



Agrociencia
Colegio de Postgraduados
agrociencia@colpos.colpos.mx
ISSN (Versión impresa): 1405-3195
MÉXICO

2007

Ma. Teresa Kido Cruz / Antonio Kido

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS PARA EL MANEJO Y USO DE SUELO EN
LA CUENCA ALTA DEL RÍO CACALUTA EN OAXACA, MÉXICO

Agrociencia, abril-mayo, año/vol. 41, número 003

Colegio de Postgraduados

Texcoco, México

pp. 355-362

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS PARA EL MANEJO Y USO DE SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CACALUTA EN OAXACA, MÉXICO

COMPARATIVE COSTS ANALYSIS OF LAND MANAGEMENT AND USE IN THE HIGH BASIN OF THE CACALUTA RIVER IN THE STATE OF OAXACA, MÉXICO

Ma. Teresa Kido-Cruz¹ y Antonio Kido²

¹Instituto de Estudios Socioeconómicos. Universidad del Mar. Campus Huatulco. Bahías de Huatulco, Oaxaca. (terekido@yahoo.com.mx). ²Economía. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Texcoco, Km. 36.5. Montecillo, Estado de México. (ankido@colpos.mx)

RESUMEN

En este estudio se analiza la implementación de sistemas de pago por servicios ambientales que generan las zonas forestales en México. La racionalidad para estos mecanismos de protección ambiental es que la conservación de estas áreas puede encontrar demandantes potenciales de los servicios ambientales forestales. La propuesta específica de este trabajo es que el sistema actual de pagos por servicios ambientales en México no sólo incluya un pago por conservar, sino que también incluya esquemas de pago para la reforestación, cómo lo muestra la experiencia internacional. El estudio de caso que se presenta calcula el costo de reconversión forestal de una hectárea dedicada a la producción de maíz en la zona alta de la cuenca Cacaluta en el Estado de Oaxaca. Este costo se calculó en 1337 pesos ha año⁻¹, por lo que el monto por reforestación sería aproximadamente de esa cantidad.

Palabras clave: Costo de oportunidad, análisis de costo eficiente, servicios ambientales.

INTRODUCCIÓN

La justificación económica para la intervención del estado en la conservación o protección de zonas forestales es que estas zonas se asocian a fallas de mercado. Esto es, grupos de interés tenderán a percibir los beneficios que se pueden derivar de estas áreas de manera distinta. Las comunidades locales o usuarios directos de los bosques (generalmente propietarios de la tierra) otorgan prioridad a los beneficios de sus actividades productivas directas, como la explotación forestal, agrícola o ganadera. Sin embargo, las zonas forestales pueden ofrecer servicios ambientales difícilmente percibidos por los usuarios directos de los bosques (Pagiola *et al.*, 2003). Un primer servicio forestal representado por el servicio hídrico está asociado con la recarga de los mantos

ABSTRACT

An analysis is made of the implementation of payment systems for environmental services generated by the forest zones in México. The rationale for these environmental protection mechanisms is that the conservation of these areas can find potential users of the forest environmental services. The specific purpose of this study is that the present payment system for environmental services in México should not only include payment for conservation, but should also include payment plans for reforestation, as international experience has demonstrated. The case study presented here calculates the cost of forest reconversion of one hectare dedicated to maize production in the high zone of the Cacaluta basin in the State of Oaxaca. This cost was calculated to be 1337 pesos ha year⁻¹, therefore the amount for reforestation would approximate this figure.

Key words: Opportunity cost, efficient cost analysis, environmental services.

INTRODUCTION

The economic justification for state intervention in the conservation or protection of forest zones is that those zones are associated with market failures. That is, interest groups will tend to perceive the benefits that can be derived from these areas differently. The local communities or direct users of the forests (generally landowners) give priority to the benefits of their direct productive activities, such as forest, agricultural or livestock exploitation. However, the forest zones can offer environmental services that are rarely perceived by the direct users of the forests (Pagiola *et al.*, 2003). A first forest service represented by the water service is associated with the refilling of the freatic levels, flood regulation, erosion control and the prevention of sedimentation (Bishop and Landell-Mills, 2003), but this service mainly benefits the users in the lower basin. A second service is associated with the capture of carbon, which is based on the active absorption

freáticos, la regulación de inundaciones, el control de la erosión y prevención de la sedimentación (Bishop y Landell-Mills, 2003), pero este servicio beneficia principalmente a los usuarios cuenca abajo. Un segundo servicio está asociado con la captura de carbono que se basa en la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas de la vegetación que beneficia a la sociedad al mitigar el cambio climático. Un tercer servicio está asociado con la protección de la biodiversidad en sus tres categorías: genérica, de especies y de ecosistemas: (Bishop y Landell-Mills, 2003). Un cuarto servicio forestal ambiental está asociado con aspectos recreativos. La característica común a estos servicios es que frecuentemente no benefician a los usuarios directos de las zonas forestales quienes si no reciben remuneración por proveer estos servicios, no los tomarán en cuenta al decidir el uso del suelo (Mayrand y Paquín, 2004).

En México, el concepto de Servicios Ambientales está contemplado en el Programa Nacional Forestal 2001-2006 (SEMARNAT/CNF, 2001a), el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (SEMARNAT/CNF, 2001b) y en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. De aquí se desprende el Programa de Pago por Servicio Ambientales Hidrológicos (PSAH), que opera mediante un contrato para que los poseedores de bosques y selvas en buen estado de conservación son retribuidos económicamente por los beneficios derivados de los servicios ambientales generados de sus bosques o selvas. En México, el primer pago por estos servicios fue en 2002 a través del Programa para el Desarrollo Forestal, (CONAFOR, 2004a). En 2003, Coatepec, Veracruz, fue el primer municipio que efectuó un pago por servicios ambientales a propietarios y poseedores de recursos forestales que realizan proyectos productivos de conservación y desarrollo en zonas boscosas que garantizan el servicio del abasto de agua a zonas rurales y urbanas. Actualmente, la Comisión Nacional Forestal brinda un pago anual de \$300.00 ha⁻¹ para bosques templados y selvas, y \$400.00 ha⁻¹ en el Bosque Mesófilo de Montaña o Bosque de Niebla, que se destina a localidades que han sido determinadas como zonas críticas (CONAFOR, 2004b).

Los criterios en los cuales se basan los programas federales para el pago de servicios ambientales forestales delimitan las regiones y actividades susceptibles de ser apoyadas. Sin embargo, no excluyen la posibilidad de considerar otros criterios y actividades para implementar un esquema de pagos. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el valor monetario de las actividades agrícolas en la zona de la cuenca alta del río Cacaluta y compararlo con el valor monetario de

of the new vegetation and the avoided emissions of vegetation which benefits society as it mitigates climatic change. A third service is associated with the protection of biodiversity in its three categories: generic, species and ecosystems: (Bishop and Landell-Mills, 2003). A fourth environmental forest service is associated with recreational aspects. The common characteristic of these services is that they often do not benefit the direct users of the forest zones, who will not take them into account when deciding on the use of the soil if they do not receive remuneration for providing these services (Mayrand and Paquín, 2004).

In México, the concept Environmental Services is contemplated in the Programa Nacional Forestal 2001-2006 (SEMARNAT/CNF, 2001a), the Programa Estratégico Forestal for México 2025 (SEMARNAT/CNF, 2001b) and in the Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable published in the Diario Oficial de la Federación on February 25, 2003. Derived from the above is the Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), which operates through a contract so that the owners of forests in a good state of conservation are economically retributed for the benefits derived from the environmental services generated from their forests. In México, the first payment for these services was in 2002 through the Programa para el Desarrollo Forestal (CONAFOR, 2004). In 2003, Coatepec, Veracruz, was the first municipality to make a payment for environmental services to owners and holders of forest resources who carry out productive projects of conservation and development in forest zones which guarantee the service of water supply to rural and urban zones. Presently, the Comisión Nacional Forestal offers an annual payment of \$300.00 ha⁻¹ for temperate and rain forests, and \$400.00 ha⁻¹ in the Cloud Forest, destined for localities that have been labeled as critical zones (CONAFOR, 2004b).

The criteria on which the federal programs for the payment of forest environmental services are based delimit the regions and activities susceptible of receiving support. However, they do not exclude the possibility of considering other criteria and activities for implementing a plan of payments. Therefore, the objective of the present study was to determine the monetary value of the agricultural activities in the zone of the high basin of the Cacaluta River and compare it with the monetary value of reforesting these lands, with the social benefit of this forest area, to propose that reforestation activities be included in plans similar to those of payment for conservation.

reforestar estas hectáreas, con el beneficio social de esta área boscosa para proponer que las actividades de reforestación se incluyan en esquemas similares a los del pago por conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Costo de oportunidad

El método adoptado por los sistemas de pago por servicios ambientales es efectuar un pago anual a los usuarios de las tierras participantes; la cantidad a pagar no debe ser menor al costo de oportunidad del usuario de la tierra ni mayor al valor del beneficio brindado. Aquí se propone usar el costo de oportunidad del agricultor, adoptado en Costa Rica en la ley forestal 7575, donde se determinó un pago por conservación del bosque de US\$35-40 ha⁻¹ año⁻¹ y para los contratos de reforestación de US\$538 ha⁻¹ para cinco años (Pagiola, 2003).

Si el monto de pago por servicios ambientales es inferior a los costos de los productores (costos de producción y de oportunidad), éstos probablemente decidirán no cambiar sus prácticas tradicionales. Pero si los productores tienen la certeza de que los cambios en sus esquemas de producción representan un flujo adicional de ingresos, es muy probable que avancen en la conversión. El costo de oportunidad tiene como base el principio de la escasez que implica la preferencia de una alternativa entre dos o más posibles: se renuncia a una opción diferente a la escogida cuyo valor representa el costo a pagar; el costo de oportunidad estará en función de la primera mejor alternativa que se rechazó (Azqueta, 1996).

Método de reemplazo

Este método parte del supuesto de que el valor del daño social en el periodo t , equivale al monto de la inversión requerida para lograr la estabilidad ecológica que se tendría si no se realizara la actividad. (Castro, 2004). Pero este método no considera la identificación de los niveles presentes en el recurso antes de la alteración. Esta deficiencia del método se debe a que la restauración de un recurso natural hasta su estado inicial previo a la alteración, implica ejecutar una serie de actividades no necesariamente indispensables para lograr el óptimo de producción del sistema.

En el caso de los sistemas agrícolas, la depreciación del suelo se advierte en la pérdida de productividad y en la degradación del mismo; esto causa una pérdida en las propiedades físico químicas del suelo, en sus componentes biológicos, su diversidad y su dinámica natural. En términos marginales este desgaste representa un costo que aumenta cada año hasta un punto en que no es posible la recuperación del sistema. Por tanto, para aplicar este método fue necesario calcular, a precios de mercado, lo que costaría reconstruir una hectárea de uso agrícola en un sistema forestal de conservación.

Análisis de costo eficiente

Este análisis consiste en comparar los costos de actividades alternativas para determinar cual es la de menor costo. Para el

MATERIALS AND METHODS

Opportunity cost

The method adopted for the payment systems for environmental services is to make an annual payment to the users of the participating lands; the amount to be paid should not be less than the cost of opportunity of the user of the land or higher than the value of the benefit achieved. We propose using the cost of opportunity of the farmer, adopted in Costa Rica in the forestry law 7575, which determined a payment for forest conservation of US\$35-40 ha⁻¹ year⁻¹ and for the reforestation contracts of US\$538 ha⁻¹ for five years (Pagiola, 2003).

If the amount of the payment for environmental services is lower than the costs of the producers (production and opportunity costs), they will probably decide not to change their traditional practices. However, if the producers are convinced that the changes in their production plans represent an additional flow of income, it is likely that they will go along with the conversion. The opportunity cost is based on the scarcity principle which implies the preference for one alternative among two or more possible: one renounces any option other than the chosen one, whose value represents the cost to be paid; the cost of opportunity will be a function of the first best alternative which was rejected (Azqueta, 1996).

Replacement method

This method is based on the assumption that the value of the social damage in period t , is equal to the amount of the investment required to achieve the ecological stability that would be had if the activity were not carried out (Castro, 2004). However, this method does not consider the identification of the levels present in the resource prior to the alteration. This deficiency of the method is due to the fact that the restoration of a natural resource to its initial state prior to the alteration, implies carrying out a series of activities that are not necessarily indispensable for achieving the optimum of production of the system.

In the case of agricultural systems, the depreciation of the soil is reflected in the loss of productivity and its degradation; this causes a loss in the physical and chemical properties of the soil, its biological components, its diversity and natural dynamics. In marginal terms this degradation represents a cost that increases every year until a point is reached at which the recuperation of the system is no longer possible. Therefore, to apply this method, it was necessary to calculate, at market prices, what it would cost to reconstruct a hectare of agricultural use to a conservation forest system.

Efficient cost analysis

This analysis consists in comparing the costs of alternative activities to determine which represents the lowest cost. For the present study, this analysis was made from a simulation scenario, where first a calculation was made of the cost/benefit of sustaining the conventional agricultural system for five years:

presente estudio, este análisis se hizo a partir de un escenario de simulación, donde se calculó primero el costo/beneficio de sostener por cinco años el sistema agrícola convencional:

$$SCV = Y_n - D - C_s$$

donde, SCV = sistema convencional; Y_n = ingreso neto en el año x ; D = depreciación del sistema; C_s = costo social.

La depreciación se obtiene del costo de la fertilización del suelo por la actividad agrícola; el ingreso se determina mediante un análisis de costo-beneficio a precios de mercado y se calcula su valor futuro mediante la siguiente ecuación:

$$VF = VP(1 + i)^n$$

donde, VF = valor futuro; VP = valor presente; i = tasa de interés; n = periodo de tiempo.

Se calcula el costo/beneficio de un sistema de conservación (que implica reforestar el área utilizada para el cultivo de maíz):

$$SCS = V_m + A + B_s$$

donde, SCS = sistema de conservación; V_m = valor de mercado de una hectárea de bosque; A = apreciación forestal del sistema; B_s = beneficio social.

El valor de mercado de una hectárea de bosque responde a varios factores, de acuerdo con Faustman (1849, citado por Jared y Rice, 1997) el costo de su extracción (C), el precio de equilibrio de mercado del producto maderable (P), el volumen (v) y rotación de los árboles (T), su tasa de crecimiento (g) y la tasa de descuento elegida (r):

$$V = \frac{P * v(1 + g)^T - C}{(1 + r)^T}$$

La apreciación del sistema se obtiene mediante:

$$P * (INPC_n / INPC_0 - 1)$$

donde, P = precio del bien (en este caso $P = V_m$); $INPC_n$ = índice de precios al consumidor en el año n ; $INPC_0$ = índice de precios al consumidor en el año 0.

Área de estudio y obtención de información

La bahía y microcuenca del río Cacaluta están en la costa sur del Estado de Oaxaca, con una extensión de 20 km. Tienen un bosque tropical caducifolio con características únicas en el país, porque hay especies arbóreas entre 15 y 18 m de altura. La precipitación media anual es 1000 mm. Hay tres localidades habitadas

$$SCV = Y_n - D - C_s$$

where, SCV = conventional system; Y_n = net income in year x ; D = depreciation of the system; C_s = social cost.

The depreciation is obtained from the cost of soil fertilization for the agricultural activity; the income is determined through a cost-benefit analysis at market prices and its future value is calculated by means of the following equation:

$$VF = VP(1 + i)^n$$

where, VF = future value; VP = present value; i = interest rate; n = time period.

The following formula is used to calculate the cost/benefit of a conservation system (that implies reforestation of the area used for the corn crop):

$$SCS = V_m + A + B_s$$

where, SCS = conservation system; V_m = market value of one hectare of forest; A = forest appreciation of the system; B_s = social benefit.

The market value of one forest hectare responds to various factors, according to Faustman (1849, cited by Jared and Rice, 1997), the cost of its extraction (C), the price of market balance of the wood product (P), the volume (v) and rotation of the trees (T), their growth rate (g) and chosen discount rate (r):

$$V = \frac{P * v(1 + g)^T - C}{(1 + r)^T}$$

The appreciation of the system is obtained by:

$$P * (INPC_n / INPC_0 - 1)$$

where, P = price of the good (in this case $P = V_m$); $INPC_n$ = index of prices to the consumer in the year n ; $INPC_0$ = index of prices to the consumer in the year 0.

Area of study and gathering of information

The bay and micro-basin of the Cacaluta River are located in the southern coast of the State of Oaxaca, with an extension of 20 km. They have a deciduous tropical forest with characteristics which are unique in the Country, because they have tree species with a height of 15 and 18 m. The mean annual precipitation is 1000 mm. There are three inhabited localities (El Hule, El Faisán I and El Faisán II) in the high basin, with an approximate total of 150 residents, dedicated for the most part to growing maize in 30 ha of ejido property. The localities are not very distant from one another, but they differ in their cultivation practices: in Faisán I and

(el Hule, el Faisán I y el Faisán II) en la cuenca alta, con un total aproximado de 150 residentes, dedicados en su mayoría al cultivo de maíz en 30 ha de propiedad ejidal. Las localidades no están muy distantes entre sí, pero difieren en sus prácticas de cultivo: en Faisán I y II todavía se aplica el método de roza, tumba y quema, lo que incrementa el grado de deforestación y urge cambiar esa práctica. Para este estudio se determinaron, mediante entrevistas directas, los costos y los ingresos relacionados con cada factor de producción de los productores de la zona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de maíz es 1.5 t ha^{-1} , sin problemas de comercialización, dado que el proceso de compra-venta se realiza en el lugar del cultivo y el cliente se desplaza para adquirir el producto que se vende a 110 pesos el bulto (cada bulto contiene 50 kg maíz): 1.5 t dividido por 50 kg (peso de cada bulto) y multiplicado por 110 (precio del bulto), da un ingreso por venta de maíz de $\$3300 \text{ pesos ha}^{-1}$. Los costos de producción se presentan en el Cuadro 1.

La utilidad por cultivo de maíz (Cuadro 2) fue $\$300$ pesos si se excluye la renta de la tierra como un costo. Esta utilidad es negativa si se considera la renta de la tierra como un costo más. Debido a que en el área de estudio ninguna parcela era rentada, este costo de renta de la tierra se obtuvo del promedio estatal de renta de la tierra de temporal para maíz (Jaramillo, 2002). De acuerdo con el mismo autor, el rendimiento del maíz en varios Estados, incluyendo Oaxaca, fluctúa entre 0.8 y 2.54 t ha^{-1} , y genera un ingreso promedio de $\$283 \text{ pesos ha}^{-1}$.

Resultados del análisis de costo eficiente por el método de reemplazo

En los Cuadros 3, 4 y 5 se presenta una valoración detallada de los costos de reforestación y de los sistemas de producción. Con objeto de no sobreestimar el valor de la herramienta, se contabiliza exclusivamente el monto de depreciación que éstos generan a un año usando la siguiente expresión:

Cuadro 1. Costos de producción del cultivo de maíz.
Table 1. Production costs of the maize crop.

Actividad	Unidad de medida	Costo (\$)
Renta de la tierra	Por hectárea	500.00
Preparación de suelo	Por hectárea	1050.00
Siembra	Materiales y mano de obra	310.00
Fumigación	Materiales y mano de obra	380.00
Cosecha	Materiales y mano de obra	770.00
Desgrane	Por tonelada y media	450.00
Total	1 hectárea	3500.00

Fuente: Entrevistas con productores

II, the slash, cut and burn method is still applied, which increases the degree of deforestation, making it urgent to change this practice. For this study, through direct interviews, the costs and income were determined related to each production factor of the producers of the zone.

RESULTS AND DISCUSSION

The yield of maize is 1.5 t ha^{-1} , without commercialization problems, given that the buy-sell process takes place in the crop site and the client transports himself to acquire the product that is sold at 110 pesos per sack (each sack contains 50 kg maize): 1.5 t divided by 50 kg (weight of each sack) and multiplied by 110 (price of the sack), giving an income for sale of maize of $\$3300 \text{ pesos ha}^{-1}$. Production costs are shown in Table 1.

The utility per maize crop (Table 2) was $\$300$ pesos if the land rent cost is excluded. This utility is negative if the land lease is considered as another cost. Because in the area of study none of the plots was leased, this cost of land rent was obtained from the state average of renting non-irrigated land for maize (Jaramillo, 2002). According to the same author, the maize yield in various states, including Oaxaca, varies from 0.8 to 2.54 t ha^{-1} , and generates an average income of $\$283 \text{ pesos ha}^{-1}$.

Results of the analysis of efficient cost by the replacement method

In Tables 3, 4 and 5 a detailed valuation of the costs of reforestation and of the production systems is presented. In order to avoid overestimation of the value of the tools, only the amount of depreciation they generate in a year is counted, using the following expression:

$$D = \frac{\% \text{ authorized by ISR} \times \text{selling price of the item}}{\text{Months of use}}$$

The percentage used corresponds to the 25% indicated in the Law of the ISR, article 41, section XI. The total cost of reforestation of 1 ha is $\$8046$.

Cuadro 2. Análisis beneficio-costo de producción de maíz.
Table 2. Analysis of benefit-cost of maize production.

Concepto	Monto
Costo de producción incluyendo tierra	$\$3500.00$
Costos de producción no incluyendo tierra	$\$3000.00$
Ingresos incluyendo tierra	$\$200.00$
Ingresos excluyendo tierra	$\$300.00$

Fuente: Entrevistas con productores y CONAFOR

Cuadro 3. Costo de mano de obra para la reforestación de 1 ha.
Table 3. Cost of labor for the reforestation of 1 ha.

Actividad	Jornales	Costo unitario	Costo total
Preparación del terreno	15	\$70	1050.00
Trazo y marcaje	5	\$70	350.00
Ahoyado, plantado y fertilizado	15	\$70	1050.00
Acarreo y distribución de plantas	3	\$70	210.00
Replante	2	\$70	140.00
Plazoleo y 2da. fertilización	2	\$70	140.00
Brechas corta fuego	2	\$70	140.00
Cercado	2	\$70	140.00
Control fitosanitario	2	\$70	140.00
Total			3360.00

Fuente: Investigación de campo en la región.

$$D = \frac{\% \text{autorizado por ISR} \times \text{valor de compra del artículo}}{\text{Meses de uso}}$$

El por ciento utilizado corresponde al 25 % señalado en la Ley del ISR, artículo 41 sección XI. El costo total de reforestar 1 ha es \$8046.

Los resultados de la simulación de efectos producidos por el mantenimiento del sistema convencional de producción y el sistema de conservación se muestran en el Cuadro 5. Los resultados que se esperarían en un sistema de conservación, incluyendo el pago de servicios, son positivos. Si se mantiene el sistema convencional hay una pérdida, la cual continuaría creciendo geométricamente en el tiempo. El valor futuro de los beneficios sociales del sistema se calculó en \$11 987.32 pesos. Este valor ganaría

Cuadro 4. Costo de insumos y herramientas para la reforestación de 1 ha.

Table 4. Cost of materials and tools for the reforestation of 1 ha.

Detalle	Cantidad	Costo unitario	Total
Plantas	440 ^{†‡}	2.00 ^B	880.00
16-20-0	1 saco	195.00	195.00
15-15-15 ó 20-20-0	1 saco	215.00	215.00
Postes	264 [¶]	8.00	2112.00
Alambre espigado	5 rollos [§]	230.00	1150.00
Palas Duplex	4	80.00	80.00
Machete	2	30.00	16.50
Azadones	2	40.00	20.00
Chuzos	2	35.00	17.50
Total			4686.00

Fuente: Investigación de campo en la región.

[†] Incluye 10 % por pérdidas.

[¶] Postes 2.5 m de longitud y colocados a 1.5 m entre sí.

[§] Rollos de 274 m, colocando 4 hilados de alambre por cada lado del terreno.

^B Precio de planta en vivero, las cuatro especies más comunes.

[‡] El dato de número de plantas corresponde al Manual de Cedro y al libro árboles de centro América, en donde recomiendan esta cantidad de plantación por hectárea CATIE/IFO (2004).

The results of the simulation of effects produced by the maintenance of the conventional production system and the conservation system are shown in Table 5. The results that would be expected in a conservation system including payment of services, are positive. If the conventional system, is maintained, there is a loss, which will continue to increase geometrically in time. The future value of the social benefits of the system is calculated at \$11 987.32 pesos. This value would be gained by society if the area dedicated to growing

Cuadro 5. Simulación de resultados un sistema de producción convencional y un sistema de conservación con pago de servicios ambientales en cinco años.

Table 5. Simulation of the results of a conventional production system and a conservation system with payment of environmental services in five years.

Sistema convencional		Sistema de conservación	
Criterio	$VF = VP (1+i)^n$	Criterio	$VF = VP (1+i)^n$
Valor futuro de los ingresos totales de mercado en el año 5 \$ ha ⁻¹	4916.50	Valor futuro de los ingresos totales de mercado \$ ha ⁻¹	13 979.25
Depreciación forestal del sistema \$ ha ⁻¹	-405.23	Apreciación forestal del sistema \$ ha ⁻¹ $P^*(INPC_5/INPC_0 - 1)$	782.17
Costo de la externalidad generada a la sociedad utilizando el método reemplazo \$ ha ⁻¹	-11 987.32	Valor calculado de los beneficios sociales de las externalidades positivas, utilizando el método de costo de reemplazo \$ ha ⁻¹	11 987.32
Costo de oportunidad \$ ha ⁻¹	-7476.06		26 748.75

Fuente: Cálculo con datos de Banco de México, FAO e investigación de campo.

la sociedad si el área dedicada al cultivo del maíz se reconvirtiera en una zona reforestada. En términos privados esta cantidad corresponde a los costos de reforestación de 1 ha en valor futuro. La utilidad privada a precios de mercado para 2005 de 1 ha reforestada de terreno sería \$1337 (\$9383–\$8046). Éste sería el costo de oportunidad de reforestar 1 ha en la zona alta de Cacaluta; por tanto, sería el pago correspondiente para implementar un programa de reforestación por hectárea por año.

Para el sistema de conservación se usaron criterios nacionales; 1) para la apreciación del sistema se usaron datos de inflación (que sólo está asociada con la parte del sistema de la generación de ingresos por concepto de extracción forestal) de 3.09% para 2010 (Banco de México, 2005a; 2) el bosque caducifolio está compuesto de diversas formas arbóreas y ejemplares de maderas duras: *Calycophyllum candidissimum*, *Cedrela mexicana*, *Ceiba penandra*, *Sapium* sp. y *Ficus cotinifolia*, y maderas blandas: *Amphipterygium adstringens*, *Apoplanesia paniculata*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia eriostachys*, *Cochlospermum vitifolium* (PNH, GAIA, SEMARNAT: 2003). Las primeras tienen el potencial de productos maderables, pero las segundas no. En este estudio se usan las primeras para aplicar la fórmula Faustman (1849, citado por Jared y Rice, 1997).

De acuerdo con el manual Árboles de Centroamérica (CATIE/IFO, 2004), el corte de la especie a los 22 años puede producir un volumen de 22 m³ por año, con un crecimiento promedio anual DAP de 1.3 cm., lo que corresponde a una tasa de crecimiento de 0.04. Respecto a los costos de mantenimiento y extracción, en un ejido de Quintana Roo se calculó que 52% del precio de venta por metro cúbico se cuenta como beneficio y el 48% restante se distribuye en gastos de extracción, operación y transporte entre otros (INE, 2004). Debido a la poca disponibilidad de información se tomó este porcentaje para obtener el costo.

Para obtener la tasa de descuento se consideró el promedio de la tasa de interés interbancaria durante 2005, 8.3% (Banco de México, 2005b). Jared y Rice (1997) indican que la tasa de descuento debe elegirse como una medida representativa de los rendimientos generados por otras inversiones posibles, ajustadas para tener en cuenta el riesgo. El precio se determinó usando el valor del precio cúbico de la madera en la zona de estudio (\$2000)³. Con estos datos el valor presente del ingreso por concepto de madera fue \$9383.00.

corn were to be reconverted into a reforested zone. In private terms, this amount corresponds to the costs of reforesting 1 ha in future value. The private utility at market prices for 2005 of 1 ha of reforested land would be \$1337 (\$9383–\$8046). This would be the opportunity cost of reforesting 1 ha in the high zone of Cacaluta; therefore, it would be the assigned payment to implement a reforestation program per hectare per year.

For the conservation system, national criteria were used; 1) for the appreciation of the system, inflation data (which is only associated with the part of the system of the generation of income from forest extraction) of 3.09% were used for 2010 (Banco de México, 2005a; 2) the deciduous forest is composed of diverse forms of trees and examples of hardwoods: *Calycophyllum candidissimum*, *Cedrela mexicana*, *Ceiba penandra*, *Sapium* sp. and *Ficus cotinifolia*, and softwoods: *Amphipterygium adstringens*, *Apoplanesia paniculata*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia eriostachys*, *Cochlospermum vitifolium* (PNH, GAIA, SEMARNAT: 2003). The first have wood product potential, but the second do not. In this study, the first are used when applying the Faustman formula (1849, cited by Jared and Rice, 1997).

According to the manual Árboles de Centroamérica (CATIE/IFO, 2004), the cutting of the species at 22 years can produce a volume of 22 m³ per year, with an average annual growth DCH of 1.3 cm., which corresponds to a growth rate of 0.04. With respect to the costs of maintenance and extraction, in an ejido of Quintana Roo, it was calculated that 52% of the sale price per cubic meter is counted as benefit, and the other 48% is distributed in costs of extraction, operation and transport, among others (INE, 2004). Because of the lack of availability of information, this percentage was used to obtain the cost.

To obtain the discount rate, we used the average of the inter-bank interest rate during 2005, 8.3% (Banco de México, 2005b). Jared and Rice (1997) indicate that the discount rate should be selected as a representative measurement of the rents generated by other possible investments, adjusted to consider the risk. The price was determined using the value of the cubic price of wood in the zone of study (\$2000)³. With this data, the present value of the income from wood was \$9383.00.

CONCLUSIONS

The Mexican government has implemented a payment program for conservation of environmental services (300 to 400 pesos per conserved hectare).

³ Entrevista realizada 15 de noviembre a un trabajador de la maderería de Santa María Huatulco.

CONCLUSIONES

El gobierno mexicano ha implementado un programa de pago por conservación de servicios ambientales (300 a 400 pesos por hectárea conservada). Es posible tener otros esquemas de pago como el pago por reforestación. Con base en un análisis de costo de oportunidad, el pago potencial por un contrato de reforestación en la zona alta de Cacaluta sería \$1337 pesos por hectárea por año. Así se haría la reconversión del uso de suelo (donde actualmente se cultiva maíz, que para mantener sus actuales rendimientos requiere incorporar mayor terreno, con la consecuente deforestación) hacia un sistema forestal donde se generen servicios ambientales forestales que beneficien a la sociedad.

Other payment schemes are possible, such as payment for reforestation. Based on an analysis of cost of opportunity, the potential payment for a reforestation contract in the high zone of Cacaluta would be \$1337 pesos per hectare per year. In this way the reconversion of soil use would be made (where maize is presently grown), where to maintain their present yields, it would be necessary to incorporate more land, with the resulting deforestation) towards a forest system where environmental forest services are generated that would benefit society.

—End of the English version—



LITERATURA CITADA

- Azqueta, D. 1996. Métodos para la Determinación de la Demanda de Servicios Recreativos de los Espacios Naturales. McGraw Hill. 299 p.
- Banco de México. 2005a. <http://www.banxico.org.mx/eInfo-Financiera/DoctosBM/%7B005D56C1-9682-4719-9F4E-BD6493D4EBB7%7D.pdf>
- Banco de México. 2005b. http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/tasas_interes/. (17-02-05).
- Bishop J., y N. Landell-Mills. 2003. Los servicios ambientales de los bosques: información general. *In: La Venta de Servicios Ambientales Forestales*. Pagiola S., N. Landell-Mills. y J. Bishop (eds). SEMARNAT-INECNF. pp: 43-76.
- Castro, E. 2004. Pago por servicios ambientales (PSA) en cuencas cafetaleras: Valorando económica y ecológicamente la dinámica e integralidad de los agro ecosistemas. *In: II Congreso Latinoamericano de Economistas Ambientales y de los Recursos Naturales*. Oaxaca, México. Marzo. 18 p.
- CATIE/IFO (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2004. Árboles de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/proyectolegal/proyecto.html>. (13-03-06).
- CONAFOR. 2004a. La Experiencia de México en el Pago por Servicios ambientales Hidrológicos y el Fondo Forestal Mexicano. Reporte de Resultados México. D. F. 42 p.
- CONAFOR. 2004b. Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Gobierno Federal. México D. F. 8 p.
- INE. 2004. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/431/cap9.html>. (20-03-06).
- Jaramillo, L. 2002. Estimación del costo de oportunidad del uso del suelo forestal en ejidos a nivel nacional. Reporte de investigación. México: INE-DGIEPA (processed). 13 p.
- Jared, H., y R. Rice. 1997. Replanteamiento de política de contratos de aprovechamiento forestal en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D. C. 75 p.
- Mayrand, K., and M. Paquin. 2004. Payments for environmental services: A survey and assessment of current schemes. Unisfera international center (for the commission for environmental cooperation of North America). 53 p.
- Pagiola, S. 2003. Pago por los servicios hidrológicos en Centroamérica: enseñanzas de Costa Rica. *In: La venta de servicios ambientales forestales*. Pagiola, S., N. Landell-Mills, y J. Bishop. (eds). SEMARNAT-INE-CNF. pp: 1-36.
- Pagiola, S., L. Natasha, y B. Joshua. 2003. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. *In: La venta de servicios ambientales forestales*. Pagiola, S., L. Natasha, y B. Joshua. (eds). SEMARNAT-INE-CNF.
- PNH, GAIA y SEMARNAP. 2003. Programa de Manejo del Parque Nacional Huatulco. Parque Nacional Huatulco, GAIA, SEMARNAT, México. 222 p.
- SEMARNAT/CNF (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional Forestal). 2001a. Plan nacional de Desarrollo 2001-2006. Primera edición. México, D.F. ISBN: 968-817-511-0. 157 p.
- SEMARNAT/CNF. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional Forestal). 2001b. Programa Estratégico Forestal para México 2025. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F. 136 p.