

PREDICCIONES CLIMÁTICAS ESTACIONALES A INTERANUALES Y SUS APLICACIONES: NUEVAS INSTITUCIONES; NUEVAS POSIBILIDADES

Por A.D. MOURA¹ y E.S. SARACHIK²

Continúan aumentando las capacidades científicas de las predicciones climáticas a corto plazo

Desde el artículo anterior sobre predicción climática del *Boletín de la OMM* (Moura, 1994) se han producido progresos importantes en nuestra capacidad de realizar predicciones climáticas a corto plazo (estacionales a interanuales) y de aprender a usarlas en beneficio de las economías y de las sociedades. Desde entonces, ha finalizado el Programa del Océano Tropical y la Atmósfera Mundial (TOGA), una notable iniciativa de investigación del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC) y, aunque todavía están llegando sus resultados, lo que continuará durante varios años más, el legado del TOGA se hace evidente: la voluntad, la pericia y los medios para hacer predicciones útiles a corto plazo relacionadas con el fenómeno El Niño/Oscilación Austral (ENOA) (véase Consejo de Investigación Nacional, 1996).

La idea de realizar predicciones del clima no es diferente de la de hacer predicciones del tiempo: se requieren datos apropiados, modelos apropiados, métodos de inicialización apropiados y una investigación continuada para mejorar todos los aspectos del proceso. La diferencia mayor entre la predicción del clima respecto a la predicción del tiempo estriba en que los datos para la inicialización son preferentemente datos oceánicos y los modelos de predicción son modelos acoplados de la atmósfera y el océano. El parámetro fundamental a predecir es la temperatura superficial del mar (TSM) y las consiguientes repercusiones atmosféricas ocasionadas por la TSM.

Desde la primera predicción climática satisfactoria mediante un modelo acoplado atmósfera-océano a mediados de los años 80 (Cane, Zebiak y Dolan, 1986) que predijeron la fase cálida 1986-1987 del ENOA con

un año de anticipación, se creyó que el progreso de la modelización acoplada sería rápido y que la predicción del clima avanzaría sin impedimentos. La realidad ha sido más moderada: la modelización del ENOA mediante modelos acoplados de la circulación general (MCG) han sufrido una serie de problemas relativos a la simulación del ciclo anual y el progreso de la predicción mediante los MCG acoplados se ha producido de manera relativamente lenta. Parece que la física de ciclo anual implica un conjunto de procesos diferentes de los de la física del ENOA. En particular los flujos de calor hacia el océano a escala anual parecen estar en fase con la variación anual de la TSM mientras que los flujos anómalos de calor hacia el océano a escala interanual parece estar completamente desfasados con la TSM anómala, característica de las variaciones interanuales de ENOA. Es probable que el problema de las simulaciones estacionales implique la simulación correcta de la capa de nubes estratiforme y de su espesor. También parece que la predecibilidad de las anomalías de la TSM varía cada decenio y esto puede deberse a las fluctuaciones, a esa misma escala cronológica, del propio ENOA.

A pesar de estos problemas se ha progresado mucho recientemente (los últimos resúmenes son los de Battisti y Sarachik, 1995 y Latif y col., en 1997). Los modelos acoplados simples han demostrado una capacidad razonable para predecir la TSM en el Pacífico tropical hasta con un año de anticipación y hay indicios de que es posible ampliar este período a más de un año (Chen y col., 1995, 1997). El hecho de que la precipitación en la región del Pacífico ecuatorial esté tan estrechamente asociada a la TSM, hace que la pericia en la predicción de la TSM se transforme en predicciones locales de la precipitación que son útiles inmediatamente a las naciones y a las regiones directamente afectadas por el ENOA, en particular a Australia, Chile, Ecuador, las naciones insulares del Pacífico central y occidental y Perú. El trasvase de esta pericia a otras regiones del mundo afectadas por el ENOA mediante teleconexiones es menos intensa pero se está robusteciendo según los modelos atmosféricos

¹ International Research Institute para la predicción del clima, L-DEO, Columbia University, Palisades, NY, EE.UU.

² The Hayes Center, JISAO, University of Washington, Seattle, WA, EE.UU.

comienzan a converger en representaciones uniformes y comprensibles de los efectos en las latitudes medias en función de las anomalías tropicales de la TSM.

Los progresos en la asimilación de datos también han demostrado, sin ninguna ambigüedad, que los datos subsuperficiales mejoran la inicialización de las predicciones de los MCG acoplados (p. ej. Rosati, Miyakoda y Gudgel, 1997; Ji y Leetmaa, 1997). Ahora se realizan predicciones regulares y sistemáticas en fase de investigación en varios institutos de todo el mundo. Una lista de direcciones de Internet donde encontrar predicciones así como una relación actualizada de artículos sobre predicciones de ENOS puede encontrarse en: <http://www.atmos.washington.edu/tpop/pop.htm>.

Además de los modelos de predicción, otro elemento crucial para la predicción es la red de boyas fijas del Océano y Atmósfera Tropical del TOGA (TAO) en el Pacífico tropical, que alcanzó su cobertura máxima a finales de 1994 y se ha mantenido hasta ahora. La importancia de esta red de boyas ancladas es que mide, precisamente, las cantidades que se necesitan para inicializar las predicciones acopladas de la TSM en el Pacífico tropical: en particular, vientos en superficie y temperaturas en superficie y bajo la superficie. La red no solamente mide estos parámetros cruciales sino que los suministra, en tiempo real, al Sistema Mundial de Telecomunicaciones y a cualquiera que desee usar los datos (<http://www.pmel.noaa.gov/togatao/realtime.html>). La existencia de la red TAO y sus telemidas puntuales en tiempo real asociadas no sólo garantiza que el mundo podrá observar las fases cálidas y frías del ENOA mientras tienen lugar y no ser sorprendidos por ellas, sino que también garantiza el interés continuado de que los modelizadores realicen las mejores predicciones posibles.

Se persigue la expansión de la red TAO al Atlántico mediante el proyecto piloto para una Red Fija de Investigación en el Atlántico Tropical (PIRATA) y otros, que se espera que suministren datos adicionales para la inicialización de los modelos globales para la investigación y la predicción.

El concepto de la predicción enlazada: desde la predicción a las aplicaciones

Poco después de realizarse la primera predicción dinámica se comprobó que esta información era valiosa y podía usarse para ayudar a los países y a las regiones directamente afectados por el ENOA. Se ha informado anteriormente de alguna de ellas (Moura, 1994) y se están descubriendo constantemente nuevos usos de la información de las predicciones tanto en el sector

público como en el privado de las regiones afectadas por el ENOA. Según comienzan a hacerse aplicaciones de las predicciones se evidencia gradualmente las dimensiones humanas intrínsecas del problema. Al ocurrir esto, se ponen de manifiesto las interconexiones íntimas entre los aspectos físicos y sociológicos del problema. Estas interconexiones han sido designadas como "predicción enlazada" (véase Sarachik y Sea, 1997), un concepto que es simple en teoría pero de difícil implantación.

Debido a que los elementos de "la predicción enlazada" están estrechamente relacionados, el punto de partida es arbitrario pero existen, básicamente, tres agrupaciones fundamentales del conjunto: realización de las predicciones, identificar las aplicaciones potenciales en función de las consecuencias de la variabilidad del clima, y realizar la aplicación.

Hemos discutido ya los aspectos físicos de la predicción del clima a corto plazo, así que podemos pasar a identificar las aplicaciones potenciales. Si la predicción del clima a corto plazo ha de tener una aplicación, la variabilidad del clima debe tener alguna influencia en algún sector de la sociedad o de la economía. Es importante darse cuenta de que las consecuencias de la variabilidad del clima a corto plazo pueden ser tanto perjudiciales como beneficiosas y que, por consiguiente, el papel de las predicciones a corto plazo puede ser el de explotar las consecuencias beneficiosas previstas o el de mitigar las dañinas. Las variaciones del clima pueden ser nocivas para unos sectores y beneficiosas para otros y, nuevamente, el problema consistirá en identificar los sectores que se ven afectados por la variabilidad climática a corto plazo y la forma de utilizar, en beneficio propio, la información del clima suministrada con antelación.

El aspecto intrínseco de las dimensiones humanas está especialmente claro en este momento. Para comprender bien las consecuencias de la variabilidad climática y de la potencial gama de respuestas a la información predictiva es importante comprender tanto el comportamiento normal del sistema como el comportamiento del sistema cuando se perturba mediante una información del clima predicha. Parece que no existe ningún sistema de importancia social o económica que no posea un aspecto intrínseco de dimensión humana asociado a él. Por ejemplo el operador de una presa cuyo objetivo primordial es generar energía hidráulica debe tener cuidado especial en que este objetivo no colisione con la necesidad de evitar inundaciones aguas abajo o aguas arriba. Mientras que, técnicamente, el rendimiento de su trabajo pueda depender de la cantidad total de energía generada, las consecuencias adversas y la publicidad del espectácu-

lo de casas y granjas destruidas por las inundaciones pueden modificar la operación de la presa de forma que sea menos que óptima para su objetivo declarado. Una presa cuya finalidad principal es asignar la distribución de agua a las ciudades y a las granjas puede estar expuesta a extraordinarias presiones de los granjeros para que aumenten su asignación durante los períodos de poca precipitación ya que su sustento depende de ello, mientras que las demandas de agua dulce para las ciudades que tienen más peso electoral pueden ejercer una poderosa influencia compensatoria. Cuando en el mismo río existen presas con objetivos diferentes que controlan la misma corriente de agua, debe encontrarse una fórmula, por la ley o por la costumbre, para repartir el agua equitativamente. Cuando la información predictiva se presenta a los operadores de presas, éstos no sólo tienen que considerar las presiones sobre sus decisiones sino también tomar en cuenta la posible reacción de los operadores de las otras presas ante la misma información. En general, los sistemas de gestión de aguas son sistemas complejos que cada vez se hacen más complejos por una maraña de leyes, acuerdos y presiones políticas dentro de la que tienen que operar.

La tercera agrupación de la predicción enlazada es realizar la aplicación. Para que un sector utilice la información para su finalidad específica como, por ejemplo, en nuestro caso anterior de la gestión del agua, la información debe presentarse de manera que el gestor del agua pueda utilizarla y pueda ser consciente de la incertidumbre de la predicción para que se puedan comprender y valorar los compromisos implicados en la alteración de la operación de la presa. La mejor forma de garantizar que la información se usa adecuadamente es lograr que el gestor se integre en el sistema predictivo desde el principio. Los científicos que realizan las predicciones deben conocer las necesidades de los usuarios y deben presentar las predicciones en un formato tal, incluyendo la especificación de las incertidumbres, que el usuario pueda utilizarlas ventajosamente. Por consiguiente, la predicción enlazada cierra su propio círculo: el propio proceso de la predicción depende de cómo vaya a usarse y el uso puede variar de sector a sector. Es necesario crear mecanismos de retroalimentación normalizados y regulares para mejorar tanto el sistema de predicción como la eficiencia de la aplicación de la información predictiva.

Uno de los resultados sorprendentes al tratar de aplicar las predicciones climáticas a corto plazo es la existencia de barreras a su uso: se podría pensar que la información predictiva era útil a priori y que esto sería reconocido y aceptado por todos. Sin embargo,

recientes entrevistas con gestores del agua de la zona del Pacífico en el noroeste de los EE.UU. (Pulwarty y Redmond, 1977) han indicado cierta resistencia al uso de las predicciones climáticas a corto plazo basándose en que las predicciones no son lo bastante exactas o en que no se ha demostrado la utilidad de las predicciones. Aunque parte de esta resistencia puede clasificarse como miedo a lo desconocido (la mayoría de los gestores del agua que en las mencionadas entrevistas dijeron que las predicciones no eran suficientemente exactas, no conocían, realmente, cuál era el grado de exactitud de las predicciones), la resistencia es real y la mejor forma de disiparla es hacer una demostración del uso eficaz de las predicciones en su sector. La demostración de la eficacia de las predicciones enlazadas constituye un importante requisito previo a su adopción. Existe también la necesidad de involucrar cuanto antes a los responsables de las decisiones cuando se desarrolla el sistema de predicción enlazada para el sector o región específico.

El PMIC y la predicción enlazada

El auténtico beneficio de una predicción climática a corto plazo sólo puede comprobarse si, basándose en la predicción, se toma una decisión y se realiza la acción correspondiente dentro de la región o del sector afectados, o de ambos. La calidad y la fiabilidad de la predicción, la presentación adecuada y la comprensión de la predicción en términos probabilísticos, y la confianza depositada por el responsable de la decisión y la merecida por el predictor, son todos elementos cruciales para obtener el máximo beneficio de la información. Se hace evidente la necesidad de diseñar proyectos piloto de demostración: proyectos que reúnan a los científicos, a los que generan las predicciones climáticas y a los usuarios para un diálogo continuo, para comprender las posibilidades y las limitaciones de las predicciones, la naturaleza de las repercusiones de las anomalías del clima y las reacciones de las sociedades y de los sistemas económicos. Estos proyectos demostrarían todos los elementos de un sistema de "predicción enlazada", conectando la ciencia de la predicción del clima con las necesidades de la sociedad.

La idea de un centro internacional para la predicción del clima se consideró por primera vez en 1989, durante los debates del Programa Internacional del TOGA del PMIC. Este legado del PMIC continúa siendo un elemento de planificación importante para la puesta en operación del Instituto Internacional de Investigación para predicciones climáticas estacionales a interanuales (IRI) creado recientemente bajo un acuerdo de cooperación entre la Oficina de Programas Mundiales de la Administración Nacional del Océano y

de la Atmósfera (NOAA), el Observatorio de la Tierra Lamont-Doherty de la Universidad de Columbia y la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, en San Diego. Como instituto de investigación, el IRI mantendrá lazos estrechos con los programas del PMIC, con particular énfasis en el Sistema Mundial Océano-Atmósfera-Tierra (GOALS), componente del Programa PMIC/CLIVAR. Además servirá de importante función integradora para conectar los resultados del GOALS con el Programa PMIC/GEWEX cuando tratan de predecir los cambios en la distribución y en la cantidad de la precipitación en las regiones continentales. Se espera que la interacción con los programas del PMIC sea de colaboración mutua, beneficiándose el IRI de los últimos avances científicos conseguidos mediante programas como el CLIVAR/GOALS y GEWEX, mientras que, al mismo tiempo, suministra a los científicos que participan en esos programas internacionales de investigación información avanzada sobre predicción, capacidades informáticas, acceso al flujo de datos fundamentales y acceso al conocimiento de las aplicaciones prácticas de los resultados de sus investigaciones. Por lo tanto el IRI servirá de ayuda para que los logros científicos del Programa PMIC alcancen una madurez más rápida y completa y conduzcan a cubrir por completo las necesidades de la sociedad.

Además de los programas del PMIC, el IRI colaborará estrechamente en las actividades afines de la Comisión de Climatología de la OMM y del Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGIB), en particular el programa IGB/START sobre enseñanza, formación e investigación dirigida a nivel regional. El IRI también espera colaborar estrechamente con los componentes climáticos del naciente Programa Internacional de Dimensiones Humanas del Cambio Mundial (IHDP), en particular en aquellos proyectos que se ocupan de la vulnerabilidad y de la capacidad de adaptación de los sistemas humanos a la variabilidad climática y el valor de la información de las predicciones para la toma de decisiones.

Desde su concepción, la planificación del IRI contó con la existencia de un programa específico de observación (TOGA TAO, SMOO, SMOC, OMM/VMM, satélites) diseñado para suministrar información crítica del estado actual del océano, de la atmósfera y de las condiciones de la superficie de la tierra. El TAO y su ampliación prevista en el contexto del programa CLIVAR/GOALS es también crítico para el éxito del IRI. Inversamente, las aplicaciones prácticas de la información de las predicciones realizadas por el IRI representan una justificación social importante en apoyo de estas observaciones. Tiene una particular importancia

la integración de los sistemas de observación terrestres fijos (p. ej. TOGA/TAO) con las observaciones de satélites (p. ej. altimetría y dispersimetría). Además se espera que el IRI participe en las discusiones sobre el apoyo a las observaciones críticas de la VMM.

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de las regiones afectadas representan importantes activos en varios campos pertinentes para las aplicaciones de la predicción climática a corto plazo. La creación y el mantenimiento de una asociación dinámica entre el IRI y los SMHN tiene particular importancia para el desarrollo de programas de aplicación en todo el mundo. Además de suministrar a los SMHN (y a otros usuarios) nuevos productos orientativos de la predicción, el IRI apoyará los proyectos de demostración concebidos para descubrir nuevas oportunidades de las aplicaciones y para estimular la expansión de las capacidades regionales mejoradas.

Como punto central de esta colaboración con los SMHN, el IRI cooperará estrechamente con el naciente programa del Servicio de Predicción e Información del Clima de la OMM (CLIPS). Tanto el CLIPS como el IRI comparten un objetivo común: potenciar la capacidad de un usuario para convertir la información de la predicción climática a corto plazo en beneficio real, social y económico.

Como en el caso de los sistemas críticos de observación, los actuales centros de investigación y de modelización climáticas aportan valiosos activos en las áreas de construcción de modelos, de predicciones experimentales y de investigación dirigida, concebidas para explotar y ampliar los límites actuales de la predicibilidad a escalas cronológicas estacionales a interanuales. Para que el IRI trabaje junto con los institutos de investigación de los EE. UU. e internacionalmente, es esencial que se organice una estrecha colaboración, mutuamente beneficiosa, con esta red de centros de investigación climática estacional a interanual. Empieza a emerger una red IRI de centros y programas de modelización y de investigación de aplicaciones que establecerá las formas de cooperación entre el IRI y sus asociados en la red.

Nuevas instituciones

La demostración de los beneficios reales de un sistema de "predicción enlazada" sólidamente organizado exige nuevas estructuras institucionales y la colaboración entre los programas y organizaciones existentes dedicados a la investigación del clima, a la predicción y a sus aplicaciones.

Como una nueva capacidad institucional que tiende un puente eficaz entre la ciencia de la predicción del clima y las necesidades de la sociedad de aplica-

ciones reales, la creación del IRI para las predicciones climáticas estacionales a interanuales admite y se basa en las capacidades de la red existente de instituciones científicas nacionales e internacionales dedicadas a la investigación de la variabilidad y de la predicción del clima, los SMHN y una serie de instituciones, organizaciones y programas regionales, nacionales e internacionales dedicados a la aplicación de las posibilidades de la predicción del clima corto plazo, para ocuparse de problemas sociales como la salud y la seguridad pública, la garantía de alimentos en el mundo y el desarrollo económico sostenible.

El IRI se ha instaurado en los EE. UU., pero está iniciando conversaciones con sus miembros fundadores para adquirir una responsabilidad multinacional en el futuro próximo. El IRI es el núcleo de una red de centros y de programas de investigación de la predicción y de sus aplicaciones y tiene la misión de evaluar y fomentar continuamente las predicciones climáticas estacionales a interanuales y potenciar la aplicación de estas predicciones climáticas para el beneficio explícito de la sociedad.

El IRI se ocupará de todos los aspectos de la predicción enlazada, incluyendo el desarrollo de modelos y de sistemas de predicción, la predicción experimental, la vigilancia del clima y su distribución, la investigación de aplicaciones y la formación de personal en coordinación y colaboración con la comunidad internacional de investigación y aplicaciones del clima. Su trabajo en el campo de las aplicaciones será coordinado con los SMHN y otros organismos para la distribución de los productos de la predicción y para definir las actividades de las aplicaciones climáticas a nivel mundial.

Además de potenciar sus capacidades internacionales, tiene lugar, simultáneamente, un empeño paralelo para crear un conjunto de productos de predicción del IRI para facilitar su aplicación en las tomas de decisión prácticas mediante la investigación dirigida y los proyectos de demostración en regiones seleccionadas. Estas actividades incluyen:

- la producción y el desarrollo continuo de predicciones a escala mundial de los procesos fundamentales y de las variables del clima, incluyendo el ENOA en el Pacífico tropical, la temperatura superficial del mar en otros océanos, las interacciones océano-tierra-atmósfera en las regiones del monzón, etc.;
- el suministro de predicciones regionales que incorporen procesos físicos pertinentes a escala local y regional reduciendo la amplitud de la predicción de mundial a local e incorporando la

información necesaria para las aplicaciones.

Comenzando en las regiones donde la predecibilidad es alta, el foco inicial de las actividades en las que se basa este objetivo incluirá: el acoplamiento de los modelos regionales o a mesoescala de mayor resolución, y el uso de métodos estadísticos para relacionar los cambios de la TSM con las distribuciones locales y regionales de la precipitación y de la temperatura;

- un programa de investigación dirigida de dimensiones humanas para las aplicaciones que proporcionará una visión de las consecuencias regionales de la variabilidad del clima, la vulnerabilidad de las comunidades y de los sectores en desarrollo, la identificación de las oportunidades para explotar las predicciones del clima para el desarrollo económico, el valor de la información de las nuevas predicciones en apoyo de las tomas de decisiones, y la identificación y la comprensión de las barreras que impiden el uso de la información de las predicciones;
- la implantación de un conjunto seleccionado de proyectos de aplicaciones de las predicciones diseñado para demostrar el valor práctico de las predicciones climáticas a corto plazo para los responsables de las decisiones. Las actividades en apoyo de este objetivo se concentrarán inicialmente en: el apoyo suplementario a programas actuales seleccionados creados durante la fase del proyecto piloto del IRI; y, la identificación de nuevas oportunidades prometedoras de las actividades de aplicación en las regiones donde la predecibilidad es alta o donde los programas complementarios apoyan a la infraestructura científica regional (p. ej. institutos regionales de investigación del cambio mundial: IAI, APN y ENRICH).

El futuro

Todavía hay mucho que hacer. La componente GOALS del programa CLIVAR comenzó con el fin del TOGA y continuará no sólo la investigación de la predicción del ENOA, mejorando los datos, los modelos y los métodos de las predicciones del ENOA sino que también tratará de identificar y de explotar a escala mundial la predecibilidad estacional a interanual, dondequiera que exista y mediante cualquier mecanismo. El IRI (y otros centros nacionales de predicción) incorporará estos avances científicos a su sistema de predicción, para hacer que las predicciones del clima a corto plazo tengan más pericia y sean más específicas. El IRI, trabajando en asociación con la red IRI de centros y, programas de investigación de las aplicaciones, uti-

lizará estas predicciones y demostrará la validez del concepto de las predicciones enlazadas e, indudablemente, en el proceso aprenderá mucho sobre las ciencias física y social. Creemos que el conocimiento así adquirido será muy beneficioso para el problema más complejo de la investigación del cambio mundial incluyendo las influencias antropogénicas en el sistema climático.

Deseamos un mundo que haya aprendido a utilizar las predicciones del clima a corto plazo. Contemplamos un momento en que los países más pobres podrán planificar frente a futuras sequías almacenando semillas resistentes y conservando el agua con suficiente anticipación y en que los países más ricos establezcan los mercados agrícolas internacionales administrando inteligentemente sus contratos futuros. Vemos que la gestión del agua se hará más inteligentemente para el provecho público y privado en interés del desarrollo sostenible. Contemplamos a las naciones del mundo administrando sus recursos y mirando al futuro con más confianza teniendo en cuenta el aumento de la población. Vemos que las naciones más ricas compartirán sus datos generosamente y trabajarán juntas para usar las predicciones del futuro con otras naciones que todavía no pueden realizarlas. Contemplamos un proceso en el que tanto las naciones pobres como las ricas aprenderán la forma en que sus sistemas internos económicos y sociales funcionan realmente y cómo la gente podrá trabajar junta en beneficio de todos.

Una planificación inteligente depende de algún conocimiento del futuro. La predicción enlazada a corto plazo es un importante paso adelante hacia ese futuro.

Reconocimientos

Los autores han sacado provecho de las numerosas discusiones con la comunidad científica internacional de aplicaciones del clima durante los años del Programa TOGA, que continuaron durante el período de diseño y de puesta en operación del IRI. Estamos enormemente agradecidos, entre otros, a M. Hall, K. Mooney, J. Buizer y M. Patterson de la NOAA/OGP, J. Shukla, E. Shea, M. Cane, S. Zebiak, A. Busalacchi, A. Leetmaa, N. Graham, P. Webster, D.S. Battisti, J.M. Wallace y al Laboratorio Margaret Black.

Referencias

BATTISTI, D.S. and E. SARACHIK, 1995: Understanding and Predicting ENSO. *Revs. Geophys.*, **33**, 1367-1376. (Texto completo en: <http://earth.agu.org/revgeophys/battis01/battis01.html>).

CANE, M.A., S.E. ZEBIAK and S.C. DOLAN, 1986: Experimental forecasts of *El Niño*. *Nature*, **321**, 827-832.

CHEN, D., S.E. ZEBIAK, A.J. BUSALACCHI and M.A. CANE, 1995: An improved procedure for *El Niño* forecasting. *Science*, **269**, 1 669-1 702.

CHEN, D., S.E. ZEBIAK, M.A. CANE and A.J. BUSALACCHI, 1997: Initialization and predictability of a coupled ENSO forecast model. *Mon. Wea. Rev.*, **125**, 773-788.

JI, M. and A. LEETMAA, 1997: Impact of data assimilation on ocean initialization and *El Niño* prediction. *Mon. Wea. Rev.*, **125**, 742-753.

LATIF, M., D. ANDERSON, T. BARNETT, M. CANE, R. KLEEMAN, A. LEETMAA, J. O'BRIEN, A. ROSATI and E. SCHNEIDER, 1997: TOGA Review Paper: Predictability and Prediction. *J. Geophys. Res.* En imprenta.

MOURA, A.D., 1994: Prospects for seasonal-to-interannual climate prediction and applications for sustainable development. *WMO Bulletin*, **43**, 207-215.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996: Learning to Predict Climate Variations Associated with *El Niño* and the Southern Oscillation: Accomplishments and Legacies of the TOGA Programme. National Academy Press, 171 páginas.

PULWARTY, R.S. and K.T. REDMOND, 1997: Climate and salmon restoration in the Columbia river basin: The role and usability of seasonal forecasts. *Bull. Am. Met. Soc.*, **78**, 381-397.

ROSATI, A., K. MIYAKODA and R. GUDGEL, 1997: The impact of ocean initial conditions on ENSO forecasting with a coupled model. *Mon. Wea. Rev.*, **125**, 754-772.

SARACHIK, E.S. and E. SHEA, 1997: End-to-end seasonal to interannual climate prediction. *ENSO Signal*, **7**, 4-6. (Texto disponible en: <http://www.ogp.noaa.gov/IRI/ENSIG/ISH7/Issue7.html>)

Anuncio de conferencia

ISARS 98

9º Simposio Internacional sobre Sensores Acústicos Remotos y Técnicas Asociadas de la Atmósfera y el Océano

Instituto de Física y Meteorología
Universidad de Ciencias de la Agricultura
Viena, Austria, 6 a 10 de julio de 1998

Los temas a tratar serán la propagación y difusión del sonido en la atmósfera y en los océanos, desarrollo y precisión de los instrumentos y aplicaciones atmosféricas y oceánicas.

Para obtener más información, diríjense a Petra Seibert, Institute of Meteorology and Physics, University of Agricultural Sciences, Tuerkenschanzstrasse 18, A-1180 Viena, Austria. Tel.: +43-1-4705820-20. Fax: +43-1-4705820-60. E-mail: petra@imp1.boku.ac.at