

LA PLANTACIÓN FORESTAL MIXTA: UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN CAMPESSINA EN QUINTANA ROO, MÉXICO



JULIO CASTILLO E.¹, MARCELINO ÁVILA² Y JUAN J. JIMÉNEZ-O.³

¹ Secretaría de Ecología, Estado de Yucatán. ² CARICOM A.C.

³ Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

julio.castillo@gobierno.mx.com



Resumen / Abstract / Résumé

Se presenta la evaluación ex ante (*previa a*) de una Plantación Forestal Mixta, que contribuye a la rehabilitación de parcelas abandonadas. Se reúnen evidencias empíricas de las opciones de producción vigentes y se comparan con la alternativa propuesta. El cultivo mixto, con una densidad de plantación óptima, en una calidad de sitio media y durante un turno de 20 años, tiene un rendimiento medio anual de: 4.15 m³ de fustes limpios sin corteza (rfsc) de madera de cedro (*Cedrela odorata*), 21.5 postes de chacté (*Caesalpinia violacea*), 3,526 hojas de huano (*Sabal yapa*), 28 plantas de xiat (*Chamaedorea seifrizii*) y 16 plantas despeinada (*Beaucarnea pliabilis*). Los costos de inversión son de \$6,000.00/ha. El valor actual neto (VAN) es de \$144.00, la relación beneficio/costo (B/C) es de 1.31, el retorno a la mano de obra (RMO) de \$35.18 y su tasa interna de retorno (TIR) es baja (18.62 %). El huano destaca por su contribución a la ganancia potencial (57%), el cedro aporta 27% y el xiat un 10%. ©2002, UAM

*We evaluated a Forest Mixed Plantation in order to proportionate options to abandoned agricultural/forest plots. Empirical evidence is collected on actual production and it is compared to the alternative proposed. A mixed forest plantation with an optimal plantation density, in a medium quality soil site, during a 20 years period, has an annual yield of: 4.15 m³ roundwood yield of cedar (*Cedrela odorata*), 21.5 posts of chacté (*Caesalpinia violacea*), 3,526 leaves of huano (*Sabal yapa*), 28 plants of xiat (*Chamaedorea seifrizii*) and 16 plants of despeñada (*Beaucarnea pliabilis*). Investment costs are \$6,000.00 pesos/ha. The net present value (NPV) is \$144.00 pesos, the benefit/cost (B/C) ratio is 1.31, the return hand labor rate (RLR) is \$35.18 pesos and the internal rate of return (RIR) is low (18.62 %). Huano has a potential revenue contribution of 57%, cedar 27% and xiat 10%.*

*Il se présente l'évaluation ex ante d'une Plantation Forestière Mixte, qui fait une contribution à la réhabilitation de parcelles abandonées. Les évidences empiriques sont réunies des options de production en vigueur et elle sont comparés avec l'alternative proposée. La culture mixte de cèdre (*cedrela odorata*) chacté (*Caesalpina violacea*), huano (*Sabal yapa*), xiat (*Chamaedorea selfrizii*) et despeñada (*Beaucarnea pilabilis*), avec une densité d'une plantation optimale, dans un qualité de place media et pendant un turne de 20 ans. Elle a un redement annuel de : 4 : 15 m³ de fûts net sans écorce (rfsc) de bois de cèdre, 21.5 postes de chacté, 3, 526.9 feuilles de huano, 28.2 plantes de xiat, et 15.6 plantes de despeñada. Les coûts de l'investissement son de \$6,000.00/ha. La valeur présent (VPN) est de \$144.00, la rélation bénéfice/coût (B/C) est de 1.31, le retour au main-d'ouvre (RMO) de \$35.18 et le taux intérieur de retour (TIR) est baisse (18.62%). Le huano souligne par ce contribution au profit potentiel (57%), le cèdre apporte 27% et le xiat 10%.*

Palabras claves:
plantación forestal mixta
viabilidad
Quintana Roo, México

Keywords:
forest mixed
plantation
viability
Quintana Roo, México

Mots clefs:
Plantation forestière mixte
viable
Quintana Roo, Mexique

Introducción

La cantidad y calidad de los recursos forestales con que cuentan en la actualidad los países, son indicadores de la eficiencia o ineficiencia en el manejo de las selvas que realizaron sus generaciones anteriores. En 1990, América Latina contaba con 918 millones de hectáreas (ha) de selvas tropicales, siendo la región con mayor cubierta forestal en el trópico. La deforestación anual en América Latina entre 1981 y 1990 fue de 7.4 millones de ha / año; una tasa de 0.7 % por año para la década de los 80, la más alta entre todas las regiones del mundo (FAO, 1995). En México, la superficie forestal aprovechable se encuentra en un 70 % en tierras de propiedad comunal y ejidal y en un 30 % en tierras de propiedad privada (Toledo et al., 1989). Para propiciar el manejo forestal sostenible es indispensable una revaloración de los recursos forestales y el desarrollo de alternativas viables de producción forestal campesina.

En esta investigación se reúnen evidencias para demostrar la viabilidad de un proyecto de plantación forestal mixta (PFM) que puede generar a corto plazo ingresos familiares complementarios y contribuir a la rehabilitación de áreas abandonadas en el ejido Leona Vicario, Q. Roo. Por medio de técnicas sociales, económicas y antropológicas se reúne información empírica para comparar los atributos de esta alternativa con las opciones de producción vigentes en la comunidad. En el análisis se demuestra que una PFM puede ser rentable y ofrecer un flujo de efectivo atractivo para productores de escasos recursos económicos.

Métodos

El estudio de los factores que determinan la viabilidad de una PFM en áreas degradadas del ejido Leona Vicario Q. Roo, se realizó con base en la metodología para la evaluación de proyectos de inversión agropecuaria (Gittinger, 1976) con especial referencia a las adaptaciones planteadas para la evaluación socioeconómica de proyectos agroforestales (Urquillas et al., 1992; Current et al., 1996; Scherr, 1996).

En esta investigación se aplica el proceso iterativo de diagnóstico y diseño (D & D) en tres niveles con-

secutivos (Avila, 1992), 1) comunidad: se describe y caracteriza el contexto en el que se pretende aplicar esta alternativa, (recopilación de información en fuentes secundarias, aplicación de un cuestionario de diagnóstico y técnicas participativas). 2) unidad familiar: se caracterizan los productores y las unidades de producción, y se diseña la PFM (encuesta socioeconómica, entrevistas sucesivas con productores y técnicos de la localidad). 3) Por último, se identifica la contribución de los componentes de la unidad familiar de producción (presupuesto parcial y observación participativa).

Área de estudio

La comunidad de Leona Vicario, se localiza en la zona norte del Estado de Quintana Roo, a 45 km al oeste de Cancún, (20° 59' norte y 87° 12' oeste), con una altitud media de 10 msnm, en la jurisdicción del Municipio Benito Juárez.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981), en la zona de estudio se presentan los tipos Aw0 (x')(i') y Aw1 (x')(i'), clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, y un régimen intermedio de lluvias entre verano e invierno. En Leona Vicario, la temperatura media anual es de 23.7 °C, el mes más cálido es agosto con 26.2 °C y los meses más fríos enero y diciembre con 20.6 °C. El régimen de lluvias es regular con una precipitación media anual de 1,158 mm, presentándose con mayor intensidad de mayo a octubre.

Los suelos predominantes en el ejido Leona Vicario entran en el grupo de litozoles y rendzinas. Son suelos poco evolucionados y delgados. Se encuentran sobre lecho de roca calcárea, con gran pedregosidad y rocosidad; generalmente, son permeables, ricos en materia orgánica y con pH neutro a ligeramente alcalino. Distintos subtipos se encuentran en el campo formando un mosaico de combinaciones de suelos tzekel y kankab (clasificación maya); con una distribución espacial, por lo regular, relacionada con diferencias topográficas.

La vegetación predominante en este ejido es la selva mediana subperennifolia, en diferentes etapas de desarrollo (Biosilva, 1996). En el área forestal per-

manente, los árboles alcanzan alturas entre 15 y 20 m, con diámetros a la altura del pecho (dap) mayores de 30 cm. Las especies más abundantes son *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Metopium brownei*, *Swartzia cubensis* y *Pouteria unilocularis*, entre otras. En las áreas de uso común, con vegetación secundaria arbórea, los árboles dominantes presentan alturas entre 15 y 20 m y dap menores de 30 cm. En estos sitios, se realiza el corte de postes para palizada. Las áreas con selva mediana subperennifolia, que se incendiaron en años anteriores, presentan una vegetación secundaria con un dosel inferior a los 12 m de altura. En donde, se observan algunos árboles dispersos, de mayor diámetro y altura, que se recuperaron luego de los incendios. En las áreas cercanas al poblado, que cuentan con caminos de acceso, se observan parches de vegetación secundaria con diferentes alturas del dosel. Este mosaico de vegetación secundaria se debe al sistema itinerante de roza, tumba y quema, y es la principal fuente de productos forestales para el autoconsumo. En menor proporción existen sabanas y tintales, en donde se practica la cacería. Por el auge turístico, la población total en Leona Vicario se ha incrementado notablemente, de casi 500 habitantes en 1970, a más de 3500 habitantes en 1995, con una tasa de crecimiento media anual de 7.5 entre 1990 y 1995 (INEGI, 1995).

En la actualidad, hay 237 ejidatarios con derechos legales y 113 aspirantes aprobados por asamblea general. No existe un censo de vecindados, pero de acuerdo con la encuesta socioeconómica se estima que hay aproximadamente 1800 pobladores mayores de 15 años, que carecen de acceso legal a los recursos forestales del ejido. Las actividades económicas de producción agrícola y forestal más importantes en esta comunidad son: la extracción de chicle, la milpa, el corte de madera para palizada, el corte de madera para aserrío y la producción de hortalizas.

Recolección de datos

Se recopiló información científica y empírica acerca de: el uso y manejo potencial de plantas silvestres de interés comercial, el mercado local de sus productos, los costos de inversión, el flujo de producción a corto y largo plazo y los precios de campo para demostrar la viabilidad de una PFM. Durante

los meses de mayo a septiembre de 1997, se realizaron salidas periódicas al campo con productores de hortalizas, milperos, cortadores de palizada y cortadores de madera para aserrío, con el propósito de conocer su ambiente de trabajo, identificar las principales labores que realiza cada productor y estimar su rendimiento. En estas salidas se participó en las labores que estaban realizando los productores y se hicieron estimaciones del tiempo y la productividad parcial de la mano de obra invertida en las principales labores (Reiche, 1992). Luego de las primeras visitas, se elaboró un listado de productos y labores que se realizan con mayor frecuencia en cada actividad productiva. Este listado sirvió de base para que por medio de entrevistas semi-estructuradas con productores claves, se identificaran los indicadores y las unidades de medida que son comunes en cada actividad productiva.

Análisis socioeconómico

El modelo conceptual del análisis de viabilidad contempla la comparación de la rentabilidad, adoptabilidad, y sostenibilidad de las plantaciones forestales mixtas con las opciones de producción agrícola y forestal vigentes en Leona Vicario Q. Roo. Los indicadores y las unidades de medida que utilizan los productores locales sirvieron para elaborar las estimaciones de producción física, mano de obra requerida, insumos, herramientas y el equipo que se necesita para aprovechar una hectárea durante un período de 20 años, correspondiente a cada actividad productiva. Estos indicadores y las unidades de medida utilizadas por los productores en labores comunes, así como, la opinión de técnicos locales con experiencia en el ramo y los coeficientes técnicos de fuentes secundarias relativas sirvieron de base para hacer las proyecciones de los requerimientos respectivos por ha para el cultivo de plantas silvestres en áreas abandonadas, durante un período de 20 años.

El estudio del mercado local de los productos potenciales de una PFM, se llevó a cabo de agosto a octubre de 1997, con el propósito de analizar la demanda y oferta potencial, los precios actuales y la posible comercialización. Para lo cual, se aplicaron tres cuestionarios en la ciudad de Cancún y poblados circunvecinos: uno dirigido a los encargados de madererías para obtener información sobre la

demanda y precios de madera de cedro y su principal sustituto la caoba; otro dirigido a palaperos, con respecto a los postes de chacté y hojas de huano y por último, para las plantas ornamentales (xiat y despeinada) se encuestaron a los encargados y propietarios de los principales viveros en la región.

Las características técnicas de diseño de una PFM se determinaron con base en el análisis de las condiciones de producción óptima y el uso complementario de recursos limitados. Estas condiciones de producción óptima de bienes forestales se definieron con el análisis de los factores que limitan el tamaño del modelo propuesto, la identificación de criterios relevantes para su localización y la evaluación de las características de diseño. La determinación de la densidad óptima de plantación se realizó por medio de aproximaciones sucesivas, con el método de costos mínimos invertido, al evaluar la contribución a la producción total de diferentes combinaciones de las densidades (alta, media y baja) correspondientes a cada cultivo, en función de la calidad de sitio de cada parcela.

Los precios de campo promedio se calcularon con las opiniones sobre el precio de compra-venta en la comunidad de productos, insumos, herramientas y equipo que productores y compradores mencionaron durante las entrevistas. Para obtener los precios de campo faltantes de los productos, insumos, herramientas y equipo que se requieren en una PFM, se tomaron en cuenta las opiniones de los encargados de aserraderos y madererías cercanas, así como, con palaperos y propietarios de viveros de plantas ornamentales de la ciudad de Cancún.

Para valorar la mano de obra se utilizó el promedio de las opiniones registradas durante este estudio con respecto al pago mensual a jornaleros de la localidad. El valor de la tierra se calculó al dividir la ganancia media anual esperada en cada opción de producción entre la tasa de interés actual. En el caso de la PFM, por tratarse de áreas degradadas, el valor de la tierra se estimó con la actualización de la ganancia esperada del uso alternativo futuro.

Una vez que se consideraron la producción física, los requerimientos y su valoración se elaboraron las proyecciones de costos y beneficios correspondientes a la PFM y para cada una de las opciones de

producción y se obtuvieron los siguientes indicadores económicos: valor actual neto (VAN), relación beneficio/costo (B/C) y el retorno a la mano de obra (RMO). El VAN o la ganancia esperada es el valor actual del flujo de beneficios netos (Williams, 1992), cuando el resultado fué mayor que cero, se consideró que la opción de producción tiene un atractivo económico para los productores. Para calcular el flujo de beneficios netos, el beneficio total y el costo total se descontaron con un factor del 15 % y la diferencia entre ambos se proyectó en un periodo de 20 años. La relación B/C se obtuvo al dividir el total de los beneficios descontados entre los costos descontados, cuando este indicador fué mayor que uno se consideró que la alternativa rinde más beneficios de lo que cuesta (Williams, 1992). La tasa de retorno a la mano de obra se calculó al dividir la ganancia más el costo de la mano de obra entre el número de jornales que se requieren para aprovechar una hectárea con cada alternativa (Avila, 1992). La tasa interna de retorno (TIR), sólo se calculó para la PFM.

Para estimar la contribución a la ganancia potencial de cada cultivo se aplicó un análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988). Se utilizó el total de los beneficios netos actualizados y el total de los costos que varían de cada cultivo, para calcular el porcentaje que aportan de manera individual al valor actual neto. Para evaluar el efecto de variables claves sobre la ganancia potencial se utilizó el análisis de sensibilidad (Nair, 1993).

Resultados

Las plantaciones forestales mixtas se proponen como unidades familiares de producción semi-intensiva de bienes forestales; que pueden integrarse al modo de producción campesino, al formar parte de una estrategia de diversificación productiva y de uso múltiple de los recursos naturales. De esta manera, se espera contribuir a la satisfacción de necesidades familiares, así como, en la autodeterminación de la unidad de producción familiar.

Con el cultivo combinado de cinco especies de plantas silvestres en parcelas pequeñas se pretende: obtener ingresos para el grupo familiar a corto, mediano y largo plazo, con un bajo monto de inversión inicial y al mismo tiempo, contribuir a la reha-

bilitación de áreas degradadas. Estas unidades familiares de producción forestal mixta, son complementarias, ya que pueden formar parte de un sistema agroforestal secuencial, si se acoplan con las opciones de producción agrícola vigentes en la comunidad.

Los criterios aplicados en la elección de las especies para la PFM son: plantas silvestres de la región con demanda local, preferidas por los productores potenciales, que sean escasas en los predios y que produzcan abundantes semillas viables, con diferentes usos y distintos periodos de producción. Se propone el cultivo mixto de cedro (*C. odorata*), chacté (*C. violacea*), huano (*S. yapa*), xiat (*C. seifrizii*) y despeinada (*B. ameliae*) en áreas abandonadas; con la finalidad de producir a corto plazo:

plantas de ornato, a mediano plazo: hojas de huano y a largo plazo: postes de chacté y madera de cedro en rollo.

Los productos esperados de una PFM son bienes de consumo intermedio, no perecederos y con amplios períodos de cosecha que permiten su ajuste con las épocas de mejor precio. Con el establecimiento de plantaciones forestales mixtas se pretende producir trozas de árboles de cedro para su venta en rollo a los aserraderos locales; postes de chacté para su uso en la construcción de palapas; hojas de huano para venta y autoconsumo y plantas de ornato para su venta a los propietarios de viveros locales. En el cuadro 1 se presentan los precios de venta en Cancún y de campo en Leona Vicario de los productos de una PFM.

39

CUADRO 1. PRECIOS PROMEDIO DE LOS PRODUCTOS POTENCIALES DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL MIXTA (EN PESOS)

Producto	Descripción	Precio al público	Precio de campo
Cedro (tablas)	Pie tabla de calidad mil rum	16.00	
	Pie tabla de menor calidad	13.50	650.00 m3 rpsc
Huano (hojas)	Hojas	1.50	0.50 / hoja
Chacté (postes)	Postes con corteza	25.00	15.00 / poste
Despeinada (plantas)	Chica (0 a 50 cm)	28.00	
	Mediana (0.5 a 2 m)	60.00	6.00 / planta
	Grande (más de 2 m)	202.00	
Xiat (plantas)	Chica (2 o 3 tallos)	39.00	
	Mediana (5 a 10 tallos)	64.00	7.00 /planta
	Grande (más de 15 tallos)	146.00	

Los principales productos sustitutos del cedro, huano y de las plantas de ornato son la caoba, el zacate, la palma areca, la yuca y las dracenas, entre otras palmas exóticas. En la actualidad estos productos son preferidos por su disponibilidad, pero los lugares de producción se encuentran más distantes de los centros de consumo locales que la ubicación potencial de las parcelas forestales mixtas. Los proveedores de productos forestales no maderables, en especial de plantas ornamentales, realizan extracciones ilegales de las poblaciones naturales cercanas a los centros de consumo, las cuales son sancionadas por la legislación actual. El déficit de productos forestales para la carpintería, construcción de palapas y jardinería aumentará en los próximos años, por el aumento de la población y

la construcción de nuevos hoteles. Los mismos canales de comercialización que en la actualidad se utilizan para las maderas tropicales, la madera para palizada y las plantas de ornato, se pueden utilizar para los productos de las plantaciones forestales mixtas.

El modelo de PFM se plantea en parcelas de 5 a 25 hectáreas y se propone un programa de producción escalonada, con la finalidad de evitar grandes erogaciones al inicio del proyecto, por medio del establecimiento de cuando menos una ha por año, hasta alcanzar la superficie mínima de cinco ha o la superficie máxima de 25 hectáreas, con que la Ley Forestal considera a las parcelas forestales pequeñas.

Los factores que determinan el tamaño de una PFM en Leona Vicario son: el tamaño del mercado de los productos y la disponibilidad de capital.

- a) Tamaño del mercado: el análisis de la demanda local de madera de cedro, postes de chacté, hojas de huano y plantas de ornato no aporta evidencias de que el mercado sea una limitante para el tamaño de las parcelas forestales mixtas. Sin embargo, es necesario limitar el número de parcelas que se puedan establecer en la zona, antes de alcanzar el punto de saturación del mercado; de manera especial, con las plantas de ornato, ya que la magnitud de su demanda es menor que la de los demás productos considerados, por tratarse de plantas que se utilizan en forma aislada en la decoración de jardines.
- b) Disponibilidad de capital: para cubrir los costos iniciales por concepto de preparación del terreno, establecimiento y mantenimiento durante los primeros tres años del proyecto se requiere de un capital mínimo por ha de aproximadamente \$ 3,000.00 para el primer año, \$2,500.00 para el segundo año y \$ 500.00 para el tercer año. Si se toma en cuenta el nivel de ingreso y gasto mensual medio de la mayoría de las familias de esta comunidad se considera que este es el principal factor que limita el tamaño de una PFM.

El diseño de la PFM incluye la disposición de las plantas en el terreno, las densidades de plantación y su distribución a través del tiempo. La estructura básica del sistema la proporcionan el cedro y el huano ya que estos cultivos permanecen en el predio durante todo el turno y su contribución a la producción total es mayor que la de los otros cultivos. La distribución espacial mixta de los cultivos y la densidad de diseño busca lograr un uso complementario de los recursos, ya que reduce el contacto directo entre individuos de la misma especie y favorece el contacto entre especies con diferentes requerimientos. La densidad de diseño o densidad de plantación estándar se representa con una distribución base de cedro y huano intercalados, ambos en marco real con distancias de 6 X 6 m y de 4 X 4 m respectivamente entre hileras y plantas de la misma especie; a la que se le adicionan intercalados el chacté, el xiat, y la despeinada con distancias de siembra de 4 X 4 m entre hileras y plantas de la misma especie. En esta densidad de diseño se

contempla la superficie mínima que se requiere para las labores de mantenimiento, operación y cosecha, y se alcanza con la eliminación de plantas no deseadas por medio de aclareos. En los aclareos se favorecerán los individuos con mejores indicadores de crecimiento y desarrollo hasta alcanzar la densidad correspondiente para cada cultivo.

La estimación de la contribución a la producción total de las diferentes combinaciones de densidades se realiza con base en el rendimiento medio por individuo que se espera obtener en un sitio de calidad buena (1), media (0.75) y regular (0.56); por cada ciclo de cosecha y los precios unitarios de venta en campo de cada producto. La calidad de sitio es un indicador estandarizado de la capacidad productiva de un terreno que afecta el rendimiento medio de todos los cultivos. Un sitio considerado con buena calidad es un terreno abandonado luego del cultivo de una milpa o del cultivo de hortalizas pero que es adecuado para el cultivo de plantas silvestres, un sitio de calidad media es aquel que provoca una disminución del rendimiento medio en un 25 %, mientras que un sitio con calidad regular rinde un 25 % menos que un sitio de calidad media.

La densidad de plantación óptima resultante es la combinación de densidades altas de cedro y huano, densidades medias de chacté y xiat y una densidad baja de despeinada, ya que ofrece una producción total mayor que las demás combinaciones. Las aportaciones del cedro y el huano son superiores en todos los casos a los demás cultivos, le siguen en importancia el chacté, el xiat y por último la despeinada.

La limpieza y preparación del sitio de plantación comienza con el desmonte o chapeo y la quema de la vegetación. El chapeo inicial se puede realizar de abril a mayo y la quema en junio, después del inicio de las primeras lluvias. El trasplante de cedro se recomienda luego de lluvias abundantes, después de 2 a 3 meses de la emergencia de las plántulas en los semilleros. La siembra directa con espeque del huano y chacté se puede realizar en el mes de octubre, intercalados con el cedro. Para proporcionarles los cuidados necesarios es recomendable mantener en vivero el xiat y la despeinada hasta el siguiente período de lluvias, cuando se realice el trasplante a raíz desnuda en cepas pequeñas. Se

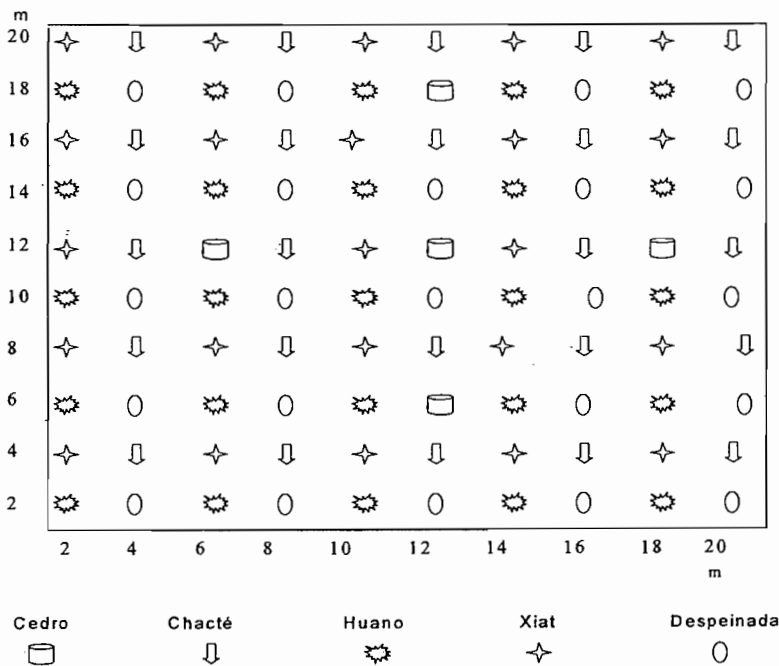
recomienda una fertilización con 50 gr / planta de triple 17, en los últimos meses del segundo año de labores.

Entre las principales labores de mantenimiento se consideran el combate de malezas, el control de plagas, podas de formación y aclareos. Para el combate de malezas se pueden realizar dos chapeos al año durante los primeros seis años, a partir del tercer año se alterna una limpia alrededor de las plantas y

otra en forma total. Para el control de plagas se contemplan dos aplicaciones anuales en los periodos de mayor incidencia, durante los primeros cuatro años. Se contemplan dos podas de formación para el cuarto y octavo año y una poda sanitaria y de liberación en el doceavo año de labores.

Se considera la realización de tres aclareos a los 6, 11, y 16 años del establecimiento, para eliminar los individuos con poco desarrollo o con malforma-

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ESPECIES EN EL SISTEMA PROPUESTO



ciones y para favorecer a los que presentan mejores indicadores de crecimiento; por tratarse de aclareos en edad temprana se considera que los productos carecen de valor comercial. Durante las labores de cosecha, se recomienda utilizar la mano de obra disponible y usar herramientas y equipo de adquisición local, en vez de contratar maquinaria pesada. El flujo de mano de obra que se requiere para el manejo de una PFM fluctúa entre 20 y 80 jornales / ha /año.

La producción de cedro, en un terreno (1 hectárea) con calidad de sitio media, durante un turno de 20

años, expresada en m³ de madera en rollo considerando el volumen de fustes limpios sin corteza (rfsc), se obtendrá al finalizar el primer turno (20 años). El corte de largueros y postes rectos de chacté se programa en tres periodos de cosecha escalonados entre el año 15 y el año 19, con la finalidad de permitir el ajuste de la cosecha a la época de mejor precio. El corte de las hojas de huano se inicia a partir del sexto año, con un incremento escalonado en la cantidad total de hojas por ha hasta el año 11, en función de la madurez de la plantación (de plantas juveniles a individuos adultos) para alcanzar una producción anual estable

durante los últimos 10 años del turno. El banqueo de las plantas de xiat y despeinada se programa en tres años consecutivos a partir del cuarto año y en cuatro años consecutivos a partir del sexto año, respectivamente.

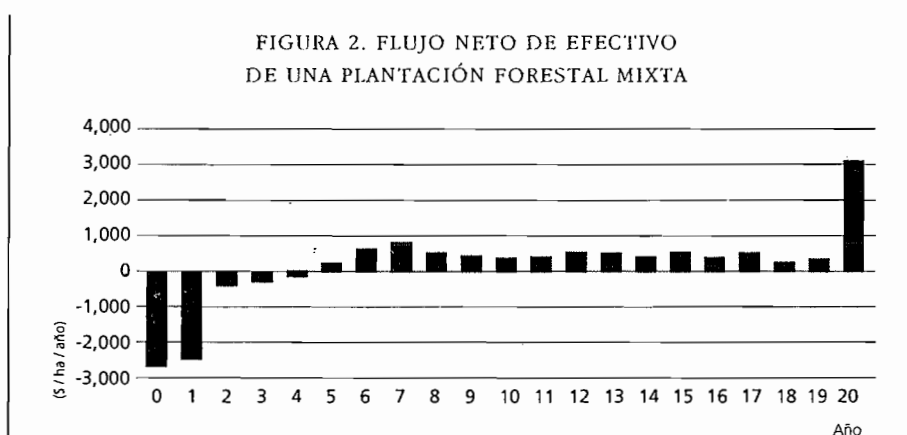
El rendimiento medio anual por ha, de una PFM, con una densidad de plantación óptima, en un sitio de calidad media (0.75), durante un turno de 20 años es de: 4.15 m³ (rfsc) de madera de cedro en rollo de fustes sin corteza, 21.5 postes de chacté, 3,526.9 hojas de huano, 28.2 plantas de xiat y 15.6 plantas de despeinada.

Análisis y evaluación económica

Los costos actualizados de inversión para el establecimiento de una PFM por ha, son de casi \$6,000.00 distribuidos en los primeros tres años del proyecto. La generación de ingresos se inicia en el año cuarto con la producción de plantas de ornato. Pero la recuperación de la inversión inicial solo se obtiene hasta finalizar el turno con la cosecha del cedro (figura 2).

La ganancia media anual es de \$144.00 pesos, superior a las opciones de producción extensiva de la

42



localidad, pero muy inferior al cultivo de hortalizas (cuadro 2). La relación beneficio / costo de 1.31, la tasa de retorno a la mano de obra \$35.18 y la tasa interna de retorno de 18.62 % que se obtiene con una densidad de plantación óptima en una calidad de sitio media es inferior a los indicadores económicos que presentan las demás opciones de produ-

cción de esta comunidad, siendo superior sólo con respecto al cultivo de la milpa, ya que esta actividad no es rentable por el alto costo de la mano de obra local (\$30.00 / jornal).

La contribución de cada uno de los cultivos al beneficio total actualizado y los costos actualizados

CUADRO 2. INDICADORES ECONÓMICOS DE LAS OPCIONES DE PRODUCCIÓN EN LEONA VICARIO, Q. ROO (EN PESOS)

Actividad	B/C	GMA	RMO
Extracción de chicle	1.59	32.72	42.12
Milpa	0.97	-4.51	29.50
Corte de madera (palizada)	1.42	85.06	50.90
Corte de madera (aserrío)	1.71	19.75	71.23
Hortalizas	1.49	3378.40	41.76
PFM	1.31	144.00	35.18

Fuente: Investigación de campo. Leona Vicario. 1997

B / C = Relación beneficio costo

GMA = Ganancia media anual

RMO = Retorno a la mano de obra

que varían por especie, utilizados para calcular el beneficio neto por componente y la contribución de cada especie en la ganancia potencial, se presentan en el cuadro 3. Aún cuando, la contribución del cedro a la producción total (\$54,230.00) es mayor que la aportación de los demás cultivos, su contribución al beneficio total actualizado (\$3,313.00) resulta inferior a la aportación del

huano (\$5,927.00) y por el contrario, los costos actualizados que varían, es mayor en el cedro (\$915.00) que en el huano (\$870.00), lo que hace que la contribución del huano en la ganancia potencial sea de casi 57 % contra 27 % del cedro. De igual manera sucede entre el chacté que aporta 4.5 % y el xiat con una contribución de 10 % en la ganancia potencial del sistema propuesto.

CUADRO 3. CONTRIBUCIÓN A LA GANANCIA POTENCIAL (%) POR CULTIVO DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL MIXTA

Cultivo	Total Beneficios.	Beneficios actualizados	Costos actualizados	Beneficio neto por Componente	Contribución a la ganancia (%)
Cedro	54,230	3,313	915	2,398	27.02
Chacté	6,453	611	206	405	4.56
Huano	35,272	5,927	870	5,057	56.97
Xiat	3,948	1,724	805	919	10.35
Despeinada	1,876	681	584	97	1.09
Total	101,779	12,256	3,380	8,876	100.00

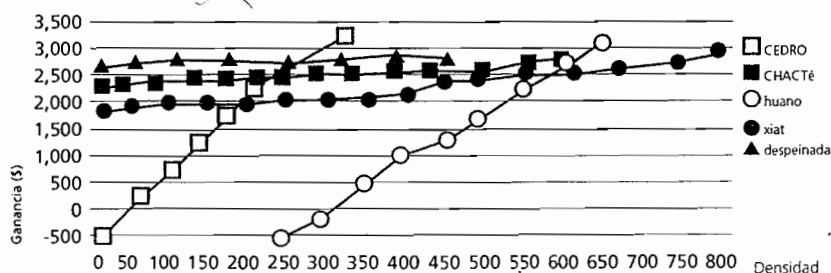
Análisis de sensibilidad

El efecto de la densidad de plantación de cada uno de los cultivos sobre la ganancia esperada se presenta en la figura 3, por la diferencia en la pendiente de las líneas se aprecia que los cambios en la densidad de plantación del cedro y el huano provocan cambios notables en la ganancia potencial, mientras que, las líneas casi horizontales del chacté, xiat y despeinada reflejan un efecto limitado en la ganancia potencial. Para que el sistema resulte atractivo, desde el punto de vista del productor, se requiere cuando menos una plantación mínima de cedro de 60 árboles por ha y poco más de 300 árboles de huano por hectárea. Se requiere que el precio de campo del m³ rfsc de cedro disminuya poco más de 70 % para que no resulte atractiva la PFM; mientras que, en el caso del huano, basta una reducción del 50 % en el precio de campo de las hojas para que no se obtengan ganancias. Los cam-

bios en la ganancia potencial que provoca la disminución en el precio de las plantas de xiat son mayores que los que provocan el chacté y la despeinada.

Una PFM en un sitio con calidad regular (0.56 aquella que reduce la productividad media en un 25 %), no es atractiva para los productores, aún con una densidad de plantación óptima. Asimismo, si el costo de oportunidad de la mano de obra se incrementa más de \$ 42.00 / jornal, esta alternativa deja de ser rentable bajo los supuestos de calidad de sitio media y densidad de plantación óptima. Un aumento del 90 % en el costo del flete y del arrastre de las trozas de cedro, provoca una disminución de 23.6 % en el valor actual neto. Este conjunto de valores límite de los factores determinantes de la ganancia potencial definen el ámbito de rentabilidad de una PFM y desde un punto de vista práctico proporcionan elementos de juicio para la toma de decisiones.

FIGURA 3. EFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA GANANCIA POTENCIAL



Discusión

La unidad familiar de producción forestal mixta se propone como un sistema de producción de bienes forestales de pequeña escala que se inserta al modo de producción campesino. Por medio del cultivo de plantas silvestres de interés comercial, se pretende generar a corto plazo ingresos familiares complementarios y contribuir a la rehabilitación de áreas degradadas.

El cedro y el huano son las especies estructurales de una PFM, ya que son los cultivos con mayor contribución a la producción total y los que determinan la ganancia potencial. Estas plantas silvestres tienen una amplia distribución en varios tipos de vegetación en el norte de la península de Yucatán, lo que delimita los sitios probables de cultivo. Son utilizadas con frecuencia en las comunidades rurales y la demanda de sus productos se relaciona con su disponibilidad.

En el diseño de la plantación forestal mixta para el norte de Quintana Roo, se contempla la incorporación de otras tres especies de plantas silvestres, el chacté para la obtención de postes y el xiat y la despeinada con uso ornamental y con períodos de producción a corto plazo. Considerando que la demanda local de estas plantas de ornato podría saturarse antes que los demás productos, es conveniente identificar otras especies que puedan sustituirlas.

El tamaño de las parcelas forestales mixtas está relacionado con la capacidad de los productores para hacer una inversión a largo plazo y la disponibilidad de mano de obra de los grupos familiares. Una característica importante de este sistema de plantación es que puede ajustarse a los cambios futuros en la capacidad de producción de los grupos familiares. Al establecer plantaciones forestales mixtas de una ha / año se obtiene una producción escalonada y una distribución de los costos de establecimiento. De esta manera, el número de productores potenciales se incrementa y al mismo tiempo, se puede desarrollar a largo plazo, un mosaico ambiental heterogéneo favorable para la diversidad biológica; al contrario de las plantaciones forestales puras. Los beneficios sociales y ambientales que pueden generar las plantaciones forestales mixtas pequeñas son subestimados, ya que el monto de los subsidios federales para las parcelas forestales pequeñas es menor que el de las plantaciones forestales comerciales (Paré y Madrid, 1996).

La localización de la parcela, la distribución espacial de los cultivos y la densidad de plantación son variables controladas por los productores, mientras que el precio de campo de los insumos y productos, el costo de oportunidad de la mano de obra y la calidad de sitio son variables externas fuera del control de los productores, pero ambas afectan la producción total y por consiguiente la ganancia potencial.

La disponibilidad de caminos de acceso, la distancia a la carretera y la cercanía al centro de consumo son los principales factores determinantes de la localización óptima de las parcelas forestales mixtas. El incremento en un 90 % de los costos de arrastre de las trozas de cedro y del pago de fletes hasta la comunidad, reduce la ganancia potencial en poco más del 25 %. La PFM se puede establecer en las parcelas abandonadas del ejido que cuentan con caminos de acceso, pero quedan excluidas aquellas que se encuentran dentro del área forestal permanente o en sabanas y tintales.

La distribución espacial mixta de los cultivos de una PFM, como en los huertos familiares tradicionales (Viquez et al., 1994), busca un uso complementario de los recursos al favorecer el contacto directo entre especies con requerimientos distintos, para obtener un área mínima de interfases entre individuos de la misma especie (Cannell, 1983).

En esta alternativa, con la combinación de prácticas tradicionales de cultivo eficientes: como el uso del fuego para eliminar la cubierta vegetal y hacer disponibles los nutrientes acumulados en la vegetación, y el chapeo que reduce el crecimiento de las plantas no deseadas, sin eliminar la cubierta vegetal; con técnicas silvícolas programadas para favorecer a los individuos mejor desarrollados de los cultivos: como las podas y los aclareos se pretende lograr un manejo semi-intensivo que resulte atractivo para los productores. Si se realizan siembras directas de huano y chacté y se transplantan plántulas de cedro, xiat y despeinada con altas densidades, el número de individuos deseados de cada cultivo se puede regular por medio de aclareos, aplicados durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas. Bajo los supuestos de densidad de plantación óptima y calidad de sitio media se requiere de cuando menos 60 individuos por ha de cedro y más de 300 individuos por hectárea de huano para obtener una producción aceptable. Las densidades altas de cedro (309 árboles / ha) y huano (627 árboles / ha) son determinantes de la producción

total; aún cuando, son inferiores a las densidades de plantaciones puras de cedro (554 árboles / ha) recomendadas por el INIFAP (s/f) y las estimadas para Sabal mexicana (1250 árboles / ha) en la zona centro del estado de Yucatán (Caballero, 1994). La densidad de plantación óptima está relacionada con la calidad de sitio y la intensidad de manejo, pero se debe ajustar a cada situación particular.

Una característica distintiva de esta alternativa con respecto a los sistemas agroforestales, es la obtención de productos no perecederos que tienen amplios períodos de cosecha, por lo que pueden ajustarse a las épocas de mejor precio. El rendimiento medio anual estimado para el cedro (4.15 m³ rfsc / ha / año) en una PFM, es inferior al reportado para plantaciones agroforestales (Neris y Betanzos, 1993) que combinan esta especie con la piña (11.6 m³ r / ha) y con la producción de naranja y maíz (6.6 m³ r / ha). Mientras que el rendimiento medio anual de hojas de huano (3,526.9 hojas / ha / año) es superior a la producción de hojas estimada de esta especie (2,070 hojas / ha) en acahuales de Kantunilkín, Q. Roo (Durán et al., inédito).

La disminución del precio de campo de las hojas de huano en un 40 % y del 80 % en el precio de campo de la madera de cedro en rollo; la reducción de la producción en un 40 %, o bien, un incremento en el costo de oportunidad de la mano de obra en poco más del 30 % provocaría que la ganancia potencial sea nula y por consiguiente que la PFM deje de ser atractiva para los productores potenciales. El conjunto de estos valores límite de la ganancia potencial definen el ámbito de rentabilidad y aportan elementos de juicio útiles para el manejo de una PFM.

El cedro es la especie forestal preferida por los productores locales, es escasa y su madera preciosa es bien cotizada en el mercado local. Este cultivo es ampliamente utilizado en programas de reforestación y recomendado en plantaciones comerciales (INIFAP, s/f). En una PFM es el cultivo con el mayor volumen de producción y su contribución a la ganancia potencial es determinante aún con bajas densidades de plantación.

En una PFM el cultivo del huano supera al cedro por su contribución a la ganancia potencial, bajo los supuestos de densidad de plantación óptima y calidad de sitio media. Esta especie de uso múltiple es resistente al fuego y a los huracanes, se adapta con

facilidad en ambientes transformados y presenta características apropiadas para un manejo sostenible (Durán et al, inédito).

En orden de importancia el xiat, el chacté y la despeñada tienen efectos sobre la ganancia potencial, siguen un patrón de comportamiento parecido y su función es complementaria. La contribución de estos cultivos en el sistema consiste en diversificar la producción y generar ingresos a corto plazo, cuando menos, suficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento.

El cultivo semi-intensivo de plantas silvestres adaptadas a las condiciones ambientales de zonas abandonadas con severas limitaciones ecológicas para una agricultura mecanizada, genera ingresos, que a largo plazo pueden contribuir a la vigilancia y prevención de incendios forestales, con la participación directa de los productores forestales interesados en el cuidado de sus cultivos.

La sostenibilidad de una PFM dependerá, a final de cuentas, del nivel de compromiso que los agentes involucrados en el proceso de producción asuman para conservar los recursos. Los éxitos y fracasos que desde 1970, se han obtenido en el desarrollo de plantaciones agroforestales (Weischet y Caviedes, 1993), sirven de ejemplo en este caso. Pero, la participación gubernamental para eliminar los subsidios a proyectos que provocan degradación ambiental, para regular la tasa de intercambio entre productos naturales e industrializados en el medio rural, y promover la asignación de precios de los productos forestales en función de su abundancia y capacidad de renovación, es determinante para el éxito de esta alternativa.

Conclusiones

La Plantación Forestal Mixta puede ser rentable si los factores determinantes de la producción se mantienen dentro del ámbito de rentabilidad y adoptabilidad. Esta alternativa presenta indicadores económicos poco atractivos para los productores, la relación beneficio / costo de una plantación forestal mixta (1.31), sólo es mayor que el obtenido para la milpa (0.97), mientras que la ganancia media anual de \$ 144.00 es muy inferior a la ganancia del cultivo de hortalizas (\$ 3,378.4). La tasa interna de retorno es baja (18.62 %) comparada con el costo de

oportunidad del capital (15 %), y la tasa de retorno a la mano de obra (\$ 35.18/ jornal) apenas supera su costo de oportunidad (\$ 30.00). El huano destaca por su contribución a la ganancia potencial (57 %), el cedro aporta 27 % y el xiat un 10 %.

La PFM puede ser rentable si el precio de campo de sus productos no disminuyen más del 50 %, si el costo de oportunidad de la mano de obra es menor de \$ 42.00 / jornal, si se mantiene la tasa actual de intercambio de productos e insumos y se incrementa la demanda futura de estos productos forestales. Las labores de cultivo y cosecha de plantas silvestres, se pueden realizar durante amplios períodos,

por lo que pueden acoplarse con las principales opciones de producción agrícola y forestal en Leona Vicario, Q. Roo.

Si existe un interés real por detener la degradación de las selvas tropicales, la participación gubernamental puede ser determinante para hacer más atractivo este esquema de plantaciones al: 1) eliminar los subsidios a proyectos que generan degradación ambiental, 2) regular la tasa de intercambio entre productos industrializados y naturales en el medio rural y 3) promover la asignación de precios de los productos forestales en función de su abundancia y capacidad de renovación.

Referencias bibliográficas

- AVILA, M. 1992. Economics of agroforestry systems. En : Sullivan, G. M., Huke S. M. y Fox, J. M. (eds.) *Financial and Economic Analyses of Agroforestry Systems*. Proceedings of a workshop held in Honolulu, Hawaii, USA. July 1991. Paia, HI: Nitrogen Fixing Tree Association.
- BIOSILVA. A. C. 1996. Programa de Manejo Forestal para el Aprovechamiento de Recursos Forestales Maderables del ejido Leona Vicario, Quintana Roo. México.
- CABALLERO, J. 1994. Use and management of *Sabal* palms among the Maya of Yucatan. Dissertation, Doctor of Philosophy in Anthropology. University of California Berkeley.
- CANNELL, M. G. R. 1983. Plant management in agroforestry: manipulation of trees, population densities and mixtures of trees and herbaceous crops. En: Huxley, P. A. (ed.) *Plant Research and Agroforestry*, pp 455-487. ICRAF. Nairobi, Kenya.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D. F.
- CURRENT, D., E. Lutz, E. y Scherr, S. J. 1996. Costs, benefits and farmer adoption of agroforestry. Project experience in Central America and the Caribbean. Paper Number 14. World Bank Environment. Washington, D. C.
- DURÁN GARCÍA, R., Olmsted, I., Trejo, J. C. y Granados, J. (Inédito). Towards sustainable use of palms of the genus *Sabal* on the Yucatan Peninsula. CICY, Mérida, Yuc.
- FAO. 1995. *La situación de los bosques del mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia.
- GARCÍA E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D. F.
- GITTINGER, J. P. 1976. *Análisis económico de proyectos agrícolas*. Instituto de Desarrollo Económico. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Ed. Tecnos. 3era reimpresión. Madrid, España.
- INEGI. 1995. Resultados definitivos. Tabuladores básicos. Quintana Roo. Conteo de Población y Vivienda. Aguascalientes, Ags.
- INIFAP s/f. Plantaciones comerciales de *Cedrela odorata*, cedro rojo. Paquete tecnológico. (Caracterización). Mérida, Yuc.
- NAIR, P. K. R. 1993. *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Publishers / ICRAF. The Netherlands.
- NERI Flores, O. y F. Betanzos, C. F. 1993. Plantaciones forestales para el Estado de Quintana Roo. Banco de México. FIRA. *Serie Ecología*. México.
- PARÉ, L. y Madrid, S. 1996. Las modificaciones a la Ley Forestal solamente apoyos y subsidios a plantadores forestales transnacionales? En: Paré, L. y Madrid, S. *Bosques y plantaciones forestales. Cuadernos Agrarios. Nueva época*. Año 6, num. 14. pp. 7-10.
- REICHE, C. 1992. Economic analysis of living fences in Central America: development of methodology for the collection and analysis of data with an illustrative example. En : Sullivan, G. M., Huke, S. M. y Fox, J. M. (Eds.). *Financial and Economic Analyses of Agroforestry Systems*. Proceedings of a workshop held in Honolulu, Hawaii, USA, July 1991. pp. 193-205.
- SCHERR, S. J. 1996. Economic analysis of agroforestry systems: the farmers' perspective. En : Current, D., Lutz E. y Scherr. S.J. (Eds.). *Costs, Benefits and Farmer Adoption of Agroforestry. Project experience in Central America and the Caribbean*. Paper Number 14. World Bank Environment. Washington, D. C.
- TOLEDO, V. M., Carabias, J., Toledo, C, y González Pacheco, C. 1989. *La producción rural en México. Alternativas ecológicas*. Fundación Universo XXI. A. C. México, D. F.
- URQUILLAS, J., Ramírez, A. y Sere, C. 1992. Are modern agroforestry practices economically viable? A case study in the Ecuadorian Amazon. En : Sullivan, G. M., Huke, S. M. y Fox, J. M. (Eds.). *Financial and Economic Analyses of Agroforestry Systems*. Proceedings of a workshop held in Honolulu, Hawaii, USA. July 1991. Paia, HI: Nitrogen Fixing Tree Association.
- VÍQUEZ, E., Prado, P., Oñoro, P y Solano, R. 1994. Caracterización del huerto mixto tropical "La asunción" Masatepe, Nicaragua. *Agroforestería en las Americas*. Año 1 No. 2, pp. 5-13.
- WEISCHET, W. y Caviedes, C. N. 1993. *The persisting ecological constraints of tropical agriculture*. Longman Scientific & Technical. New York. pp 259-281.
- WILLIAMS, T. O. 1992. A framework for economic evaluation of smallholder agroforestry: with particular reference to the semi-arid zone of West Africa. En : Sullivan, G. M., Huke, S. M. y Fox, J. M. (Eds.). *Financial and Economic Analyses of Agroforestry Systems*. Proceedings of a workshop held in Honolulu, Hawaii, USA. July 1991. Paia, HI: Nitrogen Fixing Tree Association.