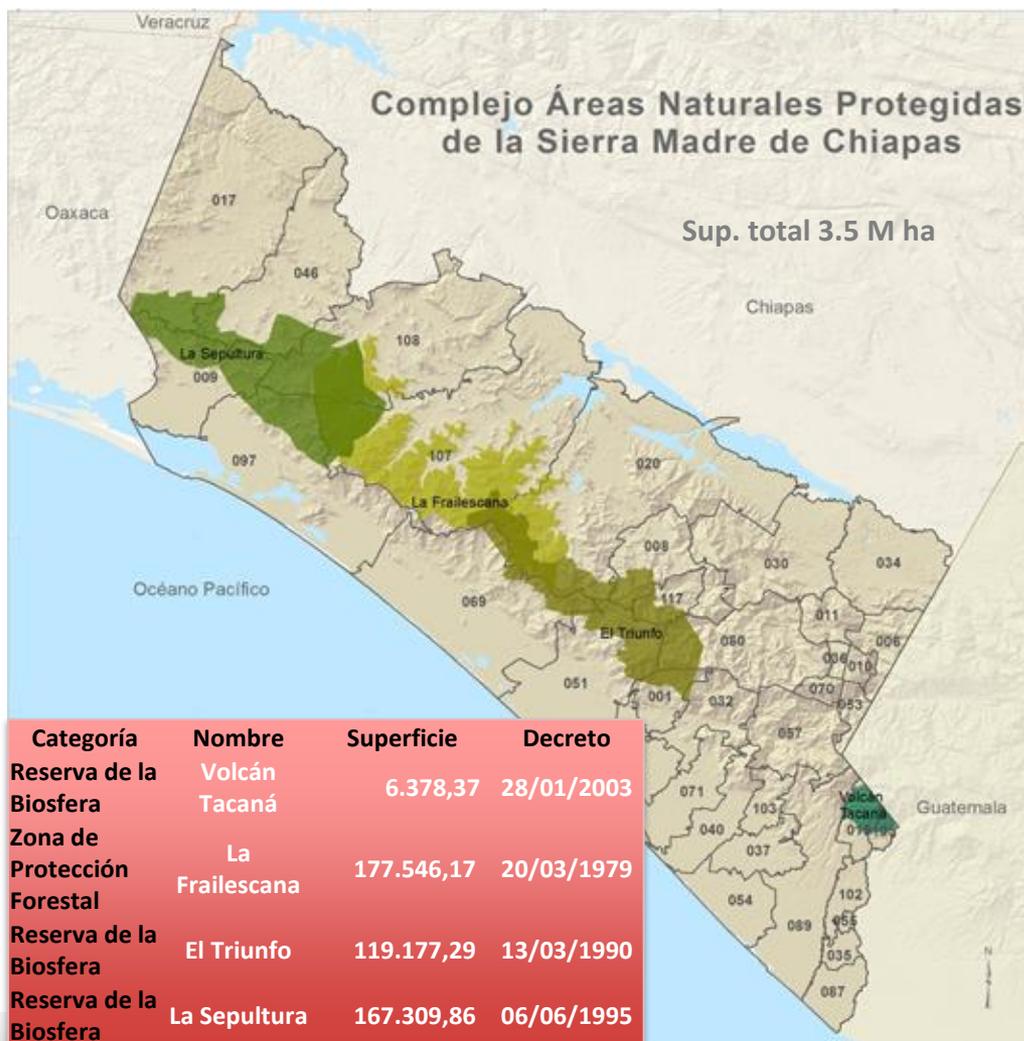


# **Valoración económica de servicios ecosistémicos en el complejo de Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Madre de Chiapas**

*Avances de resultados*

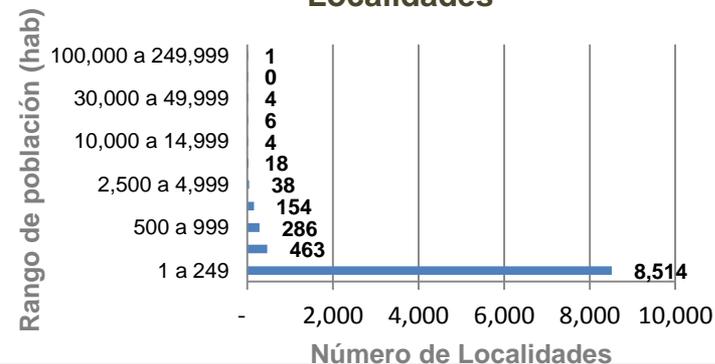
26 de enero del 2017



**Población Total y tasa de crecimiento (1990 - 2015)**



**Número de Habitantes en las Localidades**



El objetivo es desarrollar una aproximación que permita la generación de escenarios sobre el uso y la cobertura terrestre de la región para evaluar cambios en la prestación de servicios de los ecosistemas, posibilitando así la toma de decisiones en una visión de largo plazo. Para ello se proponen los siguientes componentes:

- (1) cuantificar y mapear servicios ecosistémicos identificados como relevantes para el Complejo de Áreas Naturales protegidas de la Sierra Madre de Chiapas;
- (2) evaluar económicamente la distribución de esos servicios ecosistémicos, identificar las áreas de importancia para la prestación de servicios y áreas de superposición entre servicios;
- (3) incorporar información cualitativa sobre los factores que intervienen e influyen en los ecosistemas y sus servicios mediante un esquema participativo con las partes interesadas en identificar e implementar estrategias para mejorar y salvaguardar la prestación de servicios de los ecosistemas; y
- (4) generar escenarios de la prestación de servicios de los ecosistemas como resultado del cambio en el uso y cobertura terrestre de la región, que permitan desarrollar herramientas de ayuda a la gestión sostenible de los ecosistemas.

## TALLER 1

25-26 de agosto, 2016  
Tuxtla Gutiérrez,  
Chiapas



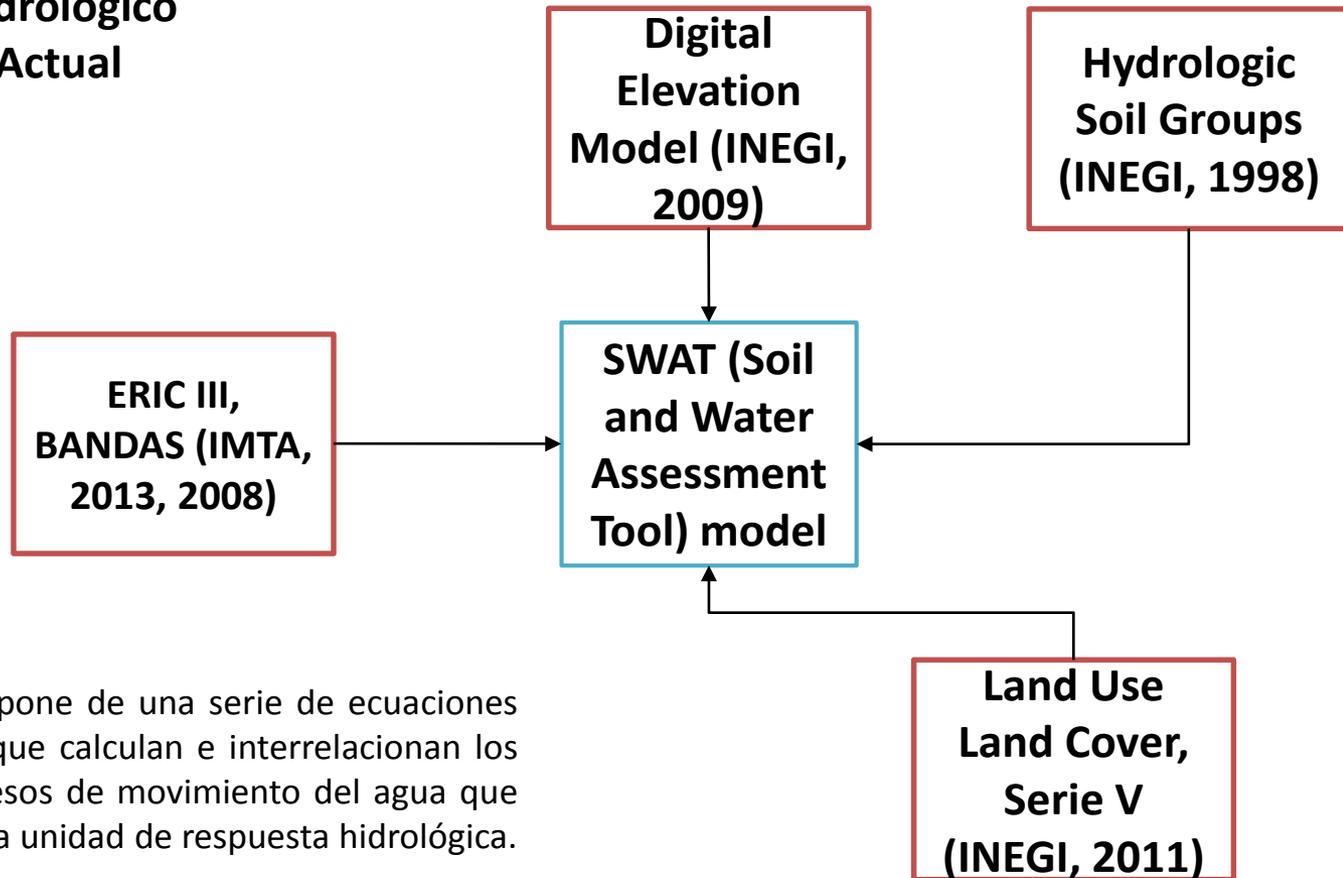
Resultado del taller se priorizaron los siguientes servicios ecosistémicos:

- I. Provisión de agua y ciclo hidrológico
- II. Provisión de alimentos (vía Maíz y Frijol y Café)
- III. Captura de carbono

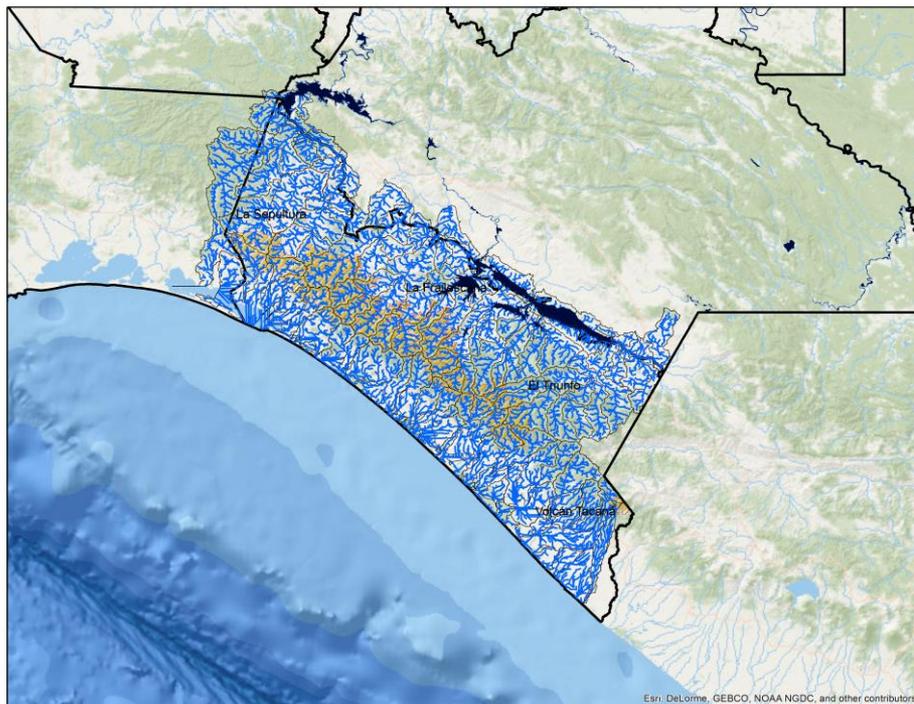


Café	Café		Café		Café		Café		Café		M		
	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I			
Alfalfa	2	2	2	2	2	1	2	0	2	0	2	1	20
Alfalfa	2	1	2	2	0	0	2	0	2	2	2	1	15
Alfalfa	0	1	0	1	2	2	0	1	0	2	0	0	8
Alfalfa	2	1	2	2	0	0	2	2	2	2	0	0	15
Alfalfa	2	1	2	0	0	0	2	0	2	2	2	1	14
Alfalfa	2	1	2	0	2	0	2	0	2	2	2	0	15
Alfalfa	2	1	1	1	2	1	0	1	0	1	0	0	10
Alfalfa	2	2	2	0	0	0	2	0	2	1	2	0	15
M	14	10	13	10	8	9	12	4	12	12	10	3	

## Modelado hidrológico Escenario Actual



SWAT, se compone de una serie de ecuaciones matemáticas que calculan e interrelacionan los diversos procesos de movimiento del agua que ocurren en una unidad de respuesta hidrológica.



### Simbología

-  Corrientes
-  Cuenca
-  Subcuenca
-  HRU



Variables	Valor
PRECIPITACIÓN	2157.7 mm
ESCORRENTIA	791.21 mm
INFILTRACIÓN	358.62 mm
EVAPOTRANSPIRACIÓN	694.3 mm

### Unidad de Respuesta Hidrológica

Calibración y validación (27 estaciones hidrométricas)



General Input/Output section (file.cio):

12/6/2016 12:00:00 AM ARCGIS-SWAT interface AV

Number of years in run: 2

Area of watershed: 29241.205 km2

SWAT May 20 2015 VER 2015/Rev 637

General Input/Output section (file.cio):

12/6/2016 12:00:00 AM ARCGIS-SWAT interface AV

AVE MONTHLY BASIN VALUES

MON	SNOW		WATER			SED		PET
	RAIN	FALL	SURF Q	LAT Q	YIELD	ET	YIELD	
	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(T/HA)	(MM)
1	30.92	0.00	4.47	3.67	26.37	27.51	0.70	112.65
2	8.60	0.00	1.68	0.55	8.62	21.60	0.70	122.73
3	36.38	0.00	4.30	2.84	8.99	55.85	1.76	216.58
4	128.41	0.00	38.52	9.79	50.41	79.90	10.75	183.62
5	192.12	0.00	84.21	15.86	105.70	77.59	21.73	167.94
6	291.78	0.00	104.49	34.83	157.55	99.19	29.19	152.62
7	354.34	0.00	122.86	50.99	199.45	89.22	32.66	136.78
8	405.25	0.00	156.61	67.27	264.28	80.59	37.10	132.02
9	364.06	0.00	132.49	75.55	266.84	60.17	27.05	110.64
10	318.55	0.00	135.28	56.48	261.13	51.38	26.47	103.13
11	22.30	0.00	5.85	2.51	65.11	33.14	1.91	132.08
12	4.95	0.00	0.48	0.47	32.69	18.17	0.18	120.77

**Modelación de la provisión de alimentos**



Condiciones agroecológicas de los cultivos

Aquellos **áreas** que poseen **condiciones biofísicas y climáticas** para el desarrollo del cultivo en lugar de considerar el conjunto de actividades antropogénicas relacionadas a la actividad, como lo son el uso de variedades mejoradas, riego, mecanización, fertilizantes y agroquímicos.

Áreas de aptitud

**Áreas potenciales:** aquellas en las que el cultivo puede desarrollarse sin que se presenten condiciones de estrés ambiental (Sotelo *et al.*, 2012).

**Áreas óptimas:** aquellas en donde las condiciones físicas y climáticas permiten la obtención de mayores rendimientos derivado de un mejor desempeño del cultivo.

Parámetros  Altitud, pendiente, precipitación y temperatura (suelos)

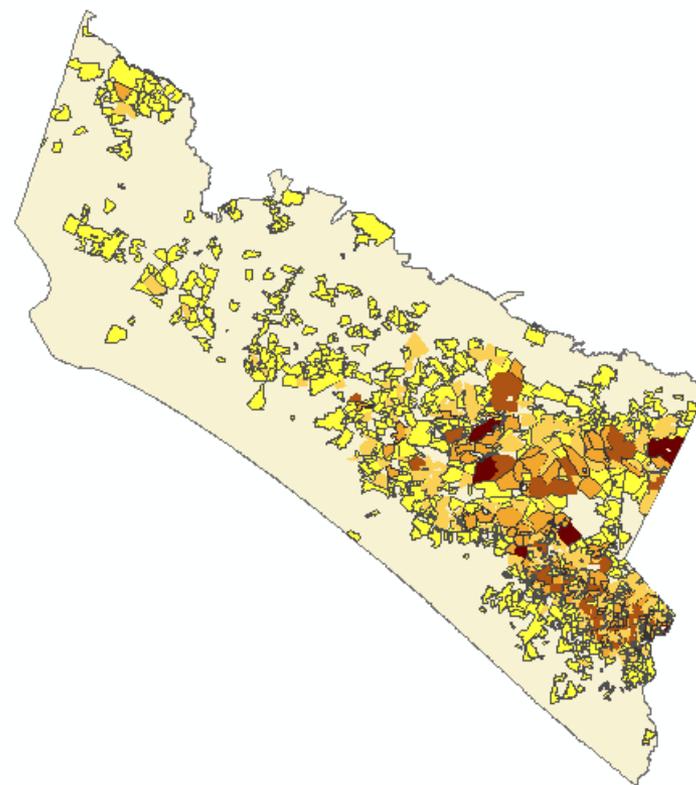
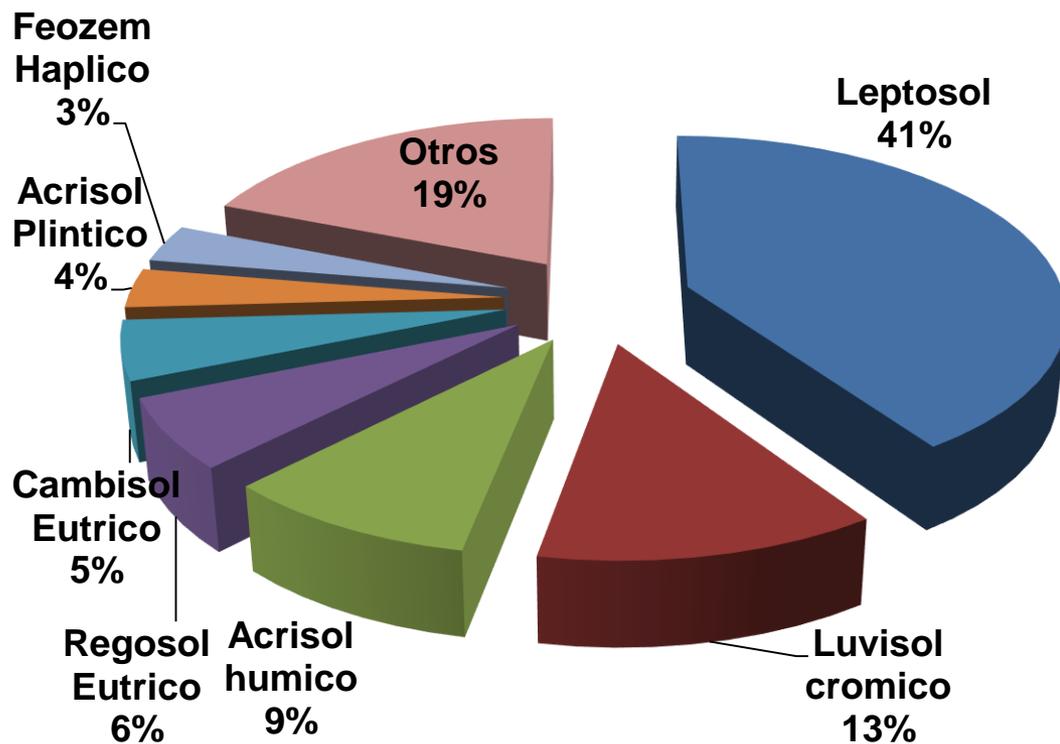
**Altitud y pendiente** fueron obtenidos del continuo de elevaciones mexicano 3.0 de INEGI a una resolución de 30 metros

**Precipitación y temperatura** fueron obtenidos de la base de climatología de referencia del sistema meteorológico nacional 1902-2011 a una resolución espacial de 30 metros (Fernández *et al.*, 2014)

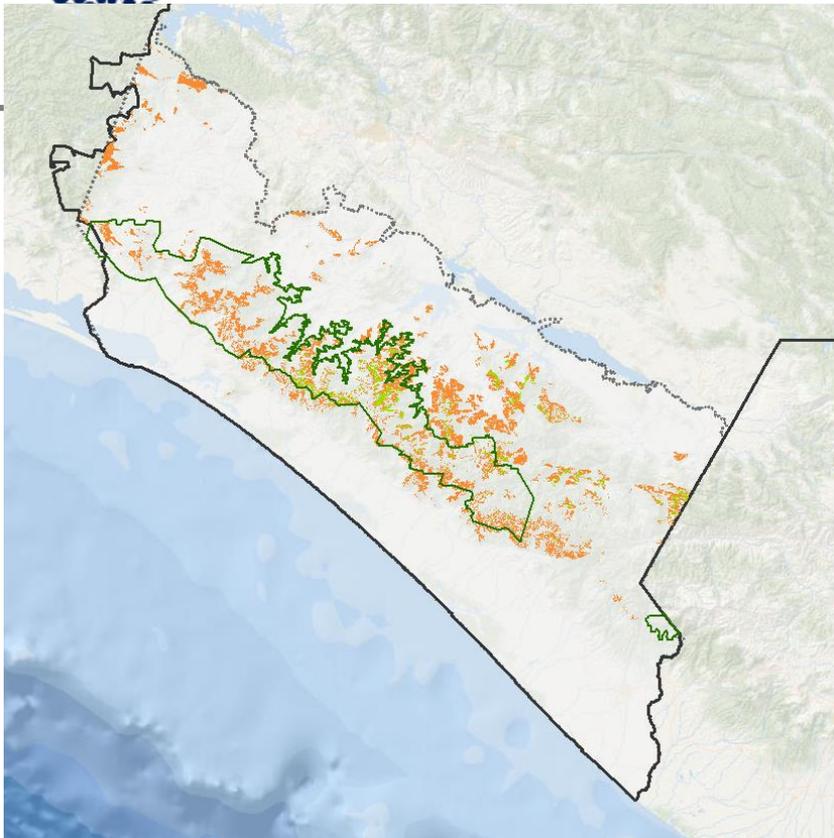
- Precipitación: suma de promedios mensuales por ciclo p-v y anual
- Temperatura: promedio de las temperaturas medias

Los datos edafológicos fueron obtenidos del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos Serie II de INEGI, mientras que la capa de cobertura arbórea fue obtenida de la Serie V de Uso de Suelo y Vegetación, en ambos caso a una escala de 1:250,000.

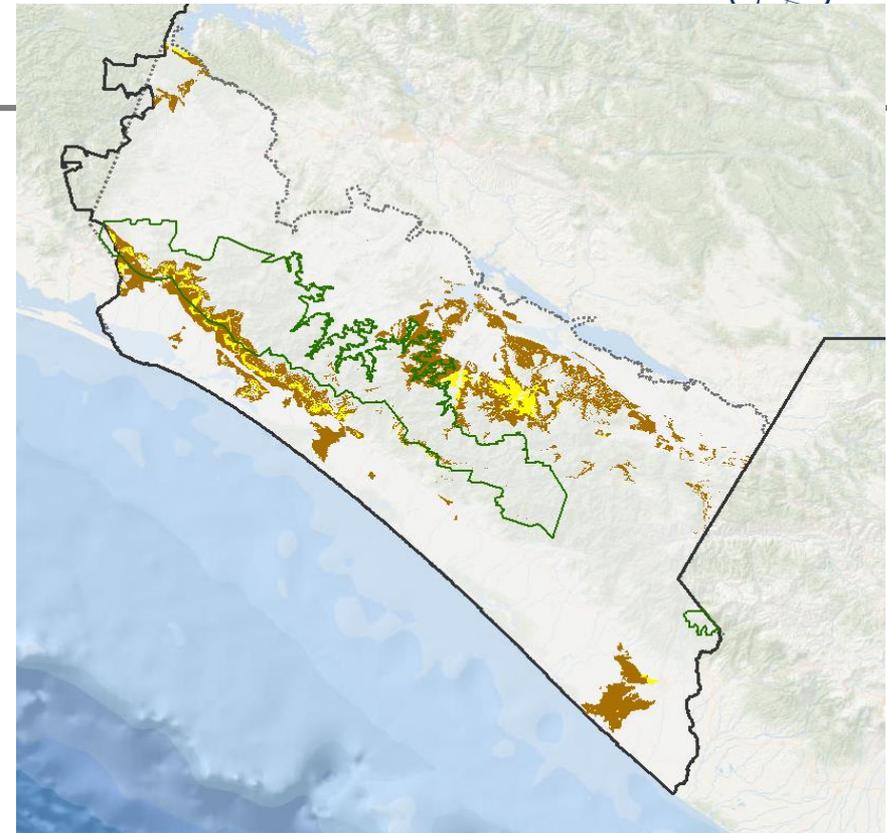
**Área de control:** superficie delimitada por rasgos físicos reconocibles en campo, que cuenta en su interior con uno o más terrenos, generalmente de un mismo tipo de tenencia (INEGI, 2010)



# Café



***Coffea arabica***

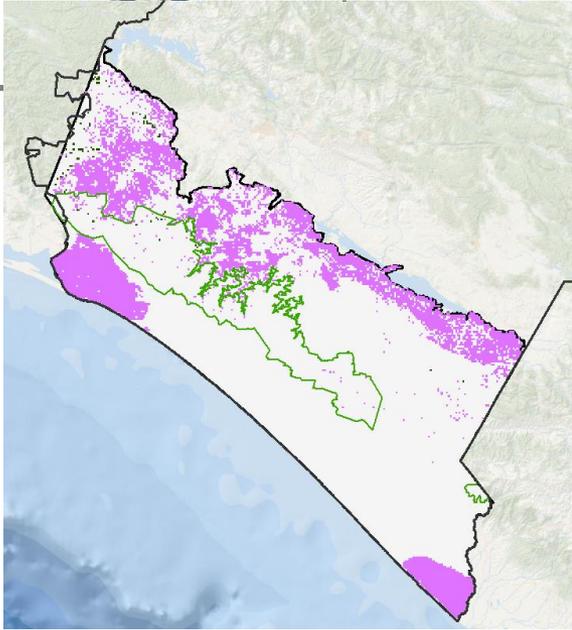


***Coffea canephora***

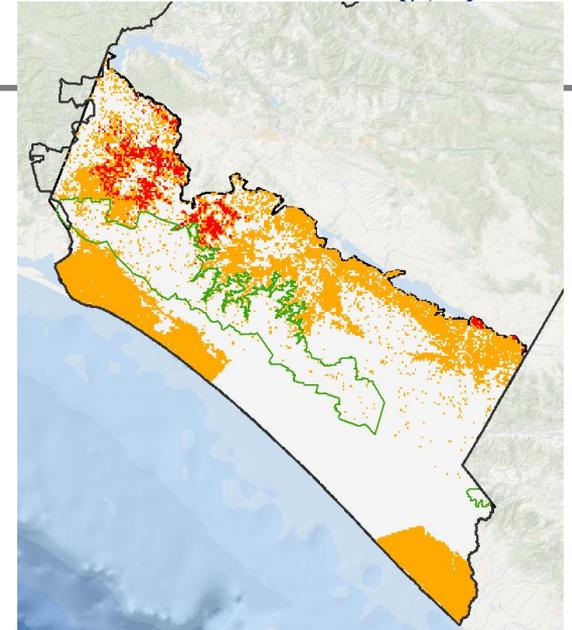
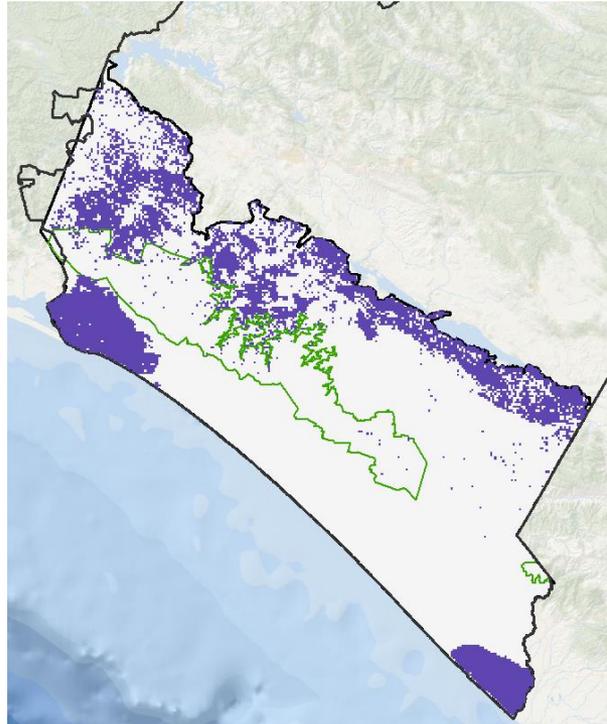
Concepto	Potencial	Óptima
Altitud (m)	600-2000	700-1300 (0.1-25°) 0-
Pendiente (%)	1-60%	46.63
Precipitación (mm)	1000-3000	1500-2000
Temperatura (°)	12-26	17-23

Concepto	Potencial	Óptima
Altitud (m)	0-1000	0-700 (0.1-25°) 0-
Pendiente (%)	1-60%	46.63
Precipitación (mm)	1400-2500	1800-2500
Temperatura (°)	16-28	18.3-26.7

# Maíz y frijol



**Maíz**

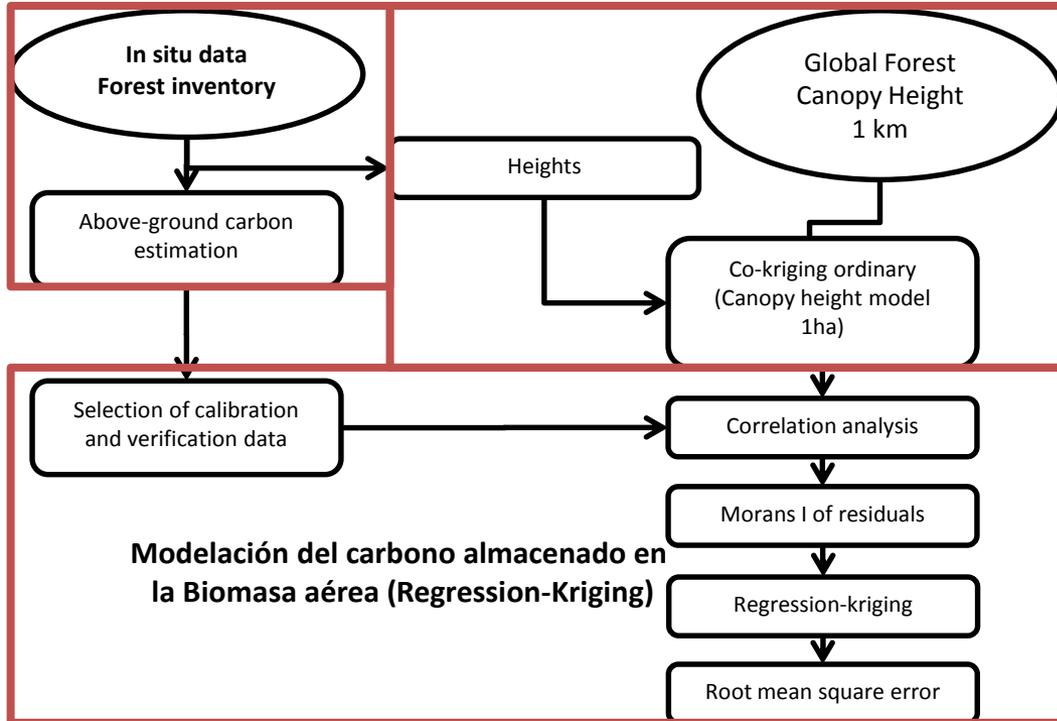


**Frijol**

Concepto	Potencial	Óptima
Altitud (m)	0-3300	1-1600
Pendiente (%)	1-10	1-10
Precipitación (mm)	500-1500	700-1100
Temperatura (°)	12-30	18-24

Concepto	Potencial	Óptima
Altitud (m)	1-2500	500-1000
Pendiente (%)	1-15	1-4
Precipitación (mm)	500-2000	500-1000
Temperatura (°)	10-30	16-24

## Paso 3



$$\gamma_{ij}(h) = \frac{1}{2N_h} \sum_{\alpha=1}^{N_h} [Z_i(x_\alpha + h) - z_i(x_\alpha)][Z_j(x_\alpha + h) - z_j(x_\alpha)]$$

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\hat{z}RK(s_0) = \hat{m}(s_0) + \hat{e}(s_0)$$

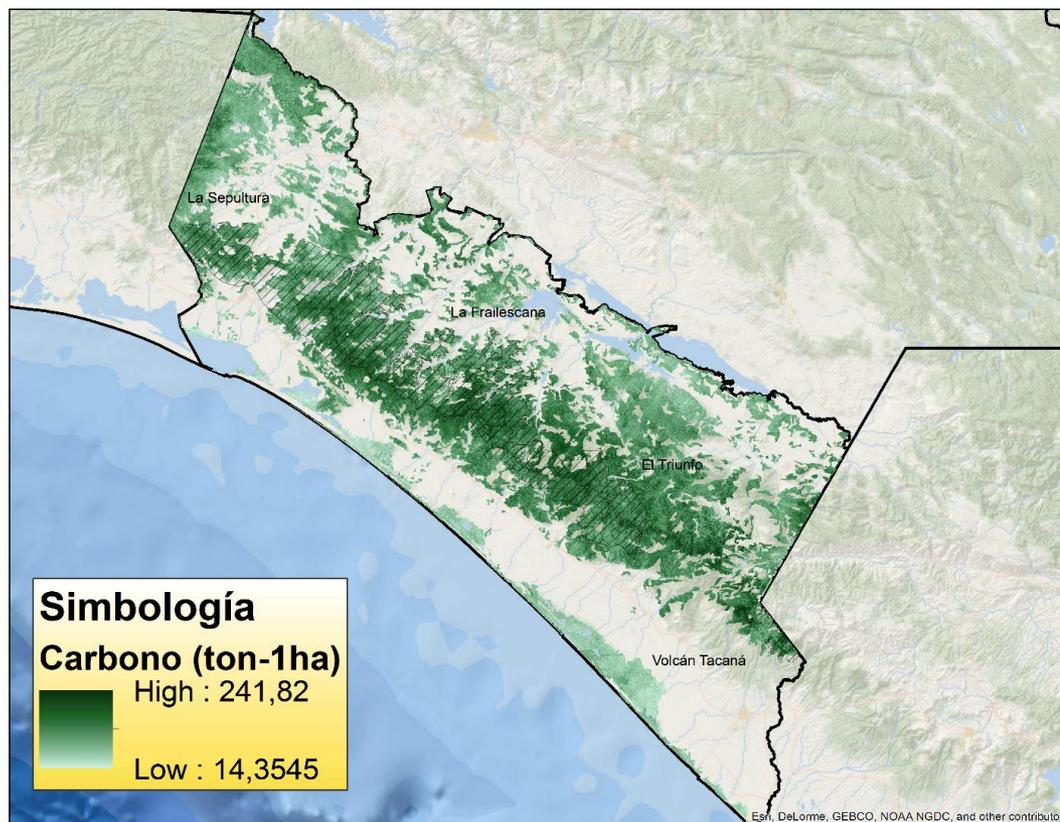
$$\hat{z}RK(s_0) = \sum_{k=0}^p \hat{\beta}_k * q_k(s_0) + \sum_{i=0}^n \omega_i(s_0) * e(s_i)$$

$$ECM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z(s_i) - z(s_i))^2}{n}}$$

Galeana-Pizaña J.M., López-Caloca A., López-Quiroz P., Silván-Cárdenas J. & Couturier S. 2014. **Modeling the spatial distribution of above-ground carbón in Mexican coniferous forest using remote sensing and a geostatistical approach.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 30: 174-189.

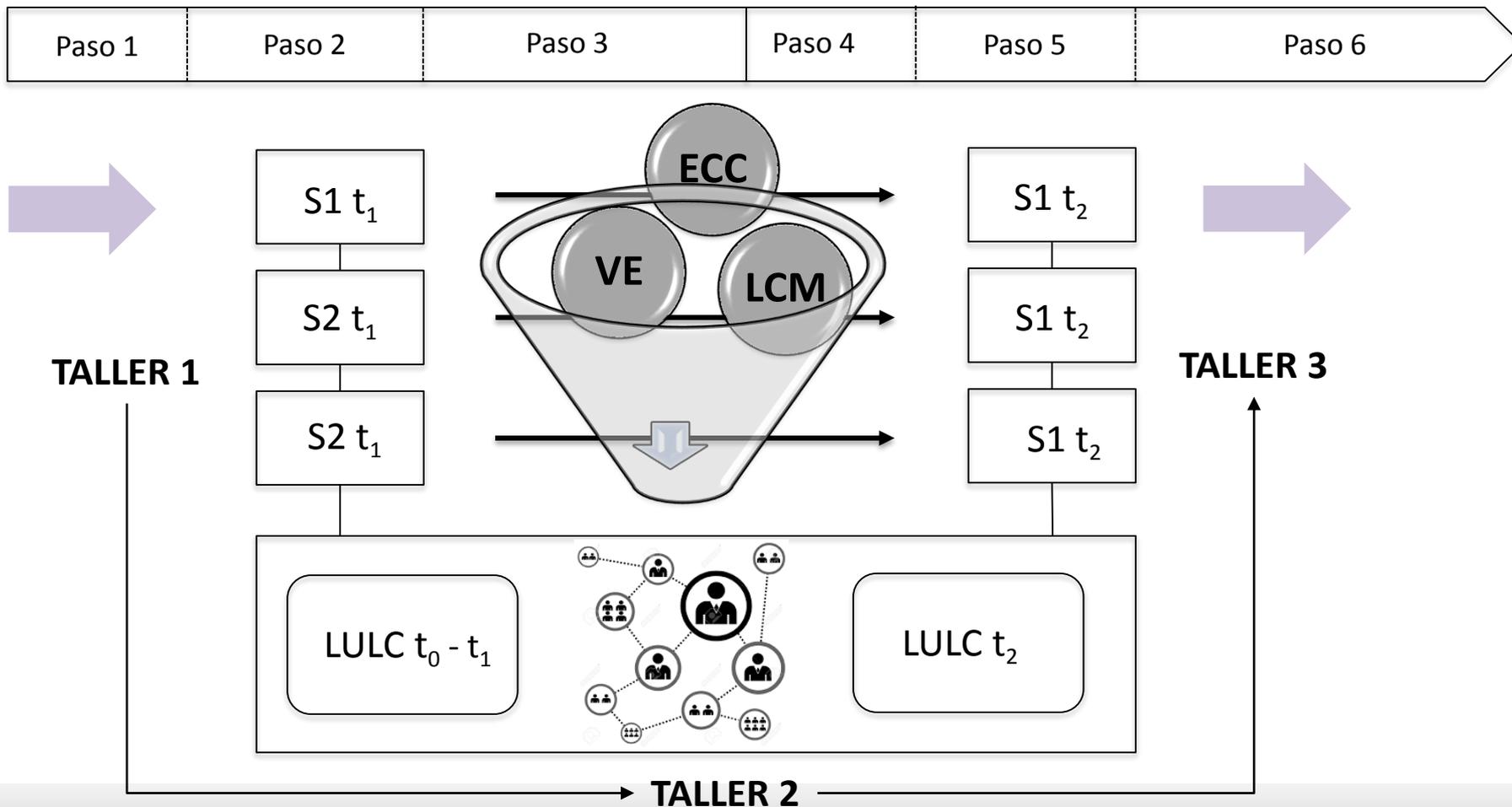
José Mauricio Galeana Pizaña, Juan Manuel Núñez Hernández and Nirani Corona Romero (2016). Remote Sensing-Based Biomass Estimation, Environmental Applications of Remote Sensing, Prof. Maged Marghany (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/61813.

## Paso 3

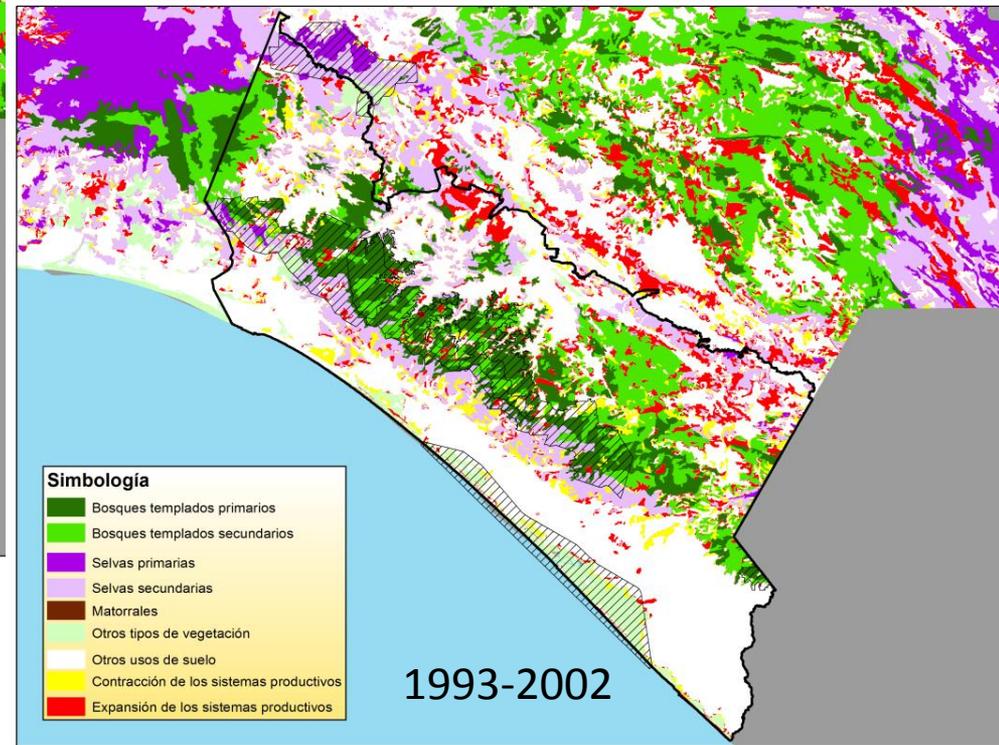
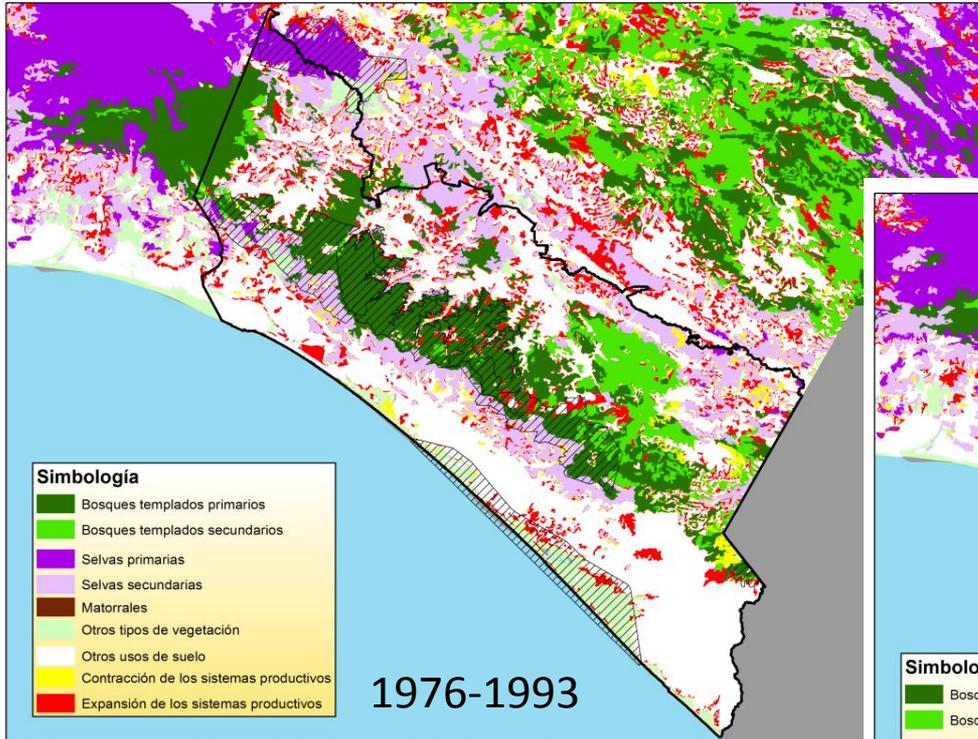


**Modelación del carbono almacenado en la Biomasa aérea (Regression-Kriging)**

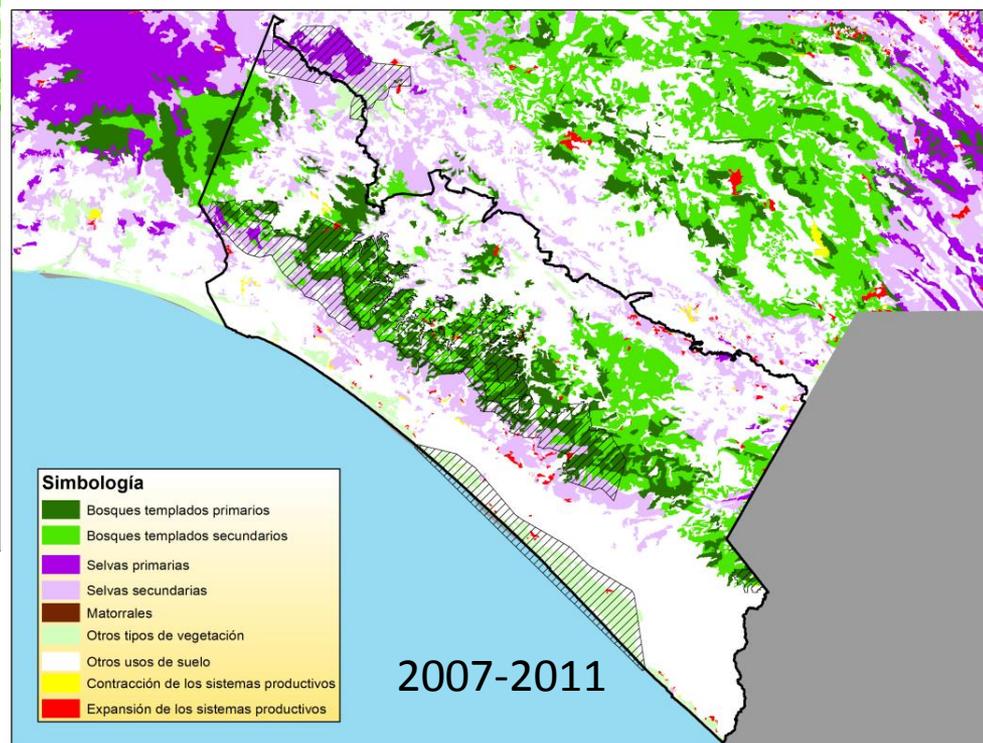
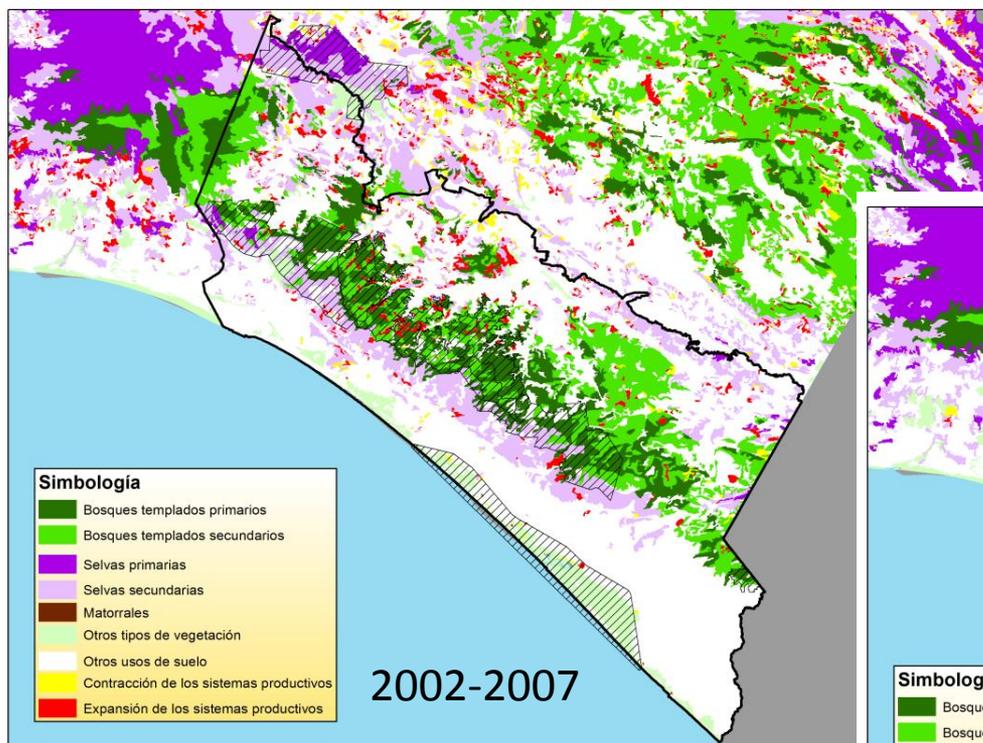
Integración de los Servicios Ecosistémicos en la Planificación del Desarrollo (ISE) (Kosmus *et al.*, 2012)

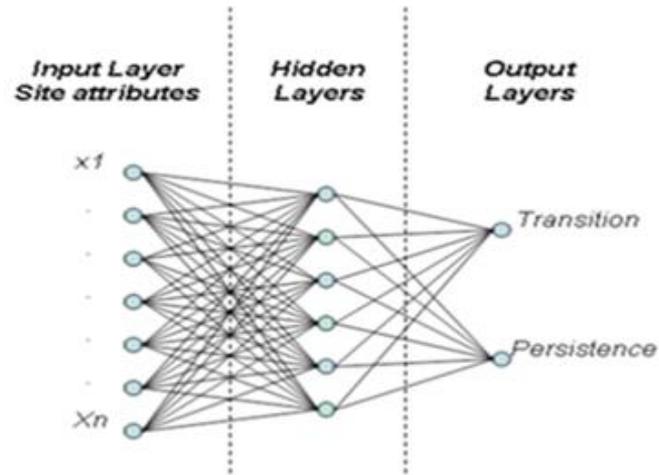


## Análisis de drivers



## Análisis de drivers



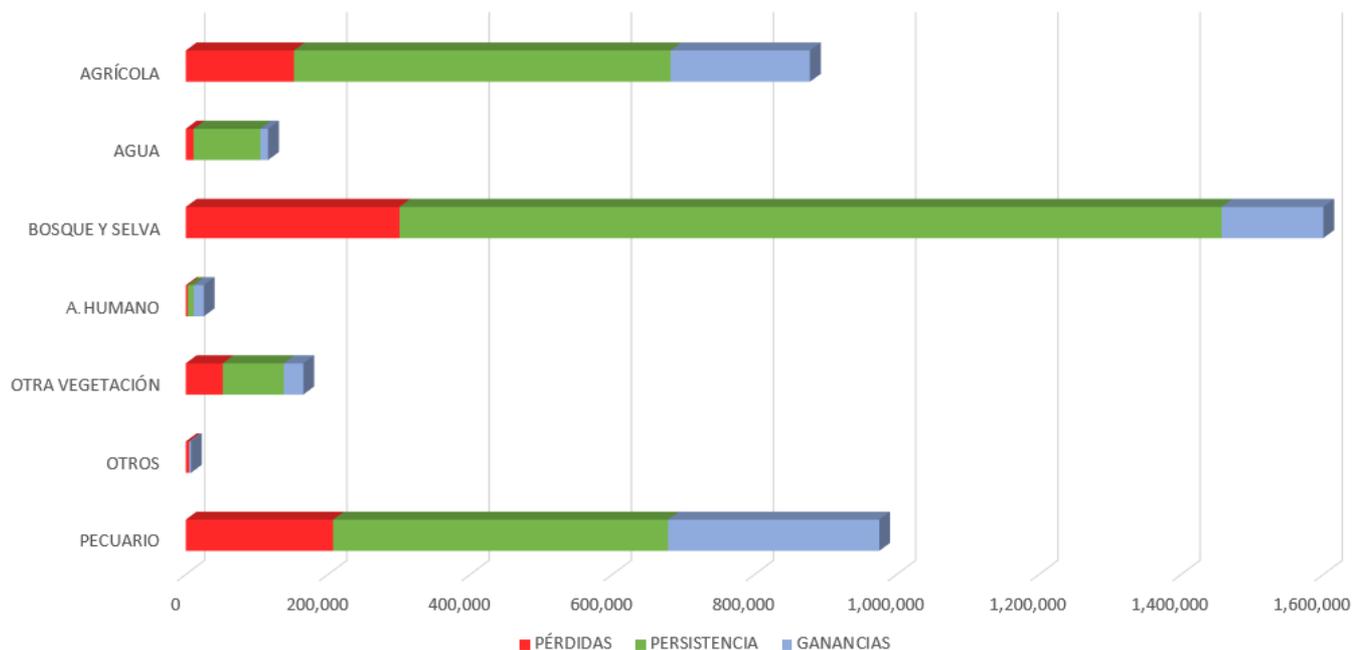


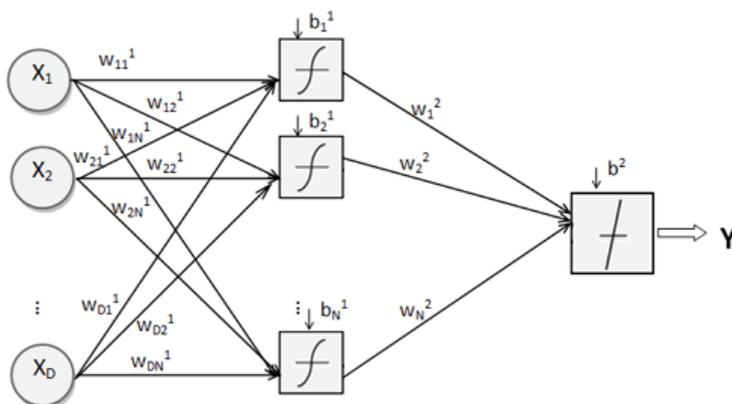
## Multilayer Perceptron Neuronal Networks

Pontius, R. G., Huffaker, D., & Denman, K. (2004). Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling*, 179(4), 445-461.

Pérez-Vega, A., Mas, J. F., & Ligmann-Zielinska, A. (2012). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modelling & Software*, 29(1), 11-23.

## PÉRDIDAS, PERSISTENCIA Y GANANCIAS EN HECTÁREAS ENTRE LOS AÑOS 1993 Y 2011





La simulación se deriva a partir del potencial de transición entre los usos de suelo y de vegetación seleccionados del área de estudio.

Se identifica la categoría específica o grupo de categorías en particular para obtener una simulación

Cada transición elegida debe ser caracterizada por variables explicativas.

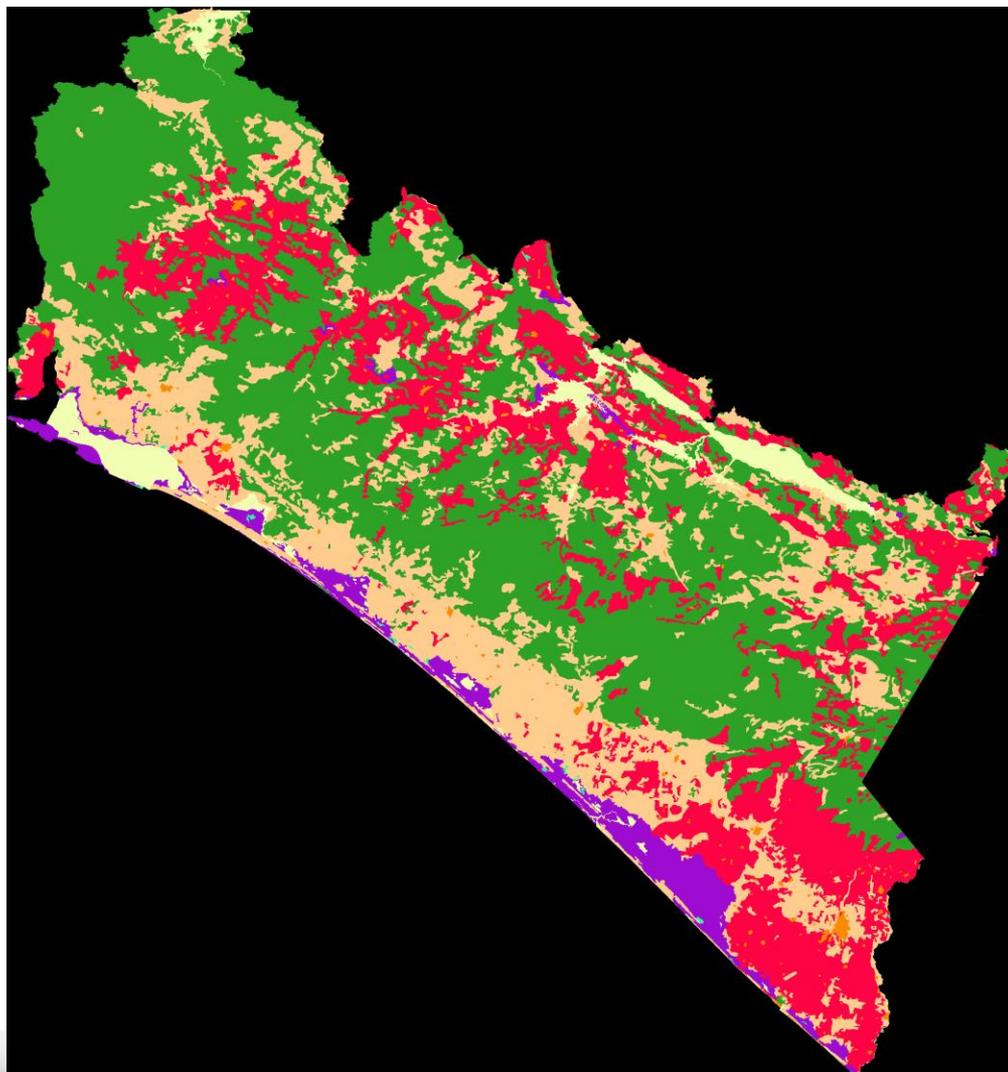
Varias transiciones, regidas por las mismas reglas, pueden ser reagrupadas bajo forma de sub-modelos, una asociación que facilita la puesta en práctica del modelo.

Pontius, R. G., Huffaker, D., & Denman, K. (2004). Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling*, 179(4), 445-461.

Pérez-Vega, A., Mas, J. F., & Ligmann-Zielinska, A. (2012). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modelling & Software*, 29(1), 11-23.

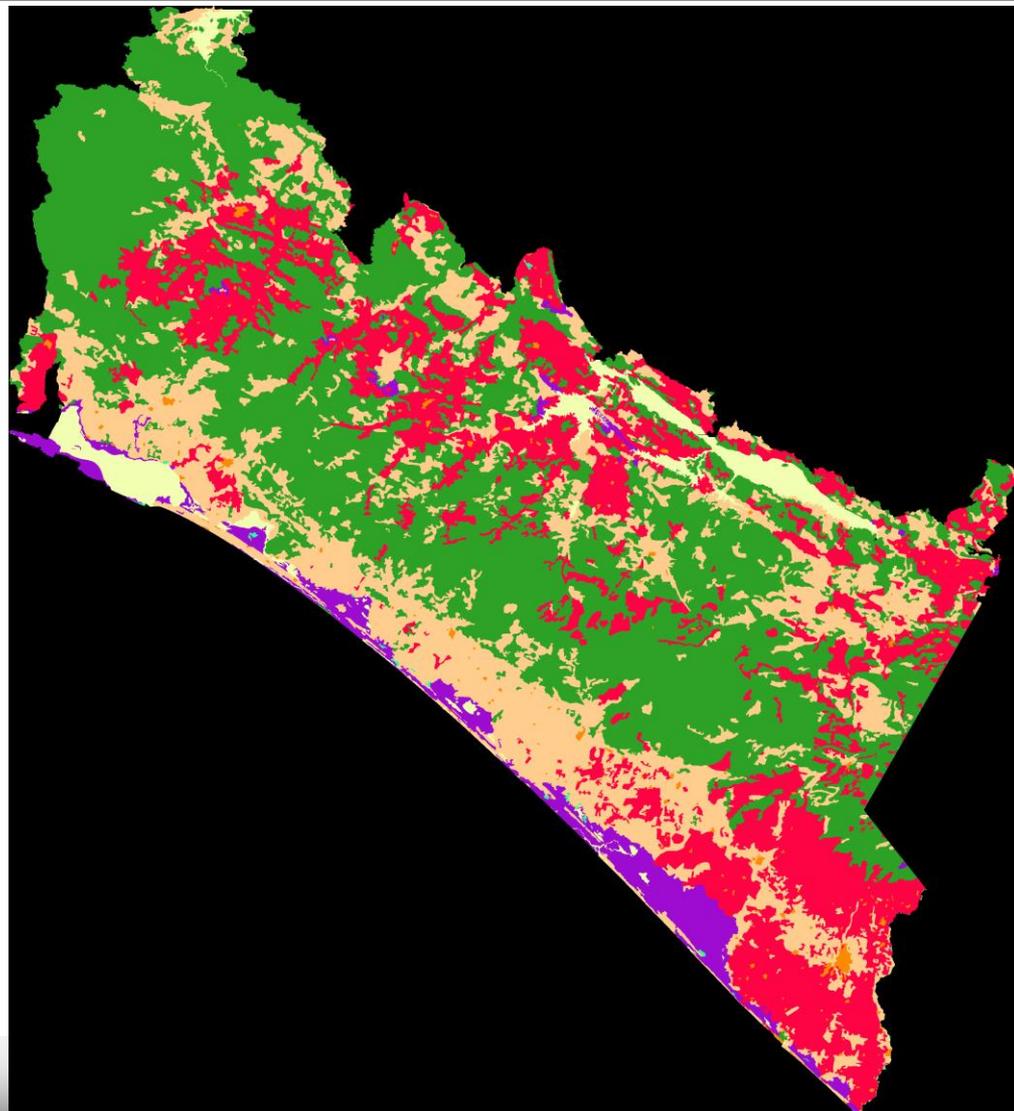
## Land Change Modeler Escenario 1

- Pecuario agrupado en un submodelo
- Carreteras 2008 estáticas
- Variables: Densidad de población, pendiente y distancia a carreteras.



## Land Change Modeler Escenario 2

- Pecuario por transición
- Carreteras 2008 dinámicas
- Variables: Densidad de población, pendiente y distancia a carreteras.



Participatory Geographic Information Systems (PGIS) se refiere a estrategias que buscan integrar las **contribuciones de personas involucradas** en la toma de decisiones grupales mediante **tecnologías de información geoespacial** (Rambaldi et al., 2006).



La creación de mapas participativos, empezó a finales de los 80's adoptando la línea de investigación de **“diagnóstico rural participativo”** (Wang et al., 2008).

PGIS tiene dos funciones principales (Rambaldi et al.

**1) Ser una herramienta espacial que usa el conocimiento de expertos en el proceso del mapeo de una diversidad de temas.**

**2) Medio de comunicación en el aprendizaje espacial, discusión, intercambios de información, análisis y toma de decisiones.**

PGIS combina un rango de herramientas de manejo de información geo-espacial como:

- Modelos 3D
- Fotografías aéreas
- Imágenes de satélite
- GPS
- GIS





## Coupling Community Mapping and supervised classification to discriminate Shade coffee from Natural vegetation

Guillermo C. Martínez-Verduzco<sup>a</sup>, J. Mauricio Galeana-Pizaña<sup>a</sup>, Gustavo M. Cruz-Bello<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación en Geografía y Geodésica "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C. Centro 137, Col. Lomas de Pedernales, México DF CP 14240, México

<sup>b</sup>Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, CI, México DF CP 04510, México

### ABSTRACT

Discriminating between Shade coffee plantations and Natural vegetation using Remote Sensing is particularly difficult in zones where both coverages have almost the same mix of species, as is the case in several areas of the Chiapas highlands. This investigation couples supervised classification with Community Mapping to separate these vegetation classes. Local knowledge of the study area was elicited from local inhabitants through workshops. The participants were asked to delimit both coverages inside the areas they knew the best (confidence map) with the help of printed orthophotos to build a land use map. The accuracy of this coupled method was similar to supervised classification alone and with less time and resources invested. This method can be applied in the rural zones of developing countries, as it is easy to understand and is cheaper than similar alternatives.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

### Keywords:

Land use mapping  
Shade coffee  
Community Mapping  
Orthophotos  
Supervised classification  
Chiapas

### Introduction

One of the first tasks in compiling an inventory of agricultural crops is to generate an accurate map of the distribution of a given crop. This information is of great importance for the Mexican coffee sector, in which the area under coffee cultivation has decreased as a result of economic crises in market prices and a lack of governmental support (Avalos-Sartorio & Beccerra, 1999; Nestel, 1995; Pérez-Grovas, Cervantes, & Burstein, 2001). One approach that has been used to delimit coffee plantations is ground-based census; however, this approach is time consuming and expensive, which precludes continuous updating (Prolking et al., 2002; Billigirides, 1998). An alternative is the use of Remote Sensing for non-shaded coffee or where shade is provided by a single tree species (LeLong & Thong-Chane, 2003). Nevertheless, this endeavor is difficult in sites where forest and Shade coffee are mixed (Blackman, Albers, Avalos-Sartorio, & Crooks, 2005; Helmert, Brown, & Cohen, 2000; Langford & Bell, 1997) because coffee growers usually establish their plantations in previously forested areas. Therefore, the spectral responses of the two covers on the satellite images are not easily distinguished (Cordero-Sancho & Sader, 2007). The work is further hampered by the difficulty of

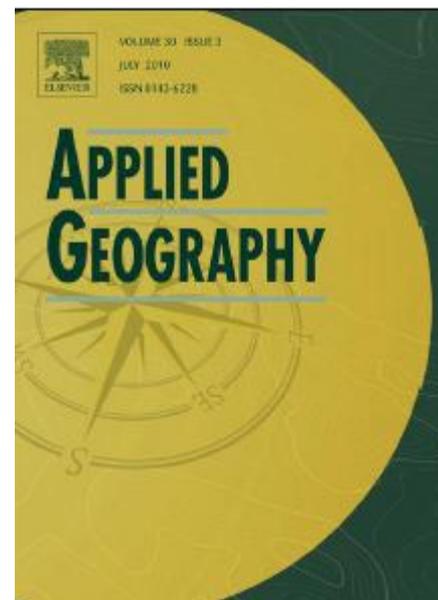
collecting training and ground-truth sites in steeply sloped mountains (Carfagna & Gallego, 2005).

An alternative for overcoming this Remote Sensing problem where forest and Shade coffee are mixed is to use local expert knowledge. When this knowledge is used to produce cartography, it is called Community Mapping. This type of mapping can incorporate geospatial information such as sketch maps, participatory 3-dimensional models, aerial photographs, satellite imagery and tools such as global positioning systems and Geographic Information Systems to compile virtual or physical 2- or 3-dimensional maps (Corbett & Keller, 2006; Lydon, 2000; Perkins, 2007; Rambaldi, Chambers, Mocali, & Fox, 2006).

This integrated approach can provide information to solve issues in natural resource management, the delineation of conservation areas, environmental restoration, natural hazard mapping, community development and poverty alleviation (Dunn, 2007; Perleins, 2007; Rambaldi & Callosa-Tarr, 2002; Tane & Wang, 2007).

For Community Mapping, printed orthophotos or a technology that simulates them have proved to be easy to use by communities because, to some degree, they alleviate people's distrust of computer technology and their lack of cartographic literacy; these tools are also less expensive than other related inputs, such as high-resolution satellite images (Mapedza, Wright, & Fawcett, 2003; Muller & Wode, 2002; Tane & Wang, 2007; Wang, Yua, Cinderbyc, & Forrester, 2008).

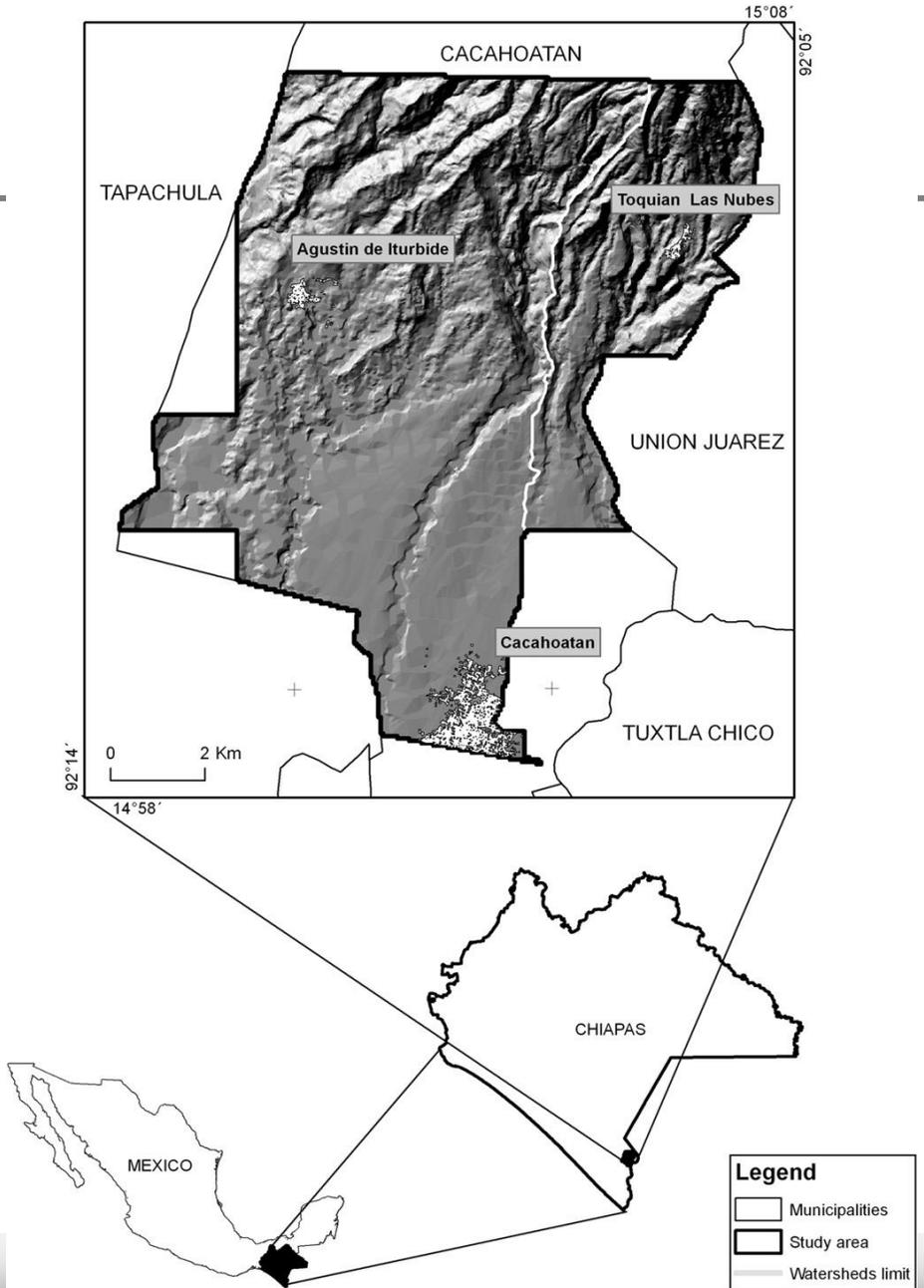
In this study, we developed a method to build a land use and vegetation map using Remote Sensing combined with local expert



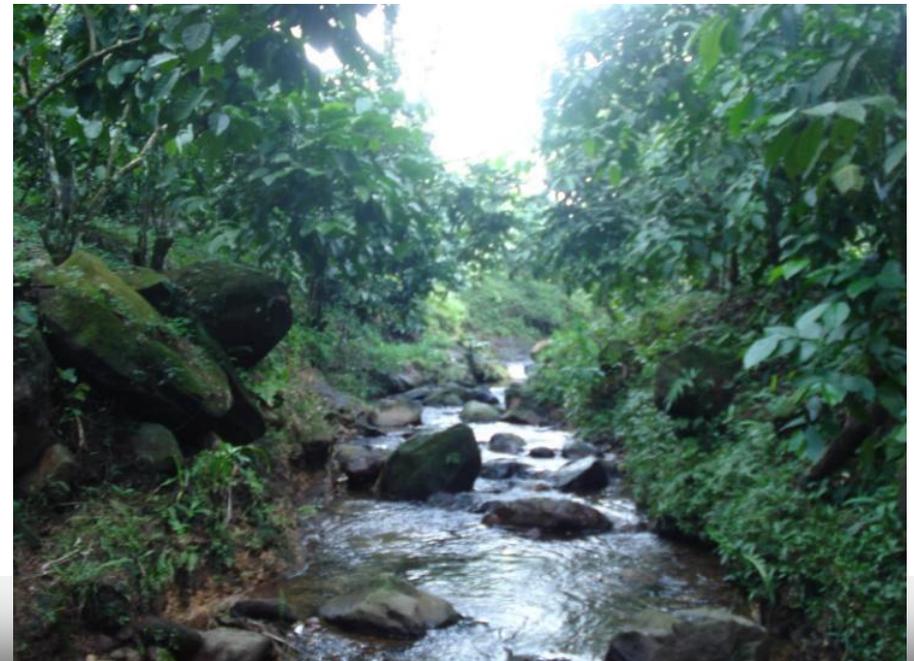
## Coupling Community Mapping and supervised classification to discriminate Shade coffee from Natural vegetation

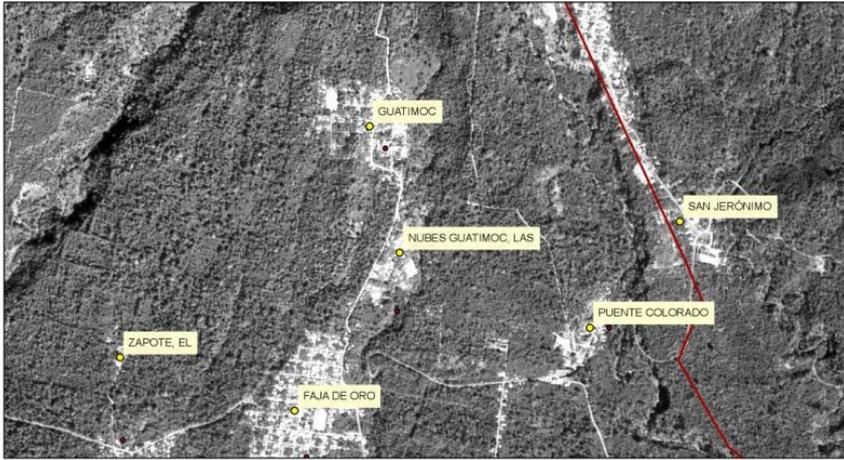
\* Corresponding author. Tel.: +52 55 5622 9002.

E-mail addresses: [guillermo.martinez@yaho.com](mailto:guillermo.martinez@yaho.com) (G.C. Martínez-Verduzco), [gomartinez23@gmail.com](mailto:gomartinez23@gmail.com) (J.M. Galeana-Pizaña), [gcruzbel@comul.com](mailto:gcruzbel@comul.com) (G.M. Cruz-Bello).

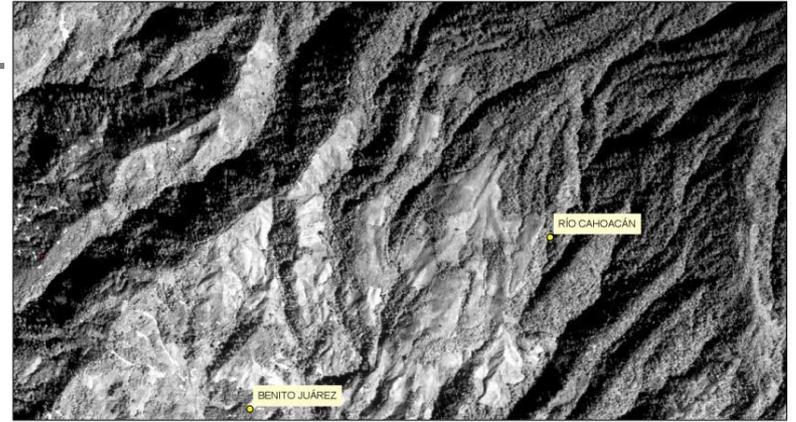




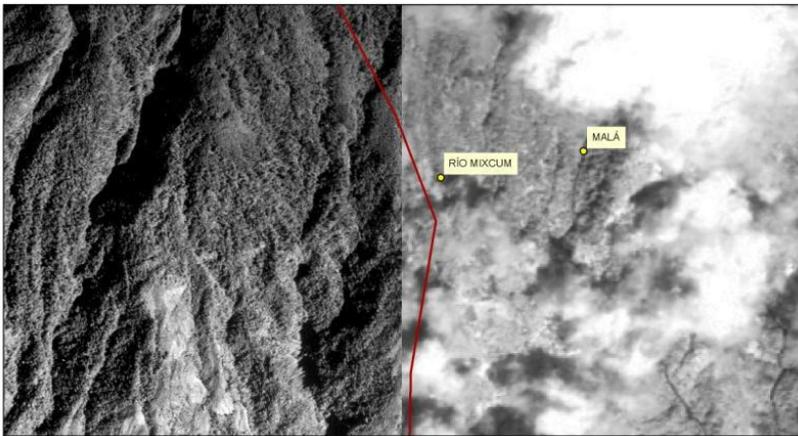




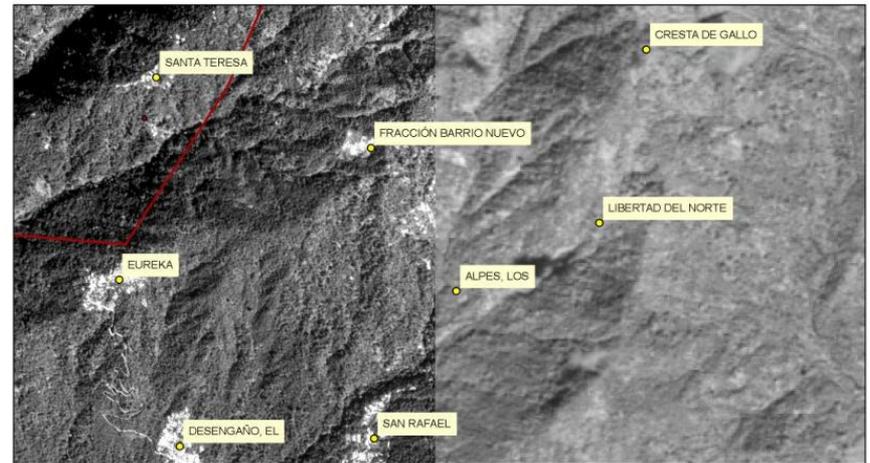
c4



c1

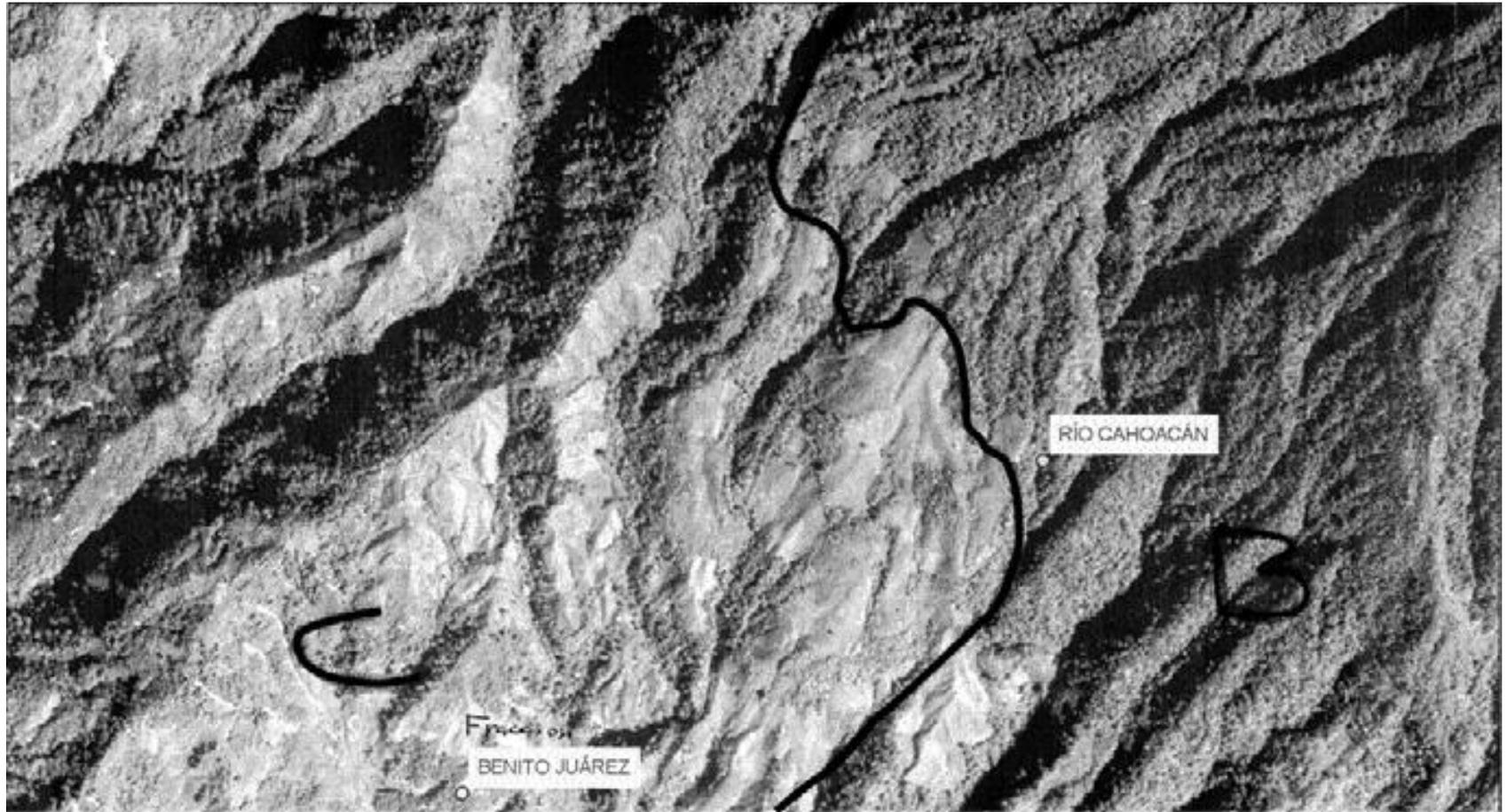


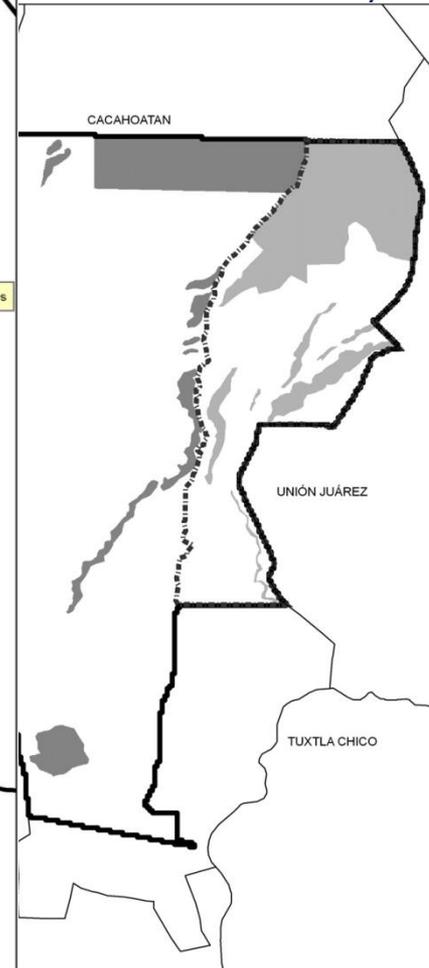
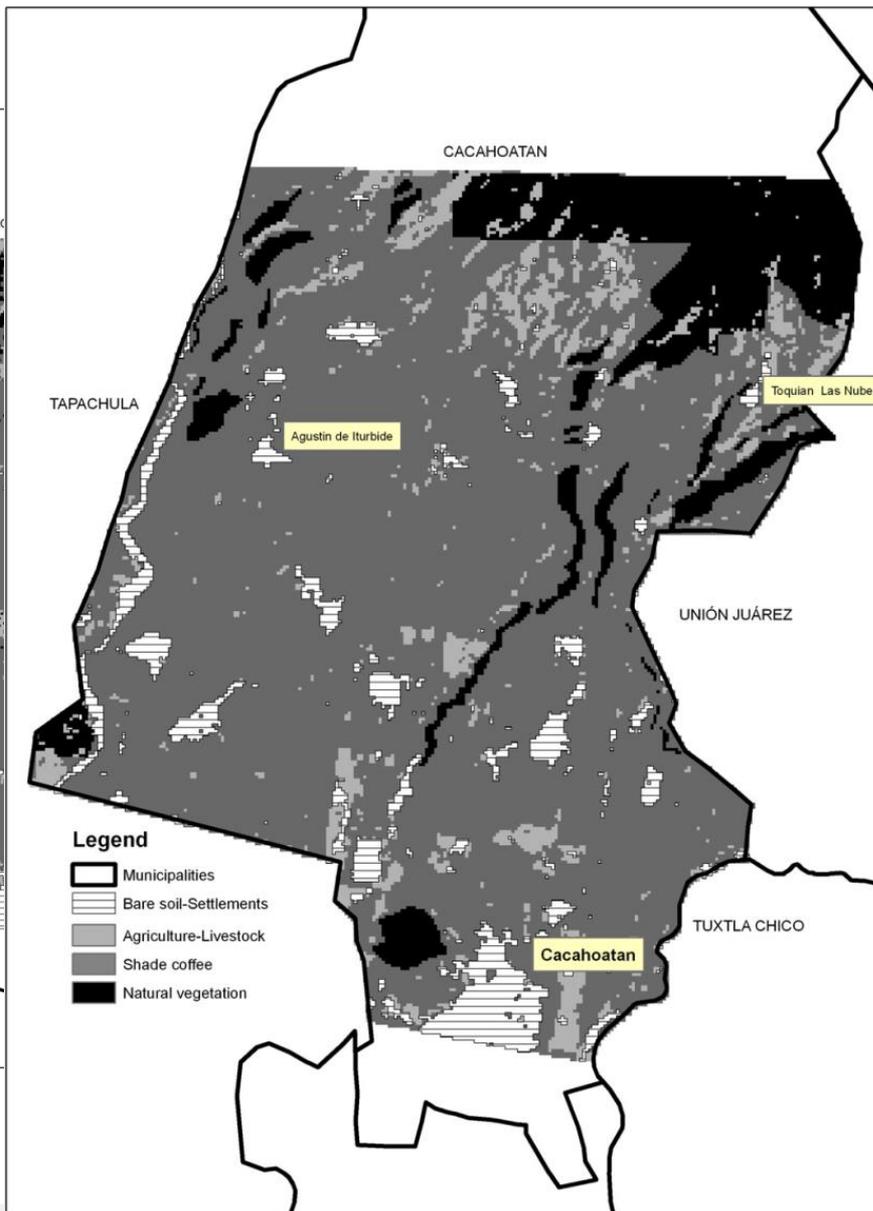
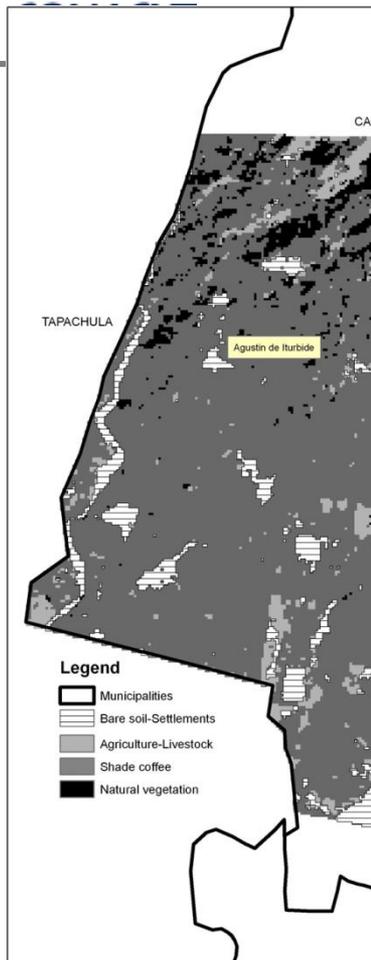
d1



d3







gación

Supervised classification error matrix.

Fieldwork	Classification				Overall	Accuracy
	Agriculture-Livestock	Bare soil-Settlements	Shade coffee	Natural vegetation		
Agriculture-Livestock	12	1	1	1	15	80
Bare soil-Settlements	0	5	0	0	5	100
Shade coffee	1	0	23	1	25	92
Natural vegetation	2	0	9	3	14	21
Overall	15	6	33	5		
Accuracy	80	83	70	60		

Precisión de 73%

PGIS error matrix.

Fieldwork	Classification				Overall	Accuracy
	Agriculture-Livestock	Bare soil-Settlements	Shade coffee	Natural vegetation		
Agriculture-Livestock	12	1	1	1	15	80
Bare soil-Settlements	0	5	0	0	5	100
Shade coffee	1	0	24	0	25	96
Natural vegetation	2	0	9	3	14	21
Overall	15	6	34	4		
Accuracy	80	83	71	75		

Precisión de 82%