S. and T.S. MELIS, 2001: Climate extremes and adaptive management on the Colorado River: Lessons from the 1997-1998 ENSO event. *J. Environmental Management* 6(3): 307-324.
- PULWARTY, R.S., J. EISCHEID and H. PULWARTY, 2001: *Climate, Climate Forecasting, and Sugar Production in Trinidad and Tobago: A Preliminary Analysis*.
- SALINGER, M.J., J.A. RENWICK and A.B. MULLAN, 2001: Interdecadal Pacific Oscillation and South Pacific climate. *International Journal of Climatology*, 21, 1705-1722.