



Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas

ISSN: 2007-0934

revista\_atm@yahoo.com.mx

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

México

Hernández Melchor, Gloria Isela; Sol Sánchez, Ángel; Ruíz Rosado, Octavio; Valdez

Hernández, Juan Ignacio; López Collado, Jorge C.; Reta Mendiola, Juan L.

Diagnóstico del proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 14, febrero-marzo, 2016, pp. 2883-2894

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263144474020>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Diagnóstico del proceso de reforestación en manglares de la costa de Tabasco\***

### **Diagnosis of Mangrove reforestation process in the coast of Tabasco**

**Gloria Isela Hernández Melchor<sup>1</sup>, Ángel Sol Sánchez<sup>2§</sup>, Octavio Ruíz Rosado<sup>1</sup>, Juan Ignacio Valdez Hernández<sup>3</sup>, Jorge C. López Collado<sup>1</sup> y Juan L. Reta Mendiola<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz, km 88.5, predio Tepetates, Veracruz. (isela7827@colpos.mx; octavio@colpos.mx; ljorge@colpos.mx; retam@colpos.mx). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina carretera Cárdenas-Huimanguillo, km 3. <sup>3</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Estado de México. (ignacio@colpos.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: sol@colpos.mx.

## **Resumen**

En México la superficie de manglar se reduce a una tasa anual de 2% para la vertiente del Pacífico y 2.8% para el Golfo de México. Sin embargo, los procesos de restauración son más lentos que la velocidad con la que se pierden. En Tabasco se ha invertido en programas de reforestación a través de la CONAFOR para reforestar superficies de manglar con resultados no acordes a las metas planteadas, lo cual es alarmante si se considera que tales actividades son prioritarias para mitigar los impactos del cambio climático. Bajo este contexto, se considera necesario elaborar un diagnóstico integral que permita delimitar las causas que han impedido que estos programas concluyan con resultados exitosos; ante la hipótesis de que en la planeación y ejecución de los programas de reforestación existen debilidades que limitan la recuperación de áreas de manglar deforestados en la costa de Tabasco. Para ello el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la planeación y ejecución de los programas de reforestación en manglares de dos ejidos de Cárdenas, Tabasco. La metodología empleada consistió de revisión documental, entrevista a personal de la CONAFOR y a los beneficiarios del programa. En la planeación se identificó que los criterios de selección son muy generales, y no se consideran estudios previos que permitan generar un diagnóstico de

## **Abstract**

In Mexico mangrove area reduced to an annual rate of 2% for the Pacific region and 2.8% for the Gulf of Mexico. However, restoration processes are slower than the rate at which are lost. In Tabasco has been invested in mangrove reforestation programs through CONAFOR with results that are not according to goals set, which is alarming if considered that such activities are a priority to mitigate climate changes impacts. In this context, it is necessary to develop a compressive diagnosis that allows defining the causes that have prevented that these programs conclude with successful results; having as hypothesis that in planning and implementation of reforestation programs there is certain weakness that limits the recovery of mangrove deforested areas on the coast of Tabasco. The objective of this research was to evaluate the planning and execution of mangrove reforestation programs from two locations in Cárdenas, Tabasco. The methodology consisted of literature review, interviews with CONAFOR staff and beneficiaries from the program. In planning it was identified that the selection criteria are very general, and do not consider preliminary studies that allow to generate a diagnosis of areas requiring reforestation according to the affectation level. For implementation of the program the economic

\* Recibido: octubre de 2015  
Aceptado: enero de 2016

las áreas que requieren reforestación de acuerdo a su nivel de afectación. Para la ejecución del programa los montos asignados están en función del presupuesto disponible, por lo que no se cuenta con un diseño que permita estimar el monto requerido para la reforestación exitosa. Se concluye que existen debilidades en la planeación y ejecución del programa de reforestación ProÁrbol, debido principalmente a la ausencia de criterios científicos para determinar el grado de afectación del sitio, y a la falta de integración de la comunidad local en ambos procesos.

**Palabras clave:** deforestación, diagnóstico, manglar, reforestación, restauración.

## Introducción

El estado de Tabasco ha sido expuesto a los procesos del desarrollo económico, de cuyos resultados destacan el empobrecimiento social, deterioro ecológico, y marginación. Proyectos como el Plan Chontalpa han provocado una destrucción irreparable de los ecosistemas de la zona eliminando flora y fauna Murillo (2004). De igual forma ante el desarrollo petrolero en Tabasco las tierras bajas e inundables se visualizaron solo como obstáculos para el progreso económico del país Zavala (1988). Esto ha resultado en una pérdida aproximada de 50% de los humedales, debido a las altas tasas de deforestación, lo cual coincide con los índices más altos de marginación del Golfo de México (Seingier *et al.*, 2009; Landgrave y Moreno-Casasola, 2012).

Los manglares son ecosistemas costeros que proveen de servicios tangibles e intangibles a la sociedad tales como la protección de costas, captura de carbono, filtros biológicos, retención de suelos; producción de madera, leña, carbón; zona de crianza y desarrollo de especies acuáticas de valor comercial; zonas de anidamiento, descanso, percha, alimentación, refugio y reproducción de aves migratorias y residentes; entre otros. Sin embargo, han sido ecosistemas antropicamente alterados y modificados, en donde su reducción en superficie o fraccionamiento ocasiona la interrupción de los procesos ecológicos, lo que afecta su productividad, su equilibrio, y la provisión de satisfactores al ser humano.

Debido a que los manglares son ecosistemas costeros que se desarrollan en latitudes tropicales y subtropicales alrededor del mundo, el impacto ante el cambio climático

resources allocated are based on budget availability; so it does not count with a design that allows estimating the economic amount required for a successful reforestation. It is concluded that there are weaknesses in planning and implementation of the ProÁrbol program for reforestation, due to the lack of scientific criteria to determine the real degree of implementation of the site, and a lack of local community integration in both processes.

**Keywords:** deforestation, diagnosis, mangrove, reforestation, restoration.

## Introduction

The state of Tabasco has been exposed to the processes of economic development, whose results highlight the social impoverishment, ecological deterioration and marginalization. Projects like Plan Chontalpa have caused irreparable destruction of ecosystems in the area, eliminating flora and fauna Murillo (2004). Similarly to oil development in Tabasco, the flooded low lands were viewed as an obstacle to economic progress Zavala (1988). This has resulted in a loss of about 50% of wetlands due to high rates of deforestation, which coincides with the highest levels of marginalization from the Gulf of Mexico (Seingier *et al.*, 2009; Landgrave and Moreno-Casasola, 2012).

Mangroves are coastal ecosystems that provide tangible and intangible services to society such as coastal protection, carbon sequestration, biological filters, soil retention; timber, firewood, charcoal; breeding and development of aquatic species of commercial value; nesting, rest, hanger, feeding, shelter and reproduction areas of migratory and resident birds; among others. However, these ecosystems have been anthropogenically altered and modified, where its surface reduction or fragmentation causes disruption of ecological processes, which affects their productivity, their balance, and the provision of human satisfaction.

Due to mangroves are coastal ecosystems that grow in tropical and subtropical latitudes around the world, the impact from climate change will have ecological, economic and social significance on these ecosystems, at structural level and in ecological functions (Yañez-Arancibia, 2010). However, despite their ecological and economic importance, it is still threaten and deforested to promote economic development in the country, coupled to marginalization conditions from

tendrá significado ecológico, económico y social sobre este tipo de ecosistemas, a nivel estructural y de funciones ecológicas (Yáñez-Arancibia, 2010). Sin embargo, pese a su importancia ecológica y económica, se continúa amenazando y deforestando para fomentar el desarrollo económico del país, aunado a que las condiciones de marginación de las comunidades costeras conducen al cambio de uso de suelo que en la mayoría de los casos repercuten en una doble pobreza, ambiental y social, debido a la alteración físico-química del suelo. Zaragoza *et al.* (2005), reportan que la superficie del manglar se reduce a una tasa anual de 2% para la vertiente del Pacífico, y 2.8% para el Golfo de México.

La NOM-022-SEMARNAT-2003, establece que en aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica para la recuperación y restauración de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban (Título 2º, Capítulo II, Artículo 78). En este sentido, por decreto presidencial en 2001 se instituyó la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) como órgano descentralizado de la SEMARNAT, a partir de entonces esta instancia administra e impulsa los programas de reforestación en todo el país (Cervantes *et al.*, 2008).

González-Maya *et al.* (2012), citan que la restauración ecológica basada en programas de reforestación ha sido una de las alternativas más aplicadas en países de Latinoamérica, aunque aún no se conocen sus alcances y logros reales. En el caso específico de México Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez (2010), consideran que los procesos de restauración son más lentos a la velocidad con la que se pierden los recursos naturales.

Para atenuar y mitigar los impactos del cambio climático, se deben intensificar los esfuerzos de restauración-rehabilitación e incorporarlos en la planificación ambiental estratégica de la zona costera (Yáñez-Arancibia *et al.*, 2010). En este sentido Lewis (2005), plantea que es posible revertir la pérdida de los bosques de manglar a escala mundial a través de la aplicación de principios básicos de restauración ecológica, utilizando enfoques de ingeniería ecológica.

En Tabasco, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) ha financiado programas de conservación y restauración, a través del programa Pro-Árbol en donde se han otorgado apoyos destinados a la ejecución de proyectos de reforestación

coastal communities lead to land use change which in most cases impact in double poverty, environmental and social, due to physic-chemical alteration in soil chemistry. Zaragoza *et al.* (2005) reported that mangrove areas are reduced at an annual rate of 2% for the Pacific slope, and 2.8% for the Gulf of Mexico.

NOM-022-SEMARNAT-2003, states that in those areas where degradation or desertification process, or serious ecological imbalances are present, the Ministry of Environment and Natural Resources (SEMARNAT) shall develop and implement ecological restoration programs to recover and restore conditions that favor evolution and continuity of natural processes therein developed (title 2, chapter II, article 78). In this regard, by presidential decree in 2001, the National Forestry Commission (CONAFOR) was instituted as a decentralized body from SEMARNAT thereafter this instance manages and promotes reforestation programs across the country (Cervantes *et al.*, 2008).

Gonzalez Maya *et al.* (2012) cite that ecological restoration based on reforestation programs has been one of the most applied alternatives in Latin America, although it's real scope and achievements are unknown. In the specific case of Mexico Céspedes-Flores and Moreno-Sánchez (2010), believe that restoration processes are slower to the speed with which natural resources are lost.

To minimize and mitigate the impacts of climate change, it should intensify efforts in restoration-rehabilitation and incorporate them in strategic environmental planning of coastal areas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 2010). In this sense, Lewis (2005) suggests that it is possible to reverse the loss of mangrove forests worldwide through the application of basic principles of ecological restoration, using ecological engineering approaches.

In Tabasco, the National Forestry Commission (CONAFOR) has funded conservation and restoration programs, through the Pro-Arbol program providing support for the implementation of reforestation projects (DOF, 2008). However, there are vulnerable sites to coastal erosion bordering the Gulf of Mexico, where it is urgent to recover mangrove; but the support granted for reforestation do not reflect tangible results or do not meet the goals.

Therefore, and considering that coastal communities are the most vulnerable to the effects of climate change and the measures taken should not be generalizable from one region to another, it is urgent to undertake actions to make

(DOF, 2008). Sin embargo, existen sitios vulnerables a la erosión costera que limitan con el Golfo de México, en donde es urgente recuperar el manglar; pero los apoyos otorgados para la reforestación no reflejan resultados tangibles o no satisfacen las metas planteadas.

Por lo anterior, y considerando que las comunidades costeras son las más vulnerables ante los efectos del cambio climático y que las medidas que se tomen no pueden ser generalizables de una región a otra, es urgente emprender acciones que permitan ser más eficiente las actividades de reforestación en manglares de la costa de Tabasco. Por tal razón, es necesario elaborar un diagnóstico integral que permita delimitar las causas que impiden que los programas de reforestación se lleven a cabo con éxito, y que permita generar propuestas de mejora en su planeación y ejecución. Por ello la hipótesis de este trabajo fue que la planeación y ejecución de los programas de reforestación existen debilidades las cuales limitan la recuperación de áreas de manglar deforestado en la costa de Tabasco.

## Objetivo

Analizar la planeación y ejecución de los programas de reforestación en manglares de dos ejidos de Cárdenas, Tabasco.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El área de estudio se ubica en el municipio de Cárdenas, Tabasco. En los Ejidos El Alacrán ubicado entre los 18° 21' 0" y 18° 23' 20" de latitud norte y entre los 93° 35' 10" y 93° 42' 10" de longitud oeste; y El Golpe ubicado entre los 18° 18' 20" y 18° 20' 40" de latitud norte y entre los 93° 28' 50" y 93° 31' 50" de longitud oeste; alrededor de la laguna La Machona, la cual se conecta al Golfo de México a través de una bocana artificial conocida como Boca de Panteones (Figura 1).

En los alrededores se ubican instalaciones y oleoductos para la extracción y conducción del petróleo, en donde los desechos derivados de la movilización del petróleo crudo tienen como destino final los ecosistemas lagunares costeros Carmen-Machona, Mecoacan, y el Río Tonalá (Jacott *et al.*, 2011). El área de estudio forma parte de los

more efficient reforestation activities in mangroves from the coast of Tabasco. For this reason, it is necessary to develop a comprehensive diagnosis that allow to define the causes that prevent reforestation programs to be carried out successfully, generating proposals for improvement in its planning and execution. Thus the hypothesis of this study was that the planning and implementation of reforestation programs have weaknesses which limit the recovery of deforested mangrove areas on the coast of Tabasco.

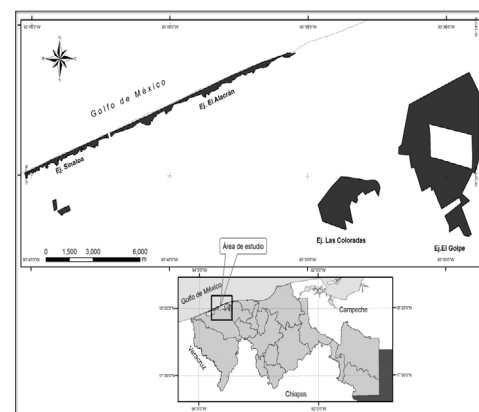
## Objective

Analyze the planning and implementation of reforestation programs in mangrove areas from two ejidos, in Cárdenas, Tabasco.

## Materials and methods

### Study area

The study area is located in the municipality of Cárdenas, Tabasco. In the Ejidos El Alacrán located between 18° 21' 0" and 18° 23' 20" north latitude and between 93° 35' 10" and 93° 42' 10" west longitude; and El Golpe located between 18° 18' 20" and 18° 20' 40" north latitude and between 93° 28' 50" and 93° 31' 50" west longitude; around the La Machona lagoon, which connects to the Gulf of Mexico through an artificial estuary known as Boca de Panteones (Figure 1).



**Figura 1. Área de estudio integrada por los Ejidos El Golpe y el Alacrán del municipio de Cárdenas, Tabasco.**

**Figure 1. Study area composed by Ejidos El Golpe and el Alacrán from the municipality of Cárdenas, Tabasco.**



humedales costeros de Tabasco, en donde la vegetación dominante son los manglares asociados a condiciones estuarinas (Barba *et al.*, 2006); las especies presentes son: *Avicennia germinans* (mangle negro), *Rhizophora mangle* (mangle rojo), y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco); las cuales crecen sobre dos grupos de suelos Histosoles y Solonchaks (Domínguez- Domínguez *et al.*, 2011). El ejido el Alacrán tiene conexión directa con el mar, y es considerada una zona de alta vulnerabilidad debido al grado de erosión costera, en donde se estima un retroceso costero de -9 a -10 m año (Hernández *et al.*, 2008). Este ejido cuenta con 871 habitantes y 208 viviendas habitadas; 43.65% de la población de 15 años o más tiene primaria incompleta, y el grado de marginación es alto (CONAPO, 2010).

El Ejido el Golpe experimentó un incremento en la superficie de manglar, de 1995 a 2008, originado por la intrusión salina que favoreció la colonización del manglar en zonas dedicadas a la ganadería, tal como se reporta en el artículo del Capítulo II; en ese mismo periodo se estimó una pérdida de 22.6 ha. El ejido cuenta con 1 187 habitantes y 335 viviendas habitadas; 33.10% de la población de 15 años o más tiene primaria incompleta; y el grado de marginación es alto (CONAPO, 2010). Las principales actividades económicas en la zona en orden de importancia son: la pesca, extracción de madera del mangle blanco, la ganadería, y en menor grado las actividades agrícolas. Esta investigación fue realizada en el periodo 2011-2012, en el cual se consideraron dos etapas: análisis de la planeación del Programa Pro-Árbol 2009 de la CONAFOR, y el análisis de su ejecución.

### **Análisis de la planeación del Programa Pro-Árbol 2009**

Fue analizado el documento de las reglas de operación del programa Pro-Árbol 2009, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2008, con la finalidad de conocer los lineamientos específicos a los que deben estar sujetos los interesados en participar: requisitos generales, procedimiento de selección, montos de apoyo, derechos y obligaciones de los beneficiarios, seguimiento técnico, y sanciones. Se realizó entrevista a informantes clave de la CONAFOR a través de pláticas periódicas tanto en oficina como en recorridos de campo con el objetivo de conocer la respuesta de los beneficiarios durante el proceso de ejecución del proyecto. De igual forma se analizó la base de datos de los beneficiarios del apoyo del programa Pro-Árbol 2009, en la categoría de conservación y restauración, para conocer el número de beneficiados, superficie comprometida, monto autorizado, monto ejecutado, y superficie reforestada.

In the surroundings are located installations and pipelines for oil extraction and driving, where the waste resulting from the mobilization of crude oil has as final destination the coastal lagoon ecosystems Carmen-Machona, Mecoacan, and Tonala River (Jacott *et al.*, 2011). The study area is part of the coastal wetlands of Tabasco, where the predominant vegetation is mangrove associated to estuarine conditions (Barba *et al.*, 2006); the species are *Avicennia germinans* (black mangrove), *Rhizophora mangle* (red mangrove), and *Laguncularia racemosa* (white mangrove); which grow on two soil groups Histosols and Solonchaks (Domínguez Domínguez *et al.*, 2011). The ejido el Alacran has a direct connection to the sea, and is considered an area of high vulnerability due to the extent of coastal erosion, with an estimated coastal retreat of -9 to -10 m year (Hernández *et al.*, 2008). The ejido has 871 inhabitants with 208 houses inhabited; 43.65% of the population aged 15 and over have completed elemental school, and the level of poverty is high (CONAPO, 2010).

Ejido el Golpe experienced an increase in mangrove area, from 1995 to 2008, caused by saltwater intrusion that favored the colonization of mangrove in areas devoted to livestock, as reported in the article from Chapter II; for the same period estimated a loss of 22.6 ha. The ejido has 1187 inhabitants and 335 houses inhabited; 33.10% of the population aged 15 and over have not completed elementary school; and the level of poverty is high (CONAPO, 2010). The main economic activities in the area in order of importance are: fishing, logging of white mangrove, livestock, and to a lesser extent agriculture. This research was conducted from 2011-2012, in which two stages were considered: analysis of planning of the Pro-Arbol Program 2009 from CONAFOR, and the analysis of its implementation.

### **Analysis of planning of the program Pro-Arbol 2009**

It was studied the document with the rules of operation of the program Pro-Arbol 2009, published in the Official Journal of the Federation on December 31, 2008, in order to meet specific guidelines to which should be subject the interested in participating: general requirements, selection procedure, amounts of support, rights and obligations of beneficiaries, technical monitoring, and sanctions. An interview was carried out to key informants from CONAFOR through periodic talks both in office and in field trips in order to know the response of the beneficiaries during the implementation process. Likewise, the database of the beneficiaries from additional support of the Pro-Arbol 2009 program, in the

## Análisis de la ejecución del programa

Con la finalidad de conocer la experiencia de los beneficiarios durante la ejecución del programa de restauración en sus parcelas se elaboró y aplicó un cuestionario que fue estructurado de acuerdo a lo propuesto por Quispe (2004), de tal forma que permitiera conocer los datos generales del beneficiario, el proceso que se siguió para obtener el apoyo, y en qué consistió la asesoría proporcionada por los técnicos responsables del seguimiento a las actividades de reforestación. De acuerdo a la base de datos proporcionada por la CONAFOR, en el área de estudio hubo un total de 19 beneficiarios, de los cuales cuatro se ubican en el ejido El Golpe y los otros 15 en el Ejido El Alacrán, por lo que considerando el número reducido de beneficiarios se optó por aplicar un censo. Con la información obtenida se generó una base de datos en el programa Excel 2007, para el análisis de la información cuantitativa y cualitativa.

## Resultados

### Planeación del programa ProÁrbol-2009

Las reglas de operación (RO), describen los requisitos que deben cumplir los solicitantes sujetos de apoyo, dentro de los cuales destacan los siguientes: deberán ser personas físicas o morales que posean terrenos forestales, preferentemente forestales o temporalmente forestales. En el proceso de dictamen se consideraron dos categorías: criterios sociales y estímulo al buen manejo. El monto de apoyo estuvo determinado por el presupuesto disponible, otorgándose en dos pagos el 60% al inicio, y 40% al final del proyecto. El Artículo 17 de las reglas de operación menciona que son derechos de los beneficiarios recibir asesoría y manifestar los actos administrativos que le perjudiquen, entre otros. En este sentido el Artículo 18 establece las obligaciones, tales como asistir a la capacitación sobre derechos y obligaciones, contratar asistencia técnica, cumplir con lo establecido en las reglas de operación, entre otros. De acuerdo a la información proporcionada por la CONAFOR, en el área de estudio fueron autorizados 19 beneficiarios, con una superficie total de 111 ha, cuyo monto autorizado fue de un total de \$127 738 80. El primer pago realizado fue de un total de \$76 643 28.

Las especies comprometidas para reforestación fueron mangle rojo, negro y blanco, y los técnicos autorizados para dar cumplimiento a los conceptos de apoyo fueron

category of conservation and restoration was analyzed to determine the number of beneficiaries, compromised surface, authorized amount and amount executed and reforested area.

### Analysis of program implementation

In order to know the experience of the beneficiaries during the implementation of the restoration program in their fields it was developed and applied a questionnaire that was structured according to the proposal by Quispe (2004), in such way that would allow to know the general data of the beneficiary, the process followed to obtain support, and in what consisted the assessment provided by the technicians responsible to monitor reforestation activities. According to the database provided by CONAFOR in the study area there were a total of 19 beneficiaries, of which four are located in the ejido El Golpe and the other 15 in the Ejido El Alacrán, so considering the small number of beneficiaries it was decided to apply a census. With the information obtained generated a database in Excel 2007 for the analysis of quantitative and qualitative information.

## Results

### Planning of ProArbol-2009 program

Operating rules (RO), describe the requirements that applicants subject of support must fulfill, among which are the following: must be physical or legal persons who hold forest land, preferably forest or temporal forest. The ruling process considered two categories: social criteria and stimulus to good management. The support amount was determined by the available budget, granting it in two payments 60% at baseline and 40% at the end of the project.

Article 17 of the operating rules mentioned that is the right of beneficiaries to receive assessment and inform on any administrative acts that may impair it, among others. In this regard, Article 18 establishes the obligations, such as attending training on rights and obligations, to hire technical assistance, comply with the provisions of the rules of operation, among others. According to information provided by CONAFOR, in the study area were authorized 19 beneficiaries, with a total area of 111 ha, with authorized amount totaling \$127 738 80. The first payment was of \$76 643.28.

dos, a quienes se les pagó dos salarios mínimos por hectárea atendida. En 2011 el estatus de 100% de los beneficiarios fue el de cancelado por incumplimiento, de los cuales 79% informó haber realizado la reforestación. Sin embargo, de acuerdo a la verificación técnica la superficie de mangle existente correspondía a regeneración natural de mangle blanco.

### **Ejecución del programa ProÁrbol-2009**

La edad promedio de los beneficiarios es de 56.27 años, de los cuales 81.81% cuenta al menos con el tercer grado de primaria, mientras que el restante 18.18% no cuenta con algún nivel de estudio. Como ocupación principal destaca la pesca con 54.54%, seguido de la agricultura con 27.27%, y 18.18% se dedica a otras actividades. El principal medio de difusión del programa fue a través del personal técnico de la CONAFOR con 54.54%, seguido de otras fuentes, como el comisariado ejidal, con un 36.36%, mientras que los medios informativos como la televisión representaron solo 9%. El 72.72% de los beneficiarios mencionó que no conocen los lineamientos del programa, mientras que el restante 27.27% dijo conocerlo. El 100% manifestó que no contaba con experiencia en reforestación con mangle, y durante la ejecución del programa 54.54% no tuvo asesoría técnica, a diferencia de 45.45% que dijo haberla recibido al menos una vez.

En cuanto a la seguridad de que los beneficiarios conserven los terrenos reforestados, 63.63% de los beneficiarios mencionó que no tiene planes de fraccionarlo; mientras que el restante 36.36% si considera hacerlo para vender o heredar en algún momento.

## **Discusión**

La información recabada permite vislumbrar dos escenarios, el primero se refiere a la planeación no estratégica del programa, y el segundo al estancamiento de su ejecución en la etapa de asignación de recursos. Tal escenario, invita a reflexionar sobre el procedimiento que se llevó a cabo para cumplir con los objetivos. La difusión de la convocatoria de forma abierta conduce a interpretaciones erróneas por parte de la población, ya que generalmente cuando se trata de recurso económico existe demanda no porque se considere que en sus terrenos es necesario reforestar, sino porque están conscientes que son recursos a fondo perdido y que como tal no tendrán que devolverlo. Asimismo, los criterios de selección son muy generales, y no se consideran estudios previos que

Committed species to reforestation were red, white and black mangrove, and authorized technicians to implement the concepts of technical support were two who were paid two minimum wages per hectare served. In 2011 the status of 100% of the beneficiaries was canceled due to non-compliance, of which 79% reported performing reforestation; however according to the technical verification of existing mangrove surface corresponded to natural regeneration of white mangrove.

### **Implementation of the program ProArbol 2009**

The average age of beneficiaries is 56.27 years, of which 81.81% coursed third grade from elementary school, while the remaining 18.18% do not count with any level of study. Principal occupation is fishing 54.54%, followed by agriculture 27.27%, and 18.18% dedicate to other activities. The principal means of dissemination of the program was through technical personnel from CONAFOR with 54.54%, followed by other sources such as the ejido leader, with 36.36%, while the media like television accounted for only 9%. 72.72% of beneficiaries mentioned that they do not know the guidelines of the program, while the remaining 27.27% said they know. 100% said they did not have experience in mangrove reforestation, and during program execution 54.54% had no technical advice, unlike 45.45% who said they received it at least once.

As for the assurance that beneficiaries will conserve the reforested areas, 63.63% of beneficiaries said that they do not have plans to fraction it; while the remaining 36.36% considers doing so to sell or inherit it at some point.

## **Discussion**

Gathered information allows glimpsing two scenarios; the first refers to the non-strategic program planning, and the second to the stagnation of its implementation at the stage of resource allocation. Such a scenario, invites to thing on the procedure that was conducted to meet the goals. The dissemination of an open call leads to misinterpretation by the population, as it usually when it comes to economic resource there is a demand not because they consider that their land is required to reforest, but because they are aware that they are unclaimed funds and as such they do not have to return them. Also, the selection criteria is very general, and does not consider previous studies that allow



permitan generar un diagnóstico de las áreas que requieren reforestación; puesto que las causas de la deforestación del manglar son variadas y el grado de afectación se manifiesta en diferentes niveles (Sol *et al.*, 2002), es necesario contar con información geográfica en donde se destaquen los sitios de acuerdo al grado de afectación y las causas que la originaron.

En el área de estudio la autoregeneración del mangle blanco en 68% de la superficie beneficiada, indica que el nivel de afectación no fue severo y por lo tanto el sitio conservaba las condiciones para que el ecosistema se recuperara de manera natural. Tales condiciones se habrían identificado a través de un diagnóstico previo, y por lo tanto el ya escaso recurso se habría destinado a zonas deforestadas que por sí solas no sería posible regenerarse. Gálvez (2002), propone cinco mecanismos de restauración ecológica: sucesiones secundarias, reforestaciones, introducción de especies, reintroducción de especies, translocaciones, y corredores biológicos. En este sentido Agraz-Hernández y Flores-Verdugo (2004), mencionan que la reforestación sigue siendo la actividad dominante para la restauración de los manglares, y esta puede ser: directa con propágulos, con plántulas de vivero, y la combinación de ambas.

Sin embargo, para una mejor toma de decisiones en el diseño de los proyectos de restauración, es necesario generar información científica que provea herramientas para definir principalmente las metas (González-Maya *et al.*, 2012). Sol *et al.* (2002), plantean cinco actividades prioritarias en el proceso de restauración: 1) identificación del área a restaurar; 2) definición de la estrategia de restauración, 3) establecimiento de parcelas, 4) mantenimiento y evaluación periódica; y 5) datos de campo indicadores de restauración. Para la restauración exitosa de manglares Lewis (2006), propone seis pasos: 1) entender la autoecología de la especie del mangle en el sitio; 2) entender la hidrología; 3) evaluar las modificaciones del entorno que impiden la sucesión secundaria natural; 4) diseñar el programa de restauración; 5) realizar la siembra con propágulos, plántulas recolectadas o cultivadas; y 6) monitoreo y reporte de éxito (por 5 años). Desafortunadamente en el caso del programa Pro-Árbol la planeación y ejecución gira alrededor del paso 5; es decir, la producción de plantas en vivero y trasplante.

En el área de estudio el monto asignado fue determinado de acuerdo a la disponibilidad del presupuesto (US\$ 94.68 ha<sup>-1</sup>). Pero es importante destacar que los costos de la restauración están en función de las metas que se pretendan alcanzar, de ahí que es necesario contar con el diseño de un programa de

to generate a diagnosis of areas to be reforested; since the causes of mangrove deforestation are varied and the degree of damage is manifested in different levels (Sol *et al.*, 2002), it is necessary to count with geographic information that highlights the sites according to the degree of damage and the causes that originated it.

In the study area the self-regeneration of white mangrove benefited 68% of the surface, indicating that the damage was not severe and therefore the site retained the conditions for the ecosystem to recover naturally. Such conditions would have been identified through a previous diagnosis, and therefore scarce resource could have been destined to deforested areas that by themselves would not be possible to regenerate. Gálvez (2002) proposes five ecological restoration mechanisms: secondary succession, reforestation, introduction of species, species reintroduction, translocation, and biological corridors. In this sense Agraz-Hernández and Flores-Verdugo (2004) mention that reforestation remains the dominant activity to restore mangrove, and this may be: direct with propagules, nursery seedlings, and the combination of both.

However, for better decision-making in the design of restoration projects, it is necessary to generate scientific information that provides tools to define main goals (González-Maya *et al.*, 2012). Sun *et al.* (2002) suggest five priority activities in the restoration process: 1) identification of the area to be restored; 2) definition of the restoration strategy; 3) establishment of plots; 4) maintenance and periodic evaluation; and 5) field data restoration indicators. For a successful restoration of mangroves, Lewis (2006) proposes six steps: 1) understand the auto-ecology of mangrove species on site; 2) understand the hydrology; 3) evaluate environmental modifications that prevent natural secondary succession; 4) design the restoration program; 5) carry out seeding with propagules, collected seedlings or cultivated; and 6) monitor and reports of success (for 5 years). Unfortunately in the case of the Pro-Arbol program planning and implementation revolves around step 5; i.e. the production of plants in nurseries and transplant.

In the study area the amount allocated was determined according to budget availability (US \$94.68 ha<sup>-1</sup>); but it is important to note that restoration costs are in function of the goals to be attained, so from here is the need to count with the design of a program to estimate the required financial amount. In this sense, in the area there are already successful experiences through special projects, in which 50 ha of

tal forma que permita estimar el monto económico requerido. En este sentido, en la zona ya se tienen experiencias exitosas a través de proyectos especiales, en el que se reforestaron 50 ha de mangle negro con un costo de US\$ 3 945.60 ha<sup>-1</sup>, en donde se realizaron actividades como saneamiento, desazolve, obras de conservación de suelo, restauración de camellones, capacitación del personal de apoyo, producción de plantas, trasplante, y monitoreo (Ejido las Coloradas, 2012).

En Tailandia se estimó que la reforestación de mangle asciende a US\$ 946 ha<sup>-1</sup> (Astralaga, 2006). En Filipinas cuando la reforestación se realiza con el apoyo de la comunidad los costos pueden ser relativamente bajos US\$ 211 ha<sup>-1</sup> (Walton *et al.*, 2006); sin embargo, cuando se consideran actividades preliminares y de mantenimiento, estos pueden ser de US\$ 1 156.52 ha<sup>-1</sup> (Fernández *et al.*, 2007). En Vietnam se reportan costos de reforestación por US\$ 990.96 ha<sup>-1</sup> (IFRC, 2011). La disposición de los países insulares para invertir en actividades de reforestación, se debe a que han comprobado que la pérdida de los manglares los coloca en condiciones vulnerables ante el impacto de huracanes, tsunamis, ciclones, etc., lo cual ha repercutido en altos costos sociales y económicos. Al respecto Fernández *et al.* (2007), concluyen que los beneficios de los proyectos de reforestación de mangle son mayores que sus costos.

Ante la pérdida de manglar las costas de México se erosionarán fácilmente y quedaran expuestas, inermes, a las inclemencias de huracanes y tsunamis, de borrascas y chubascos (Ezcurra *et al.*, 2009). Estos escenarios ya son visibles en la costa de Tabasco, en donde el ejido el Alacrán ya ha perdido su infraestructura carretera, viviendas, escuelas y áreas productivas, debido a la intrusión del mar hacia el continente. Lo cual ha provocado un proceso de migración de la población afectada hacia zonas más seguras, repercutiendo en el aumento de la densidad de población, desempleo e incremento de la pobreza urbana. Lo anterior, debería ser una de las condicionantes para destinar parte del dinero público a programas de reforestación/restauración, y en su caso para evitar posibles amenazas antrópicas que coloquen en riesgo al ecosistema en búsqueda del desarrollo económico. Madrid (2011), menciona que cuando se invierte el dinero público en estrategias para modificar tendencias de deforestación en el largo plazo, los beneficios son mucho más duraderos y los costos sociales probablemente menores.

Entre otros factores condicionantes para el éxito de la reforestación de mangle está la situación socioeconómica de los beneficiarios, cuyas condiciones de alta marginación

black mangroves were reforested with a cost of US \$ 3 945.60 ha<sup>-1</sup>, where activities such as sanitation, dredging, soil conservation works, restoration of ridges, support staff training, plants production, transplant, and monitoring have been made (Ejido las Coloradas, 2012).

In Thailand it is estimated that mangrove reforestation amounts to US\$ 946 ha<sup>-1</sup> (Astralaga, 2006). In the Philippines when reforestation is made with community support the costs can be relatively low US\$ 211 ha<sup>-1</sup> (Walton *et al.*, 2006); however, when considered preliminary and maintenance activities, these can reach US\$ 1 156.52 ha<sup>-1</sup> (Fernández *et al.*, 2007). In Vietnam reforestation costs are US\$ 990.96 ha<sup>-1</sup> (IFRC, 2011). The willingness of island countries to invest in reforestation, is because they have found that the loss of mangroves areas places them in vulnerable conditions before the impact of hurricanes, tsunamis, cyclones, etc., which has resulted in higher social and economic costs. In this regard Fernández *et al.* (2007) concluded that the benefits of mangrove reforestation projects outweigh its costs.

Faced with the loss of mangrove, the coasts of Mexico will erode easily and would be exposed, defenseless to the severity of hurricanes and tsunamis, storms and rains (Ezcurra *et al.*, 2009). These scenarios are already visible on the coast of Tabasco, where the ejido el Alacrán has lost its road infrastructure, housing, schools and productive areas due to the intrusion of sea to the mainland; which has resulted in a migration of the affected population to safer areas, affecting population density, unemployment and the increase of urban poverty. The latter should be one of the conditionings to allocate government spending to reforestation / restoration programs, and in this case to avoid anthropogenic threats that put at risk the ecosystem in pursuit of economic development. Madrid (2011), mentions that when public money is invested in strategies to modify deforestation trends in the long run, the benefits are much more durable and social costs will be likely less.

Other determining factors for the success of mangrove reforestation is the socioeconomic status of beneficiaries whose conditions of high marginalization leads them to use their economic resources to meet priority needs, this coupled with the lack of knowledge of program guidelines, followed by commitment made with CONAFOR. Having into account the socioeconomic conditions of the beneficiaries is understood that mangrove reforestation in their land does not represent a priority, as it does not allow them to obtain income such as in the case of agricultural crops that establish

conducen a usar el recurso económico para satisfacer sus necesidades prioritarias, esto aunado al desconocimiento de los lineamientos del programa coloca en segundo término el compromiso asumido con la CONAFOR. Teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas de los beneficiarios es de entender que la reforestación de manglar en sus terrenos no represente una prioridad, pues no les permite la obtención de ingresos económicos como es el caso de los cultivos agrícolas que establecen más por costumbre que por la rentabilidad del mismo, pero en los cuales ven una forma de satisfacer algunas de sus necesidades básicas. En este sentido Ramírez *et al.* (2010), mencionan que el mayor problema para restaurar los manglares es la disponibilidad del suelo. Asimismo, en aquellos casos en donde se acepta destinar los predios para reforestación es importante considerar que existe la posibilidad de que en algún momento dicha superficie se pueda heredar o vender, ya que a pesar de la reforma al Artículo 27 constitucional no se ha revertido el proceso de fragmentación de la tierra (García, 2009), lo cual no garantiza que el ecosistema pueda ser restaurado en su totalidad, ya que detrás de la fragmentación viene el cambio de uso de suelo.

Otro factor importante a considerar, es que los técnicos responsables de dar seguimiento al proceso de reforestación deben tener conocimientos específicos de manglar, y por lo tanto contar con la debida certificación. De igual forma, el número de beneficiarios asignados para ser atendidos por un técnico no debe rebasar la capacidad de este para cumplir con sus compromisos de asesoría; para lo cual se deben considerar la superficie atendida, y el tiempo requerido para desplazarse de un sitio a otro; ya que de acuerdo a lo manifestado por los beneficiarios es muy común su ausencia en campo, y en algunos casos aparte del pago que reciben a través de la CONAFOR, también cobran una cuota al beneficiario; esto aunado a que los beneficiarios no contaban con experiencia en reforestación con manglar reduce el interés de cumplir con el compromiso adquirido.

En el Salvador se identificó que una de las principales causas de los fracasos de la reforestación se debe a que los actores locales no fueron involucrados en el proceso de planificación, lo cual debería ser una de las primeras etapas (FIAES, 2011), tal y como sucedió en este caso que se comenta. Tales escenarios dejan claro que la restauración no es un tema que se pueda atender solo por un sector y por una disciplina; la restauración es eminentemente interdisciplinaria y multisectorial (Cervantes *et al.*, 2008).

more by habit than for profitability, but in which see a way to meet some of their basic needs. In this regard Ramírez *et al.* (2010) mention that the biggest problem to restore the mangroves is land availability. Also, in cases where it is accepted to allocate land for reforestation it is important to consider that there is a possibility that at some point that surface can be inherited or sold, because although the reform of article 27 from the Constitution has not reversed the process of land fragmentation (García, 2009), which does not guarantee that the ecosystem can be fully restored, since fragmentation is behind the land use change.

Another important factor to consider is that technicians responsible for monitoring the reforestation process must have specific knowledge of mangrove, and therefore count with proper certification. Similarly, the number of beneficiaries assigned to be assessed by a technician must not exceed its capacity to meet its commitments for assessment; for which should consider assess surface, and time required to move from one place to another; according to the statement by the beneficiaries it is very common its absence in the field, and in some cases besides the payment they received through CONAFOR also charges a fee to the beneficiary; this coupled with beneficiaries not having experience in mangrove reforestation, reduces the interest of fulfilling the commitment made.

In El Salvador was identified that one of the main causes of reforestation failure is that local actors were not involved in the planning process, which should be one of the first steps (FIAES, 2011), just as it happened in this study. Such scenarios make clear that the restoration is not an issue that can be met only by a sector and discipline; restoration is eminently interdisciplinary and multisector (Cervantes *et al.*, 2008).

## Conclusions

There are weaknesses in planning and implementing the reforestation program Pro-Arbol, mainly due to:

Absence of scientific criteria to select areas for reforestation.

Lack of a methodological design for interdisciplinary restoration, which include monitoring till a stage that ensures reforestation success.

## Conclusiones

Existen debilidades en la planeación y ejecución del programa de reforestación Pro-Árbol, debido principalmente a:

Ausencia de criterios científicos para seleccionar las áreas que requieren reforestación.

Falta de un diseño metodológico de restauración interdisciplinaria, que incluya el seguimiento hasta la etapa que garantice el éxito de la reforestación.

Carencia de integración de la comunidad durante la planeación del programa, y su disposición para llevar a cabo la ejecución.

La generalidad de la convocatoria promueve la participación de personas que no tienen interés en realizar la reforestación.

## Reconocimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada, para los estudios doctorales de la primera autora. Con número de registro: 200525; al Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, que a través de la Línea prioritaria de investigación 2: Agroecosistemas Sustentables, y la Línea prioritaria de investigación 8: Impacto y Mitigación del Cambio Climático, otorgó las facilidades para la realización del trabajo de campo y gabinete.

## Literatura citada

- Agraz-Hernández, C.M., y F. J. Flores-Verdugo, 2004. Creación y restauración de ecosistemas de manglar. Principios básicos. In: Moreno-Cassasola, P. (Ed.). Manejo Integral de la Zona Costera: Un Enfoque Municipal. Consejo Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno de Estado de Veracruz y el Instituto de Ecología, A. C.
- Astralaga, M. 2006. La Convención RAMSAR y los ecosistemas de manglar. Secretaría de la convención RAMSAR. 1-6 pp.
- Barba, M. E., M. J. Rangel y R. R. Ramos. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. Universidad y Ciencia. Vol. 22. Número 002. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, México. 101-110 pp.

Lack of community integration during program planning and its willingness to carry out implementation.

The generality of the call promotes the participation of people who have no interest in doing reforestation.

*End of the English version*



- Céspedes-Flores, S. E., y Moreno-Sánchez E. 2010. Estimación del valor de la pérdida del recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. Investigación ambiental. Volumen 2. Número 2. 5-13 pp.
- Cervantes, V., J. Carabias, V. Arriaga. 2008. Evolución de las políticas públicas de restauración ambiental, en Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conabio, México. 155-226 pp.
- CONAPO. 2010. Catálogo de Localidades. <http://cat.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&nt=27&mun=002>.
- DOF. 2008. Reglas de Operación del Programa ProArbol-2009. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Domínguez-Domínguez, M., J. Zavala-Cruz y P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo Forestal Sustentable de los Manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco. México. 137 p.
- Ezcurra, E., O. Aburto y L. Rosenzweig. 2009. Los riñones del mundo: ¿Por qué debemos proteger los manglares de México? Investigación Ambiental. Volumen 1. Número 2. 202-206 pp.
- Ejido las Coloradas. 2012. Restauración Ecológica de 50 hectáreas de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) afectados por orugas de *Anacampodes* sp en el ejido las Coloradas. Cárdenas. Tabasco. México. Proyectos especiales. Comisión Nacional Forestal. 50 p.
- Fernández, C. J. J., R. F. Subade y P. E. T. Parreño. 2007. Will Mangrove Reforestation Provide Net Benefits: A case in Sibunag, Guimaras. Philippines. Science Diliman. Volumen 17. Número 2. 21-38 pp.
- Fondo de la Iniciativa para las Américas FIAES. 2011. Restauración de manglares: desafío para la adaptación al cambio climático. Memoria del Foro. San Salvador. 33 p.
- Gálvez, J. 2002. La restauración ecológica: conceptos y aplicaciones. Serie de documentos técnicos No. 8. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Guatemala. 23 p.
- García, T. F. 2009. El papel del minifundio en el desarrollo agrícola de México. Revista Textual. Vol. -, Núm. 51, enero-junio, pp. 93-118. Universidad Autónoma Chapingo.
- González-Maya, J.F., L. R. Viquez, I. Cruz-Lizano y A. A. Cepeda. 2012. Repensando la restauración ecológica en Latinoamérica: ¿hacia dónde queremos ir? Revista Latinoamericana de Conservación. Volumen 2. Número 2. Colombia. 1-6 pp.
- Hernández S. J. M., Ortiz P. M. A., Méndez L. A. P., y Gama C. L. 2008. Morfodinámica de la línea de costa del estado de Tabasco, México: tendencias desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 65. México. 7-21 pp.

- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies Geneva. 2011. Planting Protection: Evaluation of community-based mangrove reforestation and disaster preparedness programme, 2006 - 2010. Ginebra, Suiza. 72 pp.
- Jacott, M.; Arias, J. M., Ireta, G. H. y Franco, A. 2011. Impactos de la actividad petrolera en la salud humana y el ambiente. Proyecto México Toxico: Etapa Tabasco. Fronteras comunes y Asociación Ecologica Santo Tomas. México. 36 p.
- Madrid, R. L. 2011. Los pagos por servicios ambientales hidrológicos: más allá de la conservación pasiva de los Bosques. Investigación Ambiental. Volumen 3. Número 2. México. 52-58 pp.
- Murillo, D. 2004. Falacias del desarrollo sustentable: una crítica desde la metamorfosis conceptual. Economía, Sociedad y Territorio. Volumen IV. Número 016. México. 635-656 pp.
- Landgrave, R. y Moreno-Casasola, P. 2012. Evaluación cuantitativa de la pérdida de humedales en México. Investigación ambiental. Volumen 4. México. 19-35 pp.
- Lewis, R. R. 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. Ecol. Eng. Volumen 24. Florida, USA. 403-418 pp.
- Lewis, R. R. 2006. Five Steps to Successful Ecological Restoration of Mangroves. Mangrove Action Project. Yogyakarta, Indonesia. 64 p.
- Ramírez, S.A.F.; Trujillo, S.O.; Zentmyer, R.E.H.; Martínez, R.B.; Sheseña, H.I.M. y Rivas, A.J. 2010. Identificación y tipificación de áreas potenciales para la restauración de manglares: el caso de los humedales de la cuenca del río Papaloapan Veracruz México. Pronatura A.C. Coordinación de proyectos Eco-forestales. 64:12-14.
- Registro Agrario Nacional. Resolución presidencial del ejido El Alacrán (1939), El Golpe (1979). Tabasco, México.
- Seinger, G.; Espejel, I. y Fermán, A. J. L. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. Investigación ambiental. Volumen 1. Número 1. México. 54-69 pp.
- Sol, S. A.; Zenteno, R. C. E. M.; Zamora, C. L. F. y Torres, R. E. 2002. Modelo de restauración ecológica de áreas alteradas. Kukulcab' Revista de divulgación. Volumen XII. Número 14. Tabasco, México. 48-60 pp.
- Quispe, L. A. 2004. Evaluación socioeconómica de programas de desarrollo: una guía didáctica. Colegio de Postgraduados. México. 208 p.
- Walton, M. E. M.; Samonte-Tan, G. P. B.; Primavera, J. H.; Edwards-Jones, G. and Le Vay, L.. 2006. Are mangroves worth replanting? The direct economic benefits of a community-based reforestation Project. Environmental Conservation. Cambridge University Press. 1-9 pp.
- Yañez-Arancibia, A. 2010. Los manglares frente al Cambio climático ¿tropicalización global del Golfo de México? In: A. Yañez-Arancibia (Ed.) Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera. Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, 2010.
- Zavala, C. J. 1988. Regionalización Natural de la Zona Petrolera de Tabasco. INIREB-División Regional Tabasco. Primera Edición. Villahermosa, Tabasco. 182 p.
- Zaragoza, R.; Peters, E. y Vega, E. 2005. Evaluación de las tasas de pérdida de manglar mediante la comparación de polígonos en 1976 y 2000. In: INE (Ed). Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Dirección General de Investigación para el Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. INE-SEMARNAT.