

## ESTUDIO MULTIESCALA DE LA EROSIÓN DE SUELOS EN LA CUENCA DE COINTZIO, MICHOACÁN

Christian Prat<sup>1</sup>, Lenin E. Medina-Orozco<sup>2</sup>, Teodoro Carlón<sup>3</sup>, Manuel Mendoza<sup>2</sup>, Jorge Etchevers<sup>4</sup>, Eduardo Ríos Patrón<sup>5</sup>, María Alcalá de Jesús<sup>2</sup>, Miguel Bravo-Espinosa<sup>6</sup>, Nicolas Gratiot<sup>1</sup>, J. Nemery<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>IRD, Francia., <sup>2</sup>Facultad de Biología, UMSNH, Morelia, Mich., <sup>3</sup>CIGA-UNAM, Morelia, Mich., <sup>4</sup>Colpos, Montecillos, Edomex., <sup>5</sup>SEMARNAT, Del. Mich., Morelia. <sup>6</sup>INIFAP Campo experimental Uruapan.; <sup>7</sup>INPG-LTHE, Grenoble, Francia.

[christian.prat@ird.fr](mailto:christian.prat@ird.fr)

### Resumen

La cuenca de Cointzio es representativa de la degradación de los suelos que se presenta en el centro de México. El sistema de manejo agrícola regional es el de "año y vez" consistente en cultivar un año, seguido de uno de pastoreo extensivo. Esta cuenca vierte sus escurrimientos a la presa de Cointzio, cuya agua es destinada para consumo de la ciudad de Morelia y cultivos de riego. Las consecuencias de la degradación de la cuenca favorecieron que programas de investigación se presentaran desde hace 10 años, con el fin de entender las causas de esta situación y proponer alternativas de mitigación. El programa DESIRE: *Desertification mitigation and remediation land- A global approach for local solutions (UE6, Integrated project)*, asoció trabajos sociales con los productores, las administraciones y la comunidad científica con mediciones de campo. Se presenta la metodología multiescala que parte de trabajos a nivel del perfil de suelos (de centímetros a metros), a parcela campesina (centenares de m<sup>2</sup>), a subcuencas (varios km<sup>2</sup>) hasta englobar la cuenca entera (650 km<sup>2</sup>). Para cada escala corresponde un tipo de proceso característico, por lo tanto, parámetros y escala de tiempo fueron medidos de forma diferente. Se presenta una síntesis de resultados obtenidos en mediciones de campo, relacionado con los procesos de la degradación de los resultados de los trabajos a lo largo de estos años que permitieron obtener datos confiables utilizados para proponer alternativas realistas para los campesinos de la zona así como para las administraciones y autoridades de la zona. Se deja para otra oportunidad, el trabajo social que hace la especificidad de este programa, así como su éxito.

**Palabras clave:** Cuenca de Cointzio, erosión, Andosoles, Acrisoles, multi-escala, edafología, hidrología

### Abstract

The basin of Cointzio is representative of the degradation of the degradation presented in the center of Mexico. Farmers use a traditional short-fallow production system, with this system land is sown one year and left without cultivation one for grazing. This basin pours its flow to the dam of Cointzio whose water is used for drinking water of the of Morelia and watering cultivations. The consequences of the degradation of the basin favored that you program of investigation they were presented for 10 years, with the purpose of to understand the causes of this situation and to propose alternative of mitigation. The program DESIRE: *Desertification mitigation and remediation land- A global approach for local solutions (UE6, Integrated project)*, it associated social works with the producers, the administrations and the scientific community with field mensurations. The methodology multiescala is presented that leaves from works to level of the soil profile (of centimeters to meters), to parcel peasant (hundreds of m<sup>2</sup>), to subbasins (several km<sup>2</sup>) until including the whole basin (650 km<sup>2</sup>). For each scale it corresponds a type of characteristic process, therefore, parameters and scale of time were measured in a different way. A synthesis of results is presented obtained in field mensurations, related with the processes of the degradation, the results of the works along these years that allowed to obtain reliable data used to propose realistic alternatives for the peasants of the area as well as for the administrations and authorities of the area. It is left for another opportunity, the social work that makes the specificity of this program, as well as their success.

### Introducción

El programa europeo de investigación DESIRE : *Desertification mitigation and remediation land- A global approach for local solutions (UE6, Integrated project, Contract N° 037046) (2007-2012)*, fue precedido por otros programas : REVOLSO (*Alternative agriculture for a sustainable rehabilitation of*

*21 al 25 de Noviembre de 2011, San Francisco de Campeche, Campeche*

*deteriorated volcanic soils in Mexico and Chile*. Contrat UE/U.J.L. Giessen : ICA4-CT-2001-10052), Programa ANR-IRD, (2007-2010) "Sediment TRansport and Erosion Across MountainS" (STREAMS), SEMARNAT-CONACYT 2004-2007 Degradación y restauración de suelos con enfoques participativos en la Cuenca de Cointzio, Michoacán (Contrato SEMARNAT-2004-01-304). Los datos presentados en el presente documento son algunos de los resultados obtenidos a lo largo de estos programas de investigación.

El programa DESIRE es un consorcio que reagrupa a 26 equipos de 19 países. 16 sitios de experimentación fueron seleccionados en distintos lugares del mundo, de los cuales, la Cuenca de Cointzio en México y la región de Cauquenes en Chile son los dos sitios en América. El **primer objetivo** de DESIRE es estudiar los procesos de degradación y desertificación de una manera integral, para relacionar las causas a los efectos y dar así bases científicas a las medidas de conservación que se propondrán. Para esto, se construyó un sistema de información armonizado, que comprende todos los datos científicos y socio-económicos importantes, relacionados a la degradación y desertificación de los países participantes, así como modelos y herramientas de evaluación disponibles. El **segundo objetivo** es mejorar la definición de indicadores pertinentes relacionados a la evaluación cualitativa y cuantitativa del grado de degradación y desertificación de las áreas estudiadas. El **tercer objetivo** de DESIRE es asesorar y desarrollar medidas de conservación vía técnicas participativas con los grupos de productores. Esto permitirá que las recomendaciones sean prácticas, aceptables y al alcance de los productores para quienes se desarrollaron dichas propuestas, elaboradas en base a conocimientos científicos sólidos. El **cuarto objetivo** de DESIRE es evaluar las medidas de control y rehabilitación a una escala más amplia que la escala local, usando una serie de modelos espaciales y de geoinformación (PESERA y DESMICE) que permiten la evaluación de efectos, tanto en el sitio como fuera de él y a distintas escalas. Estos modelos deben ser capaces de estimar la efectividad de medidas de conservación de acuerdo a los posibles cambios climáticos y de uso del suelo. El **quinto objetivo** de DESIRE es difundir los resultados, líneas de recomendaciones, y herramientas de decisiones en formatos adecuados para los usuarios, dando una atención especial a este aspecto, y considerándolos desde el principio y durante todo el transcurso del proyecto.

El programa se puede consultar en su sitio web: [www.desire-project.eu](http://www.desire-project.eu)

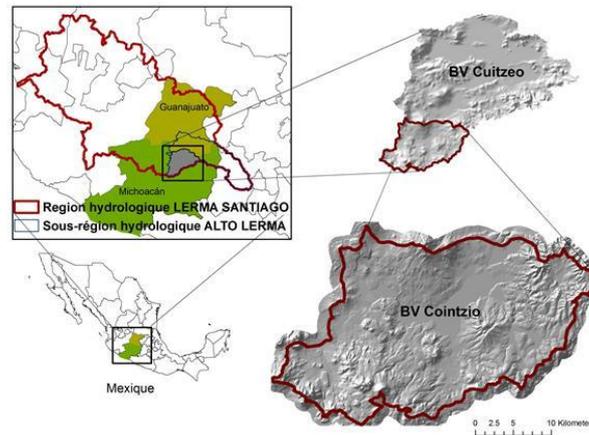


**Figura 1. Sitios de experimentación del Programa DESIRE alrededor del mundo.**

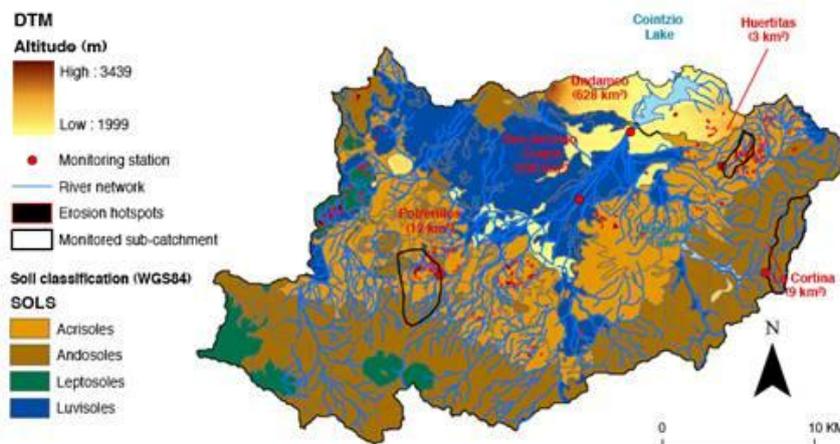
### **Materiales y Métodos**

La cuenca de Cointzio (650 km<sup>2</sup>) es representativa de la degradación de los suelos que ocurre en el centro de México, sus usos se distribuyen en la cuenca de acuerdo con los suelos, la geomorfología y la altitud: Luvisoles con agricultura altamente mecanizada e irrigados sobre zonas planas; Acrisoles con agricultura de supervivencia con moderada a baja mecanización en piedemonte, y Andosoles y Cambisoles cubiertos principalmente de bosque sobre los  $\pm 2300$  m. Desde 2007, plantaciones de aguacate con sistema de riego por goteo han sido establecidos y en franca expansión sobre Andosoles. Esta cuenca funciona como captadora de escurrimientos para la presa de Cointzio, cuyas aguas sirven para el consumo de la ciudad de Morelia y su distrito de riego. El clima regional es C(w1)(w)(i') g, siendo de tipo templado sub húmedo, con lluvias en verano entre de 800 a 1000 mm que sobrepasan los 540 mm y baja precipitación invernal (11.1 mm). La evapotranspiración anual es de 774 mm. El origen geológico de la cuenca es volcánico, correspondiente al cenozoico superior y medio, formada

por rocas emitidas a través de un gran número de aparatos volcánicos. El 92% de la superficie de la cuenca se encuentra sobre tobas, ignimbritas, depósitos lacustres arcillo-limosos y derrames de basalto y andesita. Los tipos de drenaje presentes en la cuenca corresponden a paralelo, asimétrico dendrítico y radial. Los suelos se distribuyen de las zonas altas a las partes bajas de la siguiente manera: Andosoles-Cambisoles, Acrisoles y Luvisoles. La agricultura se caracteriza por ser de bajos insumos agrícolas con sistema de "año y vez", consistente en cultivar un año y dejar descansar de uno a tres años, e introduciendo animales para el pastoreo. El régimen de tenencia de la tierra es la pequeña propiedad y el ejido.



**Figura 2. Cuenca de Cointzio Michoacán, México.**



**Figura 3. Sitios de estudio multiescala y principales atributos de la cuenca de Cointzio.**

Dos escalas fueron utilizadas para dos tipos de experimentación:

Escala de parcela de productor para ensayos de propuestas agronómicas (2004-2008)

Escala de Cuenca para experimentos y evaluación del manejo y uso del suelo (Desde 2007)

Estos experimentos son conducidos de acuerdo con el tipo de suelo (Andosol-Cambisol, Acrisol), uso del suelo (Agricultura, Bosque, Pastizal) con enfoque en los pequeños productores, con baja y moderada mecanización, usualmente sin irrigación, de bajos ingresos económicos y bajo nivel de escolaridad.

Los datos son colectados en campo en periodos de tiempo largos y se sistematizaron.



ser cultivados sobre Andosoles. El maíz asociado con otros cultivos puede ser realizado en Acrisoles y Luvisoles.

La erosión del suelo varía entre 1 a 5 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> dependiendo del sistema de agricultura. Los suelos responden positivamente a prácticas conservacionistas; a mayor protección del suelo menor pérdida de suelo.

El escurrimiento en parcelas es extremadamente alto durante el descanso del suelo (mayor 80%) y causa erosión severa en cárcavas pendiente abajo. Esto es asociado a la compactación del suelo por animales. Para cultivos con o sin arado, es necesario dejar residuos de cosecha de al menos 30 % sobre la superficie para reducir el escurrimiento en un 10 %. Es esencial limitar el número de animales para pastoreo.

Resultados a nivel de cuencas.

**Cuadro 3. Principales resultados obtenidos en experimentación en cuencas.**

Cuenca	Huertitas	Cortina	Potrerrillos	Rio Grande (entrada a la presa Cointzio)
Dimensiones (km <sup>2</sup> )	3	9	12	630
Suelo (dominante)	Acrisol	Andosol	Acrisol	Acri-Ando- Cambi-Luvisol
Uso del suelo	Arbustivo/ agrícola/ Erosionado	Forestal/ Agrícola	Arbustivo/ agrícola/ Erosionado	Todos los anteriores
Régimen de agua anual del cauce	Seco de diciembre a junio	Permanente con bajo nivel de dic. a julio	Seco durante todo el año	Permanente con bajo nivel de dic. a julio
Régimen del agua durante los eventos de lluvia	Crecidas (±2h), constantes en semanas lluviosas	Crecidas (±3h) solamente en eventos fuertes	Crecidas (±4h) solamente en eventos fuertes	Crecidas (>8h) solamente en eventos fuertes
Flujo mín/promedio/máx (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	0 / 0.03 / 10	0.05 / 0.3 / 6	0 / 0.02 / 5	0.16 / 1.4 / 22
Sedimentos mín/máx (t Instante(g. L <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup> )	0 / 2 500 55	0 / 400 8	0/4 500 125	500/30 000 40

#### Resultados del uso del suelo y prácticas de conservación

Las principales causas de la degradación de las tierras es la presencia del ganado extensivo. Es necesario el control de animales y de estrategias para reducir el sobrepastoreo e implementación de cultivos forrajeros con la participación y convencimiento de la situación a los agricultores.

El desarrollo incipiente de plantación de huertos de aguacate genera problemas, principalmente para el suelo durante la plantación de los árboles (remoción de la cobertura vegetal en áreas de pendiente dejando el suelo descubierto), con introducción de riego por goteo, siendo este recurso la principal limitante del cultivo. La incidencia de granizadas y de heladas, puede demeritar la calidad del producto y favorecer la incidencia de enfermedades.

Gracias a la participación en talleres con los productores, otras actividades como el cultivo de agave bajo árboles se inició para su evaluación con propósitos económicos (mezcal, frutas, forrajes), así como para la rehabilitación y control de la erosión en áreas frágiles. Acorde con los resultados en campo, la participación en talleres con los productores y con autoridades locales y gubernamentales, se implementaron:

Acciones sobre suelos degradados: 1/Control del escurrimiento (Presas en cárcavas, revegetación de taludes de cárcavas, drenaje de caminos rústicos) 2/Restauración de suelos (Agroforestería con Agave; Reforestación)

Acciones para prevenir la degradación del suelo: 1/Protección de áreas de pastoreo 2/ Mejoramiento de la agricultura (labranza mínima, avena para forraje)

Proyectos productivos 1/Mejoramiento del ganado en lugar de cantidad 2/ uso del Agave local para producción de mezcal.

Concurrencia de diversos actores: Instituciones de investigación, educación, formación de recursos humanos (tesistas, estudiantes), productores, instancias gubernamentales, fue posible gracias al proyecto DESIRE.

# XXXVI

## CONGRESO NACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

"Haciendo química en Campeche con los suelos de México"

DEL 21 AL 25 DE NOVIEMBRE DE 2011  
SAN FRANCISCO DE CAMPECHE, CAMPECHE

Centro de Convenciones y Exposiciones Campeche XXI

### ACTIVIDADES DEL CONGRESO:

- Simposia
- Cursos-Talleres
- Presentaciones orales y en cartel
- Exposición Comercial
- Recorridos de campo
- Eventos culturales
- Recorridos para acompañantes



Fotografía: Zona arqueológica de Edzná

### Mayor información:

Dr. Eugenio Carrillo Ávila  
campuscampeche@colpos.mx

Dr. Angel Galmiche Tejeda  
galmiche@colpos.mx

### Páginas del evento:

<http://www.smcs.org.mx>

<http://www.colpos.mx/2010/congreso-de-suelos/xxvi-congreso-de-la-smcs>





**Colegio de Postgraduados Campus Campeche  
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo**



## **XXXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo**

21 al 25 de Noviembre de 2011  
San Francisco de Campeche, Campeche, México.

### **RESUMENES EN EXTENSO**

*"Haciendo química en Campeche con los suelos de México"*

Dr. Armando Guerrero Peña, Dr. Ángel Galmiche Tejeda, Dr. Eugenio Carrillo Ávila, M.C. Lorena Vázquez Hernández, Lic. Rosa Graciela Santos Argüelles, Dr. Manuel Fortis Hernández y Dr. Enrique Salazar Sosa.

**Editores**

ISBN: 978-607-00-5107-4



Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. ISBN: 978-607-00-5107-4

**Cita: Guerrero-Peña A., Galmiche-Tejeda A., Carrillo-Ávila E., Vázquez-Hernández L., Santos-Argüelles R.G., Fortis-Hernández, M. y Salazar-Sosa, E.(Eds.). 2011. "Haciendo química en Campeche con los suelos de México" Libro de Resúmenes en extenso del XXXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, San Francisco de Campeche, Campeche, México. 21 al 25 de Noviembre de 2011. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Montecillo, México. 1126 pp. ISBN: 978-607-00-5107-4**