

## **Manejo integral del paisaje para la adaptación al cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas, México\***

### **Integrated landscape management for adaptation to climate change in the Sierra Madre of Chiapas, Mexico**

**Walter López Báez<sup>1§</sup> y Roberto Reynoso Santos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro de Chiapas- INIFAP. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, km 3.0. Ocozocoautla, Chiapas. México. AP. Núm. 1, CP. 29140. Tel. 01 800 0882222, ext. 86313. (reynoso.roberto@inifap.gob.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: lopez.walter@inifap.gob.mx

#### **Resumen**

Con el fin de mitigar y mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático (CC) de la población y los ecosistemas en la Sierra Madre de Chiapas se implementó una propuesta integrada, que incluye los componentes: (i) la gestión integral del desarrollo; (ii) la cuenca hidrográfica como unidad de planificación; (iii) un proceso de planeación que incluye las necesidades de las familia, los medios de vida, la base de recursos naturales, el suministro de servicios ecosistémicos y los efectos del CC; (iv) el desarrollo de los capitales humano y social; y (v) un mecanismo de financiamiento público y privado. De 2010 hasta el día que se han realizado diagnósticos participativos, talleres de capacitación, acuerdos comunitarios e intercomunitarios de conservación, restauración de bosques, mejoramiento productivo del maíz, frijol y café, pagos por servicios ambientales proteger el bosque natural, zonificación de las zonas con riesgo de desastre, monitoreo de la calidad del agua y se creó el grupo intercomunitario de acción territorial (GIAT). Los resultados confirman que la adaptación al CC debe ser de carácter integral, territorial y construido con la población local. El mecanismo financiero público-privado garantiza oportunidad y continuidad en el desarrollo de las acciones y potencia la acción del gobierno.

#### **Abstract**

In order to mitigate and improve the capacity to adapt to climate change (CC) of the population and ecosystems in the Sierra Madre of Chiapas, an integrated proposal was implemented, which includes the following components: (i) integrated development management; (ii) the river basin as a planning unit; (iii) a planning process that includes family needs, livelihoods, the natural resource base, provision of ecosystem services and the effects of CC; (iv) the development of human and social capital; and (v) a public and private financing mechanism. From 2010 until the day that participatory diagnosis, training workshops, community and inter-community conservation agreements, forest restoration, productive improvement of maize, beans and coffee have been carried out, payments for environmental services protect the natural forest, zoning of areas with disaster risk, water quality monitoring and the inter-community group for territorial action (GIAT). The results confirm that the adaptation to the CC must be integral, territorial and constructed with the local population. The public-private financial mechanism guarantees opportunity and continuity in the development of actions and strengthens government action.

\* Recibido: enero de 2017  
Aceptado: febrero de 2017

El enfoque de cuencas permite una planificación más eficiente y la implementación de las acciones teniendo en cuenta la relación entre las zonas altas y bajas de la cuenca, así como identificar las interacciones entre los servicios de los ecosistemas diferentes que ofrece el territorio.

**Palabras clave:** cuencas, desarrollo, territorio.

En el estado de Chiapas, en especial en la Sierra Madre, la orografía accidentada, la geología del suelo y el deterioro en las partes altas de las cuencas, hacen que los efectos adversos del cambio climático (CC) se manifiesten en mayor magnitud cuando ocurren eventos extremos de precipitación (USAID & US Forest Service, 2007; Schroth *et al.*, 2009). Los efectos están relacionados con la pérdida de vida de las personas, la seguridad alimentaria, el ingreso familiar, el suministro de agua, el desarrollo económico local y con la oferta de servicios ecosistémicos. Sin medidas de adaptación, estos impactos continuarán siendo perjudiciales y crecientes especialmente para la agricultura y los recursos hídricos (Stern, 2007; SHCP, 2009).

Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y antropogénicos frente a los efectos del CC, en el año 2010 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Fondo de Conservación El Triunfo (FONCET), Fomento Ecológico Banamex, Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), Comisión Federal de Electricidad (CFE), The Nature Conservancy (TNC) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), unieron recursos y esfuerzos para diseñar e implementar una estrategia de adaptación al CC, enfocada en el manejo integral de cuencas. Como resultado se desarrolló un modelo alternativo para administrar de forma integral los recursos naturales con la participación de la sociedad usuaria y el gobierno federal, estatal y municipal, a través de un enfoque integrado y amigable con el medio en un territorio común.

### El modelo de adaptación al CC

El modelo propuesto (Figura 1) se sustenta en los estudios realizados por López *et al.* (2007) y FAO (2007) sobre manejo de cuencas, la experiencia de los organismos participantes en proyectos de conservación y en los resultados de otros proyectos internacionales sobre adaptación al CC (Bahadur y Bhandari, 2009) y considera los siguientes componentes:

The watershed approach allows for more efficient planning and implementation of actions taking into account the relationship between the high and low zones of the basin, as well as identifying the interactions between the different ecosystem services offered by the territory.

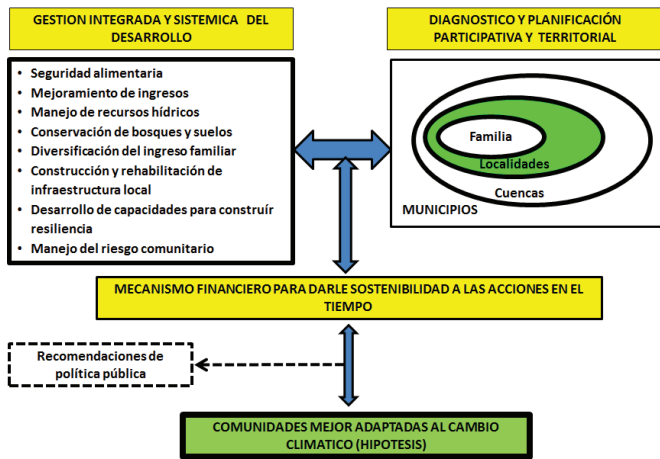
**Keywords:** basins, development, territory.

In the state of Chiapas, especially in the Sierra Madre, rugged orography, soil geology and deterioration in the upper parts of the basins, cause the adverse effects of climate change (CC) to manifest themselves in greater magnitude when extreme precipitation events occur (USAID & US Forest Service, 2007; Schroth *et al.*, 2009). The effects are related to the loss of life of people, food security, family income, water supply, local economic development and the provision of ecosystem services. Without adaptation measures, these impacts will continue to be damaging and increasing, especially for agriculture and water resources (Stern, 2007; SHCP, 2009).

In order to reduce the vulnerability of natural and human systems against the effects of CC, in 2010 the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), the Conservation Fund El Triunfo (FONCET), Ecological Development Banamex, the Gonzalo Río Arronte Foundation (FGRA), the Federal Electricity Commission (CFE), The Nature Conservancy (TNC) and the National Commission of Protected Natural Areas (CONANP), joined forces to design and implement a strategy for adaptation to CC, focused on the integral management of watersheds. As a result, an alternative model was developed to integrally manage natural resources with the participation of the user society and the federal, state and municipal governments, through an integrated and environmentally friendly approach in a common territory.

### The model of adaptation to CC

The proposed model (Figure 1) is supported by studies by López *et al.* (2007) and FAO (2007) on watershed management, the experience of the agencies involved in conservation projects and the results of other international projects on adaptation to the CB (Bahadur and Bhandari, 2009), and considers the following components:



**Figura 1. El modelo de adaptación al CC.**  
**Figure 1. The model of adaptation to the CC.**

La gestión integrada y articulada del desarrollo en el territorio, reconociendo que el CC afecta las áreas de la vida humana, no puede atenderse con acciones sectoriales aisladas y dispersas.

El uso de la cuenca hidrográfica como la unidad de planificación y acción, reconociendo que el agua es uno de los recursos más afectados por el CC. Un proceso de planificación que incluye las necesidades familiares, los medios de vida, la base de recursos naturales, la oferta de servicios ambientales y las afectaciones del CC en la cuenca. El desarrollo de capacidades de la población, organizándolos en grupos intercomunitarios de acción territorial (GIAT), para posibilitar la gestión del desarrollo basado en la acción colectiva, el interés común y la participación organizada. Un mecanismo de financiamiento público-privado que garantiza la continuidad de las acciones bajo la premisa de corresponsabilidad, concurrencia, participación y resultados en la aplicación de recursos.

**El área piloto de aplicación del modelo**

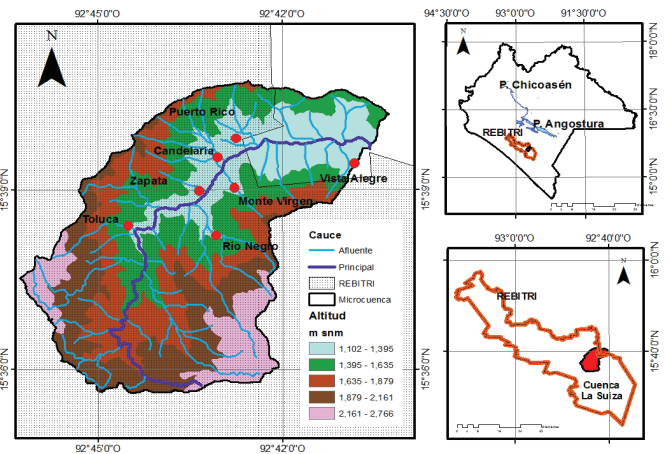
El modelo se aplicó en la microcuenca La Suiza, ubicada en el municipio de Montecristo de Guerrero dentro del polígono de la Reserva de la Biósfera el Triunfo (REBITRI), en la Sierra Madre de Chiapas. La Suiza posee una superficie de 6 000 ha, 1 300 habitantes, una precipitación de 2 300 a 2 600 mm anuales y altitudes de 1 000 a 2 600 m (Figura 2). El café es el medio de subsistencia y representa más de 95% del ingreso familiar, el maíz y frijol son la base de la seguridad alimentaria. La Suiza es una microcuenca importante por la provisión de bienes y servicios ambientales; las 3 383 ha cubiertas de bosques la posicionan como zona estratégica de recarga hídrica y de regulación de riesgos por inundaciones aguas abajo.

The integrated and coordinated management of development in the territory, recognizing that if the CC affects all areas of human life cannot be addressed by isolated and dispersed sectoral actions.

The use of the river basin as the unit of planning and action, recognizing that water is one of the resources most affected by the CC. A planning process that includes family needs, livelihoods, the natural resource base, the provision of environmental services and the impacts of the CC in the watersheds. The capacity building of the population, organizing them into inter-community groups of territorial action (GIAT), to enable development management based on collective action, common interest and organized participation. A mechanism of public-private financing that guarantees the continuity of the actions under the premise of co-responsibility, concurrence, participation and results in the application of resources.

**The pilot area of application of the model**

The model was applied in the La Suiza micro-watershed, located in the municipality of Montecristo of Guerrero within the polygon of the Triunfo Biosphere Reserve (REBITRI), in the Sierra Madre of Chiapas. The Suiza has a total area of 6 000 hectares, 1 300 inhabitants, precipitation between 2 300 and 2 600 mm annually and altitudes between 1 000 and 2 600 m (Figure 2). The coffee is the main means of subsistence and represents more than 95% of household income, maize and beans are the basis of food security. The Suiza is an important micro-watershed for the provision of environmental goods and services; its 3 383 ha of forest cover it as a strategic area for water recharge and risk regulation for downstream flooding.



**Figura 2. Ubicación de la microcuenca La Suiza.**  
**Figure 2. Location of the La Suiza micro watershed.**

## La percepción comunitaria de los efectos del CC

La percepción de la población sobre los efectos del CC, visualizada en la Cuadro 1, fue una base fundamental para la aplicación del modelo y poder involucrar a las comunidades.

## Community perception of the effects of CC

The perception the population on the effects of CC, visualized in Table 1, was a fundamental basis for the application of the model and to be able to involve the communities.

### Cuadro 1. Afectaciones por el CC.

Table 1. Affections by the CC.

Cambio en el clima	Lugar y nivel de afectación					
	Granos básicos	Café	Agua	Suelo	Bosque	Infraestructura
Patrón de lluvia	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio
Intensidad de lluvias	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Aumento de temperatura	Medio	Alto				

## El uso de la cuenca como unidad de planificación y acción

La relación de la pendiente del terreno, gravedad y uso de suelo, aunado a los efectos de la intensidad de lluvia y su afectación en las comunidades facilitó usar el enfoque de cuencas como unidad de estudio al establecer los procesos de planificación intra e intercomunitaria. La población ya estaba familiarizada con algunas consecuencias de la gestión de la tierra en las partes altas de la cuenca que se manifiestan negativamente en las partes bajas por desastres de la erosión.

## The use of the watershed as a planning and action unit

The relationship of land slope, soil severity and land use, coupled with the effects of increasing rainfall intensity and its effect on communities, facilitated the introduction of the basin approach as a unit of study in establishing intra and intercommunity. Because of this the population was already familiar with some of the consequences of poor land management in the upper parts of the basin, which are negatively manifested in the lowlands by erosion disasters.

## El mecanismo de financiamiento público-privado

El mecanismo ha sido estratégico para la realización oportuna del plan de adaptación al CC. Su funcionamiento independiente a los cambios gubernamentales permite la continuidad de los procesos, aspecto fundamental para generar credibilidad y confianza en las comunidades.

## The public-private financing mechanism

The mechanism has been strategic for the timely implementation of the adaptation plan to the CC. Its independent operation to the governmental changes allows the continuity of the processes, fundamental aspect to generate credibility and confidence in the communities.

Por iniciativa de The Nature Conservancy, recientemente se creó el fondo semilla de agua a través de la asociación entre los sectores público, privado y organizaciones de la sociedad civil interesados en la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible en las cuencas del Alto Grijalva, Sierra Madre y Costa de Chiapas.

At the initiative of The Nature Conservancy, the water seed fund was recently created through a partnership between the public and private sectors and civil society organizations interested in nature conservation and sustainable development in watershed of the Alto Grijalva, Sierra Madre and Chiapas coast.

## Principales acciones de adaptación realizadas

Desarrollo de capacidades locales: es el componente soporte del plan de adaptación al CC. Hasta la fecha se han realizado 30 talleres de capacitación y sensibilización en los cuales se capacitaron más de 1 000 personas.

## Main adaptation actions carried out

Development of local capacities: It is the support component of the adaptation plan to the CC. To date, 30 training and awareness-raising workshops have been held in which more than 1 000 people have been trained.

Creación del grupo intercomunitario de acción territorial (GIAT): desde 2014 la microcuenca cuenta con una organización institucional conformada por delegados de 6 comunidades que posibilita la gestión del desarrollo del territorio de la cuenca hidrográfica cuyo lema es “Salvando el pulmón del Triunfo”. La apuesta del proyecto es que esta organización continúe con las acciones de adaptación y desarrollo, una vez que los impulsores actuales se retiren.

Seguridad alimentaria: se usa semillas de maíz y frijol de ciclos más cortos que se adaptan al nuevo patrón de lluvias. En promedio han aumentado en 2 y 2.5 veces los rendimientos históricos de maíz y frijol. Diversificación productiva de las parcelas de maíz y café: se diversificaron 200 ha de maíz y café con árboles frutales de acuerdo a las características agroecológicas de las comunidades.

Conservación de suelos: se suscribieron seis acuerdos comunitarios para no quemar los terrenos agrícolas y realizar acciones de conservación; se establecieron 11.1 km de barreras vegetativas y 5.3 km de presas filtrantes vegetativas, las cuales han retenido 354.2 m<sup>3</sup> de suelo.

Mejoramiento productivo del café: se capacitaron 200 productores en diagnóstico y control de la roya, se establecieron 206 viveros para producir 500 mil plantas de variedades resistentes a la roya, se realizaron análisis de suelos de 156 parcelas, se transfirió tecnología en nutrición orgánica y conservación de suelos.

Salud de la población: se instaló una planta purificadora de agua que redujó 95% los casos de diarrea, 30% el consumo de leña por no hervir agua y eliminó accidentes de niños quemados por agua caliente.

Manejo del recurso hídrico: se realiza un monitoreo comunitario mensual de la calidad del agua del río principal y sus afluentes. Se elaboraron en cada comunidad los mapas de las cuencas de captación que abastecen de agua a la población y se promovió dejarlas como zona de exclusión de actividades agropecuarias.

Identificación de áreas de riesgos: se generó un mapa donde se ubican las zonas de mayor peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo a los deslizamientos de ladera con recomendaciones para la planificación del uso del suelo y la prevención de desastres.

Creation of the inter-territorial group of territorial action (GIAT): since 2014 the micro-basin has an institutional organization made up of delegates from 6 communities that makes it possible to manage the development of the territory of the river basin whose motto is “Salvando el pulmón del Triunfo”. The aim of the project is for this organization to continue with the adaptation and development actions, once the current drivers withdraw.

Food security: corn and bean seeds are used with shorter cycles that adapt to the new rainfall pattern. On average, historical yields of maize and beans increased by 2 and 2.5 times. Productive diversification of maize and coffee plots: 200 ha of corn and coffee were diversified with fruit trees according to the agroecological characteristics of the communities.

Soil conservation: the six community agreements were signed in order not to burn agricultural land and to carry out conservation actions; 11.1 km of vegetative barriers and 5.3 km of vegetative filtering dams were established, which have retained 354.2 m<sup>3</sup> of soil.

Improvement of coffee production: 200 producers were trained in rust diagnosis and control, 206 nurseries were established to produce 500 thousand plants of varieties resistant to rust, soil analysis of 156 plots, transfer of technology in organic nutrition and conservation of soils.

Health of the population: a water purification plant was installed that reduced 95% of cases of diarrhea, 30% the consumption of firewood for not boiling water and eliminated accidents of children burned by hot water.

Management of the water resource: monthly monitoring of the water quality of the main river and its tributaries is carried out. The catchment basin maps that supply water to the population were developed in each community and promoted as an exclusion zone for agricultural activities.

Identification of risk areas: a map was created where the most dangerous, vulnerable and risky areas are located to slope landslides with recommendations for land use planning and disaster prevention.

Restoration of degraded critical areas: 60 hectares were reforested with native plants produced by the same communities. To ensure the care of plantations, communities



Restauración de zonas críticas degradadas: Se reforestaron 60 hectáreas con plantas nativas producidas por las mismas comunidades. Para asegurar el cuidado de las plantaciones las comunidades reciben un apoyo de pago por servicios ambientales por un período de 10 años. Adicionalmente se promueve la diversificación de la sombra de café con especies nativas.

Conservación de áreas con vegetación natural: se conservaron 729.95 ha con pagos por servicios ambientales. Las comunidades beneficiadas eliminaron las quemadas agrícolas. Un porcentaje de los incentivos se destinó para una obra de interés colectivo en la comunidad.

Formación de recursos humanos: 30 estudiantes recibieron entrenamiento sobre el modelo a través de prácticas profesionales y trabajos de investigación de tesis sobre temas prioritarios del proyecto.

Otras acciones: se ha realizado torneos inter-comunitarios de fútbol y baloncesto en la microcuenca La Suiza, con el lema "Jugando y conservando la Reserva de la Biósfera El Triunfo". Los jugadores participantes asistieron previamente a talleres de capacitación sobre manejo integral de cuencas.

### **Empoderamiento de las mujeres, inclusión social y gobernabilidad**

El modelo facilitó la inclusión de las mujeres en los procesos de planificación, ejecución de acciones y representación dentro del consejo directivo del GIAT. La toma de decisiones participativas y sustentadas en reuniones de asamblea ha promovido el empoderamiento de las comunidades en la iniciativa. El GIAT es un instrumento que promueve la inclusión social y la gobernabilidad dentro de la cuenca al estar integrado por representantes de las mismas comunidades.

### **Difusión y potencial de replicamiento del modelo**

El FONCET, CFE, Fomento Ecológico Banamex, la FGRA, TNC y el INIFAP impulsan la replicación del modelo en otras microcuencas del estado de Chiapas. En particular, la CFE tiene interés en replicar el modelo en la cuenca del nuevo proyecto hidroeléctrico Chicoasén II y las autoridades del municipio de Arriaga, Chiapas han solicitado apoyo para su implementación en la cuenca del río Lagartero.

receive payment support for environmental services for a period of 10 years. In addition, coffee shade diversification with native species is promoted.

Conservation of areas with natural vegetation: 729.95 hectares were conserved with payments for environmental services. The beneficiary communities eliminated agricultural burning. A percentage of the incentives were earmarked for a work of collective interest in the community.

Training of human resources: 30 students received training on the model through professional internships and thesis research work on priority project topics.

Other actions: Inter-community football and basketball tournaments have been held in the La Suiza micro-basin, with the motto "Playing and conserving the El Triunfo Biosphere Reserve". Participating players previously attended training workshops on integrated watershed management.

### **Empowerment of women, social inclusion and governance**

The model facilitated the inclusion of women in the planning, implementation and representation processes within the GIAT board. Participatory and sustained decision-making in assembly meetings has promoted the empowerment of communities in the initiative. The GIAT is an instrument that promotes social inclusion and governance within the watershed by being made up of representatives of the same communities.

### **Diffusion and replication potential of the model**

The FONCET, CFE, Ecological Development Banamex, FGRA, TNC and INIFAP are driving replication of the model in other microcatchments in the state of Chiapas. In particular, the CFE has an interest in replicating the model in the basin of the new Chicoasén II hydroelectric project and the authorities of the municipality of Arriaga, Chiapas have requested support for its implementation in the Lagartero river basin. At national and international level, progress has been made in the World Water Week held in Stockholm in september 2012 and in the National Congress of Watersheds held in Morelia in september 2013.

A nivel nacional e internacional los avances se han difundido en la semana mundial de agua celebrada en Estocolmo en septiembre de 2012 y en el Congreso Nacional de Cuencas celebrado en Morelia en septiembre de 2013.

## Conclusiones

Se resalta la importancia de abordar el CC con un enfoque integral, sistémico, participativo, territorial y transdisciplinario. El mecanismo de cooperación público-privado desarrollado entre las comunidades, centros de investigación, universidades, gobierno y las ONG ha sido estratégico para integrar recursos y esfuerzos en un fin común que garantiza continuidad de las acciones. La creación del fondo semilla de agua es un avance trascendental no sólo en Chiapas, sino a nivel nacional.

El manejo integral de cuencas con enfoque sistémico es una herramienta esencial para planificar y desarrollar proyectos estratégicos territoriales, en sustitución de las acciones sectoriales aisladas y dispersas de poco o nulo impacto. La constitución del GIAT es un ingrediente fundamental en el modelo para incorporar a las cuencas dentro del enfoque territorial, además de promover una mayor integración (intra e inter) comunitaria.

El principal desafío es consolidar el ensayo piloto de la microcuenca la Suiza como centro de capacitación y aprendizaje sobre la adaptación al CC y posicionar el modelo dentro de los instrumentos de política pública.

## Literatura citada

- Bahadur, G. G. y Bhandari, D. 2009. Una propuesta integrada para la adaptación del cambio climático. En: respuestas al cambio climático. *Leisa Magazine*. 24(4):25-28.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. Roma, Italia. 143 p.
- López, B. W.; Villar, S. B.; López, M. J. y Faustino, M. J. 2007. El manejo de cuencas hidrográficas en el estado de Chiapas: diagnóstico y propuesta de un modelo alternativo de gestión. Campo Experimental Centro de Chiapas, INIFAP. Ocozacoautla de Espinosa, Chiapas, México. Publicación especial núm. 3. 63 p.

## Conclusions

The importance of addressing the CC with an integral, systemic, participatory, territorial and transdisciplinary approach is emphasized. The mechanism of public-private cooperation developed between communities, research centers, universities, government and ONG has been strategic to integrate resources and efforts into a common goal that guarantees continuity of actions. The creation of the Seed Water Fund is a momentous advance not only in Chiapas but also at the national level.

Integrated watershed management with a systemic approach is an essential tool for planning and developing territorial strategic projects, replacing isolated and dispersed sectoral actions with little or no impact. The constitution of the GIAT is a fundamental ingredient in the model to incorporate basins within the territorial approach, in addition to promoting greater integration (intra and inter) community.

The main challenge is to consolidate the pilot trial of La Suiza watershed as a training and learning center on adaptation to the CC and to position the model within the public policy instruments.

*End of the English version*



- Schroth, G.; Laderach, P.; Dempewolf, J.; Philpott, S.; Hagggar, J.; Eakin, H.; Castillejos, T.; Moreno, J. G.; Pinto, L. S. and Hernández, R. 2009. Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and adaptation strategies for global change*. 14(7):605-625.
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). 2009. La economía del cambio climático en México: Síntesis. SHCP-SEMARNAT. 67 pp.
- Stern, N. 2007. Stern review on the economics of climate change. [www.sternreview.org.uk](http://www.sternreview.org.uk).
- USAID and US Forest Service, 2007. Landslides, channel erosion, and sedimentation in the Western Sierra Madre, Chiapas, Mexico, during hurricane Stan in 2005: a brief field review with recommendations. 24 p.