

Proyecto Piloto

"Variabilidad Climática y Agricultura en Paraguay, Uruguay y Argentina: los efectos del ENSO"

OBJETIVOS

Esta propuesta está dirigida a establecer los efectos de la variabilidad climática relacionada con el fenómeno Niño- Oscilación Sur (ENSO), sobre los sectores agrícolas de Paraguay, Uruguay y Argentina, focalizado sobre los tres mayores cultivos en los tres países como son soja, trigo y maíz. La principal pregunta que queremos contestar es: *¿Cuál es el impacto de la variabilidad climática relacionada con el ENSO sobre el clima y la producción agrícola de Paraguay, Uruguay y Argentina?*

INTRODUCCIÓN

El fenómeno ENSO es la principal fuente de variabilidad climática interanual en varias partes de mundo. Los eventos ENSO de Pacífico tropical influyen la precipitación, temperatura y los regímenes de caudales en el sudeste de Sur América (Ropelewski y Halpert 1987, 1989, 1992; Aceituno, 1988; Mechoso y Pérez Iribarren, 1992; Pisciottano et al., 1994, Bidegain y Krecl, 1998, Bidegain y Podestá, 2000; Montecinos, Díaz y Aceituno, 1999; Armóa, Pasten, Báez y Coronel, 2001).

La variabilidad climática tiene un profundo impacto sobre una amplia gama de actividades humanas, y uno de los sectores más vulnerables es la agricultura. La agricultura es la más importante actividad económica en Paraguay, Uruguay y Argentina: en los años 1990 al 97 el sector contribuyó con cerca del 16% del PBI en Paraguay² y 8–14% en Uruguay¹. En ambos países, los productos agrícolas representan cerca del 40–50% del total de exportaciones. A causa de que la variabilidad asociada al ENSO puede ser más intensa en determinadas épocas del año, consideraremos un cultivo de verano (soja y maíz) y uno de invierno (trigo).

Las consecuencias negativas de la variabilidad climática extrema (sequías, inundaciones) frecuentemente atraen la atención de la sociedad y son destacados en la prensa. La poderosa sequía asociada con el evento La Niña de 1988 causó pérdidas de 300 millones de dólares en Uruguay. El Niño del año 1997-98, en Paraguay produjeron pérdidas evaluadas en 186 millones dólares, de los cuales el 66% corresponde al sector agrícola. Sin embargo, los efectos menos dramáticos de la variabilidad climática también pueden tener una importancia económica significativa. En algunos casos, los efectos favorables de las condiciones climáticas pueden tener fuertes impactos económicos. *Por lo tanto está clara la necesidad de documentar de una manera rigurosa, cuantitativa, y comprehensiva los efectos de la variabilidad climática relacionada con el ENSO sobre el sector agrícola de Paraguay, Uruguay y Argentina; este es el primer objetivo de esta investigación.*

En años recientes, han existido avances significativos en nuestra comprensión de las interacciones entre los océanos tropicales y la atmósfera, nuestra habilidad para monitorear ambos sistemas, y la velocidad y el costo de las computadoras. Junto a esos avances se ha hecho posible el pronosticar, con suficiente acierto, la ocurrencia de los eventos ENSO con anticipaciones de meses a un año. Se asume que la disponibilidad rutinaria de pronósticos climáticos beneficiará significativamente al sector agrícola en las regiones donde la influencia del ENSO permita a los agricultores mitigar las consecuencias negativas de la variabilidad

¹ Source: Interamerican Development Bank

climática o, por otro lado, aprovechar las condiciones favorables. Los pronósticos experimentales del ENSO han sido usados en varias regiones con varios grados de éxito en nordeste del Brasil, Perú, Australia, Sur África y sudeste de Sur América

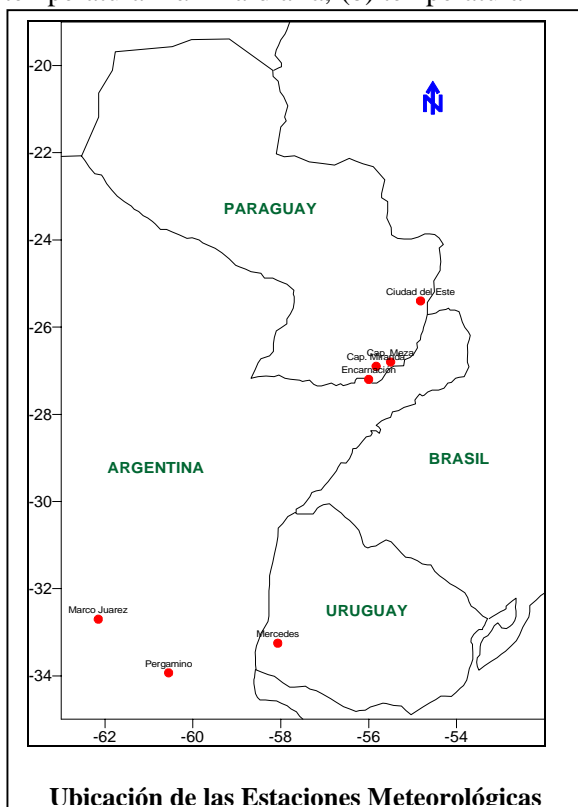
Asumimos que para que un pronóstico climático tenga efectos benéficos sobre el sector agrícola y la sociedad en general, este debe inducir cambios en el proceso de toma de decisiones y sobre las acciones tomadas por los agentes del sector. *Un pronóstico que no cambie el comportamiento del sector no tiene valor económico.* No obstante, todavía debe ser alcanzado una cantidad de resultados antes de permitir que los pronósticos climáticos sean adoptados ampliamente y provechosamente por el sector agrícola. Estos resultados van desde la cuantificación del valor del pronóstico hasta el entramado tecnológico, económico, legal y social que condiciona la implementación de respuestas sectoriales a los pronósticos

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION

1. Caracterización de los efectos de la variabilidad climática sobre los sectores agrícolas de Paraguay, Uruguay y Argentina

Primero cuantificaremos los efectos del ENSO sobre el clima de Paraguay, Uruguay y Argentina. Haremos uso de registros históricos para calcular los valores medios y variancias de las variables climáticas durante El Niño, La Niña, o condiciones neutrales (nos referiremos a esas tres condiciones como “Fases del ENSO”). No obstante, a causa de los pocos eventos ENSO que han ocurrido en el periodo de registros instrumentales, la descripción estadística puede estar limitada.

Para describir la distribución de probabilidad de las variables climáticas bajo cada fase del ENSO, usaremos un método intensivo de remuestreo desarrollado por investigadores de la región (Grondona et al., 2000). Este método ha sido utilizado con éxito en la caracterización de la variabilidad relacionada con el ENSO sobre la región. Las variables climáticas consideradas son aquellas a ser usadas en combinación con los modelos biofísicos de cultivos son: (a) temperatura máxima diaria, (b) temperatura mínima diaria, (c) precipitación acumulada diaria y (d) radiación solar acumulada diaria. El método de remuestreo producirá, para cada variable climática estudiada y para cada mes, un conjunto de tres distribuciones de probabilidad, una para cada fase del ENSO. Las distribuciones de probabilidad serán estimadas en las siguientes estaciones meteorológicas de Paraguay, Uruguay y Argentina:



Las distribuciones de probabilidad serán estimadas en las siguientes estaciones meteorológicas de Paraguay, Uruguay y Argentina: Encarnación (PY), Capitán Miranda (PY), Capitán Meza (PY), Paysandú (UY), Mercedes (UY), Eranzuela (UY), Marcos Juárez (AR), Pergamino (AR), de las principales regiones productoras de los cultivos, con los registros climáticos más extensos disponibles.

La primera parte de la investigación producirá una descripción cuantitativa de los efectos temporales y espaciales de la variabilidad climática del ENSO en Paraguay, Uruguay y Argentina. Identificaremos las épocas del año y las regiones para las cuales la variabilidad climática del ENSO es mas destacada, así

como su relevancia para la agricultura (e.g., coincidencia con etapas críticas en el crecimiento de cultivos). Por lo tanto, desarrollaremos escenarios climáticos realísticos para cada fase del ENSO, para ser usados como insumo en la siguiente etapa.

La segunda etapa involucra la cuantificación de los efectos de la variabilidad climática sobre los rendimientos de soja, trigo y maíz. La principal herramienta a ser usada para este propósito son los modelos biofísicos que simulan el crecimiento de cultivos y rendimientos como una función de las condiciones del tiempo, tipos de suelo, características genéticas y prácticas de manejo. Varios modelos de cultivo han sido desarrollados por el proyecto International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer (IBSNAT). Uno de los principales logros del IBSNAT's es un software llamado Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT), que incluye diferentes modelos de cultivos en un mismo paquete, con una única base de datos de suelos, clima, etc.

Existe experiencia previa en el uso del software DSSAT en Paraguay, Uruguay y Argentina. Además de la información climática, los modelos requieren información sobre química del suelo y propiedades físicas, prácticas agrícolas, y características de los cultivares usados. La mayoría de la información requerida está disponible en la región de estudio. Se ha hecho un esfuerzo significativo en la calibración y validación de los modelos en la región (Baethgen and Magrin, 1995). De hecho, una gran parte del trabajo de calibración ha sido hecho por alguno de los Co-PIs y colaboradores. Como resultado, los modelos tienen la habilidad de producir resultados realísticos bajo diferentes escenarios climáticos. *La existencia de experiencia regional en el uso de modelo de cultivos, la disponibilidad de información anexa necesaria, y el hecho de que los modelos han sido calibrados y validados localmente reduce significativamente el tiempo de arranque de esta propuesta, haciendo posible obtener resultados dentro de las restricciones temporales del programa CRN del IAI.*

Los modelos de cultivo serán corridos bajo tres escenarios climáticos diferentes: Niño, Niña y condiciones neutrales. Los modelos requieren como entrada series de datos diarios de temperatura máxima y mínima, precipitación y radiación solar. Construiremos series sintéticas de temperatura, precipitación y radiación solar para cada fase del ENSO basadas en las distribuciones de probabilidad mensuales para esas variables estimadas en la etapa previa. Las series sintéticas deberán tener propiedades estadísticas similares a las de los datos reales. Esto será verificado usando datos diarios históricos para unas pocas estaciones meteorológicas representativas.

Serán generadas una gran cantidad de series climáticas sintéticas para cada fase del ENSO de manera de describir un amplio rango de condiciones climáticas. Para cada serie, el modelo DSSAT simulará un rendimiento de cultivo. Todas las simulaciones seguirán el conjunto de prácticas corrientes para cada cultivo. En cada estación, el resultado esperado es un conjunto de tres distribuciones de frecuencia por cultivo que describirán el rango de rendimientos de cultivos de soja, trigo y maíz para cada fase del ENSO. Para validar los resultados de las simulaciones de rendimientos, se compararán con los rendimientos históricos de soja, trigo y maíz de las cooperativas agrícolas y de estaciones agrícolas experimentales.

RESULTADOS ESPERADOS

La investigación propuesta deberá cuantificar los alcances de la variabilidad climáticas en la región. Además de los resultados específicos, se desarrollarán metodologías que se pueden ajustar fácilmente a la investigación de la variabilidad del clima en otros sectores de la sociedad. Este proyecto producirá un "conocimiento utilizable" con implicaciones prácticas para los gobiernos y los sectores agrícolas de Paraguay, Uruguay y Argentina. Estos países se están esforzando para aumentar la productividad agrícola y esta área es una importante contribución a la toma de decisiones en el sector agrícola con una importante componente estratégica.

La investigación propuesta significará además varias oportunidades para la formación. Las Instituciones participantes proveerán becarios y formación a estudiantes, jóvenes graduados y personal técnico de Paraguay, Uruguay y Argentina.

La propuesta inicialmente se enfoca en tres países pero se espera involucrar a grupos del otro país de la región (Brasil), que está participando de esta iniciativa IAI/CRN. Se invitará a otros científicos a los talleres donde se presentarán resultados del proyecto y se harán evaluaciones. Varios de estos resultados se aprovecharán en los Talleres de Perspectivas Climáticas del Sudeste de Sudamérica y en los Centros de Predicción Climática de la Región.

RELACIONES CON LA AGENDA CIENTIFICA DEL IAI Y OTROS PROYECTOS

El investigación que se propone aquí apunta a la agricultura, un tema sumamente pertinente en la mayoría de países de la región. Al mismo tiempo, nuestra propuesta tiene obvia pertinencia al tema del ENSO en la agenda científica del IAI. Nuestro proyecto cumple con una de las recomendaciones específicas de la agenda del IAI

(1) "Aumento de los estudios empíricos para desarrollar predicciones de la influencia de variabilidad del clima sobre las actividades socioeconómicas"

Daremos énfasis a que las actividades propuestas sean complementarias, en lugar de competitivas de las investigaciones sobre ENSO que se llevan a cabo en la región. Por ejemplo la investigación de las relaciones entre el Pacífico tropical y la América del Sur extratropical, la influencia del Océano Atlántico, o la modulación regional del ENSO sobre la variabilidad reforzarán indudablemente la habilidad de prever la aparición del ENSO y, por lo tanto sus impactos.

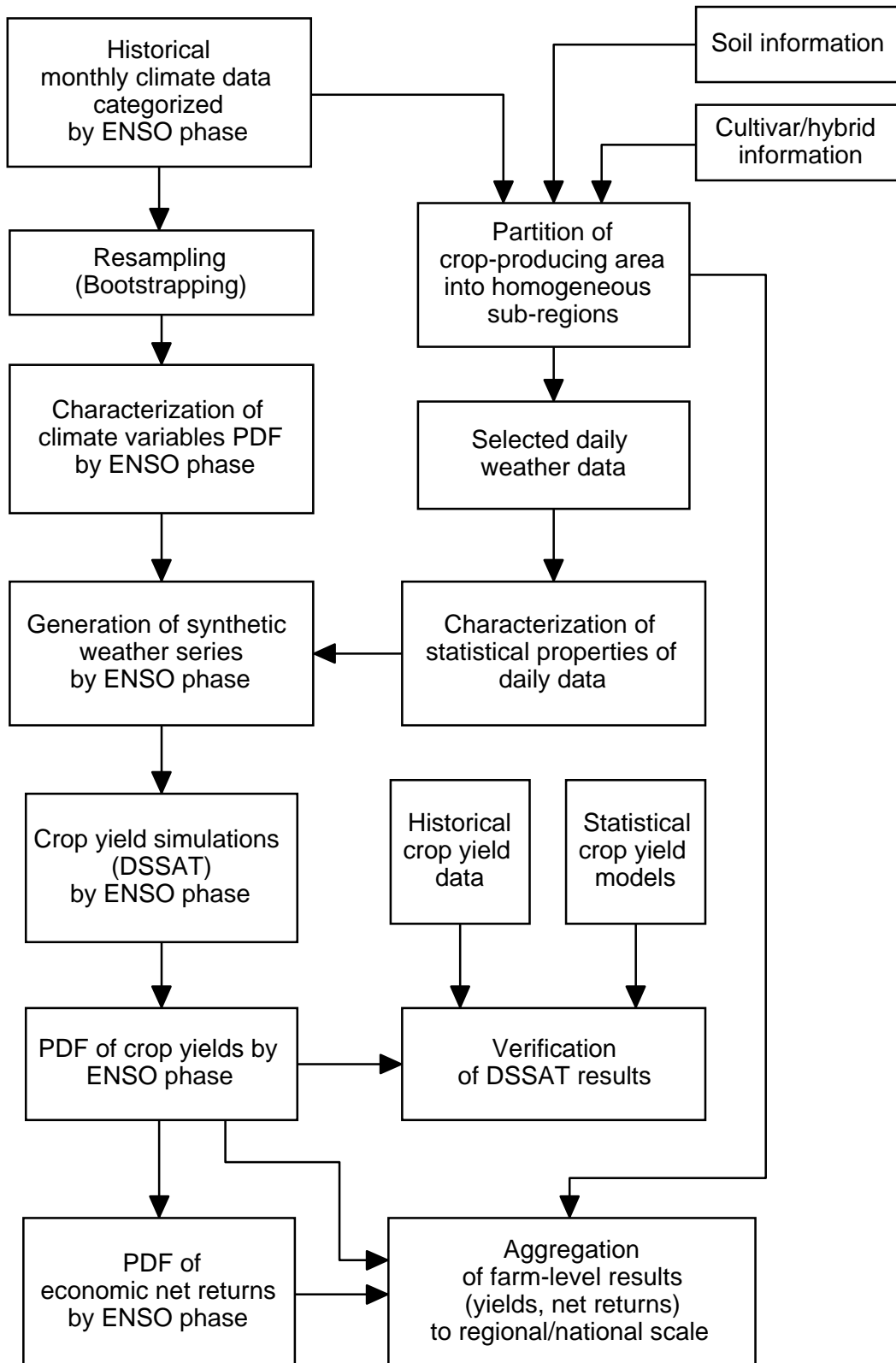
PARTICIPANTES

Participarán en este proyecto Co-Investigadores principales por Paraguay, Uruguay y Argentina del PROSUR y colaboradores. Sus direcciones Institucionales y sus responsabilidades dentro del programa se listan en la Tabla. Hacemos notar que las Universidades e Institutos Agrícolas de Paraguay, Uruguay y Argentina proveerán el acceso a los datos necesarios: series climáticos, información de suelos, rendimientos históricos de cosechas, validación de las simulaciones de cultivos, etc. La mayoría de los Co-Pi han colaborado previamente en el desarrollo de propuestas y en un proyecto ejecutado dentro del ISP/2 del IAI (Referencia)

Tabla 1. Investigadores Principales y Colaboradores, Instituciones y principales responsabilidades.

<i>Participante</i>	<i>Institución</i>	<i>Responsabilidades</i>
<i>Paraguay</i>		
Dr. Genaro Coronel	Universidad Nacional de Asunción	Compilación de registros climáticos. Generación de series sintéticas. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
Lic. Julián Báez	Universidad Nacional de Asunción	Compilación de registros climáticos diarios. Control de calidad. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
Alejandro M. Pasten y Jorge Armóa.	Universidad Nacional de Asunción	Compilación de registros climáticos diarios. Control de calidad. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO
Ing. Edgar Mayeregger	Ministerio de Agricultura	Simulación y validación de los rendimientos de cultivos.
Lic. Benjamin Grassi	Universidad Nacional de Asunción	Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
<i>Uruguay</i>		
Dr. Walter Baethgen	International Fertilizer Development Center.	Simulación y validación de los rendimientos de cultivos.
Lic. Mario Bidegain	Universidad de la República Facultad de Ciencias	Compilación de registros climáticos. Control de calidad. Generación de series sintéticas. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
Lic. Mario Caffera	Universidad de la República Facultad de Ciencias	Control de calidad. Generación de series sintéticas. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
<i>Argentina</i>		
Dr. Walter Vargas	Univ. de Buenos Aires Dep. Ciencias Atmósfera	Control de calidad. Generación de series sintéticas. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO.
Lic. Olga Penalba	Univ. de Buenos Aires Dep. Ciencias Atmósfera	Compilación de registros climáticos. Control de calidad. Generación de series sintéticas. Análisis de escenarios climáticos para cada fase del ENSO. Simulación y validación de los rendimientos de cultivos.

Figure 1. Descripción esquemática de las etapas involucradas en el proyecto propuesto: Variabilidad Climática y Agricultura en Paraguay, Uruguay y Argentina: los efectos del ENSO



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Armóa, Pasten, Báez y Coronel, 2001. Relationship of the Equatorial Pacific's SST with Rainfall in Paraguay. IAPSO-IABO, Mar del Plata-Argentina.

- Báez J. y Fernández W, 1994. Variabilidad Espacial y Temporal de la Precipitación Lluviosa en Paraguay. Revista GEOFÍSICA (IPGH).
- Báez J. y Fernández W, 1995. Anomalías Observadas en la Atmósfera Libre sobre Paraguay durante los Eventos ENOS de 1986-87 y 1991-92. Revista GEOFÍSICA (IPGH).
- Báez J. y Fernández W, 1995. Características de la Atmósfera Libre sobre Paraguay y su Influencia en el Comportamiento Estacional de la Precipitación. Revista GEOFÍSICA (IPGH).
- Aceituno, P. 1988. On the functioning of the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review* 116: 505–524.
- Baethgen, W.B. and G.O. Magrin. 1995. Assessing the impacts of climate change on winter crop production in Uruguay and Argentina using crop simulation models. C. Roszenzweig et al. (Eds.), *Climate Change and Agriculture: Analysis of potential international impacts*. American Society of Agronomy Special Publication 59. Madison, Wisconsin,
- Bidegain M. y M.R. Caffera; 1991; Comportamiento de la Precipitación en la Región Sudeste de América del Sur (Uruguay) asociado con los índices de Oscilación Sur (I.O.S.) y El Niño (T.S.M.). *Anales del VI Congreso Argentino de Meteorología*. Buenos Aires.
- Bidegain M., P. Krecl; 1998; Anomalías de la temperatura en superficie en el Sureste de Sudamérica (Uruguay) asociadas al Fenómeno ENSO. *Anales del VIII Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología*. Brasilia. Brasil.
- Bidegain M., Podestá G.; 2000; ENSO-related Climate Variability on Precipitation and Temperature in Southeastern Southamerica. *Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography*. Santiago, Chile.
- Gronzona M., Podestá G., Bidegain M., Marino M. and Hordij H.; 2000; A Stochastic Precipitation Generator Conditioned on ENSO Phase: A Case Study in Southeastern South America . *J. Climate*, Vol. 13, 2973-2986.
- Halpert M.S. and C.F. Ropelewsky ; 1992; Surface Temperature Patterns Associated with the Southern Oscillation . *J. Climate*, Vol.5, 577-593.
- Hansen, J.W., J.W. Jones, G. Magrin, S.G. Meira, E.R. Guevara, M.I. Travasso, R.A. Díaz, M. Marino, H. Hordij, C. Harwell, and G. Podestá. 1996. ENSO effects on yield and economic returns of wheat, corn, and soybean in Argentina. pp. 89-90 in *Actas del VII Congreso Argentino y VII Congreso Latinoamericano e Iberico de Meteorología*. Buenos Aires, Argentina, 2-6 September, 1996.
- Mechoso, C.R. and G. Perez Iribarren. 1992. Streamflow in southeastern South America and the Southern Oscillation. *Journal of Climate* 5: 1535–1539.
- Montecinos, Díaz y Aceituno, 1999
- Pisciottano, G., A. Díaz, G. Cazes and C.R. Mechoso. 1994. El Niño/Southern Oscillation impact on rainfall in Uruguay. *Journal of Climate* 7: 1286–1302.

Ropelewski, C.F. and M.S. Halpert. 1987. Global and regional scale patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review* 115: 1606–1626.

Ropelewski, C.F. and M.S. Halpert. 1989. Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation. *Journal of Climate* 2: 268–284.

PRESUPUESTO

Título del Proyecto: Variabilidad Climática y Agricultura en Paraguay, Uruguay y Argentina: los efectos del ENSO

Pasajes y viáticos	\$ 7,000
Equipamiento	\$ 4,000
Software	\$ 3,000
Costos de comunicaciones	\$ 2,000
Materiales y suministros	\$ 2,000
Costos de Publicaciones /Documentación / Distribución	\$ 3,000
COSTO TOTAL	\$ 21,000