



ECU 01/99

# VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y SU RELACIÓN CON LA AGRICULTURA EN LA SIERRA ECUATORIANA: IMPACTO DEL FENÓMENO EL NIÑO – OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO)

## UNIDAD EJECUTORA DEL FONDO COMPETITIVO RESUMEN DEL PERFIL - INVESTIGACION

| A. General                                                      |                                                                                                                                                             | Respuesta / Opciones- subrayar donde sea apropiado                                                                                                                                                                                                                                                   |                       |                     |                     |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Nombre de la institución principal (ecuatoriana)                |                                                                                                                                                             | Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)                                                                                                                                                                                                                                             |                       |                     |                     |
| Tipo de institución principal                                   |                                                                                                                                                             | Corporación estatal                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |                     |                     |
| Nombre(s) de la(s) institución(es) asociada(s) (ecuatoriana(s)) |                                                                                                                                                             | • Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP)                                                                                                                                                                                                                                  |                       |                     |                     |
| Tipo(s) de institución(es) asociada(s)                          |                                                                                                                                                             | • INIAP                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                     |                     |
| Nombre(s) de la institución(es) colaboradora(s) en el exterior  |                                                                                                                                                             | • Centro Internacional de la Papa (CIP)                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                     |                     |
| Tipo de institución(es) colaboradora(s) en el exterior          |                                                                                                                                                             | • Centro Internacional (miembro del CGIAR)                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |                     |                     |
| Tipo de alianza                                                 |                                                                                                                                                             | Investigación – nuevas metodologías                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |                     |                     |
| B. Para alianzas estratégicas de investigación                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                     |                     |
| Area principal                                                  |                                                                                                                                                             | Manejo de recursos naturales en la producción agrícola                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                     |                     |
| Area(s) disciplinaria(s)                                        |                                                                                                                                                             | Areas                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Institución Principal | Inst.Cola. Nacional | Inst.Cola. Exterior |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Ecología                                                                                                                                                                                                                                                                                           | INAMHI                |                     |                     |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Agronomía                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INAMHI                | INIAP               | CIP                 |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Geografía                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                       |                     | CIP                 |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Economía Agraria                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       | INIAP               | CIP                 |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Biometría o Estadística                                                                                                                                                                                                                                                                            | INAMHI                | INIAP               | CIP                 |
|                                                                 |                                                                                                                                                             | • Otros: Meteorología                                                                                                                                                                                                                                                                                | INAMHI                |                     | CIP                 |
| Propósito principal (objetivo sublime, resumen)                 |                                                                                                                                                             | Formar una Alianza Estratégica para estudiar, desarrollar e implementar metodologías que permitan evaluar la variabilidad climática asociada a eventos ENSO y el impacto de su pronóstico en la agricultura de la Sierra Ecuatoriana                                                                 |                       |                     |                     |
| Los dos objetivos inmediatos más importantes (resumen)          |                                                                                                                                                             | 1. Cuantificar el impacto de la variabilidad climática asociada con los eventos ENSO en la Sierra Ecuatoriana.<br>2. Capacitar continuamente equipos multidisciplinarios del Ecuador que pueden proporcionar información útil y a tiempo para minimizar los riesgos climáticos en el sector agrario. |                       |                     |                     |
| Grupo meta identificado (beneficiarios)                         | Investigadores, técnicos, agricultores, gremios y asociaciones de productores agrarios o agroindustriales, así como también autoridades del sector agrario. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                     |                     |
| C. Financiamiento y fechas                                      |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                     |                     |
| Monto total del financiamiento solicitado USD                   |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | US\$ 195,000.-        |                     |                     |
| Monto de contraparte propuesto USD                              |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | US\$ 204,000.-        |                     |                     |
| Duración del financiamiento solicitado (meses)                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 36 meses              |                     |                     |
| Fecha de inicio: mes/año                                        |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Marzo 2000            |                     |                     |

## **1. TITULO DEL PROYECTO**

VARIABILIDAD CLIMATICA Y SU RELACION CON LA AGRICULTURA EN LA SIERRA ECUATORIANA: IMPACTO DEL FENOMENO EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO)

## **2. INSTITUCIONES PARTICIPANTES**

### **2.1 Institución base**

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI  
Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea. Tel:265-433. Fax:433-934. Casilla Postal: 16-310  
Correo Electrónico: [inamhi@inamhi.gov.ec](mailto:inamhi@inamhi.gov.ec)

INAMHI es una institución de carácter público, esta adscrita al Ministerio de Energía y Minas con jurisdicción en todo el territorio nacional, es el organismo rector, coordinador y normalizador de la política nacional en todo cuanto se refiere a la Meteorología e Hidrología.

### **2.2 Instituciones colaboradoras**

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)  
Edificio MAG, 4to. Piso. Avenidas Amazona y Eloy Alfaro. Casilla Postal 17-012600.  
Correo Electrónico: [direccion@iniap.gov.ec](mailto:direccion@iniap.gov.ec)

INIAP tiene experiencia en investigación agropecuaria en los rubros papa, cebada, trigo, maíz, fréjol, pastos y ganadería, y ha validado numerosas tecnologías alternativas para mejorar sistemas productivos en todas las provincias de la sierra ecuatoriana. El INIAP ha comenzado a dar sus primeros pasos en la investigación con el enfoque de sistemas.

Centro Internacional de la Papa (CIP)  
Apartado 1558, Lima 12, Perú. Tel. +51-1-349-6017. FAX +51-1-349-5638.  
Correo electrónico: [cip@cgiar.org](mailto:cip@cgiar.org)

El CIP es una entidad científica, autónoma y sin fines de lucro establecida por Convenio con el Gobierno del Perú para desarrollar y diseminar conocimientos sobre la papa, el camote y otras raíces y tubérculos andinos, con el fin de aumentar su uso como alimento básico. Se dedica también al estudio del manejo de los recursos naturales agrícolas de los andes con la finalidad de alcanzar un desarrollo sostenible de la región andina. Con este objetivo estudia la interacción del suelo, agua, planta y atmósfera en los sistemas de producción agrícola, desarrollando y validando las metodologías de evaluación, diagnóstico y pronóstico a través de modelos de simulación.

## **3. INVESTIGADORES**

GILMA CARVAJAL M. Ingeniera Agrícola. Postgrado en Meteorología Agrícola. Expositor en el Seminario Internacional sobre Investigaciones y Aplicaciones Agrometeorológicas en América Central y del Sur. Miembro de la Comisión de Meteorología Agrícola ARIII. Autor y co-autor de varias publicaciones y artículos. Jefe del Departamento de Agrometeorología – INAMHI. Responsable del Proyecto.

MANUEL CARVAJAL O. Ingeniero Agrónomo. Curso Básico en Meteorología Agrícola. Curso Fundamentos y operatividad de modelos de pronóstico de cultivos. Instructor observadores meteorológicos. Autor y co-autor de varias publicaciones y artículos. Meteorólogo 2 – INAMHI.

VICTOR HUGO BARRERA MOSQUERA: Ingeniero Agrónomo. Maestro en Ciencias en Sistemas de Producción Agropecuarios. Responsable del Núcleo de Apoyo Técnico y Capacitación (NAT/C) y de las Unidades de Validación y Transferencia de Tecnología Agropecuario (UVTT) del INIAP. Investigador Principal en proyectos de Investigación-Desarrollo con Instituciones Nacionales e Internacionales. Profesor Titular de Sistemas de Producción Agropecuarios y, Diseño y Evaluación de Proyectos de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Maestría en Agricultura Sustentable.

WALTER T. BOWEN: Ingeniero Agrónomo. Maestro en Ciencias y Ph.D en Ciencias del Suelo. Investigador del International Fertilizer Development Center (IFDC) y del Centro Internacional de la Papa. Uno de los autores principales del Sistema DSSAT, que engloba modelos de simulación de 16 cultivos. Experto en reciclaje de nutrientes y modelación de sistemas agrícolas y miembro activo del International Consortium for Agricultural Systems Applications (ICASA). Organizador del Tercer Simposio Internacional sobre Análisis de Sistemas para el Desarrollo Agrícola (SAAD-III).

CHARLES C. CRISSMAN: Economista: Maestro en Ciencias y Ph.D., en Economía Agrícola. Representante del Centro Internacional de la Papa en Ecuador. Investigador Principal en proyectos relacionados con el uso de pesticidas en la producción de papa y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente. Autor de varias publicaciones relacionadas con el cultivo de la papa. Su más reciente publicación es: “Cuantificación de las relaciones de intercambio en el medio ambiente, salud y agricultura sustentable: Uso de pesticidas en los Andes”.

GUILLERMO A. BAIGORRIA PAZ: Ingeniero Meteorólogo, Magister Scientiae en Producción Agrícola. Estudiante de Ph.D. en Ciencias del Suelo en la Universidad de Wageningen. Investigador asistente del Centro Internacional de la Papa en Perú. Areas principales de investigación en agrometeorología, Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos de simulación y evaluación de tierras. Ex profesor auxiliar de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú. **CIP**

#### **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

...“es necesario fortalecer la investigación científica sobre El Niño y los fenómenos conexos a fin de mejorar los pronósticos y aplicar los resultados de la investigación científica a la mitigación de los daños y la realización de los posibles efectos beneficiosos, especialmente en apoyo de las comunidades vulnerables”

*Declaración de Guayaquil*

Los resultados de la primera Reunión Intergubernamental de Expertos sobre el fenómeno de El Niño celebrada en Guayaquil del 9 al 13 de noviembre de 1998, resumidos en la

Declaración de Guayaquil, enfatizan la urgente necesidad de invertir en la investigación científica que permita entender las conexiones entre la variabilidad climática y el fenómeno El Niño. Con estos conocimientos generados se podrán hacer los pronósticos climáticos que ayudarán a uno de los sectores más vulnerables de la sociedad ecuatoriana, los agricultores de la sierra. Así, la capacidad de anticipar condiciones favorables o desfavorables para la producción de cultivos es de gran utilidad no solo para los agricultores sino también para otros agentes que actúan en el sector agrícola.

Importantes avances de la comunidad científica establecen que la variabilidad climática en varias partes del mundo, principalmente en Ecuador, esta íntimamente relacionada a la aparición del fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENSO por ser mas reconocido por sus siglas en inglés: El Niño – Southern Oscillation). El fenómeno ENSO envuelve interacciones océano-atmosféricas que están centradas principalmente en el Océano Pacífico Tropical. Cuando la temperatura superficial del mar frente a las costas de Ecuador y Perú es mas cálida que lo normal se conoce como El Niño (fase cálida de ENSO); mientras que si es mas frío que lo normal se denomina La Niña (fase fría de ENSO). Se sabe que ambas fases, eventos fríos o eventos cálidos, están acopladas con la Oscilación Sur cuya magnitud se mide a través de un índice relacionado con las diferencias en la presión atmosférica entre Darwin (Australia) y Tahiti (Trenberth 1996, 1997b).

Modelos estadísticos y numéricos han sido desarrollados para predecir eventos ENSO relacionados con las anomalías en la temperatura superficial del mar y sus efectos sobre el comportamiento regional del clima. Predicciones de ENSO con hasta un año de anticipación son actualmente posibles (Trenberth 1997a). Así el pronóstico de los eventos ENSO pueden ser usados para predecir el clima regional usando (1) análisis estadísticos que midan la asociación histórica entre mediciones de ENSO y las variables climáticas relevantes; o (2) modelos numéricos de interacción océano atmósfera. Usando estas técnicas, el pronóstico basado en ENSO puede ahora proveer de información climática útil en muchas regiones con muchos meses de anticipación. Una revisión de aciertos y fallas en el pronóstico del evento de ENSO mas reciente, El Niño de 1997-98, es presentada por Barnston et al. (1999).

Varios trabajos científicos han demostrado una relación entre las fases de ENSO y la producción agrícola en diversas partes del mundo (Solow et al. 1998; Podestá et al. 1999; Meinke et al. 1996; Phillips et al. 1999). Un grupo de investigadores que han destacado en la aplicación de pronósticos climáticos en la agricultura en las Américas está siendo liderado por el Consorcio de Florida el cual está formado por la Universidad del Estado de Florida, la Universidad de Florida y la Universidad de Miami (ver página web: [www.coaps.fsu.edu/lib/Florida Consortium](http://www.coaps.fsu.edu/lib/Florida_Consortium)). Con financiamiento de NOAA y del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), este consorcio ha centrado sus investigaciones en el impacto de los eventos ENSO en la agricultura en el sur de los EEUU (Hansen et al.), Argentina (Messina et al. 1999; Podestá et al. 1999) y Uruguay desde 1997, y recientemente en Costa Rica y México. Sus esfuerzos en estos países han resultado en la capacitación de grupos multidisciplinarios que pueden evaluar los impactos de la variabilidad climática sobre la producción agrícola, así como utilizar pronósticos climáticos para la elaboración de recomendaciones de medidas de manejo para el sector agrícola.

Un intento previo por parte de INAMHI e INIAP para la búsqueda de financiamiento ante el IAI, involucró al Consorcio de Florida entre otras instituciones de Colombia, EEUU, Perú, y Venezuela. Este esfuerzo dirigido por el Centro Internacional de la Papa (CIP) tuvo como objetivo principal la formación de una red de investigación multidisciplinaria capaz de

generar análisis integrados del impacto de variabilidad climática en la agricultura Andina, e incorporar estos análisis en los procesos de toma de decisiones o formulación de políticas. La propuesta desarrollada, que no fue financiada por falta de fondos, era para fortalecer un proyecto en marcha entre INIAP y CIP que investiga las relaciones y conflictos entre la producción agrícola y la conservación del ambiente. Para analizar y cuantificar estas relaciones y conflictos, este proyecto en marcha está desarrollando un sistema de análisis integrado que junta herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), bases de datos, modelos de cultivos y modelos económicos. Todo este trabajo se ve plasmado en un programa de computadora denominado TRADEOFFS que se encuentra desarrollado ya en su primera versión (Crissman et al. 1998).

Con CIP como la institución colaboradora principal en el exterior, y con INIAP como institución asociada ecuatoriana, INAMHI busca la formación de una alianza estratégica con el fin de estudiar, desarrollar e implementar metodologías que permitan evaluar la variabilidad climática asociada a eventos ENSO y el impacto de su pronóstico en la agricultura de la Sierra ecuatoriana. Esta alianza estratégica involucrará también de manera indirecta instituciones como Consorcio Florida, NOAA, IAI, el Instituto Internacional de Investigaciones en la Predicción del Clima (IRI), e IFDC.

La demostrada influencia de ENSO sobre la producción agrícola y la cada vez creciente capacidad de pronosticar las anomalías climáticas con meses de anticipación, da una oportunidad sin precedentes de adaptar las decisiones en la agricultura al conocimiento anticipado del clima, mitigando así los impactos adversos y tomando ventaja de las condiciones favorables. Sin embargo, la aplicación efectiva de los pronósticos a la agricultura en una región depende de (1) la disponibilidad de pronósticos locales para un adecuado manejo del tiempo (2) la vulnerabilidad de la agricultura de acuerdo a la variabilidad del clima (3) la existencia de una conciencia de la necesidad de esta información y (4) la habilidad de los tomadores de decisiones en modificar sus decisiones con la información disponible.

## **5. OBJETIVOS GENERALES E INMEDIATOS**

El objetivo general es formar una alianza estratégica para estudiar, desarrollar e implementar metodologías que permitan evaluar la variabilidad climática asociada a eventos El Niño – Oscilación del Sur (ENSO) y el impacto de su pronóstico en la agricultura de la sierra ecuatoriana.

Los objetivos inmediatos son:

1. Cuantificar el impacto de la variabilidad climática asociada con los eventos ENSO en la agricultura de la sierra ecuatoriana.
2. Adaptar, desarrollar y evaluar herramientas y metodologías que permitan traducir los pronósticos climáticos globales en pronósticos climáticos diarios a nivel local y/o regional.
3. Adaptar, desarrollar y evaluar herramientas y metodologías que usen pronósticos climáticos para ayudar al sector agrario en la toma de decisiones.

4. Capacitar continuamente equipos multidisciplinarios del Ecuador que puedan proporcionar información útil y a tiempo a fin de minimizar los riesgos climáticos en el sector agrario.

## 6. REFERENCIAS

- Barnston, A. G., M. H. Glantz, and Y. He. 1999. Predictive skill of statistical and dynamical climate models in SST forecasts during the 1997-98 El Niño episode and the 1998 La Niña onset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 80:217-243.
- Crissman, C., J. Antle, J. Stoorvogel, and W. Bowen. 1998. Tradeoffs in Sustainable Agriculture and the Environment in the Andes: A Decision Support System for Policy Makers. In Proceedings of the ISNAR Methodological Research at the Eco-regional Level Review Workshop, April 20-22. p. 38-63**
- Hunt, L.A., and K.J. Boote. 1998. Data for model operation, calibration, and evaluation. In G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P.K. Thornton (ed.) *Understanding options for agricultural production*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Jones, J.W., G. Tsuji, G. Hoogenboom, L.A. Hunt, P.K. Thornton, P.W. Wilkens, D.T. Imamura, W.T. Bowen, and U. Singh. 1998. Decision support system for agrotechnology transfer: DSSAT v3. In G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P.K. Thornton (ed.) *Understanding options for agricultural production*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Legler, D.M., K.J. Bryant, and J.J. O'Brien. 1999. Impact of ENSO-related climate anomalies on crop yields in the US. Aceptado para su publicación en: *Climatic Change*.
- Meinke, H., C. Stone, and G.L. Hammer. 1996. SOI phases and climatic risk to peanut production: a case study for northern Australia. *Intl. J. Climatol.* 16:783-789.
- Messina, C. D., J. W. Hansen, and A. J. Hall. 1999. Land allocation conditioned on El Niño - Southern Oscillation phases in the pampas of Argentina. *Agricultural Systems* 60:197-212.
- Phillips, J.G., M.A. Cane, and C. Rosenweig. 1999. ENSO, seasonal rainfall patterns and simulated maize yield variability in Zimbabwe. *Agric. For. Meteorol.* 90:39-52.
- Podestá, G. P., C. D. Messina, M. O. Grondona, and G. O. Magrin. 1999. Associations between grain crop yields in central-eastern Argentina and El Niño - Southern Oscillation. Aceptado para su publicación en: *Journal of Applied Meteorology*.
- Solow, A. R., R. F. Adams, K. J. Bryant, D. M. Legler, J. J. O'Brien, B. A. McCarl, W. Nayda, and R. Weiher. 1998. The value of improved ENSO prediction to U.S. agriculture. *Climate Change* 39:47-60.

- Trenberth, K. E. 1997a. Short-Term Climate Variations: Recent Accomplishments and Issues for Future Progress. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 78:1081-1096.
- Trenberth, K. E. 1997b. The definition of El Niño. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 78:2771-2777.
- Trenberth, K.E. 1996. El Niño-Southern Oscillation. 1996. Pp. 146-173. In: T.W. Giambelluca and A. Henderson-Sellers (Eds.), *Climate Change: Developing Southern Hemisphere Perspectives*. John Wiley & Sons, New York.