

PROSPECTIVA FINANCIERA DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE EL FORTÍN, MUNICIPIO DE ATZALAN, VER.

FINANCIAL FORECAST FOR AGROFORESTRY SYSTEMS IN EI FORTÍN, MUNICIPALITY OF ATZALAN, VERACRUZ.

José Luis Romo-Lozano¹; Yanet Biviana García-Cruz²; Miguel Uribe-Gómez¹; Dante Arturo Rodríguez-Trejo¹.

¹Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56260. MÉXICO.

(¹ Autor para correspondencia). Correo-e: jlromo@correo.chapingo.mx

²Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) – Guadalajara, Jalisco.

RESUMEN

La agroforestería es una antigua práctica de uso del suelo que ha cambiado en la comunidad de El Fortín, municipio de Atzalan, Ver., debido a que la gran diversidad de componentes que existía se simplificó en monocultivos de café, cítricos y plátano. Esto trajo como consecuencia la sobreexplotación de los recursos naturales, el incremento de la pobreza y la migración. Ante esta problemática se planteó la presente investigación para estudiar los Sistemas Agroforestales (SAF) existentes en la zona de estudio, bajo la Metodología de Diagnóstico y Diseño (D & D), proponer modificaciones y hacer nuevas propuestas de diseños agroforestales. Como resultado se propusieron tres sistemas agroforestales donde se sugiere un mejor manejo. Las especies consideradas son: melina (*Gmelina arborea*), pimienta bola (*Pimienta dioica*), guanábana (*Annona muricata*), cocolmea (*Smilax aristolochiaefolia*) e iquimite (*Erythrina poeppigiana*), además de pasto insurgente (*Brachiaria decumbens*). Dichos cambios se respaldaron con las evaluaciones financieras *ex post* y *ex ante* realizadas a todos los sistemas estudiados para un periodo de 20 años, a fin de mostrar que estos sistemas pueden proporcionar más ingresos económicos para aminorar la pobreza y la migración y conservar más los recursos naturales en la zona de estudio. Los sistemas agroforestales (agrosilvícolas y silvopastoriles) *ex ante* superaron por más del 80 % a los ingresos netos que se obtuvieron por los *ex post*.

Recibido: 23 de septiembre, 2011

Aceptado: 17 de noviembre, 2011

DOI: 10.5154/r.rchscfa.2011.09.068

<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: Agroforestería, metodología (D & D), evaluación financiera *ex post*, y *ex ante*.

ABSTRACT

Agroforestry is an old land-use practice that has undergone significant change in the community of El Fortín, municipality of Atzalan, Veracruz. While the agroforestry systems once had a wide variety of components, they have been simplified into single-crop coffee, citrus fruit and banana systems, resulting in an overuse of natural resources and increased poverty and migration. In light of this problem, this research analyzed the existing Agroforestry Systems (AFS) in the study area, using the Diagnosis and Design Methodology (D & D), in order to propose modifications and make new agroforestry design proposals. As a result, we proposed three new agroforestry systems, along with suggestions for better or new management practices. The species proposed are: gmelina (*Gmelina arborea*), allspice (*Pimienta dioica*), soursop (*Annona muricata*), Mexican sarsaparilla (*Smilax aristolochiaefolia*), mountain immortal (*Erythrina poeppigiana*) and signal grass (*Brachiaria decumbens*). These proposed changes are backed by *ex-post* and *ex-ante* financial assessments made for all systems studied for a 20-year period. We demonstrated through these assessments that these systems can provide additional income to reduce poverty and migration, plus conserve more natural resources in the study area. The *ex-ante* agroforestry systems (agrosilvicultural and silvopastoral) exceeded by more than 80 % the net income obtained by the *ex-post* systems.

KEYWORDS: Agroforestry, Diagnosis and Design (D & D) Methodology, *ex-post* and *ex-ante* financial assessment.

INTRODUCCIÓN

La práctica de los SAF se ha rescatado en las últimas décadas como una expresión nueva para un conjunto de viejas prácticas de uso de la tierra. Muchos autores han elaborado definiciones que expresan los objetivos y potencialidades de la agroforestería. Dentro de estos esfuerzos por definir los SAF están los de Bene

INTRODUCTION

The AFS practice has been used in the last few decades as a new expression for a set of old land-use practices. Many authors have developed definitions that express the objectives and potential of agroforestry. Among these efforts to define AFS are those by Bene *et al.* (1977), Combe and Budowski (1979), Lundgren and

et al., (1977), Combe y Budowski (1979), Lundgren y Raintree (1982), FAO (1984), Nair (1985), ICRAF (1993) y Krishnamurthy (1998). En nuestro caso rescataremos la de Lundgren (1982), que define a los SAF como “una forma de planear la utilización de la tierra, en los que se integran deliberadamente especies perennes leñosas con cultivos anuales y animales en la misma unidad de ordenamiento de la tierra. La integración puede ser por mezcla espacial o por secuencia temporal”. Esta definición implica que entre los componentes del sistema se produzcan interacciones económicas, ecológicas y sociales. Vistos así, los SAF son un sistema de ordenamiento de la tierra con criterios de productividad, sustentabilidad y culturalmente apropiado. Estas características permiten presentarlos como una alternativa viable para contribuir a un desarrollo sustentable en las regiones donde son adoptados.

Los SAF son una práctica de uso del suelo que representa una alternativa para diversificar los componentes del sistema de producción, ya sean agrícolas, pecuarios o forestales. Esto a la vez protege el ambiente y genera otras fuentes de ingresos a los productores agropecuarios y forestales. En México se puede encontrar una gran variedad de SAF con tres componentes básicos: cultivos, árboles y animales, combinados en los espacios vertical, horizontal y temporal, abarcando el trópico, zonas áridas y zonas templadas.

En este marco se ha realizado una amplia cantidad de estudios. Por ejemplo, en algunas zonas del estado de Veracruz se desarrollaron estudios de diseño, manejo y evaluación financiera; algunos de ellos se enfocaron principalmente a la caracterización de los sistemas agroforestales, como es el caso de Krishnamurthy *et al.* (2003). Otro estudio se llevó a cabo en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, y se titula “Caracterización agronómica y evaluación socioeconómica del sistema tradicional agroforestal café-plátano-cítricos” (Uribe, 1999). Y así sucesivamente: “Opciones Agroforestales para el desarrollo sostenible de la agricultura en el estado de Michoacán” (Montiel, 2004), “Diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera del sistema agroforestal mezquite-maguey con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan, estado de México” (Hernández, 2010) y “Diseño de un sistema agroforestal de higuera (*Ricinus communis* L.)” (Sánchez, 2010). La mayoría de estos trabajos confirman, en tendencia, los resultados encontrados.

El Fortín, municipio de Atzacán, ubicado en la parte central del estado de Veracruz, cuenta con SAF basados principalmente en el cultivo del café, cedro rojo y actualmente el plátano dominico. La tendencia de éstos, sin embargo, es la de convertirse en monocultivos, lo que los hace vulnerables ante los cambios de los precios en los mercados local, nacional e internacional, originando situaciones de pobreza, desempleo y migración de la población económicamente activa.

Raintree (1982), FAO (1984), Nair (1985), ICRAF (1993) and Krishnamurthy (1982). In our case we will use that by Lundgren (1982), which defines agroforestry systems as “a form of land-use planning where woody perennials are deliberately integrated with annual crops and animals in the same land management unit. The integration can be either in spatial mixture or in temporal sequence.” This definition implies that among the components of the system, there are economic, ecological and social interactions. Viewed this way, agroforestry systems are a land management system with productivity, sustainability and culturally appropriate criteria. These characteristics allow presenting them as a viable alternative means of contributing to sustainable development in regions where they are adopted.

An agroforestry system is a land-use practice that provides an alternative means of diversifying production system components, either agricultural, livestock or forestry ones. This in turn protects the environment and generates other sources of income for farmers and forestry producers. In Mexico there are a great variety of agroforestry systems with three basic components: crops, trees and animals, combined in vertical, horizontal and temporal spaces, including the tropics, arid zones and temperate zones.

In this framework, a large number of studies have been conducted. For example, in some areas of the state of Veracruz, design, management and financial assessment studies have been carried out, some of which mainly focused on the characterization of agroforestry systems, as in the case of Krishnamurthy *et al.* (2003). Another study was conducted in the municipality of Tlapacoyan, Veracruz, entitled “Agronomic characterization and socioeconomic evaluation of the traditional coffee-banana-citrus fruit agroforestry system” (Uribe, 1999). Other studies include: “Agroforestry options for sustainable agricultural development in the state of Michoacán” (Montiel, 2004), “Design, establishment, management and financial assessment of the mesquite-maguey agroforestry system with fodder cuttings in the community of Xaltocan, State of Mexico” (Hernández, 2010) and “Design of a castor oil plant (*Ricinus communis* L.) agroforestry system” (Sánchez, 2010). Most of these studies confirm, as a general tendency, the results found in this study.

El Fortín, municipality of Atzacán, located in the central part of the state of Veracruz, has agroforestry systems mainly based on the cultivation of coffee, red cedar and currently *dominico* banana. The trend for these systems, however, is to become monocultures, making them vulnerable to price changes in local, national and international markets, resulting in poverty, unemployment and migration of the economically-active population.

In this study a financial forecast was made for the agroforestry systems in El Fortín, with the aim of propo-

En la presente investigación se realizó una prospectiva financiera de los SAF de El Fortín, con el objetivo de proponer modificaciones que puedan beneficiar a los productores que actualmente tienen la posibilidad de desarrollar opciones al respecto en la región. Cabe mencionar que este tipo de estudios se han llevado a cabo en diferentes países del mundo como la India, Nigeria, Kenia, Senegal, Costa Rica, Brasil, Panamá y Ecuador. Sólo por señalar algunos, están los mencionados en Sullivan *et al.* (1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar esta investigación se recabó información a través de encuestas de opinión entre los pobladores acerca de sus expectativas sobre el desarrollo de la agroforestería, y se hicieron asimismo revisiones bibliográficas en torno a aspectos tales como los indicadores económicos de la zona.

El método fue el muestreo dirigido, y el criterio básico para elegir a los elementos integrantes de la muestra se basó en la definición de las características de la población objetivo, que en este trabajo estuvo conformada por los productores agroforestales interesados en realizar algunas modificaciones a sus sistemas de producción. La muestra obtenida fue de 17 productores, lo que representó 21.5 % de la población objetivo.

Para analizar el desarrollo de la agroforestería en el área de estudio (retrospectiva) se realizaron cuatro salidas de campo, con duración de una semana las primeras tres, en las que se visitó a los productores agroforestales elegidos a través del muestreo, para obtener información de carácter primario; todo a través de entrevistas con preguntas abiertas, múltiples, indirectas y de control, llamadas entrevistas semi-estructuradas. En la cuarta salida se visitaron las parcelas y se entrevistó más en detalle a los productores seleccionados; la duración de esta salida fue de un mes. Con el propósito de enfatizar la visión multidisciplinaria y sistemática que considera la unidad productiva y sus interrelaciones, así como para buscar acciones integrantes de investigación y extensión y del propio productor, de forma que alcancen el ambiente necesario para el desarrollo de los SAF, se empleó la Metodología de Diagnóstico y Diseño a Nivel Micro (finca del productor), en sus etapas: Caracterización, Diagnóstico y Diseño (ICRAF, 1998); (Ávila y Minae, 1992); (Raintree, 1990).

Con respecto al análisis financiero, se consideraron los tres principales indicadores comúnmente utilizados en la evaluación de proyectos: VAN, relación B/C y TIR (Coss, 2006). Los análisis realizados fueron de tipo *ex post* para los SAF existentes en la zona y *ex ante* para las modificaciones propuestas para dichos sistemas; éstos con el fin de poder realizar una comparación de la

sing modifications that would benefit producers who currently have the ability to develop options in this regard in the region. It should be noted that this type of study has been carried out in different countries of the world such as India, Nigeria, Kenya, Senegal, Costa Rica, Brazil, Panama and Ecuador, just to mention a few, all of which are mentioned in Sullivan *et al.* (1992).

MATERIALS AND METHODS

To carry out this research, information was gathered through opinion surveys conducted among area residents about their expectations regarding the development of agroforestry, and literature reviews were also made on aspects such as the area's economic indicators.

The targeted sampling method was used, and the basic criterion to select the elements comprising the sample was based on the definition of the characteristics of the target population, which in this work consisted of agroforestry producers interested in making some modifications to their production systems. A total of 17 producers were surveyed, representing 21.5 % of the target population.

To analyze the development of agroforestry in the study area (retrospective), we made four field trips, with the first three lasting one week each, during which we visited agroforestry producers selected through sampling in order to obtain primary information, all through semi-structured interviews with open, multiple, indirect and control questions. During the fourth trip, which lasted a month, we toured the plots and interviewed the producers again to obtain more detailed information. We used the Diagnosis and Design Methodology at the Micro level (producer's farm) in the following stages: Characterization, Diagnosis and Design (ICRAF, 1998); (Ávila and Minae, 1992); (Raintree, 1990). We choose this methodology in order to emphasize the multidisciplinary systematic view, which considers the production unit and its interrelationships, and in order to search for integrating actions related to research and management, including producer actions. All of them are required to attain the necessary environment for the development of agroforestry systems.

With regard to the financial analysis, the three main indicators commonly used in project evaluation were taken into account: NPV, B/C ratio and IRR (Coss, 2006). *Ex-post* analyses were performed for the existing AFS in the area and *ex-ante* for the proposed modifications to these systems, in order to be able to compare their financial viability and base decisions on whether or not to adopt the modifications to existing agroforestry technologies in the study area. The interest rate considered was the CETES (Mexican federal treasury certificate) rate in 2010, which was 5 %.

viabilidad financiera y fundamentar las decisiones acerca de la adopción o no adopción de las modificaciones a las tecnologías agroforestales existentes en la zona de estudio. La tasa de interés considerada fue la tasa de CETES vigente en el 2010: 5 %.

En los aspectos relevantes del mercado, los niveles considerados en la investigación fueron a nivel local y/o regional. También se enlistaron los diferentes tipos de productos agroforestales que se obtienen de los SAF encontrados y los que potencialmente se pueden obtener.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Área de estudio

El Fortín se localiza a los 19° 55' 21" de latitud norte y 97° 05' 17" de longitud oeste, a una altitud de 740 m. Su clima es cálido húmedo con lluvias todo el año, con temperaturas máximas de 35 °C y mínimas de hasta 4 °C, con época de lluvias abundantes en verano y con presencia de lluvias en invierno, los llamados "nortes", causados por efecto de los vientos del norte que llegan a esta zona (Gobierno Federal de México, 2005). (Figura 1).

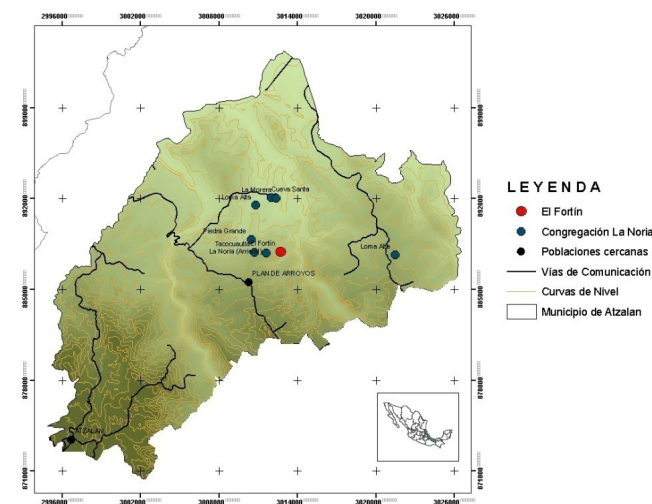


FIGURA 1. Mapa de localización de El Fortín, municipio de Atzacan, Veracruz.

La topografía del área es muy accidentada, pero también existen lomeríos suaves y moderados. Sus suelos predominantes son feozem y luvisoles con alta susceptibilidad a la erosión; pedregosos y de textura de arcillosa a limosa, de color café a café oscuros y con buen drenaje.

La población de El Fortín, conformada por 79 familias, es de 359 personas, de las cuales 190 son hombres y 169 son mujeres; de acuerdo con la información obtenida en campo, se indica también que 85 hombres son mayores de 18 años y sólo 13 de ellos cuentan con educación media o superior, por lo que el nivel promedio

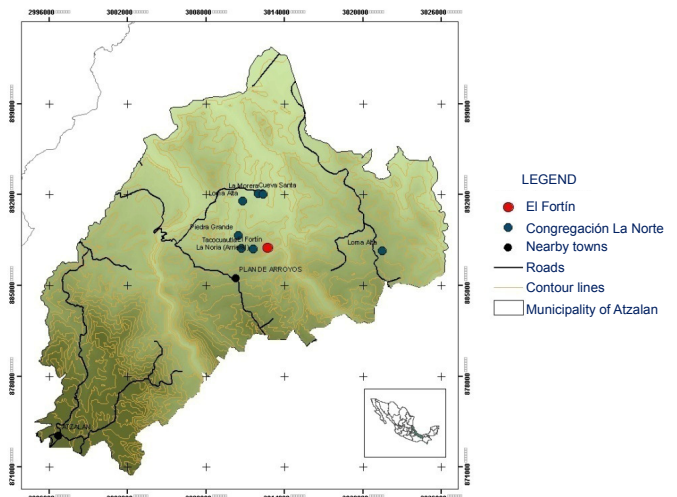


FIGURE 1. Location map of El Fortín, municipality of Atzacan, Veracruz.

In terms of relevant market factors, the local and/or regional levels were considered in this research. In addition, the different types of agroforestry products obtained from the existing AFS and those which could potentially be obtained were listed.

RESULTS AND DISCUSSION

Study area

El Fortín is located at 19° 55' 21" north latitude and 97° 05' 17" west longitude, at an altitude of 740 m. Its climate is hot and humid with rain all year, with maximum temperatures of 35 °C and lows down to 4 °C, with abundant rain in summer and some rain in winter, the so-called "nortes," or northerlies, caused by northerly winds that reach this area (Federal Government of Mexico, 2005). (Figure 1).

The topography of the area is very rugged, but there are also gentle and moderate-sloped hills. The predominant soils are feozem and luvisols with a high susceptibility to erosion; they are also stony, clayey to silty in texture, brown to dark brown and with good drainage.

The population of El Fortín, comprising 79 families, is 359, of which 190 are men and 169 women, according to the field survey, which also indicates there are 85 men over the age of 18, only 13 of whom have a secondary or higher education, so the average literacy level is grade 3. Of the 79 homes that make up this community, only 34 have piped water, 65 drainage and 61 electricity; 94.9 % of people cook with wood, even when they have a gas stove, as it is a community tradition to use firewood. They have safe drinking water, but water for human consumption is boiled.

de alfabetización es de tercero de educación primaria. De las 79 viviendas que conforman a esta comunidad solo 34 cuentan con agua entubada, 65 con drenaje y 61 cuentan con el servicio de energía eléctrica. El 94.9 % de la población cocinan con leña, aún contando con estufa de gas, ya que es tradición en la comunidad usar leña de árboles. Cuentan con agua potable, pero el agua para consumo humano es agua hervida.

Caracterización de la agroforestería (retrospectiva)

La región de El Fortín es muy diversa ecológica, económica y socialmente; allí la vegetación natural de la zona fue prácticamente sustituida por algunos SAF basados en cultivos como el café, los cítricos y el plátano (*Musa paradisiaca*), combinados con algunos ejemplares de pimienta bola (*Pimenta dioica*), zapote mamey (*Manilkara zapota*), guanábana (*Annona muricata*) y cedro rojo (*Cedrela odorata*), así como algunos árboles de uso múltiple como cocoite (*Gliricidia sepium*), iquimite (*Erythrina poeppigiana*) y chalahuite (*Bursera simarouba*). A pesar de esta riqueza de especies, la actividad productiva más importante hasta hace algunos años era la producción de café. A su vez, se encontraron también los llamados acahuals.

El manejo que se les ha dado a los SAF no ha sido el más adecuado, ya que se abusó del recurso suelo, provocando pérdida de su fertilidad. Adicionalmente, al alejarse de la práctica agroforestal se renunció a los beneficios de ésta, tales como una mejor utilización del espacio vertical y mayor aprovechamiento de la radiación solar entre los diferentes estratos vegetales del sistema; microclima más moderado (atenuación de temperaturas extremas, sombra, menor evapotranspiración y viento); mayor protección contra erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial) (Palomeque, 2009).

Por otra parte, las fluctuaciones bruscas en los precios del café (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2001) y de los cítricos, ocasionaron que muchas personas perdieran su principal fuente de ingresos, dando origen a un marcado fenómeno de migración, principalmente hacia los Estados Unidos de América.

Los SAF han sufrido cambios a través del tiempo, incluyendo algunas especies como la vainilla (*Vanilla planifolia*), introducida debido al alza de su precio en el periodo 2003-2004; del plátano dominico (*Musa cavendishii*), introducido debido a que el municipio les abrió un canal de comercialización directo y la promoción de conformar una organización de los productores de este cultivo; y la pimienta bola (*Pimenta dioica*), que actualmente es el cultivo que más ingresos les está generando en el área de estudio, dado que tiene buen precio (mejor que el café) en el mercado local y requiere de menos cuidado e inversión para su producción. Igualmente se

Characterization of agroforestry (retrospective)

The El Fortín region is very diverse ecologically, economically and socially. The region's natural vegetation was virtually replaced by some AFS based on crops such as coffee, citrus fruits and *dominico* banana (*Musa paradisiaca*), combined with some specimens of allspice (*Pimenta dioica*), sapodilla (*Manilkara zapota*), soursop (*Annona muricata*) and red cedar (*Cedrela odorata*), as well as some multipurpose trees such as gliricidia (*Gliricidia sepium*), mountain immortelle (*Erythrina poeppigiana*) and gumbo-limbo (*Bursera simarouba*). Despite this richness of species, the most important productive activity until a few years ago was coffee production. In turn, so-called *acahuals* (fallow lands) were also found.

Management of the AFS has not been the most appropriate, since the soil resource was abused, resulting in fertility loss. Additionally, by moving away from the agroforestry practice its benefits were given up, such as better use of vertical space and better utilization of solar radiation among the different plant strata of the system, a more moderate microclimate (attenuation of extreme temperatures, shade, less evapotranspiration and wind), and greater protection against wind and water erosion (Palomeque, 2009).

On the other hand, sudden fluctuations in coffee and citrus fruit prices (Center for Public Finance, 2001) caused many people to lose their main source of income, giving rise to a marked phenomenon of migration, mainly to the United States.

The agroforestry systems have changed over time, with the addition of species such as vanilla (*Vanilla planifolia*), introduced due to an increase in its price in the period 2003-2004, the *dominico* banana (*Musa cavendishii*), introduced because the municipality opened a direct marketing channel and due to the promotion surrounding the formation of a producers' organization for this crop, and allspice (*Pimenta dioica*), which now is the crop generating the most income in the study area, given its good price (better than that of coffee) in the local market, and the fact that it requires less care and investment for its production. Other species include red cedar (*Cedrela odorata*), mahogany (*Swietenia macrophylla*), pink cedar (*Tabebuia rosea*), alamanca (also known as *aguacate naco* in Mexico) and gmelina (*Gmelina arborea*). In fact, there are coffee plantations that have red cedar as their main shade-giving tree, or which has already been established as the main component, thus displacing citrus fruit trees and banana.

The workforce employed in the AFS is mostly made up of families, i.e., fathers and their adult sons, while the coffee and allspice harvests also involve women (housewives and young women) and children. The pay for a day's work in the field was 70 pesos in 2006 and 100 pe-

incluyen el cedro rojo (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro rosado (*Tabebuia rosea*), la alamanca o aguacate naco y la melina (*Gmelina arborea*). De hecho, existen fincas de café que tienen como sombra principal al cedro rojo o que ya lo han establecido como componente principal, desplazando así a los cítricos y al plátano.

La mano de obra empleada en los SAF es en su mayoría de tipo familiar, o sea padres de familia e hijos (hombres), y para la cosecha de café y pimienta también participan las mujeres (amas de casa y jóvenes) y los niños. El pago por un día de trabajo (jornal) en el campo es de \$70 (2006) y \$100 (2010), y es más frecuente en el proceso de producción del café (información de campo).

De manera general los sistemas agrosilvícolas existentes incluyen: Café-maderables (cedro rojo, caoba, alamanca); café-frutales (plátano, guanábana, limón, naranja, litchi); café-especias (vainilla, pimienta bola) y Café-maíz-árboles de uso múltiple (AUM). El principal sistema silvopastoril observado fue el de cedro rojo-pasto grama-bovinos. Las especies componentes principales de los SAF son: plátano (dominico, roatán, blanco y macho), pimienta bola, café (catarra, arábica o robusta, robusta-nacional, mundo nuevo), naranja (freemont y nacional), limón persa, cedro rojo, caoba y alamanca. El cedro rojo es un componente maderable frecuentemente utilizado en los sistemas agroforestales del estado de Veracruz y otras regiones del sureste de México (López *et. al.*, 2007).

El acomodo espacial se refiere a la distribución horizontal y vertical de los componentes agroforestales (Ospina, 2004). El arreglo espacial vertical en general es de dos o más estratos, donde el más alto es el cedro rojo con 20 m, el siguiente es de alamanca 15 m, y la pimienta bola ocupa el siguiente estrato con 7 m, aunque alcanza hasta 12 m; los siguientes estratos los representan los cítricos: la naranja alcanza alturas de 5 a 6 m y el limón hasta 3 m; el plátano, por su parte, alcanza alturas de hasta 4 m. Finalmente, el café ocupa el estrato más bajo con una altura de 2 a 2.5 m.

El arreglo espacial horizontal en la mayoría de los SAF no tiene definida una distancia entre plantas, debido a que sólo promueven su regeneración natural; sin embargo, algunos productores las han plantado a una distancia de 3 x 3 m para el cedro rojo y aproximadamente 6 x 6 m para la alamanca. En el caso de la pimienta bola también se promueve la regeneración natural, pero algunos productores la plantan a una distancia de 10 x 10 m. Para los cítricos, la naranja tiene una distancia entre plantas de 6 x 6 m y el limón de 3 x 3 m. El plátano generalmente se siembra a una distancia de 3 x 3 m al igual que el café, aunque este último también se planta a 2 x 2.5 m. En general se clasifica como un arreglo horizontal mixto.

En 2010, aunque estas tasas salariales fueron más prevalentes en el proceso de producción del café (información de campo).

Generalmente hablando, los sistemas agroforestales actuales incluyen: café-madera (cedro rojo, caoba, alamanca); café-frutales (banana, soursop, limón, naranja, litchi), café-especias (vainilla, allspice) y café-maíz-multipropósito árboles (MPT). El principal sistema silvopastoril observado fue una mezcla de cedro rojo-pastura grama-ganado. Las principales especies de los SAF son: banana (dominico, roatán, blanco y plátano), allspice, café (catarra, arábica o robusta, robusta-nacional, nuevo mundo), naranja (freemont y nacional), limón persa, cedro rojo, caoba y alamanca. El cedro rojo es un componente de madera frecuentemente utilizado en los sistemas agroforestales en el Estado de Veracruz y otras regiones del sureste de México (López *et al.*, 2007).

El arreglo espacial se refiere a la distribución horizontal y vertical de los componentes agroforestales (Ospina, 2004). El arreglo espacial vertical consiste en dos o más estratos, donde el más alto es el cedro rojo con 20 m, seguido de alamanca con 15 m y allspice con 7 m, aunque alcanza hasta 12 m; los estratos siguientes están representados por los cítricos: la naranja alcanza alturas de 5-6 m y el limón hasta 3 m; la banana, por su parte, alcanza alturas de hasta 4 m. Finalmente, el café ocupa el nivel más bajo con una altura de 2-2.5 m.

El arreglo espacial horizontal en la mayoría de los SAF no tiene una distancia definida entre las plantas porque solo se promueve la regeneración natural; sin embargo, algunos productores las han plantado a una distancia de 3 x 3 m para el cedro rojo y aproximadamente 6 x 6 m para la alamanca. En el caso de allspice, la regeneración natural también se promueve, pero algunos productores la plantan a una distancia de 10 x 10 m. En el caso de los cítricos, la naranja tiene una distancia entre plantas de 6 x 6 m y el limón de 3 x 3 m. La banana generalmente se siembra a una distancia de 3 x 3 m, al igual que el café, aunque este último también se planta a 2 x 2.5 m. En general se clasifica como un arreglo horizontal mixto.

Los principales productos comerciales obtenidos de la actividad agroforestal en la comunidad de El Fortín se muestran en la Tabla 1.

La mayoría de los productores entrevistados son ejidatarios (miembros de un ejido, una parcela de tierra cultivada comunally) o arrendatarios; su producción es para subsistencia.

TABLE 1. Commercial agroforestry products.

| Product | Production (t-year ⁻¹) |
|-----------------|------------------------------------|
| Coffee | 50 |
| Soursop | 5 |
| Allspice | 30 |
| Sapodilla | 2 |
| Dominico banana | 1.5 (each cut) |

Source: Wenceslao, El Fortín broker (2006)

Los principales productos que se obtienen de la actividad agroforestal en la comunidad de El Fortín y que se comercializan se presentan en el Cuadro 1.

La mayoría de los productores entrevistados son ejidatarios o poseionarios; su producción es de auto-

CUADRO 1. Productos agroforestales comerciales.

| Producto | Producción (t-año ⁻¹) |
|------------------|-----------------------------------|
| Café | 50 |
| Guanábana | 5 |
| Pimienta | 30 |
| Zapote mamey | 2 |
| Plátano dominico | 1.5 (cada corte) |

Fuente: Sr. Wenceslao, intermediario de El Fortín (2006).

consumo y para la venta local, a través del intermediario de la comunidad, el cual lleva dicha producción a la Asociación Rural de Interés Colectivo (ARIC) del poblado más grande (Plan de Arroyos). La guanábana y chininas o paguas se comercializa de forma individual en Plan de Arroyos. Los productores de limón y naranja comercializan sus productos a través de los intermediarios que llegan a la comunidad, y su destino es el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.

La mayoría de los productores agroforestales de El Fortín obtienen de sus SAF alrededor de 30 a 50 % de sus ingresos económicos a lo largo del año; el resto proviene de otras actividades tales como trabajar como jornaleros, comercio y derramas económicas generadas por la migración del jefe de familia.

El diagnóstico es que debido a la topografía abrupta en El Fortín, existe poca disponibilidad de terrenos con aptitud agrícola; asimismo, debido a la falta de inversión del capital privado y a la falta de apoyos federales, estatales y municipales al campo se carece de recursos para contratar asesoría técnica agrícola, pecuaria o forestal. Sin asesoría técnica y falta de aplicación de insumos, se originan bajos rendimientos, además de una mayor incidencia de plagas y enfermedades, lo cual baja mucho la calidad de los productos obtenidos, dificultando su comercialización y ocasionando que éstos se comercialicen a precios bajos. Todo esto desmotiva a los agricultores y ganaderos, con el consiguiente abandono del campo, desempleo, pobreza y migración.

Propuestas de diseño y modificaciones a los sistemas agroforestales actuales (Prospectiva)

Actualmente la mayoría de los productores encuestados ya no consideran al café como su componente principal sino a cultivos como el plátano y la pimienta bola, dado que representan las mejores fuentes de ingresos por mejores rendimientos y menos costos, además de menos prácticas post-cosechas.

and local sale through the community broker, who brings this production to the Asociación Rural de Interés Colectivo (Rural Association of Collective Interest, known by the Spanish acronym ARIC) of the largest community (Plan de Arroyos). Soursop and chininas or faguas are sold individually in Plan de Arroyos. Lemon and orange farmers sell their products through brokers who come to the community and whose destination is the town of Martínez de la Torre, Veracruz.

Most agroforestry producers in El Fortín derive about 30 to 50 % of their yearly income through their AFS; the rest comes from other activities such as working as day laborers, trade and economic spillovers generated by the migration of the household head.

The diagnosis is that due to the rugged topography of El Fortín, there is little available land suitable for agriculture. In addition, due to the lack of private investment capital and the lack of federal, state and municipal support for farming, producers do not have the resources to hire technical advisors in the field of agriculture, livestock and forestry. The absence of technical advice combined with insufficient input application results in low yields and a greater incidence of pests and diseases, which significantly lowers the quality of the products obtained, hindering their sale and causing them to be sold at low prices. All this discourages farmers and ranchers, resulting in the abandonment of agriculture, unemployment, poverty and migration.

Design proposal and modifications to current agroforestry systems

Most of the producers surveyed no longer consider coffee as their main component, but rather crops such as banana and allspice, given that they represent the best sources of income due to higher yields, lower costs and fewer post-harvest practices. Additionally, coffee in El Fortín is not grown at a high altitude so it does not have the ability to garner the best market prices, or better prices in the future. This generated the interest in modifying or proposing new agroforestry technologies in order to provide other options for coffee growers in the study area.

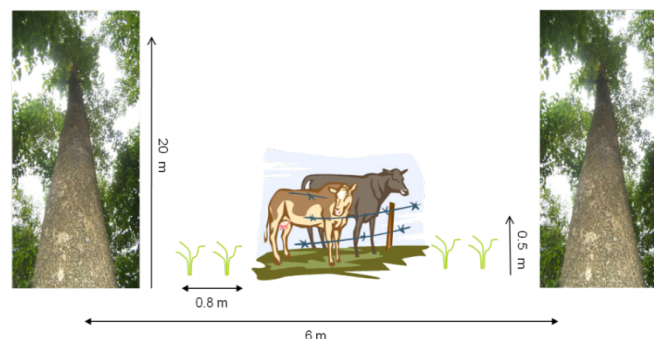


FIGURE 2. Horizontal and vertical spacing arrangement in the gmelina-pasture grass-cattle AFS.

Además el café en El Fortín no es de altura por lo cual no tiene oportunidad de alcanzar los mejores precios en el mercado ni mejores mercados a futuro. Todo esto generó la inquietud de modificar o proponer nuevas tecnologías agroforestales, con el fin de generar otras opciones para los cafetaleros del área de estudio.

Para el caso de los sistemas agrosilvícolas, se recomienda mantener el café como un componente importante de las fincas, ya sea para el autoconsumo o para su venta. Asimismo, se resaltan algunos componentes ya existentes, tales como la pimienta bola y la guanábana. Como un nuevo diseño, se plantea la implementación de un sistema agrosilvopastoril (Figura 2), que consiste en establecer primeramente la especie forestal gmelina (*Gmelina arborea*) y el cultivo agrícola maíz (*Zea mays*) durante los primeros dos años y medio; después de este tiempo se siembra un componente herbáceo, el pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*), y al inicio del tercer año se introduce el último componente, que es animal, el ganado bovino cebú. El uso de estrategias agrosilvícolas en núcleos campesinos para un mejor uso de los recursos naturales, se encuentra documentado en distintos estudios (Nahed et al., 2001; Naranjo, 2001; Hernández y Duquesne, 2001).

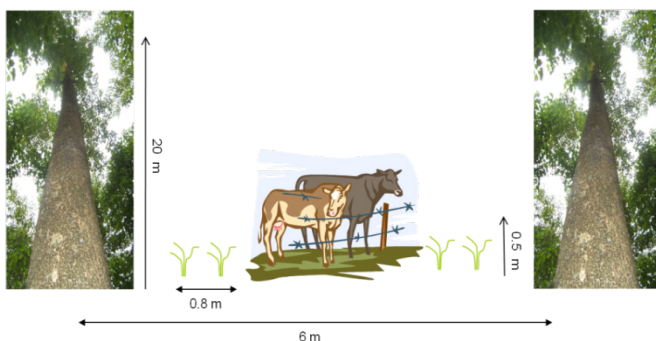


FIGURA 2. Arreglo en el espacio horizontal y vertical del SAF Gmelina-pastoril-bovino.

Finalmente, otra alternativa que se propone es un SAF lineal compuesto por un AUM iquimite (*Erythrina poeppigiana*) y cocolmea (*Smilax aristolochiaefolia*); de este último se obtiene el rizoma, el cual tiene un importante uso medicinal y una alta demanda en la industria farmacéutica. El arreglo temporal se define primeramente con el establecimiento de los cercos vivos con la especie *Erythrina poeppigiana*, llamada en la zona iquimite, u otro árbol que le proporcione las condiciones idóneas para el crecimiento y desarrollo de la especie *Smilax aristolochiaefolia* (Millar).

El arreglo espacial horizontal se basa en una distancia entre plantas de iquimite de 1.5 m, mientras que el cocolmea se intercala entre las plantas de iquimite de manera salteada, se planta un rizoma y se dejan tres

For the agrosilvicultural systems, we recommend keeping coffee as an important farm component, either for self-consumption or sale, and we also highlight some existing components, such as allspice and soursop. As a new design, we propose the implementation of an agrosilvopastoral system (Figure 2), which consists of first establishing the forest species gmelina (*Gmelina arborea*) and the agricultural crop maize (*Zea mays*) during the first two and a half years. After this time, an herbaceous component, signal grass (*Brachiaria brizantha*), is sown, and at the beginning of the third year the last component, which is animal, namely zebu cattle, is introduced. The use of agrosilvicultural strategies in rural areas to make better use of natural resources is documented in different studies (Nahed et al., 2001; Naranjo, 2001; Hernández and Duquesne, 2001).

Finally, another alternative proposed is a linear AFS composed of the MPT mountain immortal (*Erythrina poeppigiana*) and Mexican sarsaparilla (*Smilax aristolochiaefolia*), the rhizome of which has an important medicinal use and high demand in the pharmaceutical industry. The temporal arrangement is first defined with the establishment of hedgerows using the species *Erythrina poeppigiana*, known in the area as iquimite, or another tree that provides suitable growth and development conditions for the species *Smilax aristolochiaefolia* (Millar).

The horizontal spatial arrangement is based on 1.5-m spacing between mountain immortal plants, while Mexican sarsaparilla is inserted between mountain immortal plants in a discontinuous way: a rhizome is planted, then three trees, then another Mexican sarsaparilla rhizome and then the fourth tree, and so on, in order to obtain 6-m spacing between Mexican sarsaparilla plants (Figure 3).

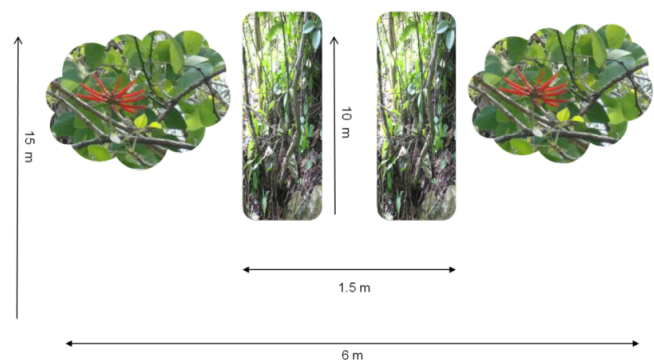


FIGURE 3. Horizontal and vertical spacing arrangement in the mountain immortal-Mexican sarsaparilla AFS.

FINANCIAL ASSESSMENT

Ex-post assessment

A financial assessment was made of each of the components in the existing AFS, with the results shown

árboles y se vuelve a plantar otro rizoma de cocolmecha al cuarto árbol, y así sucesivamente; esto con el fin de obtener un distanciamiento entre plantas de cocolmecha de 6 m (Figura 3).

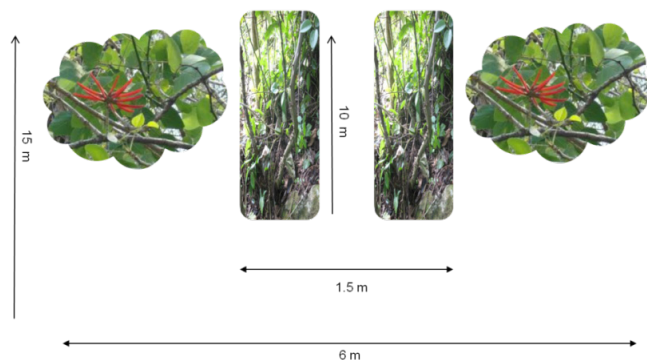


FIGURA 3. Arreglo en el espacio horizontal y vertical del SAF Iquimite-cocolmecha.

EVALUACIÓN FINANCIERA

Evaluación ex post

A cada uno de los componentes de los SAF existentes se les realizó una evaluación financiera cuyos resultados se presentan en el Cuadro 2. Se observa que las asociaciones café-plátano, café-naranja, café-limón y café-maíz no son redituables, pues muestran una relación beneficio-costos menor que uno, significando con ello que los costos actualizados son proporcionalmente mayores a los beneficios actualizados de los SAF correspondientes; mientras que las asociaciones café-cedro rojo, café guanábana y café-pimienta presentan una rentabilidad bastante modesta, pues los beneficios actualizados apenas rebasan a los costos actualizados en un 3, 2 y 7 por ciento, respectivamente. El sistema silvopastoril conformado por los componentes cedro rojo-pasto grama-bovino presenta la rentabilidad más atractiva, con una relación beneficio-costos del 1.56, es decir, por cada peso invertido se obtienen 0.56 pesos de ganancia neta (Figura 4).

CUADRO 2. Indicadores financieros ex post de los SAF existentes.

| Componente/Indicador | R B/C | VAN | TIR |
|-------------------------------|-------|------------|-------|
| Café-cedro rojo | 1.03 | 2,373.81 | 5.94 |
| Café-plátano | 0.88 | -10,479.79 | NA |
| Café-naranja | 0.61 | -36,412.59 | NA |
| Café-limón | 0.55 | -57,335.49 | NA |
| Café-guanábana | 1.02 | 1,272.81 | 6.01 |
| Café-pimienta | 1.07 | 4,944.36 | 8.1 |
| Café-maíz | 0.63 | -81,321.14 | NA |
| Cedro rojo-pasto grama-bovino | 1.56 | 70,051.60 | 32.73 |

NA: No aplica el cálculo, ya que su VAN es negativo.

TABLE 2. Ex-post financial indicators of existing AFS.

| Component/Indicator | B/C R | NPV | IRR |
|--------------------------------|-------|------------|-------|
| Coffee-red cedar | 1.03 | 2,373.81 | 5.94 |
| Coffee-banana | 0.88 | -10,479.79 | NA |
| Coffee-orange | 0.61 | -36,412.59 | NA |
| Coffee-lemon | 0.55 | -57,335.49 | NA |
| Coffee-soursop | 1.02 | 1,272.81 | 6.01 |
| Coffee-allspice | 1.07 | 4,944.36 | 8.1 |
| Coffee-maize | 0.63 | -81,321.14 | NA |
| Red cedar-pasture grass-cattle | 1.56 | 70,051.60 | 32.73 |

NA: Calculation not applicable since NPV is negative.

in Table 2. It was found that the coffee-banana, coffee-orange, coffee-lemon and coffee-maize mixtures are unprofitable, since they show a benefit-cost ratio of less than one, meaning that their current costs are proportionately greater than their current benefits; on the other hand, the coffee-red cedar, coffee-soursop and coffee-allspice mixtures show fairly modest profitability, as current benefits slightly exceed current costs by 3, 2 and 7 percent, respectively. The silvopastoral system, made up of the red cedar-pasture grass-cattle mixture, has the highest profitability, with a benefit-cost ratio of 1.56; that is to say, for every peso invested, a net gain of 0.56 pesos is obtained (Figure 4).

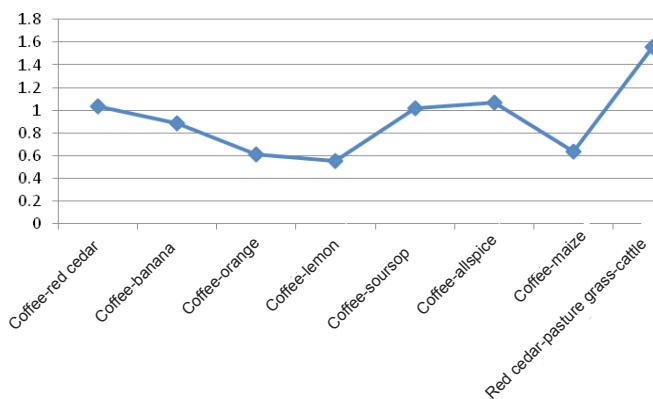


FIGURE 4. Benefit-cost ratio of existing AFS.

The net present value (NPV) indicator allows us to analyze the results from another point of view by showing the differential between current costs and benefits. It thus confirms the benefit-cost indicator findings, namely that the only profitable AFS are the coffee-red cedar, coffee-soursop, coffee-allspice and red cedar-pasture grass-cattle mixtures (Figure 5). The internal rate of return shows the maximum market rate for which the AFS would barely recover their costs. Therefore, given a 5% market interest rate, the only systems that would report a profit would be the aforementioned (Table 2).

Despite the negative return reported in the analysis for coffee and maize components, one's attention is

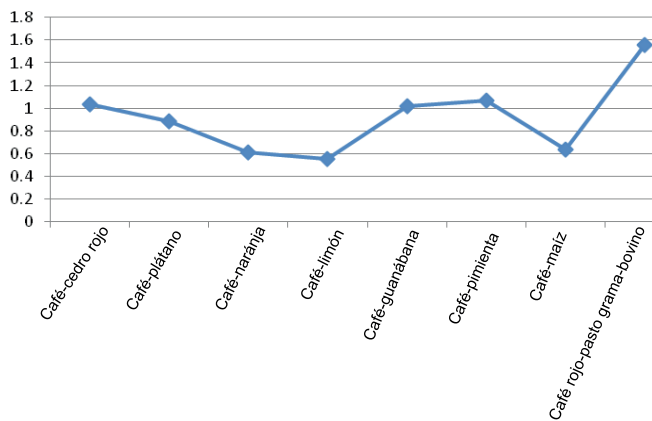


FIGURA 4. Relación beneficio-costo de los SAF existentes

El indicador valor actual neto (VAN) nos permite analizar, desde otro punto de vista, los resultados encontrados mostrando el diferencial de costos y beneficios actualizados. De este modo, se confirma lo encontrado en el indicador de beneficio-costo: los únicos SAF rentables son los de café-cedro rojo, café guanábana, café-pimienta y cedro rojo-pasto grama-bovino (Figura 5). La tasa interna de rendimiento nos muestra la tasa límite del mercado para la cual los SAF apenas alcanzarían la recuperación de los costos. Por tal razón, ante el escenario de una tasa de interés del 5 % en el mercado, los únicos sistemas que reportarían ganancia serían los ya mencionados (Cuadro 2).

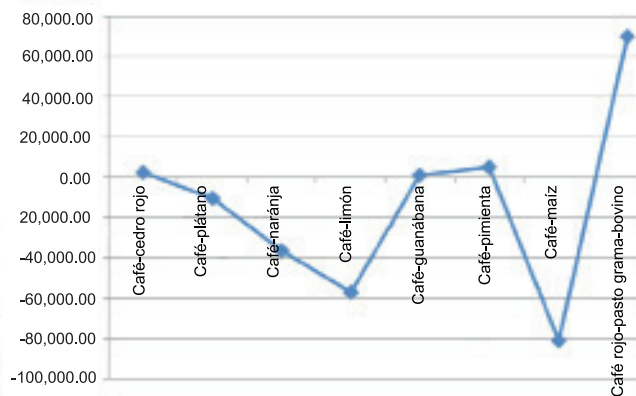


FIGURA 5. Valor actual neto de los SAF existentes.

A pesar del rendimiento negativo reportado en el análisis para los componentes maíz y café, llama la atención su persistencia en los SAF identificados en el área de estudio. La explicación de esto, para el caso del maíz, se encuentra en la alta valoración que los dueños de los SAF asignan a esta producción, fundamentalmente de autoconsumo. Por una parte se valora la calidad y seguridad del maíz; por la otra, aunque pudieran encontrar maíz sustituto más barato en el mercado, éste no garantiza la calidad y el buen sabor de la producción propia. En el caso del café, la posible explicación obedece al hecho de que su precio de mercado ha tenido

drawn to their persistence in the AFS identified in the study area. The explanation for this, in the case of maize, lies in the high value that AFS owners give to this production, which is mainly for self-consumption. On one hand, the quality and food security offered by maize is valued; on the other, even if they could find cheaper substitute maize in the market, there is no guarantee that it will have the same quality and good taste of their own production. In the case of coffee, one possible explanation stems from the fact that its market price has fluctuated in some years and perhaps they wish to maintain their ability to take advantage of possible increases.

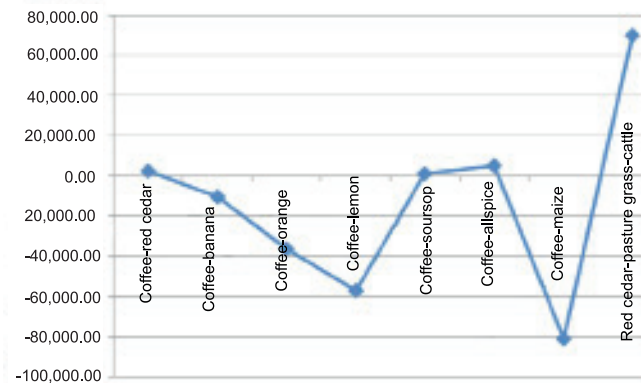


FIGURE 5. Net present value of existing AFS.

Ex-ante evaluation

Once the new designs and modifications were proposed, their financial viability was analyzed using the same indicators, but this time with the projections corresponding to income and expenditure flows at 2010 prices (Table 3).

TABLE 3. Ex-ante financial indicators of proposed AFS.

| Component/Indicator | B/C R | NPV | IRR |
|---|-------|------------|-------|
| 1. Coffee-soursop-allspice | 1.82 | 124,639.58 | 33.09 |
| 2. Gmelina-maize-signal grass-cattle | 1.63 | 102,561.52 | 77.95 |
| 3. Mountain immortelle-Mexican sarsaparilla | 30.44 | 126,726.07 | 262.1 |

All indicators obtained for the proposed AFS point to a fairly attractive financial return, highlighted by the case of the linear mountain immortelle-Mexican sarsaparilla AFS, followed by the agrosilvopastoral system and the agrosilvicultural one composed of coffee, soursop and allspice (Table 3 and Figure 6).

The results of the financial assessment of the agroforestry systems studied are consistent with those found in other assessments and other regions of the country, as exemplified by reviews carried out on the subject by Musalem (2002), Sosa (1997) and Rojas (1995).

altibajos en algunos años y quizá se desea mantener la oportunidad de aprovechar posibles incrementos.

Evaluación ex ante

Una vez planteados los nuevos diseños y modificaciones, se analizó su viabilidad financiera utilizando los mismos indicadores, pero ahora mediante las proyecciones correspondientes a los flujos de ingresos y gastos a precios del año 2010 (Cuadro 3).

CUADRO 3. Indicadores financieros ex ante de los SAF propuestos

| Componente/Indicador | R B/C | VAN | TIR |
|---------------------------------------|-------|------------|-------|
| 1. Café-guanábana-pimienta bola | 1.82 | 124,639.58 | 33.09 |
| 2. Melina-maíz-pasto insurgte-bovinos | 1.63 | 102,561.52 | 77.95 |
| 3. Iquimite-cocolmeca | 30.44 | 126,726.07 | 262.1 |

Todos los indicadores obtenidos para los SAF propuestos señalan una rentabilidad financiera bastante atractiva, sobresaliendo el caso del SAF lineal Iquimite-cocolmeca, seguido por el sistema agrosilvopastoril y el sistema agrosilvícola compuesto por Café-guanábana y pimienta bola (Cuadro 3 y Figura 6).

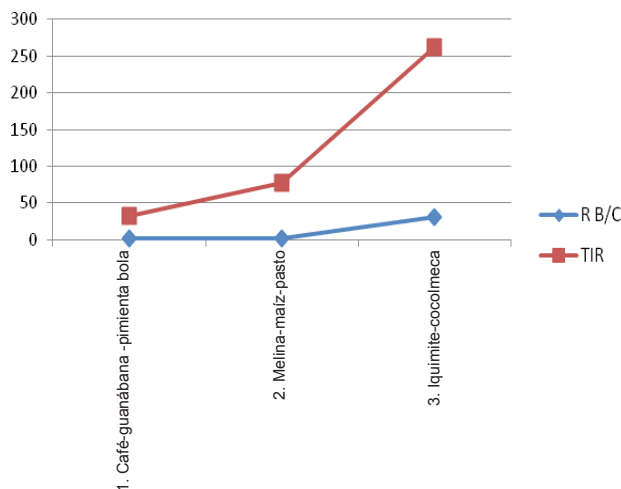


FIGURA 6. Relación beneficio-costo y tasa interna de retorno de los SAF propuestos.

Los resultados de la evaluación financiera de los sistemas agroforestales analizados concuerdan con los encontrados en otras evaluaciones y otras regiones del país; una muestra de ello es la revisión realizada sobre el tema por Musálem (2002); Sosa (1997) y Rojas (1995).

CONCLUSIONES

En el Fortín, municipio de Atzalan, Veracruz, La mayoría de los productores agroforestales obtienen de sus SAF de 30 a 50 % de sus ingresos económicos. Entre los principales productos que obtienen se encuentran el café, la guanábana, la pimienta, el zapote mamey y el plátano dominico.

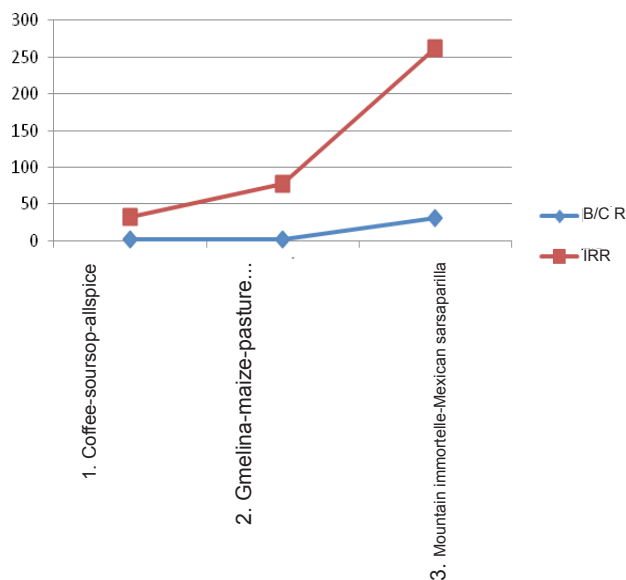


FIGURE 6. Benefit-cost ratio and internal return rate of proposed AFS.

CONCLUSIONS

In Fortín, municipality of Atzalan, Veracruz, most agroforestry producers derive 30-40 % of their income from their AFS. Among the main products obtained are coffee, soursop, allspice, sapodilla and dominico banana.

This study proposes the implementation of new systems: an agrosilvopastoral one and a linear AFS. The agrosilvopastoral system includes a forest species, *Gmelina arborea*, an agricultural crop, namely maize (*Zea mays*), signal grass (*Bracharia brizantha*) and an animal component: zebu cattle. The second is composed of the MPT mountain immortal (*Erythrina poeppigiana*) and Mexican sarsaparilla (*Smilax aristolochiaefolia*).

The proposed agroforestry systems, as shown by the estimated financial indicators, are economically viable and, because of their agroforestry nature, represent a sustainable alternative to the monoculture options in the regions.

The system consisting of Gmelina-maize, signal grass and cattle showed the best financial results, having the best benefit-cost ratio (1.56) and the highest net present value (\$70,051.60) and internal rate of return (32.73).

End of English Version

Se propone la implementación de dos sistemas nuevos: uno agrosilvopastoril y el otro un SAF lineal. El primero, agrosilvopastoril, incluye una especie forestal, melina arborea, un cultivo agrícola de maíz (*Zea mays*), el pasto insurgente (*Bracharia brizantha*) y el componente animal: ganado bovino cebú. El segundo se compone de un AUM iquimite (*Erythrina poeppigiana*) y cocolmeca (*Smilax aristolochiaefolia*).

Los sistemas agroforestales diseñados, tal como lo muestran los indicadores financieros estimados, son económicamente viables y, por su carácter agroforestal, representan una alternativa sustentable frente a las opciones de monocultivo en la región.

El sistema con mejores resultados financieros es el de Gmelina-maíz, pasto insurgente-bovino. En éste ocurre la mejor relación beneficio-costo (1.56), el valor actual neto más alto (\$ 70,051.60) y la tasa interna de rendimiento más alta (32.73).

LITERATURA CITADA

- Ávila, M. & Minae, S. (1992). Diagnosis and design ICRAF develops a methodology for planning agroforestry research. *Agroforestry Today*, 3 (3), 8-11.
- Bene, J. G., Beall, H. W. & Coste, A. (1977). *Trees, Food and People*. (1st ed.), Ottawa, Canada: IDRC
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2001). *El mercado del café en México*. (Palacio Legislativo de San Lázaro). Recuperado de <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0542001.pdf>
- Combe, J. & Budowski, G. (1979). Classification of agroforestry techniques. En de las Salas, G. (ed.), *Proceedings of the Workshop on Agroforestry Systems in Latin America* (pp. 17-47). Turrialba: CATIE
- Coss B. R. (2006). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. México: Limusa.
- FAO. (1984). *Sistemas agroforestales en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Gobierno Federal de México. (2005). *Enciclopedia de los Municipios de México: Estado de Veracruz*. Recuperado de <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/mpios/30023a.htm>.
- Hernández, A. F. (2010). *Diseño, establecimiento, manejo y evaluación financiera del sistema agroforestal mezquite- maguey con forrajeras de corte en el poblado de Xaltocan, Estado de México*. (Tesis inédita de Maestría). Texcoco, Estado de México. Universidad Autónoma Chapingo.
- Hernández, I., Simón, L. & Duquesne, P. (2001) Evaluación de las arbóreas Albizia lebbek, Bauhinia purpurea y Leucaena leucocephala asociadas con pasto bajo pastoreo. En Sanchez, M. D. y Rosales M., *Agroforestería para la producción animal en América Latina- II* (pp. 123-140). Roma: FAO.
- International Center for Research in Agroforestry. (1993). *Annual report*. [PDF digital versión]. Descargado de <http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B13989.PDF>
- International Center for Research in Agroforestry. (1998). *Una introducción al diagnóstico y diseño agroforestal*. [PDF digital versión]. Descargado en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABC637.pdf
- Krishnamurthy, L. (1998). Agroforestería. En *Red Gestión de Recursos Naturales* (p. 3). México: Fundación Rockefeller.
- Krishnamurthy, L. & Uribe, G. M. (2003). *Introducción a la Agroforestería para el Desarrollo Rural. Alternativas Productivas*. México: CECADESU-SEMARNAT.
- López, E. & Musalem, M. A. (2007). Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en Los Tuxtlas Veracruz, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 13(1), 69-66.
- Lundgren, B. O. & Raintree, J. B. (1982). Sustained agroforestry. En Nestel, B. (ed.), *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia* (pp 37-49). The Hague, the Netherlands: ISNAR.
- Montiel, A. (2004). *Opciones Agroforestales para el desarrollo sostenible de la agricultura en el Estado de Michoacán*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Musalem, M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(02), 91-100.
- Naranjo, L. G. (2001). Sistemas Agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. En Sanchez, M. D. y Rosales M., *Agroforestería para la producción animal en América Latina- II* (pp. 13-28). Roma: FAO.
- Nahed, T. J., Alemán, S. T., Jiménez, F. G., López Tirado, Q., Grande, C. D., Aluja, S. A., Sanguinez, G. L., Pérez Gil, R. F. & Parra, V. M. (2001). Estudio para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles: experiencias en la región Maya – Tzotzil. En Sanchez, M. D. y Rosales M., *Agroforestería para la producción animal en América Latina- II* (pp. 343-363). Roma: FAO.
- Nair, P. K. R. (1985). Classification of agroforestry systems. *Agroforestry systems*, 3(2), 97-128.
- Ospina, A. (2004). Propuesta metodológica de clasificación agroforestal. Recuperado de <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/agroforesteria/clasificacionagroforestal.pdf>.
- Palomenque, E. (2009). *Sistemas agroforestales*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos->

pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf.

- Raintree, J. B. (1990). Theory and practice of agroforestry diagnosis and design. En Macdicken, K. G.; Vergara, N. T. *Agroforestry Classification and management* (pp. 58-97). New York: Jhon Wiley.
- Rojas, G. (1995). *Análisis de factibilidad financiera de una plantación comercial de cedro rojo (Cedrela Odorata L.) en sistemas agroforestales en los Tuxtlas, Veracruz*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Sánchez, H. R. F. (2010). *Diseño de un sistema agroforestal de higuera (Ricinus communis L.)*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Sosa, L. (1997). *Evaluación de plantaciones de cedro rojo (Cedrela Odorata, L.) y caoba (Swietenia macrophila King) en sistemas agroforestales en el área de bosque modelo, al este de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Sullivan, G. M., Huke, S. M. & Fox, J. M. (1992). Economic evaluation of agroforestry systems of cacao (Theobroma cacao) with laurel (Cordia alliodora) and poró (Erythrina poeppigiana) in Costa Rica. En *Financial and economic analyses of agroforestry systems: Proceedings of a workshop held in Hawaii, USA* (pp. 174-187). Hawaii: Editorial Paia.
- Uribe, G. M. (1999). *Caracterización agronómica del sistema tradicional agroforestal café-plátano-cítricos en el Municipio de Tlapacoyán, Veracruz*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México.