

## EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA PARA LA MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA EN UN SUELO ALFISOL DE CLIMA MEDITERRÁNEO

Ingrid Martínez<sup>1</sup>, Christian Prat<sup>2</sup>, Carlos Ovalle<sup>3</sup>, Erick Zagal<sup>1</sup>, Neal  
Stolpe<sup>1</sup>, Hamil Uribe<sup>3</sup>, Alejandro del Pozo<sup>4</sup>

*Universidad de Concepción (1)*  
*Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (2)*  
*Instituto de Investigaciones Agropecuarias (3)*  
*Universidad de Talca (4)*  
*Email: imartinez@inia.cl*

### Resumen

La compactación del suelo, la distribución e intensidad de las lluvias y las prácticas de manejo inadecuadas en zonas de pendiente, han ocasionado que la erosión hídrica sea la principal causa de degradación de los suelos en la zona mediterránea de Chile.

Nuestros objetivos fueron comparar (i) el escurrimiento superficial bajo cuatro sistemas conservacionistas de labranza con un sistema tradicional, (ii) cuantificar las pérdidas de suelo en las técnicas evaluadas y (iii) monitorear la compactación del suelo en estos sistemas de labranza. Las prácticas conservacionistas seleccionadas fueron: Labranza Tradicional (Lt), Cero Labranza (Cl), Cero Labranza con Subsulado (Cl+Sb) Cero Labranza con Franjas vivas (Cl+Fv) y Cero Labranza con Curvas Desviación (Cl+Cd). Durante tres años, se registraron los escurrimientos superficiales y la carga en sedimentos después de cada lluvia, de parcelas de 1000m<sup>2</sup> (50\*20m) con una pendiente de 15% con suelos de tipo Umbric Acrisols (ACum). Se registró la compactación de los suelos en 2008 y 2009 gracias a un penetrómetro digital. Los resultados de tres años de estudio indicaron que los sistemas conservacionistas presentaron los niveles más bajo de pérdida de suelo. Sin embargo, las tasas de pérdidas de suelo en todos los tratamientos son bajísimos (> 1 ton ha<sup>-1</sup>). El coeficiente de escurrimiento (Kr) superficial es mas alto en el sistema tradicional (entre 50 a 60%) que en los conservacionistas (<30%), especialmente en los meses de precipitaciones más intensas como se registraron en la temporada 2008. Estos resultados indican que a pesar del tamaño de las parcelas, no se logró registrar procesos de erosión regresiva que son los que actualmente, marcan el paisaje de la región, pero sí, confirman la importancia de tener medidas de protección del suelo. Entre aquellas, los resultados indican que la principal es dejar rastrojos a la superficie, ya que, en el caso del subsulado, su efecto disminuyó

fuertemente la compactación de los suelos durante los primeros tres años en comparación a los otros tratamientos, pero al tercer año, este efecto es ya poco notable.

### **Introducción**

La acelerada erosión es un problema que tiene un severo impacto económico y ambiental, que a su vez afecta los factores claves que reducen los rendimientos y, por lo tanto, la economía de áreas ocupadas principalmente por pequeños agricultores. En Chile, el 42% de los suelos en la zona centro sur del país se encuentra en severa y muy severa erosión (CIREN, 2006), como resultado del uso de sistemas de labranza inadecuados en zonas de pendiente (comunes en esta zona), donde la distribución e intensidad de las lluvias concentradas en los meses de invierno son los principales agentes erosivos. Análisis de climatología, revelan que hay una ascendente tendencia a incrementar la intensidad de las lluvias lo que resulta en una mayor pérdida de suelo y escurrimiento (Pruski y Nearing, 2002). El encostramiento superficial de suelos Alfisoles en regiones semiáridas al reducir la infiltración (ya reducida de estos suelos) incrementa no sólo el escurrimiento, sino limita la disponibilidad de agua para los cultivos y por lo tanto, influye directamente sobre los rendimientos (Rao *et al.*, 1998).

Consecuencia de lo anterior, la pérdida de los primeros horizontes del suelo ha dejado disponible los horizontes inferiores que presentan mayores niveles de compactación y menor capacidad de retención de humedad, obligando a aplicar técnicas de labranza conservacionistas para la mitigación de la erosión hídrica en estas áreas altamente vulnerables. En zonas semiáridas similares a las nuestras se han estudiado distintas técnicas conservacionistas en cero labranza como la adopción del subsolado (Jin *et al.*, 2007) o el uso de franjas vivas y las curvas de desviación (Gebreegziabher *et al.*, 2009). Todas ellas han sido señaladas como técnicas que a largo plazo intensifican los procesos de conservación de agua y propiedades físicas del suelo. Estudios de erosión en Chile, se han realizado principalmente usando la metodología Wischmeier en parcelas con dimensiones que oscilan entre los 40 y 100m<sup>2</sup>, con una longitud menor a los 20m (Rodríguez *et al.* 2000; Peña, 1986), lo que no toma suficientemente en cuenta los efectos de erosión regresiva. Por esto, trabajamos en parcelas con una mayor dimensión, en las que se incorpore el efecto del largo de la pendiente en los procesos erosivos al comparar (i) el escurrimiento superficial bajo cuatro técnicas conservacionistas a un sistema de labranza tradicional, (ii) cuantificar las pérdida de suelo en las técnicas eva-

luadas y (ii) monitorear la compactación del suelo en estos sistemas de labranza durante el período de estudio.

### **Materiales y métodos**

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental Cauquenes de INIA (35°97S, 72°24W). Esta zona presenta una precipitación mensual de 695mm concentradas el 80% en los meses de invierno. El suelo es clasificado como Umbric Acrisols (IUSS Working Group WRB, 2006; Stolpe *et al.*, 2008) con un contenido de materia orgánica inferior a 1,5% y una densidad aparente de 1,7 Mg m<sup>3</sup> durante los primeros 20cm de profundidad. Las prácticas conservacionistas seleccionadas fueron: Labranza Tradicional (Lt), Cero Labranza (Cl), Cero Labranza con Subsulado (Cl+Sb) Cero Labranza con Franjas vivas (Cl+Fv) y Cero Labranza con Curvas Desviación (Cl+Cd). El experimento abarcó un área de 0.5ha, divididas en los cinco tratamientos de 20m \* 50m en una zona con una pendiente de 15%. Durante tres años de estudio (2007-2009) fueron evaluadas la pérdida de sedimentos y el escurrimiento. Bajo cada tratamiento, dos estanques con una capacidad de 1m<sup>3</sup> cada uno, fueron instalados. Después de cada lluvia, se colectaron las muestras de sedimento y agua en estos estanques. Se pudo así, obtener una relación entre el suelo perdido por evento, así como el coeficiente de escurrimiento (Kr) en relación al agua caída. La compactación del suelo fue medida en el año 2008 y 2009, a una profundidad de 20cm con valores de compactación obtenidos cada 2,5cm, mediante el empleo de un penetrómetro digital de punta cónica (Field Scout SC900). Se consideró una rotación de cultivo avena-trigo-avena durante el período experimental.

### **Resultados y discusión**

Los sedimentos colectados en los estanques, indicaron que el material erosionado por el proceso de escurrimiento durante el 2007 fue menor a los 0,1 ton ha<sup>-1</sup> debido a las bajas precipitaciones de ese año. En 2008, el tratamiento Lt presentó una pérdida de suelo anual de 0,7 ton ha<sup>-1</sup> que correspondió principalmente al mes de julio, mes en el que se registraron las más altas intensidades de lluvia, en cambio, los sistemas conservacionistas presentaron una pérdida de suelo entre 0,10 a 0,17 ton ha<sup>-1</sup>, valores que se mantuvieron en la temporada siguiente para los cinco tratamientos en estudio. Estos valores, cualquier sea el tratamiento, son sumamente bajas, lo que *a priori*, no explica ni el paisaje erosionado de la región, ni las necesidades de gastar dinero en prácticas anti erosivas. Durante las tres temporadas fue posible observar que el aumento de la cubierta ve-

getal disminuyó las pérdidas de suelo y el escurrimiento, protegiendo el suelo del impacto de la lluvia y de ser erosionado, sin embargo, en esta zona las principales lluvias se concentran principalmente cuando la cubierta vegetal es mínima. Por esto, el uso de una cubierta usando los rastrojos es sumamente recomendable.

El agua caída durante las tres temporadas de estudio fue bastante variable en distribución e intensidad, con precipitaciones anuales de 372, 768 y 536 mm para los años 2007, 2008 y 2009, respectivamente. Esta variabilidad, afectó el Kr para los distintos sistemas de labranza. Durante el año 2007, sólo se registraron tres eventos de lluvia que ocasionaron escurrimiento, alcanzando un Kr menor al 10%. En el año 2008, en cambio, ocurrieron 14 eventos de lluvia en la zona de estudio, alcanzando un Kr de un 52% para el tratamiento Lt durante el mes de junio que registró las precipitaciones de mayor intensidad, a diferencia de los sistemas conservacionistas que fluctuó entre un 20 y un 29%, estas diferencias fueron mayores durante el mes de julio, donde el sistema Lt registró un Kr de un 58% y los sistemas conservacionistas un Kr inferior al 7%. Para el año 2009 el sistema Lt registró un Kr de 36%, mientras que los sistemas conservacionistas fluctuaron entre 14 y 48%. En la Fig. 1 se presentan los valores de Kr mensuales en relación al agua caída durante los tres años de estudio.

Los beneficios de la práctica del subsolado y su efecto en la compactación del suelo en el sistema CI+Sb fueron significativos al resto de los tratamientos durante las dos temporadas evaluadas al presentar los más bajos niveles de compactación. Sin embargo, se observó un importante aumento en el año 2009, al alcanzar el umbral crítico de 2000KPa para el crecimiento radicular (Letey, 1985) cerca de los 12,5cm de profundidad, a diferencia del año 2008, cuyo umbral fue alcanzado a los 17,5 cm de profundidad.

Durante los dos primeros años de estudio los sistemas conservacionistas han presentado la mejor alternativa de mitigación de la erosión hídrica y rehabilitación de estos suelos al presentar una menor pérdida de sedimentos y escurrimiento, especialmente en años con mayor intensidad y cantidad de precipitaciones anuales. El sistema de CI+Sb ha disminuido la fuerte compactación durante los primeros 20cm de profundidad, en suelos que presentan una alta densidad aparente, proporcionando un mejor desarrollo radicular para los cultivos, sin embargo, los resultados indican que al tercer año este efecto disminuye fuertemente.

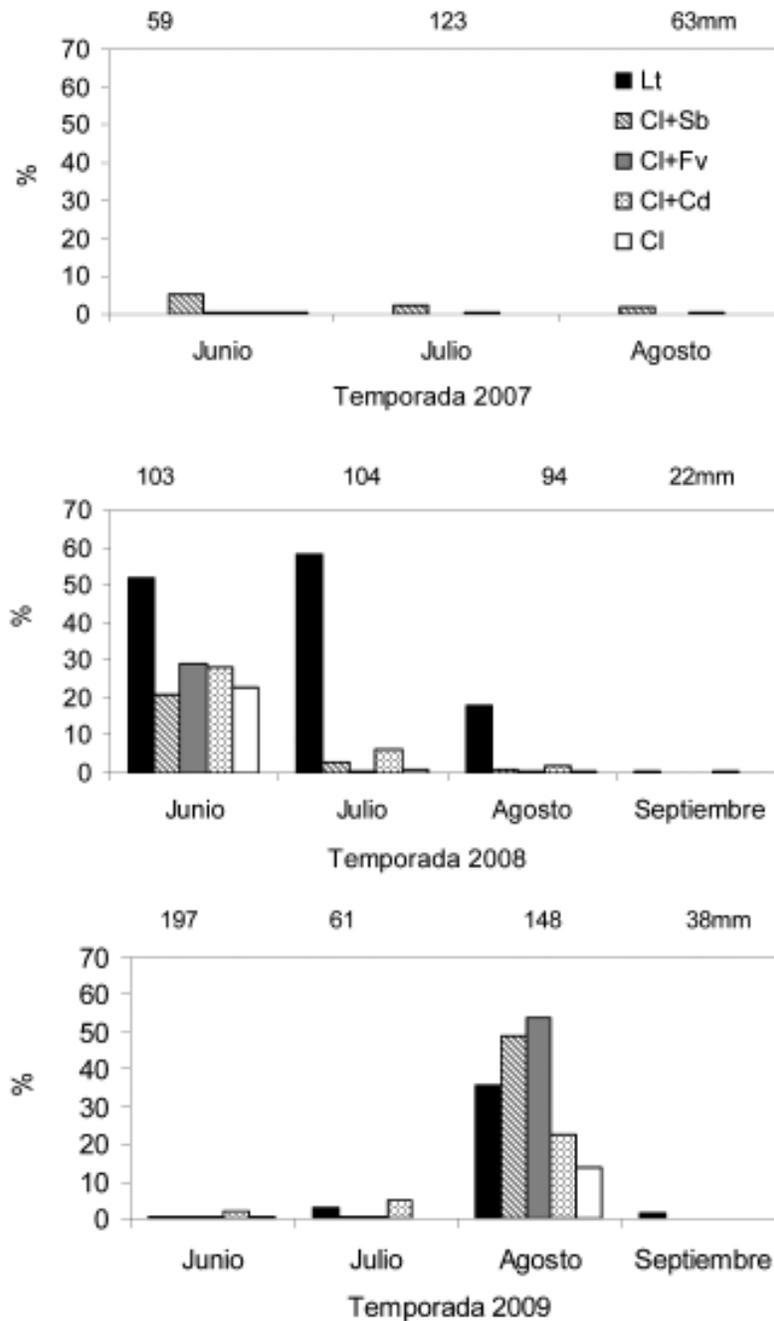


Figure 1. Coeficiente de escurrimiento (Kr) mensual en relación al agua caída para los diferentes sistemas de labranza durante las temporadas 2007- a 2009. Lt=Labranza tradicional, CI=Cero Labranza. CI+Sb=Cero Labranza+subsulado, CI+Fv= Cero Labranza+franjas vivas, CI+Cd= Cero labranza+curva desviación.

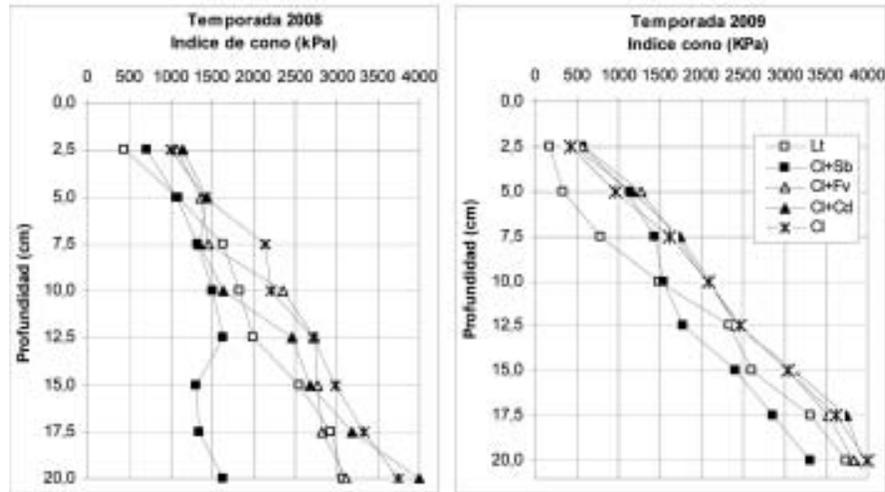


Figure 2. Perfil de resistencia mecánica a la penetración medida como índice de cono (kPa) en profundidad. Lt=Labranza tradicional, CI=Cero Labranza. CI+Sb=Cero Labranza+subsulado, CI+Fv= Cero Labranza+franjas vivas, CI+Cd= Cero labranza+curva desviación.

## Referencias

- Gebreegziabher, T., J. Nyssen, B. Govaerts, F. Getnet, M. Behailu, M. Haile, J. Deckers. 2009. Contour furrows for in situ soil and water conservation, Tigray, Northern Ethiopia. *Soil Till. Res.* (103):257-264.
- IUSS Working Group WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Jin, H., L. Hongwen, W. Xiaoyan, A.D. McHugh, L. Wenying, G. Huanwen, N.J. Kuhn. 2007. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. *Soil Till. Res.* (94):493-502.
- Letey J. 1985. Relationship between soil physical properties and crop production. *Adv. Soil Sci.* (1): 277-294.
- Peña, L. 1986. Control de erosión hídrica en suelos volcanicos (Dystrandep), mediante labranza de conservación. *Agro-Ciencia.* (2): 59-64.
- Pruski, F.F., M.A. Nearing. 2002. Runoff and soil-loss responses to changes in precipitation: a computer simulation study. *J. Soil Water Conserv.* (57): 7-16.
- Rao, K.P.C., T.S. Steenhuis, A.L. Cogle, S.T. Srinivasan, D.F. Yule, G.D. Smith. 1998. Rainfall infiltration and runoff from an Alfisol in semi-arid tropical India. I. No-till systems. *Soil Till. Res.* (48):51-59.
- Rodríguez, N. E. Ruz, A. Valenzuela, C. Beldar. 2000. Efecto del sistema de laboreo en las pérdidas de suelo por erosión en la rotación trigo-avena y praderas en la precordillera andina de la región centro-sur. *Agricultura Técnica.* (60): 259-269.
- Stolpe, N., C. Muñoz, E. Zagal, C. Ovalle. 2006. Modeling soil carbon storage in the «Espinal» agroecosystem of central Chile. *Arid Land Res. Manag.* (22): 148-158.

## THE SIGNIFICANT PROGRAM FOR CONVERSION OF CROPLAND TO FOREST IN CHINA

Hong Ma<sup>1</sup>; Ju Hongbo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Senior Engineer. Institute of Forest Resource Information Technique Chinese Academy of Forestry Tel: +86-10-62889159 Fax: +86-10-62888315 Email: mahong@caf.ac.cn

<sup>2</sup>TPN1 Task Manager, UNCCD Director General. Institute of Forest Resource Information Technique Chinese Academy of Forestry Tel: +86-10-62889160 Fax: +86-10-62888315

### Abstract

Deforestation, soil erosion and desertification, is the main problem to cause the ecological environment degeneration in China, also it's the source to increase the frequency of flooding and serious sandstorms. The planting of annual crops and the grazing of livestock on deforested lands with a steep slope is the most direct reason to lead soil erosion in China.

In 1999, the Chinese government took a strategy: launched the Six Key National Forest Programs in China aiming at combating desertification, improving national ecological environment, and promoting the sustainable economic and social development, and to bring soil erosion and flooding under control. The Programs include:

- (1) Natural forest protection project
  - (2) Program for Conversion of Cropland to Forest
  - (3) Three North Shelterbelt Development Program and the project and the harnessing the wind and sand source areas in Beijing and Tianjin
  - (4) Shelterbelt system construction project in the Yangtzi River valley
  - (5) Wildlife and plant conservation and nature reserve construction project
  - (6) Intensively-management plantation project
- The Conversion of Cropland to Forest, which is one of most significant actions.

**Key words:** Land degradation, Desertification, Flooding, Soil erosion, The Conversion of Cropland to Forest

### Introduction

The Program for Conversion of Cropland to Forest included several types of lands which eligible the standard:

- (1) The land that has serious soil erosion and wind erosion.
- (2) The degenerated steep slope farmland. (gradient >25°)
- (3) The drought land and the serious desertification land.
- (4) The land that is of ecological significance yet with low grain yield. [1]

The main feature of the policy for Conversion of Cropland to Forest is that the Chinese Government provides free grain and cash payments for participating farmers. The Government supplied the using funds and the saplings in the Program.

Another feature of the Program relates to the payment of agricultural tax. If the payment of grain made under the Program is greater than the average grain output from croplands that have been converted and are subject to the agricultural tax, then the extent of the grain payment is reduced by the amount of the agricultural tax. [2]

The Program for Conversion of Cropland to Forest has played the positive impetus role for the economy development in the rural area, and it has made the evidence: The land use pattern has been changed in a certain extent, the soil erosion has been reduced, the area of forestry has been increased, the quality of the farmland has been corresponding enhanced and the ecological environment has been improved effectively.

The policy promoted economy development in the local area where the program being actualized, the economic efficiency is appearing gradually. The program has increased the net incomes of farmers.

At present, the climate change has begun to a global acknowledged fact. The world must begin to adapt to the effects of climate change urgently or face a bill of many billions of dollars and a heavy toll in human suffering within a few decades. **Fiona Harvey in Brussels, April 10, 2007**

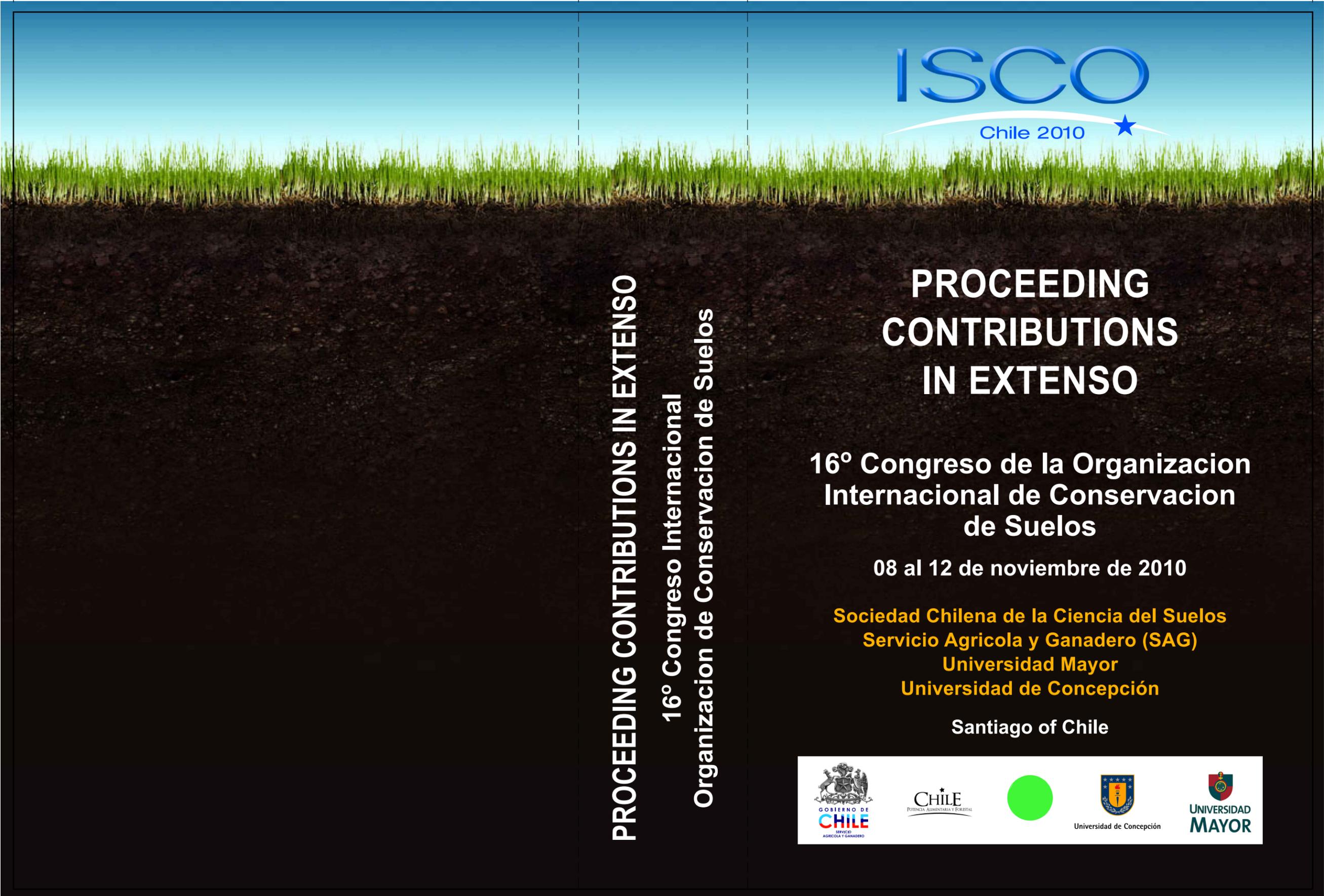
The United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change said. Climate change could lead to 50m people becoming refugees as soon as 2010.

Climate change can occur as a result of both natural and man-made forces. The important measure to influence climate changes warm is to absorb the carbon dioxide through forest, i.e. Using the forest photosynthesis to mitigate the climate to change warm.

In the past 9 years, there is 364,000,000 Chinese acres have been converted to forests. The carbon dioxide, which could be absorbed by forests, is equal to the carbon dioxide, which was exhausted by 3,000,000 automobiles in 11 years in Beijing. The program for conversion of cropland to forest has made the significant contribution to mitigate the climate changes warm. **National Forestry Bureau official Mr. Li-yucaï Oct. 2007.**

## Reference

- [1] State Forestry Administration, 2002. Survey Report on the Social Economic Impacts of the Conversion of Cropland to Forest and Grassland Program, Beijing.
- [2] State Council, 2002, Advice on Improving Policies Concerning the Conversion of Cropland to Forest and Grassland Program. No.10 Document, Beijing.
- [3] Hu Hongling, Decision Support System (DSS) Development for Afforestation of Cropland to Forest. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, Vol.42 Sp.1
- [4] Ju Hongbo, Study on Remote Sensing Monitoring and Assessment of the Program for Conversion of Cropland to forest in Dalate Qi, Inner Mongolia, *Agriculture Network Information*, 2007, 8+.
- [5] Chen Qiao, Monitoring Vegetation Coverage Degree of Forestland Converted from Cropland by Applying High Resolution Satellite Image. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, Vol.42 Sp.1
- [6] Zhao Feng, Landscape Changes after Conversion of Cropland to Forest Project Implementation in Xichang Area. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, Vol.42 Sp.1
- [7] Huang Jianwen, Studies on Tree-Crown Extraction from Quick Bird Imagery Based on Object-Oriented Approach in the Project of Converting Cropland to Forest. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, Vol.42 Sp.1



ISCO

Chile 2010



PROCEEDING CONTRIBUTIONS IN EXTENSO

16° Congreso Internacional  
Organizacion de Conservacion de Suelos

# PROCEEDING CONTRIBUTIONS IN EXTENSO

16° Congreso de la Organizacion  
Internacional de Conservacion  
de Suelos

08 al 12 de noviembre de 2010

Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelos  
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)  
Universidad Mayor  
Universidad de Concepción

Santiago of Chile



CHILE  
POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD  
MAYOR

**16<sup>th</sup> INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION  
ORGANIZATION CONGRESS**

**16° CONGRESO DE LA ORGANIZACIÓN  
INTERNACIONAL  
DE CONSERVACIÓN DE SUELO**

**CHAIRMAN**  
**Erick Zagal**

**VICE-CHAIRMAN**  
**Germán Ruiz**

**Organizing Committee / COMITÉ ORGANIZADOR**

Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo  
Chilean Society of Soil Science

**Erick Zagal**

**Claudio Pérez**

Ministerio de Agricultura de Chile  
Agriculture Ministry of Chile  
Servicio Agrícola y Ganadero

**Germán Ruiz**

**Mario Lagos**

**Mario Ahumada**

Corporación Nacional Forestal  
National Forest Corporation

**Samuel Francke**

**Celso Carnieletto**

Universidad Mayor

**Norma Sepúlveda**

**Jorge Wicha**

Universidad de Chile

**Manuel Casanova**