**Banco Interamericano de Desarrollo**

**Honduras**

**Programa manejo Sostenible de Bosques**

**(HO-L1179)**

**DISEÑO DEL COMPONENTE 1 Y EVALUACIÓN ECONÓMICA EXANTE DE LA OPERACIÓN HO-L1179.**

**Guillermo Navarro**

**Bastiaan Louman**

**Vladimir Valera**

**29 de julio 2016**

Siglas empleadas en este documento

|  |  |
| --- | --- |
| AB | Área Basal |
| ACB | Análisis Costo Beneficio |
| AP | Áreas Protegidas |
| BAU | Business as usual |
| BID | Banco Interamericano de Desarrollo |
| CC | Cambio climático |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| GAF | Grupo agroforestal |
| HNL | Honduran Lempiras |
| ICF | Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre |
| IS | Indice de sitio |
| LPS | Honduran Lempiras |
| LFAPVS | Ley Forestal, Áreas protegidas y Vida silvestre |
| MA | Millenium Ecosystem Assessment |
| PASOLAC | Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central |
| PINFOR | Programa de incentivos forestales Guatemala |
| PNR | Plan nacional de restauración |
| PROFOR | Programa Nacional Forestal Honduras |
| PSA | Pago por servicios ambientales |
| PYMES | Pequeños y medianas empresas |
| RBC | Relación Beneficio Costo |
| SAF | Sistemas Agroforestales |
| SANAA | Servicio autónomo nacional de acueductos y alcantarillados |
| TIR | Tasa Interno de Retorno |
| USD | United States Dollars |
| VAN | Valor Actual Neto |

Tabla de contenido

[I Introducción, contexto del apoyo 5](#_Toc464751922)

[I.1 Objetivos de la consultoría 5](#_Toc464751923)

[I.2 Consideraciones básicas para el apoyo para implementar actividades de MFS y agroforestería para la restauración de zonas afectadas por gorgojo (Diagnóstico) 5](#_Toc464751924)

[I.2.1 Contexto socio-económico del manejo de los bosques de pino en Honduras 5](#_Toc464751925)

[I.2.2 Silvicultura del pino y sus costos estimados 7](#_Toc464751926)

[I.2.3 La importancia del bosque de pino para los servicios hídricos 12](#_Toc464751927)

[I.2.5 Las principales amenazas para los bosques de pino 16](#_Toc464751928)

[II Otros proyectos o iniciativas relacionadas en ejecución 19](#_Toc464751929)

[II.1 Algunas experiencias con pago por servicios ambientales en Honduras 19](#_Toc464751930)

[II.2 Incentivos en otros países 21](#_Toc464751931)

[II.2.1 Guatemala 21](#_Toc464751932)

[II.2.2 Incentivos en Costa Rica 21](#_Toc464751933)

[II.2.3 Comparación entre programas de incentivos forestales en México, Costa Rica y Ecuador. 22](#_Toc464751934)

[III Propuesta de financiamiento 23](#_Toc464751935)

[III.1 Recuperación de áreas afectadas y aumento de resiliencia contra el gorgojo 23](#_Toc464751936)

[III.1.1 Consideraciones generales 23](#_Toc464751937)

[III.1.2 Rehabilitación de los servicios hídricos por medio de cobertura forestal 28](#_Toc464751938)

[III.1.3 Rehabilitación de servicios hídricos por medio de sistemas agroforestales 35](#_Toc464751939)

[III.2 Propuesta de financiamiento para aumentar la recuperación y resiliencia. 35](#_Toc464751940)

[III.3 Justificación del financiamiento 38](#_Toc464751941)

[III.3.1 Financiamiento componente 1: pagos a comunidades o grupos con derechos y responsabilidades en terrenos estatales. 39](#_Toc464751942)

[III.3.2 Incentivos para dueños de bosques privados de producción (proyecto piloto). 40](#_Toc464751943)

[III.3.3 Incentivos para sistemas agroforestales (proyecto piloto) 41](#_Toc464751944)

[III.3.4 Provisión de plántulas de una variedad de especies 41](#_Toc464751945)

[III.3.5 Reducción de impuestos 41](#_Toc464751946)

[III.4 Monitoreo de los avances y de los beneficios 42](#_Toc464751947)

[III.5 Asistencia técnica y capacitación 42](#_Toc464751948)

[III.6 Gestión del componente 1 43](#_Toc464751949)

[IV Evaluación económica ex-ante preliminar del componente i 43](#_Toc464751950)

[IV.1 Componente I – Bosques Públicos 48](#_Toc464751951)

[IV.1.1- Conservación del bosque para mejorarla regulación hídrica (caudales de estiaje) afectada por los daños causados por el gorgojo. 48](#_Toc464751952)

[IV.1.2 - Sistema Forestal Sostenible para resina y madera. 54](#_Toc464751953)

[IV.2 Componente 1 – proyecto piloto: incentivos en terrenos privados y paraagroforestería 58](#_Toc464751954)

[IV.2.1.- Sistema Forestal Sostenible para Madera. 58](#_Toc464751955)

[IV.2.2.- Sistema Agroforestal de café. 64](#_Toc464751956)

[IV.3 Rentabilidad económica del componente 1 del Programa. 65](#_Toc464751957)

[V Análisis de sensibilidad 67](#_Toc464751958)

[VI Evaluación económica del componente 2 del programa manejo forestal sostenible 70](#_Toc464751959)

[VII Bibliografía 82](#_Toc464751960)

# I Introducción, contexto del apoyo

## I.1 Objetivos de la consultoría

El objetivo de este trabajo es realizar el diseño del componente 1: Manejo Forestal Sostenible y agroforestería, del programa de Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179).

Mas específicamente, con este trabajo:

1. Se definirán las actividades forestales y agroforestales con potencial contribución a la restauración de zonas afectadas por gorgojo, incluyendo actividades que contribuyen a reducir el riesgo de futuros brotes de gorgojo y actividades relacionadas a la protección del área en restauración.
2. Se diseña un programa de financiamiento para rehabilitación de bosques degradados, los cuales variaran según la propiedad de la tierra donde se ubican los bosques y los derechos de explotación y propone un mecanismo para su implementación.
3. Se propone los indicadores específicos de productos, resultados e impactos del programa por componente, de acuerdo a lo requerido en la Matriz de Resultados del Programa, especificando lo siguiente: (i) metas que se esperan lograr al finalizar el programa; y (ii) fuentes de información asociadas a los indicadores a medirse.

## I.2 Consideraciones básicas para el apoyo para implementar actividades de MFS y agroforestería para la restauración de zonas afectadas por gorgojo (Diagnóstico)

### I.2.1 Contexto socio-económico del manejo de los bosques de pino en Honduras

Honduras es un país con alto potencial para la producción forestal y conservación de la biodiversidad. Hasta finales del siglo 20, este potencial se realizó sobre todo en los bosques coníferas, muchos de los cuales son dominados por la especie *Pinus oocarpa*, y que ocupan 36,7% del área forestal del país (ICF 2016). Hasta entonces, esta especie ha representado hasta el 90% de la materia prima de la industria forestal, estimándose en cerca de 1 millón de beneficiarios potenciales, directos e indirectos, los que dependían de estos pinares (PRONAFOR, 2004). A pesar de que el sector forestal ha contribuido hasta 10% del PIB del país en los años 97-98 (BID 2003[[1]](#footnote-1)), aprovechando alrededor de 800 000 m3/año de madera en rollo (ICF 2016), nunca fueron considerados prioritarios en las políticas para el desarrollo económico del país, y los bosques sufrieron de los efectos de políticas de dotación de tierras forestales a agricultores y ganaderos, y, por lo menos hasta 2005, por políticas y estrategias agrícolas que promovieron la ganadería, el café y granos básicos con créditos y subsidios (Flórez y Mairena 2005), aunque estas afectaron con mayor grado a los bosques latifoliados ya que los pinares se ubicaron en suelos menos aptos para la agricultura. Para 2015, el ICF reporta que la contribución del sector forestal al PIB bajó a 0,8% (ICF 2016).

En 1992 se promulgó una nueva Ley de Modernización y Desarrollo del Sector Agrícola, que permitió concesionar áreas forestales del Estado a empresas privadas y a grupos agroforestales, así como el reconocimiento de derechos de comunidades y pueblos indígenas, a menudo con poca experiencia en el manejo forestal para la comercialización. Aunque tenía como objetivo el fortalecimiento del manejo forestal (exigió planes de manejo para aprovechar el bosque y dio un papel clave a la administración forestal del estado en la regulación del manejo y la protección), en la práctica, y a pesar de que existen algunos ejemplos exitosos de manejo forestal comunitario, pocos de los bosques dominados por *P. oocarpa* son manejados en buena forma o de acuerdo a sus planes de manejo, y no todos los planes de manejo tomen en cuenta las nuevas condiciones económicas y ambientales (clima, suelo). De acuerdo a BID (2003) las principales razones son: incertidumbre en la tenencia de la tierra; altos costos de transacción; falta de conocimiento sobre tecnologías nuevas y falta de servicios de asistencia técnica públicos o privados; falta de incentivos económicos debido a distorsiones en el mercado (BID 2003, 2).

Esta situación deja a estos bosques en condiciones degradadas (hasta 72% de los bosques de pino, Flórez y Mairena 2005) y vulnerables ante choques externos, incluyendo el cambio climático, incendios, cambio de uso y plagas como el gorgojo. Adicionalmente, ha creado un mal imagen del sector forestal productivo y ha motivado iniciativas gubernamentales, no-gubernamentales y privadas orientadas a la conservación de los bosques para su diversidad y otros servicios ecosistémicos, reduciendo las intervenciones planificadas al mínimo, sin necesariamente lograr la protección ni aumentar su resiliencia.

Bajo estas condiciones se dio la peor plaga de gorgojo (*Dendroctonus frontalis*) en los últimos 50 años[[2]](#footnote-2).

### I.2.2 Silvicultura del pino y sus costos estimados

#### Distribución

El *P. oocarpa* se encuentra desde México al norte de Nicaragua y en Honduras es la especie más abundante en los bosques de pino, aunque puede encontrarse en asocio con otras especies de pino o con robles (especies de *Quercus*) y liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), entre otras (Flórez y Mairena 2005). Ocurre en rangos amplios de alturas sobre el nivel de mar (600 a más de 2000 m), de suelos (limo-arcillosos a arenosos) y en una variedad de climas, con temperaturas medias anuales entre 13 y 23oC y con precipitaciones mayores a 650 mm/año pero rara vez mayor a 3000 mm/año, y este último solamente si se ubica sobre suelos bien drenados (Cordero y Boshier 2003). Los mismos autores indican que crece bien bajo un rango de condiciones, pero prefiere suelos bien drenados.

En Honduras, los bosques coníferas cubren una superficie total de 1,972,675 ha, distribuidos por departamento (cuadro 1).

*Cuadro 1; distribución del bosque de conífera sobre los departamentos de acuerdo a densidad del bosque (ICF 2016; p13).*



El bosque de conífera denso difiere del bosque de conífera ralo por tener una cobertura arbórea de 50% o más. Destacan los departamentos de Francisco Morazán y Olancho por su mayor superficie de bosque de conífera (>300,000 ha). En estos últimos dos departamentos, además, hay 844 ha y 3870 ha de bosques renovados respectivamente (plantación y regeneración natural combinadas).

#### Ecología

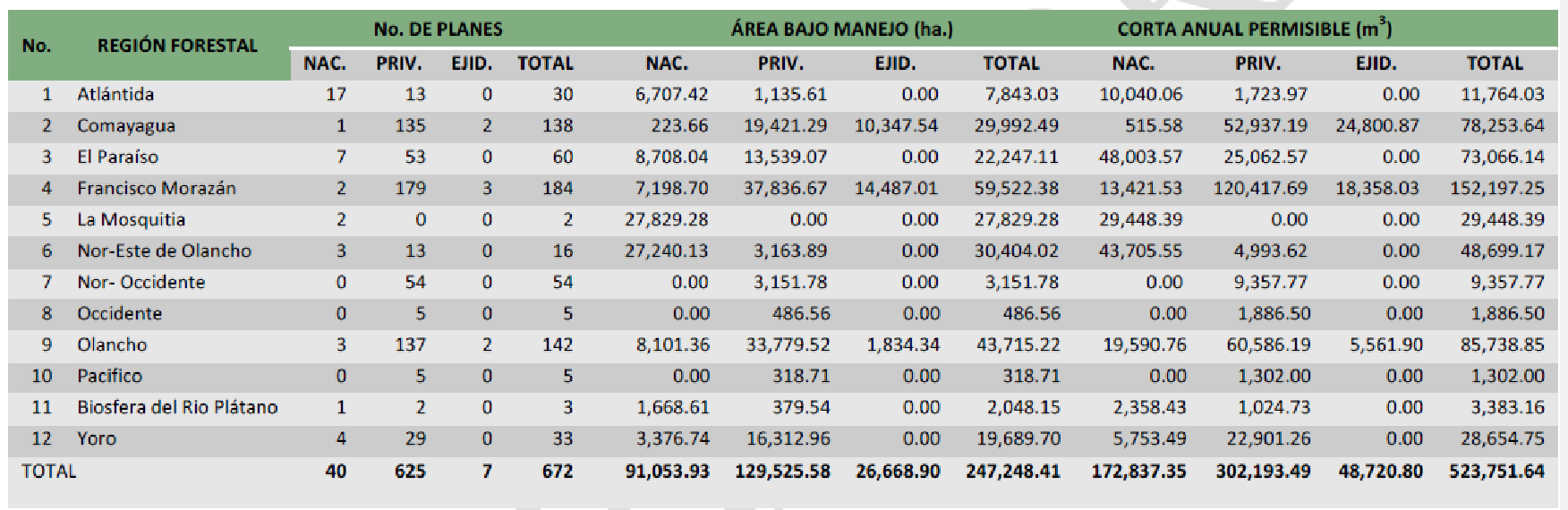
La flexibilidad del *P. oocarpa* por condiciones ambientales está reflejado, aparte por su distribución sobre todo el país, también por la gran diferencia en tasas de crecimiento reportado por estos autores, y también por Flórez y Mairena (2005): de 1 m3/ha/año bajo malas condiciones (suelos muy secos o pobres y elevaciones menores de 900 msnm), a hasta 18 m3/ha/año en plantaciones en buenos suelos. En bosques naturales su incremento volumétrico está entre 3 y 4 m3/ha/año y bajan a menudo a 1-2 m3/ha/año en los bosques no manejados de Honduras (PRONAFOR 2004). Con manejo forestal se pueden aumentar a incrementos medios anuales de 9 a 12 m3/ha/año (Alvarado Rivera 2013).

El crecimiento inicial del *P. oocarpa* es lento, sus copas son ralos, por lo cual en la fase inicial del desarrollo pueden crecer muchas malezas entre las plántulas, aumentando la competencia y el riesgo por incendios. Además, la plántula es susceptible a enfermedades de sus acículas, a deficiencias nutricionales y el árbol es poco resistente a vientos fuertes (Cordero y Boshier 2003). Sequías, como las causadas por fenómenos como el Niño, pueden afectar al *P. oocarpa*, adelantando su floración, mientras que la maduración del polen se atrasa, dificultando la polinización y fructificación (Dvorak, s.f.).

#### Áreas bajo planes de manejo

Del total de 5,4 millones de ha de bosque en el país en 2015, solo 247,248 ha contaron con un plan de manejo (4,5%) distribuidos sobre terrenos nacionales (91,1 mil ha en 40 planes), terrenos privados (129,5 mil ha en 625 planes) y terrenos ejidales (26,7 mil ha en 7 planes)(Cuadro 2).

*Cuadro 2; Área bajo manejo según tenencia y región forestal acumulada a 2014 (ICF 2016; p 34)*



Destacan los Departamentos de Comayagua, Francisco Morazán y Olancho (incluyendo Noreste de Olancho) por su mayor número de planes y superficie bajo manejo. También destaca la gran cantidad de planes en terrenos privados en comparación con las otras formas de tenencia.

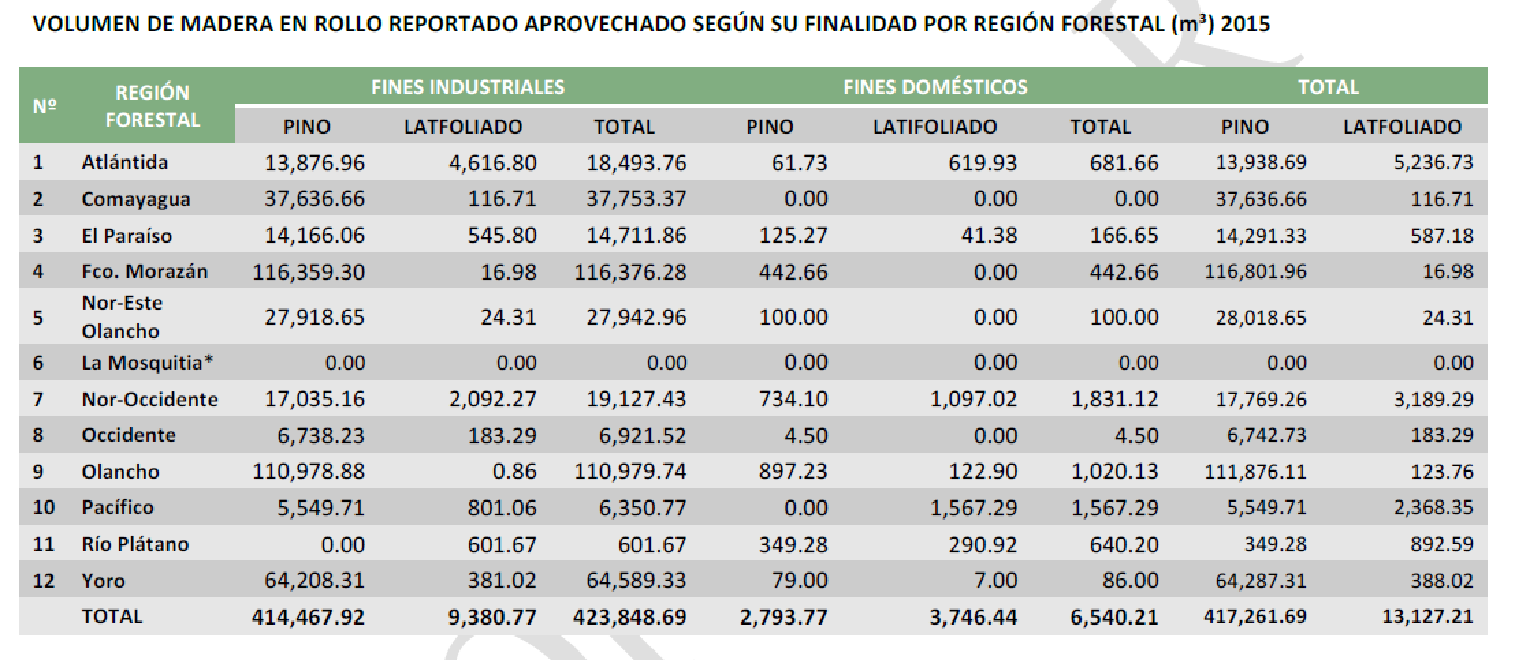
#### Productos de los bosques

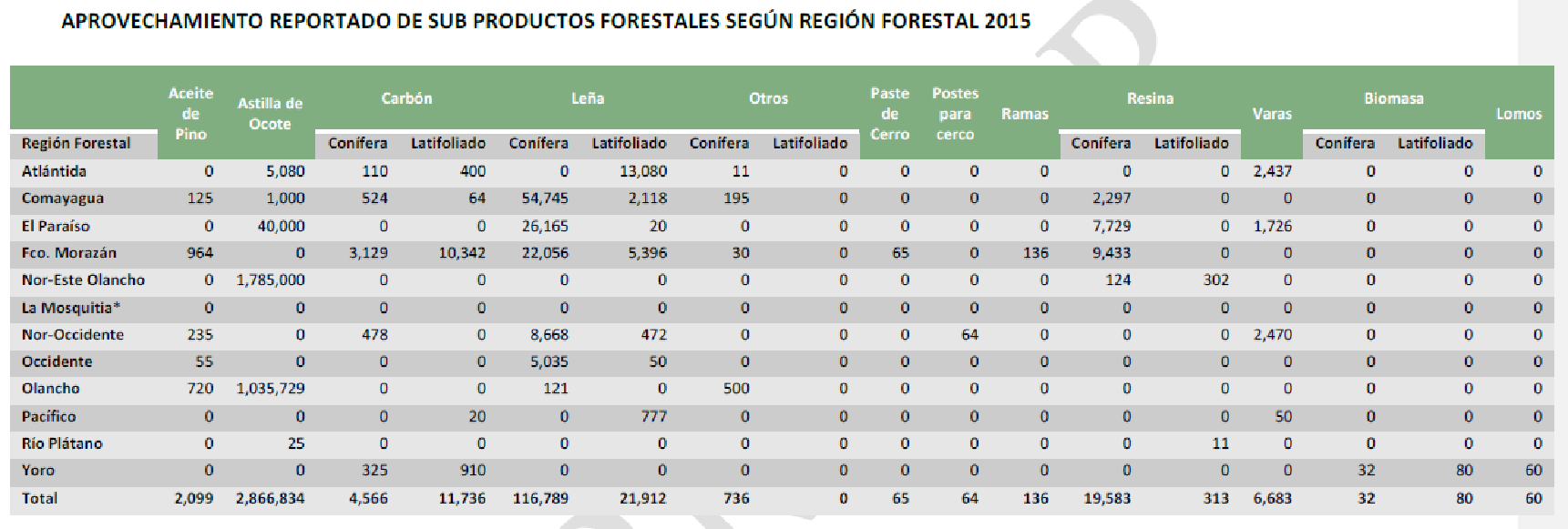
Aparte de la madera aprovechada en rollo (tabla abajo, ICF 2016 p40) los bosques de conífera también son importantes fuente de carbón, leña, y resina (en Comayagua, Paraíso y Francisco Morazán, ICF 2016 p 41).

Cabe señalar que ICF (2016) reporta que en el Departamento de Francisco Morazán producen el 47% de la madera aserrada de pino en el país, más que el doble de que en cualquier otro departamento y destinada principalmente a madera aserrada (69%), plywood (12,5%) y palillo (10%).

De los 25 grupos agroforestales inscritos en Francisco Morazán, 5 se dedicaron a agroforestería (café), uno al madereo con aserrío, 11 a madereo y 8 a la extracción de resina. Olancho cuenta con 60 grupos, de los cuales 10 se dedican a la agroforestería, 33 a madereo con aserrío, 16 a madereo y solo uno a la extracción de resina (Cuadro 3).

*Cuadro 3; aprovechamiento de madera y otros productos según región forestal (ICF 2016).*

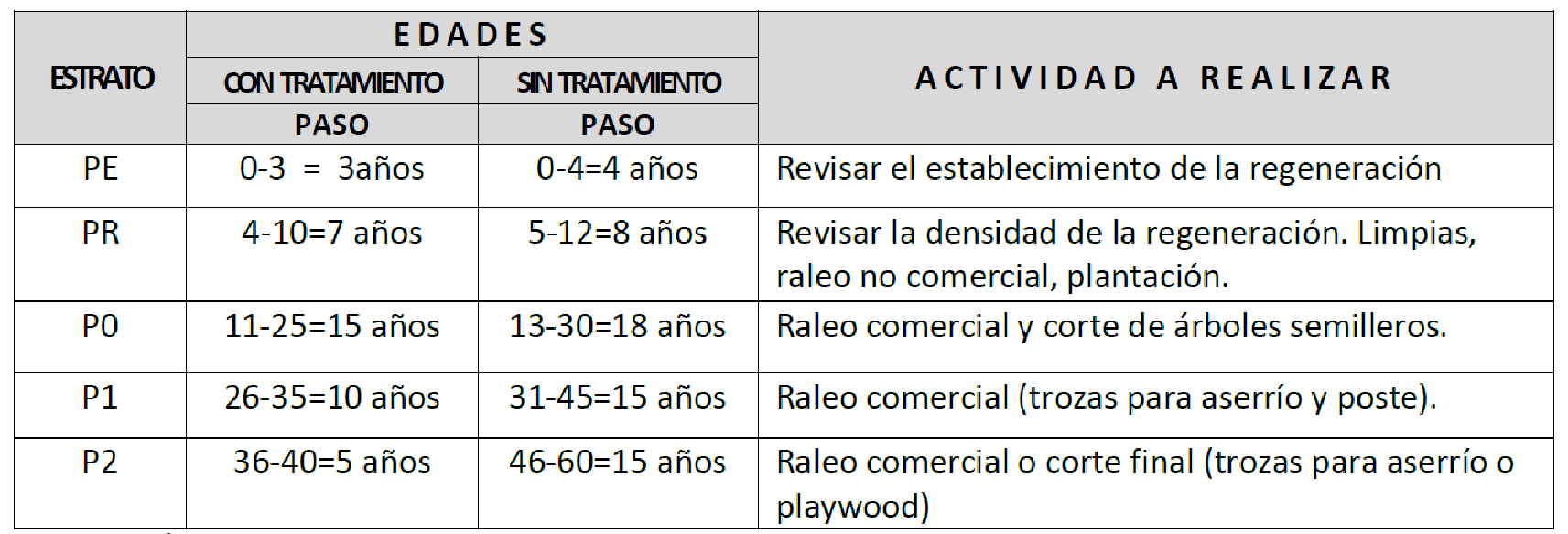




#### Silvicultura del pino y sus costos

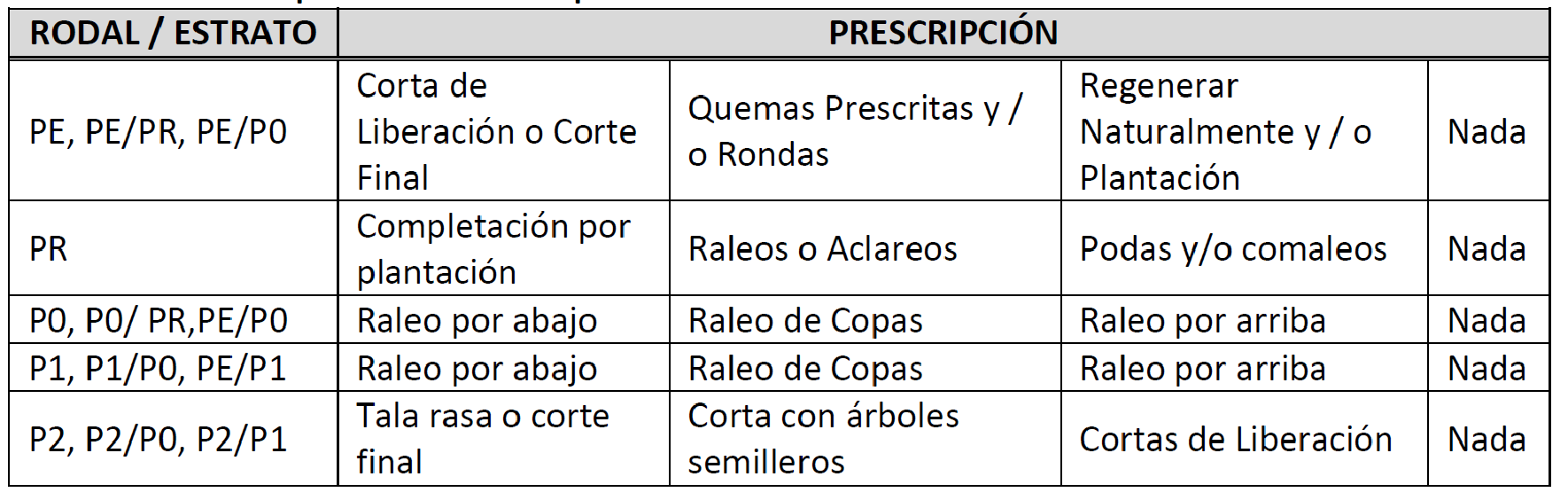
Alvarado Rivera (2013) resume el manejo de un rodal de pino bajo condiciones normales en la siguiente manera (Cuadro 4).

*Cuadro 4; principales actividades del manejo de un rodal de pino de acuerdo a Alvarado Rivera (2013; p15). Pe = Bosque de pino maduro aprovechado recientemente y en fase de regeneración; Pr = regeneración natural o artificial con altura mayor a 1,3 m y diámetro altura de pecho (DAP) menor a 10 cm; P0 = bosque de pino joven con DAP entre 10 y 25 cm; P1 = bosque de pino mediano con DAP de 25-35 cm; P2 = bosque de pino maduro con DAP >35 cm.*



Implica que aplicando los tratamientos silviculturales indicados, un turno promedio de pino es de 40 años[[3]](#footnote-3), aprovechando de 80 a 150 árboles por hectárea al final del turno, dejando entre 12 y 25 árboles semilleros. El primer raleo no-comercial se aplicaría entre el año 4 y 10, reduciendo la densidad de árboles hasta con un 50%. Los siguientes raleos pueden ser variables de intensidad, de 35 a 50% de acuerdo a Cordero y Boshier (2003).

*Cuadro 5; opciones de tratamientos silviculturales, de acuerdo a los objetivos de los dueños y el estado del rodal al momento del tratamiento, tomado de la guía de Alvarado Rivera (2013; p50). Vea cuadro 5 para explicación de estratos.*



Alvarado Rivera (2013) sugiera otras opciones de tratamientos en su guía para el manejo silvicultural del pino (cuadro 5). En la misma guía, se estiman los gastos del manejo, partiendo de un salario de 150 lps/día para un jornalero y de 2000 a 2500 lps/día para un técnico forestal; llegando a los siguientes montos:

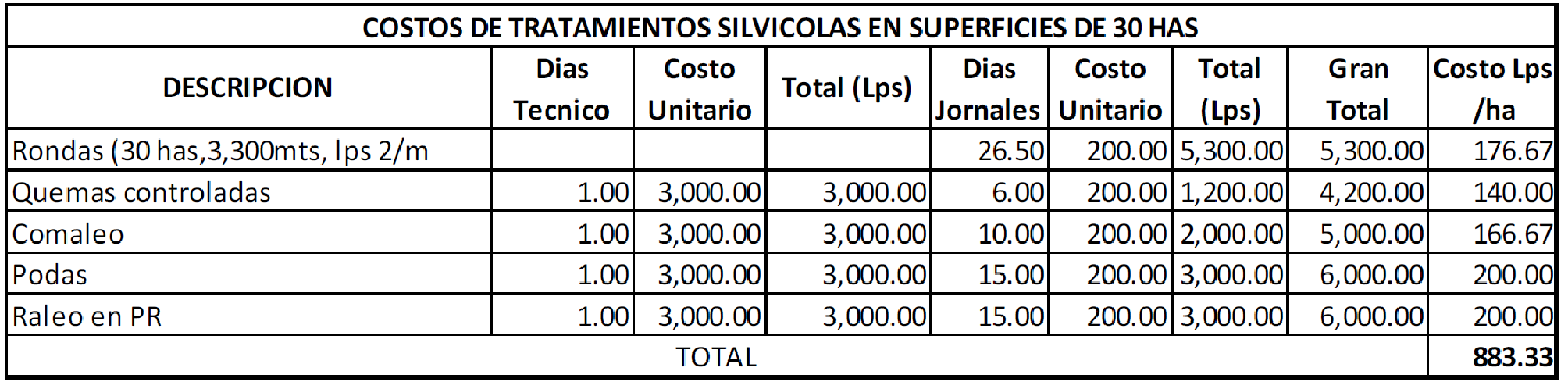
Plan de manejo: 250 lps/ha (cada 40 años con actualizaciones cuando se ve necesario)

Plan operacional: 45-50 lps/m3 (cada 5 años)

Prescripción silvícola: 100-110 LPS/ha (cuando cambia a nueva fase de desarrollo)

Esta última está basada en una compartimentalización del bosque, un análisis detallado del estado silvicultural de cada rodal, y una recomendación de tratamiento a seguir por rodal. Dependiendo de este análisis, sigue una marcación para el raleo (costo por ha de acuerdo al estado del bosque, optando por intensidades de corte de 40m3/ha: P0 483,33 lps/ha; P1 358,33 Lps/ha y para corte final: 225 Lps/ha) y el costo de tratamientos no comerciales (Cuadro 6). De acuerdo a ICF estos costos deben de actualizarse: por ejemplo el valor actual del jornalero es de 250 Lps/dia.

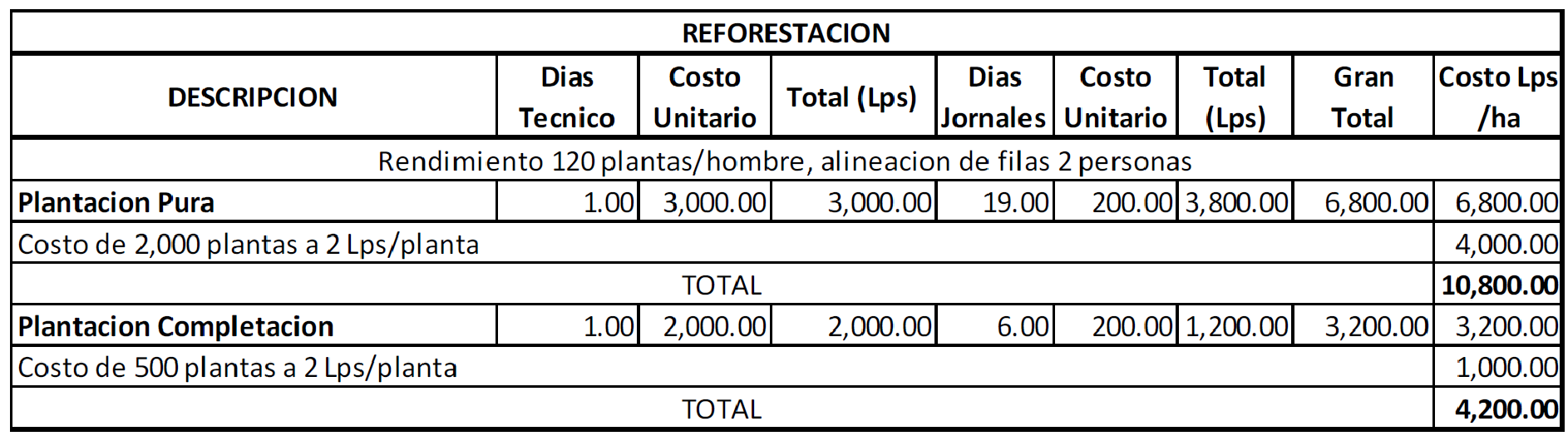
*Cuadro 6; costos de tratamientos silviculturales de acuerdo a Alvarado Rivera (2013; p54)*



Estas actividades están orientadas a asegurar la supervivencia, el rápido crecimiento y la calidad de los árboles, pero por su costo a menudo no han sido aplicadas en Honduras. El productor prefiere no intervenir en su rodal hasta el primer raleo comercial o el momento que encuentra un comprador potencial por los productos que saldrán de su bosque. Esta actitud ha sido fortalecida, porque muchas veces incendios afectan sus rodales en una fase temprana y ellos perciben estos como una selección natural adecuada de los mejores árboles. Sin embargo, los rodales existentes actualmente muestran que el resultado de esta selección natural es un bosque con una productividad considerablemente por debajo del potencial.

La actividad silvícola principal es el establecimiento del nuevo rodal. Mientras los dueños privados en general prefieren la regeneración natural, la guía estima los costos para la regeneración artificial (Cuadro 7).

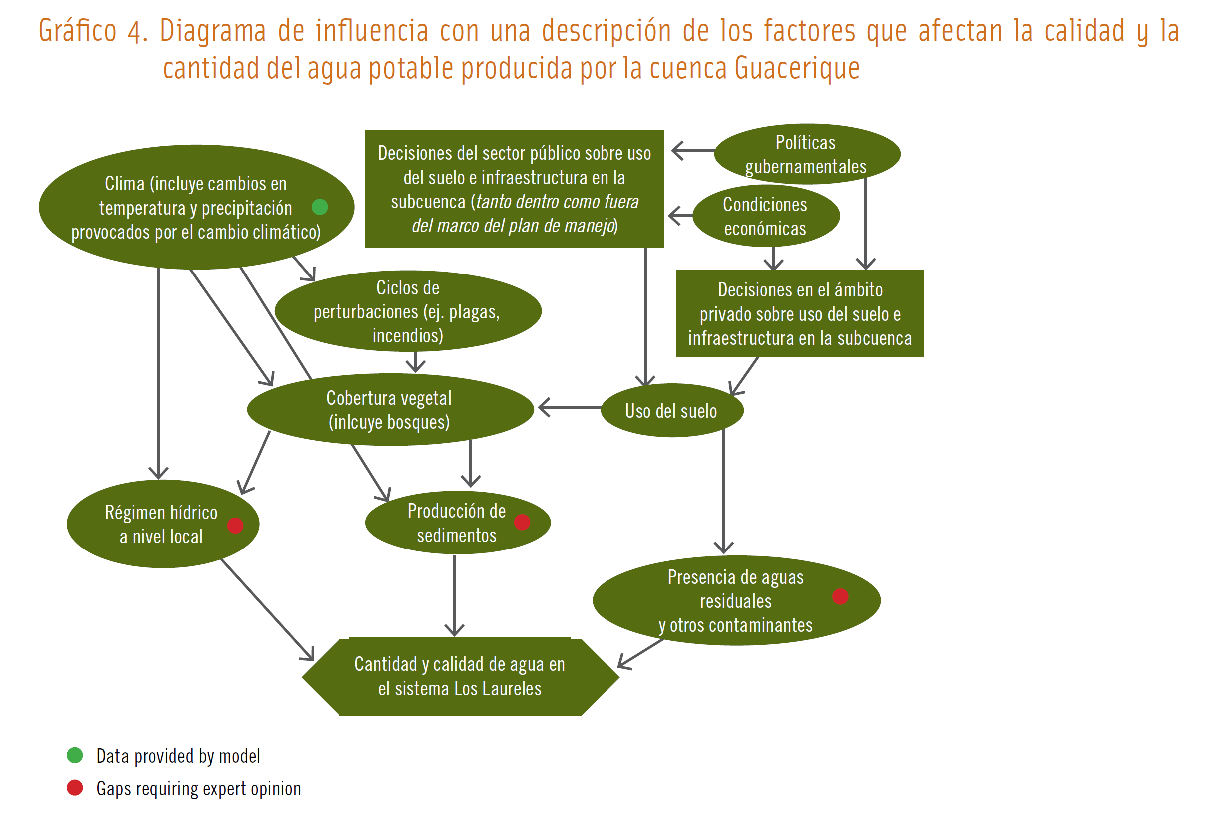
*Cuadro 7; Gastos de regeneración artificial y de enriquecimiento/completación de acuerdo a Alvarado Rivera (2013, p55).*



La regeneración natural depende de la presencia de árboles semilleros de buena calidad que además florecen y fructifican, procesos que pueden ser disturbados por el cambio climático (Dvorak s.f.). Además, Wolffsohn (1984) encontró que la mejor regeneración ocurre a relativamente poca distancia (5-10m) del árbol padre. Por estas razones, y a pesar de que es más caro que solamente la regeneración natural, en áreas despojadas de árboles semilleros (como la mayoría de las áreas afectadas por el gorgojo) será recomendable complementar la regeneración natural con la artificial de hasta 500 plantas por ha. Considerando además que por el cambio climático algunas zonas del bosque de conífera serán menos aptas para el mismo pino, es recomendable enriquecer la regeneración natural con árboles de otras especies, con mayor potencial de supervivencia bajo las condiciones esperadas.

### I.2.3 La importancia del bosque de pino para los servicios hídricos

Para entender bien la importancia de los bosques de pino para los servicios hídricos partimos del modelo conceptual propuesta por PROFOR (2012) y tomado de su p. 20:



En este modelo, el papel del bosque (cobertura vegetal) está central en el control de sedimentos e influye el régimen hídrico local (aguas superficiales), importantes para embalses como el de Los Laureles, tomado como estudio de caso por PROFOR. A esto agregamos la importancia de la cobertura vegetal para el agua sub-terranea, ya que la presencia o ausencia de diferentes tipos de vegetación pueden influir sobre la tasa de infiltración (Junker 2005).

La diferencia entre precipitación y evapotranspiración es el agua disponible para la filtración y la escorrentía. De estas, la escorrentía es lo que queda una vez que la infiltración esta saturada, sea porque el suelo se ha saturado o porque la intensidad de precipitación es mayor que la velocidad de infiltración. Ambas pueden ser influidas por la vegetación y el uso de la tierra. La escorrentía en general contribuye directamente al caudal, mientras el agua infiltrado a menudo esta liberado paulatinamente, contribuyendo al caudal también en épocas con poca lluvia.

Los bosques pueden ser muy importantes para mantener el flujo base en cuencas hidrográficas, particularmente durante los meses secos del año. De hecho, varios autores confirman el beneficio de mayor infiltración en los suelos bajo bosques de pino que en suelos bajo pastos (Dortignac and Love 1960, Pinheiro *et al*. 2009); particularmente es el caso en áreas con pendientes altas en las partes altas de las cuencas, donde el agua que no infiltra inmediatamente se convertiría en escorrentía. Diferencias en el balance hídrico de subcuencas con pino o con sabanas arbolados durante la época seca se deben a la mayor infiltración bajo bosques de pino, recargando el agua subterránea que alimenta al flujo base de los ríos.

También se ha mostrado que en caso de plantaciones de pino con altas tasas de crecimiento relativo a la vegetación natural, el aumento en el uso del agua por parte de las plantaciones no compensa el aumento en la tasa de infiltración, en cuales casos entonces el balance hídrico es negativo (Ghimire *et al.* 2014). Sin embargo, hay que considerar que en los casos donde estas plantaciones están en pendientes, su efecto positivo sobre la reducción de sedimentos y sobre su potencial para redistribuir la disponibilidad del agua sobre el año, - reduciendo su disponibilidad en los períodos de precipitaciones altas, y aumentando su disponibilidad por lo menos al inicio de los períodos secos, en comparación con usos de suelos con poca vegetación.

La densidad del bosque también es importante para la tasa de infiltración. En bosques de pino-encino en China, por ejemplo, Chen *et al* (2014) encontraron que en un bosque muy denso, con una densidad de 2100 árboles/ha, raleos de 15 y 30% mejoraron sustancialmente la tasa de infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, pero que con una intensidad de raleo de 60%, ambas la infiltración y la capacidad de almacenamiento se redujeron a la tasa sin intervenciones, o sea, 40% menor en caso de infiltración promedio. Atribuyen esta reducción al efecto del raleo sobre la materia orgánica y la densidad del suelo. También Ilstedt *et al.* (2016) encontraron que una densidad intermedia de los bosques y plantaciones en Africa mantiene un balance favorable entre uso del agua por los árboles y su impacto sobre la infiltración, resultando en una mayor recarga hídrico de los aguas subterráneos.

Otro factor que puede influir en forma negativa la tasa de infiltración es la quema del área. En Arizona, Zwolinski (1971) encontró que quemas reducen la materia orgánica y aumentan la densidad del suelo, reduciendo la tasa de infiltración y aumentando la erosión. En su estudio, sin embargo, el suelo recuperó sus características durante la época del invierno, posiblemente debido a las temperaturas frías y las heladas.

A pesar de que se entienda bien el papel teórico de los árboles y el bosque en la regulación del ciclo hídrico (baja el caudal total pero con bosques naturales puede subir el caudal base), nuestra capacidad para predecir el efecto de bosques sobre por ejemplo el caudal en microcuencas aún está limitada por la influencia de factores ambientales locales sobre esta relación y porque en general hay pocos estudios con suficientes datos para lograr conclusiones contundentes sobre como diferentes factores influyen la relación bosque-agua en los trópicos (Locatelli and Vignola 2009).

Siguiendo a Ojea *et al*. (2012) para este estudio estamos reconociendo la importancia de los bosques para la infiltración y la regulación de la escorrentía, los cuales serían servicios regulatorios de acuerdo a MA (2005), pero estamos interesados al final en el beneficio que percibirá el usuario del agua: una mayor cantidad de agua durante el período de estiaje. Para este fin Alexander Hernandez hizo una evaluación aplicando el modelo SWAT a tres microcuencas seleccionadas por su ubicación y el déficit durante el período de estiaje, estimado la diferencia en balance hídrico mensual de las microcuencas entre cuencas con bosques intactos, y cuencas afectados por el gorgojo (Hernandez 2016). Esta diferencia es el resultado de la desaparición de la cobertura forestal sobre parte del área y representa el beneficio de una combinación de servicios hídricos del bosque y, por ser un beneficio directo para la población, es un resultado económicamente evaluable, aunque el valor podría variar de acuerdo al uso del agua (hidroeléctrico, irrigación o consumo humano). Para el caso de Hernandez, los resultados se resumen en el cuadro 8.

*Cuadro 8; estimación de volumen de agua perdido por hectárea por año debido a los ataques de gorgojo; estimado sobre una simulación de ataques anuales sobre 10 años (Hernandez 2016). El volumen perdido promedio ponderado por ha es de 162,44 m3/ha.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Área piloto | Superficie total (ha) – simulada en SWAT | Superficie de bosque coníferas (ha) – mapa forestal 2014 | Superficie afectada por brotes de gorgojo (ha) | %  Pérdida bosque | Meses de déficit hídrico al 2020 según balance (demanda supera oferta) | Volumen (m3) en la época de déficit sin considerar impacto gorgojo | Volumen (m3) en la época de déficit considerando el impacto gorgojo | Volumen total de agua perdido por los ataques de gorgojo (m3) durante los meses de estiaje con déficit | % Pérdida de volumen | Volumen perdido por unidad de área en la cuenca (m3 ha-1) |
| Guacerique | 19,024.02 | 4,904.28 | 1,062.63 | 22% | Enero, Febrero, Marzo, Abril | 14,113,258 | 13,982,440 | 130,818 | 0.93% | 123.11 |
| Juticalpa | 27,552.96 | 7,042.50 | 781.20 | 11% | Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo | 11,060,750 | 10,892,780 | 167,969 | 1.52% | 215.05 |
| Ajuterique | 10,526.49 | 379.53 | 24.84 | 7% | Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo | 2,883,529 | 2,878,803 | 4,726 | 0.16% | 190.27 |

La literatura no coincide sobre cuál es la mejor forma de calcular el valor de este volumen perdido: calculando la voluntad de pago (que a menudo es mínimo por falta de recursos o falta de confianza que un pago realmente mejorara la situación), valor residual a partir del precio pagado en la ciudad, restando los costos de distribución (lo cual a menudo también es bajo, porque rara vez se atribuye un valor al agua en calcular el costo para el usuario final), o el costo de proveer el agua en una forma distinta (por ejemplo de rellenar un barril para el almacenaje, o utilizar cisternas para su distribución). Ojea *et al.* (2012) revisaron la literatura y encontraron valores que varían de 0,08 USD/ha hasta 6016.55 USD/ha, equivalente a 0,0002 USD/m3 a 15,9 USD/m3 (0,0046 y 363,50 LPS/m3 respectivamente a la tasa de 30 agosto 2016) para el promedio de volumen perdido en el estudio de caso de Hernandez.

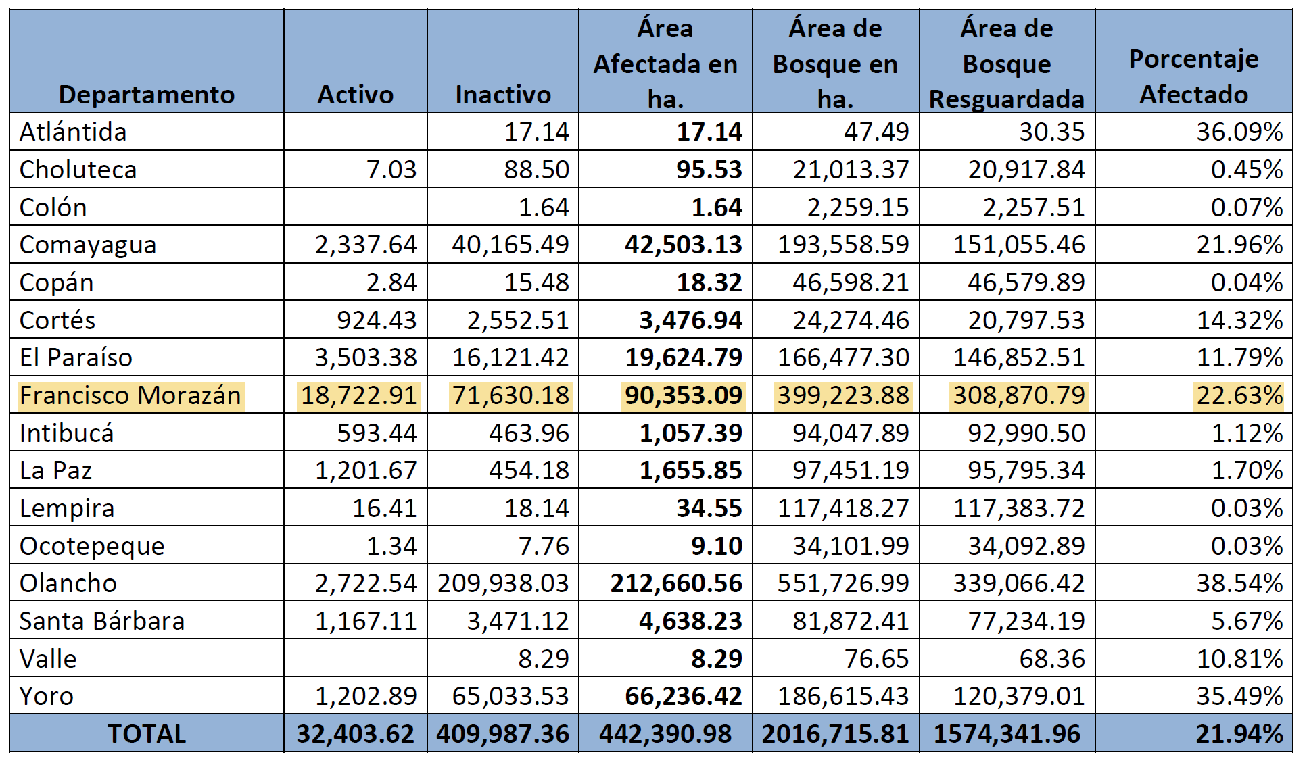
Para esta propuesta consideramos que el valor del volumen de agua perdida se mide por el costo de recoger agua del grifo en el puesto de almacenamiento de SANAA a un valor de 0,05 Lps/galón, o sea, 13,21 Lps/m3. Este costo fue reportado por Gonzalez (2011) y es significativamente mas bajo que el costo que ella reportó para almacenar agua en barriles, una forma de almacenamiento aceptable bajo las condiciones actuales de los usuarios potenciales de esta agua: 21,33 Lps/m3 (0,94 USD/m3), asumiendo un barril de 200 ltrs con costo de USD 20/barril, 2 años de vida, costo de limpieza de USD 10/año y un consumo de 13m3/mes-familia y que el costo de llenar el barril es cero. Además estaremos mostrando que compare favorable con la voluntad de pago reportado por varias fuentes para Honduras (Cisneros Caecedo 2005, Lopez 2011).

### I.2.5 Las principales amenazas para los bosques de pino

De acuerdo al análisis de la deforestación por Vallejo Larios (2011), el bosque de pino en Honduras esta menos expuesto a cambio de uso que los bosques latifoliados, y su principal causa ha sido la expansión urbana. Su estudio indica que el área de bosque de pino en Honduras ha aumentado paulatinamente sobre los últimos años y su principal problemática actual es la degradación y la reducción de su biomasa y diversidad, principalmente debido a la extracción de madera sin manejo y el subsecuente daño a la regeneración menor a 5 m de altura por incendios naturales y antropogénicos[[4]](#footnote-4). En el mediano plazo, y en combinación con el cambio climático (mayor temperatura y menos precipitación), podría producirse un cambio de cobertura de bosque de pino a sabana arbolada (Imbach *et al*. 2012). Además, estos bosques son susceptibles al gorgojo, como muestra la amplitud de los daños causados por esta plaga durante el actual evento.

#### Gorgojo

*Cuadro 9: Estado de los brotes (activo o inactivo), el ataque de la plaga, la cantidad de bosque que existía en el departamento previo al ataque de la plaga, el remanente de bosque y el porcentaje del área afectada (información recibida de ICF, actualizada sobre la información del anuario de 2015).*



Después de Olancho, Francisco Morazán es el departamento con mayor área de bosque afectado en el país y en términos de estado del plago, es el departamento con el mayor área con plaga activo (cuadro 9).

La experiencia de la plaga más reciente está descrita en más detalle en el informe técnico para el componente 2 de este programa (Billings 2016). Aquí se destacan algunos puntos clave a ser considerados en el desarrollo de acciones para recuperar los bosques afectados y fortalecer su resiliencia ante futuras plagas.

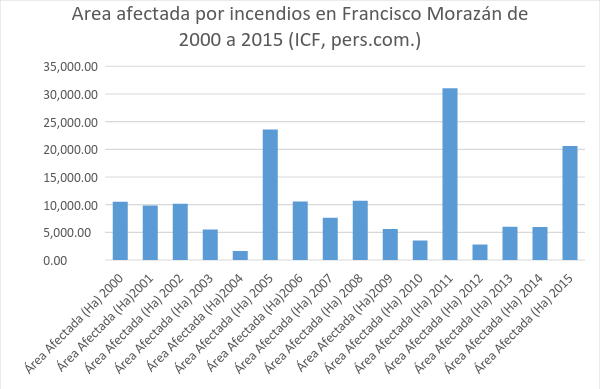
En general, el descortezador inicia su ataque en árboles débiles (Billings *et al*. 2004). Luego atrae otros individuos por medio de feromonas y una vez un árbol está infestado, los descortezadores pasan a árboles cercanos, independientemente de edad o estado físico de estos árboles. En años anteriores, ya se encontraron una relación positiva entre temperatura y afectación por el gorgojo, y una negativa entre cantidad de precipitación mensual y esta afectación (Riveras Rojas *et al*. 2010). Estos autores también encontraron una correlación entre áreas incendiadas y áreas afectadas por el gorgojo durante el mismo año, concluyendo que los incendios debilitan el bosque y lo hacen más susceptibles para el gorgojo. Sin embargo, Billings *et al.* (2004) indican que el contrario también ocurre: bosques afectados por el gorgojo son más susceptibles a los incendios, por dos razones: i) se utiliza la quema para matar al gorgojo, pero así también matan a la regeneración, y ii) la forma de control de corta y dejar los árboles aumenta la cantidad de combustible en el piso, aumentando el riesgo de incendios en las siguientes estaciones secas, además de aumentar la intensidad del incendio cuando ocurre, por el tipo de combustible. En ambos casos, los incendios atrasan o aún no permiten la recuperación del bosque después del gorgojo.

En general, los brotes inician más a menudo en las cimas (que se caracterizan por suelos poco profundos) y/o en pendientes con exposiciones hacia el sur, siendo áreas más secas. En consecuencia los brotes a menudo ocurren en zonas susceptibles a la erosión y subsecuente degradación.

En años “normales” el área afectada rara vez sobrepasa los 1000 ha a nivel nacional y brotes de 2 a 5 años ocurren cada 15 a 20 años, con áreas afectadas de 3000 hasta 12000 ha por año (Riveras Rojas *et al*. 2010). En años anteriores se ha mostrado que el control temprano de brotes mantiene el área afectada dentro de rangos aceptables de pocas hectáreas; algo que no ocurrió en el inicio del brote actual.

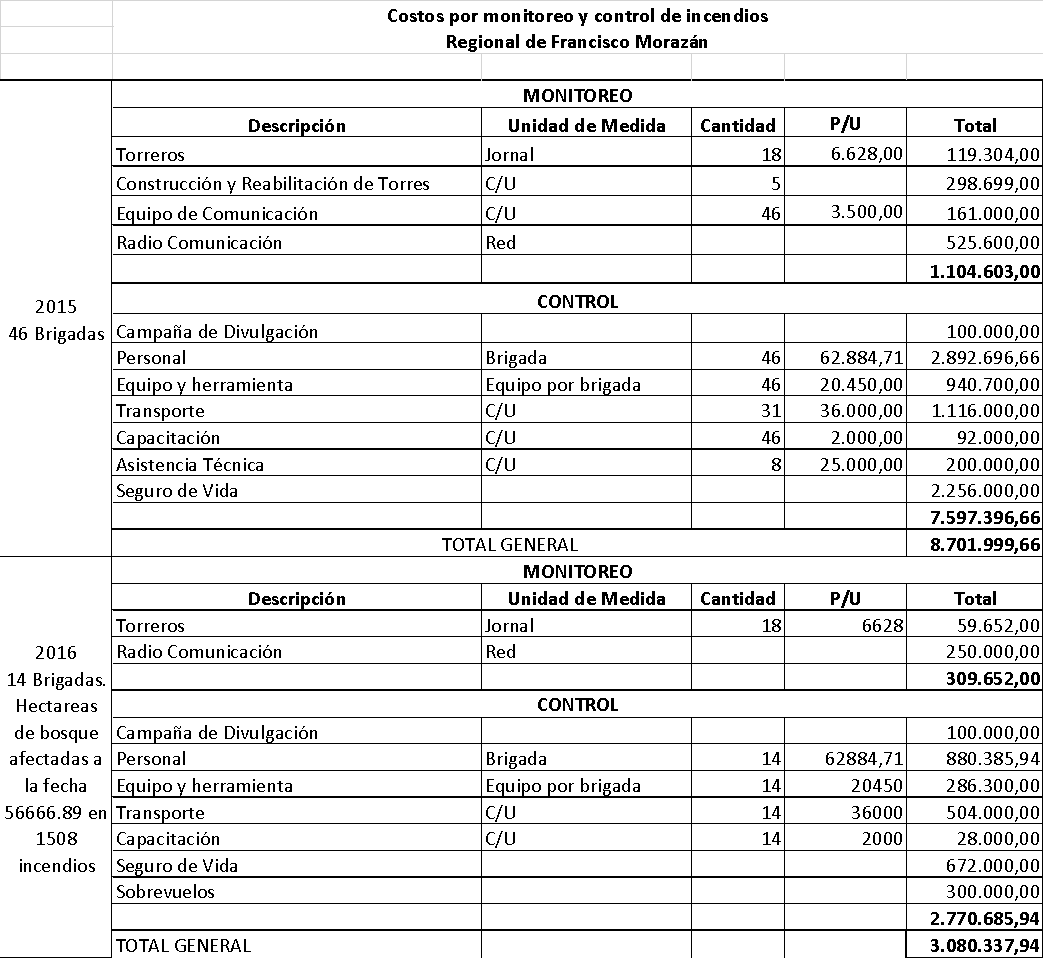
#### Incendios forestales

Incendios forestales son muy comunes en Honduras y solamente en el Departamento de Francisco Morazán se han incendiado más de 165 mil hectáreas sobre los últimos 15 años, con picos en los años 2005 (después del ataque de gorgojo de 2001-2005), 2011 (antes) y 2015 (después). Años relacionados tanto con períodos secos como con brotes de gorgojo.



En el pasado, la mayoría de los incendios forestales han sido iniciados por personas en forma ilegal (es decir, sin permiso, o no de acuerdo a los lineamientos para quemas controlados, pero no necesariamente de mala fe). Aumentando el control y ampliando los esfuerzos de educación ambiental pueden tener un efecto positivo sobre estas personas. El tamaño y la intensidad de los incendios, sin embargo, son muy influidos por el estado del bosque (vitalidad y cantidad de combustible), la topografía y el clima. Considerando que la forma de combatir el gorgojo en Honduras ha dejado grandes cantidades de árboles muertos en los sitios atacados, hay un riesgo inmediato de incendios en las áreas afectadas. Por ejemplo en el Departamento de Francisco Morazán el ICF se cuenta con menos presupuesto para el monitoreo y control de incendios para 2016 del que se dispuso para 2015 y de acuerdo a la información suministrada por ICF, el área de incendios para el 2016 se ha disparado (56 667 ha, cuadro 10).

*Cuadro 10; costos de monitoreo y control de incendios suministrados por el ICF*



# II Otros proyectos o iniciativas relacionadas en ejecución

## II.1 Algunas experiencias con pago por servicios ambientales en Honduras

La LFAPVS estípula varias incentivos para el sector forestal (por ejemplo en sus artículos 134 sobre asistencia técnica, 136 sobre financiamiento de actividades de protección, 137 sobre exoneración de impuestos de importación, 149 sobre incentivos y 151 sobre inmuebles con reservas forestales), incluyendo la posibilidad de crear un sistema de pago por servicio ambientales (artículo 149 inciso 8), pero actualmente no están regulados y hasta el momento solo se han aplicado incentivos relacionados a la exoneración de impuestos (artículos 137 y 151).

Hubo, sin embargo, diferentes iniciativas a nivel local para la implementación de sistemas de pago por servicios ambientales (PSA). Pocos han sido documentados y no hay registro de sistemas de PSA actualmente funcionando en el país. Posiblemente porque no estuvieron suficientemente integrados en el tejido nacional institucional y social política, y por cambios en voluntad político local relacionados a elecciones y nombramientos políticos. Sin embargo, hace falta un análisis más profundo para llegar a conclusiones sobre la factibilidad de este y otros tipos de sistemas nacionales de incentivos forestales en el país. Basado en dos experiencias el marco del proyecto PASOLAC (Mardón Mejía y Martínez 2006) señalan una serie de factores que ayudaron en lograr avances hacia la conservación de los recursos hídricos (objetivo principal de las iniciativas), de las cuales son de particular relevancia para la actual propuesta las siguientes:

* Una descentralización de toma de decisiones y marco legal
* Concertación entre actores sobre y su participación activa en las respuestas al problema de acceso al agua
* Funcionamiento de la organización local sin intereses políticos partidarios (aunque el apoyo municipal si, se vio afectado por estos políticas).
* Lograr un suministro de agua de calidad y cantidad aceptable los 24 horas del día
* Sensibilización de los miembros de la comunidad (publico meta) de la relación entre sus prácticas y el agua
* Identificación con la microcuenca y apropiación de la responsabilidad para manejarla bien en función de sus servicios ecológicos hídricos.
* Monitoreo de los resultados de acuerdo a los objetivos de los programas

Sin embargo, los incentivos en estos casos fueron más orientados a mejorar las prácticas agrícolas (cercas vivas y otras obras de conservación de suelo), de producción de café (reducir la contaminación por su procesamiento) y de obras físicas para la protección y distribución del agua. La inversión del capital proveniente del PSA se realizó principalmente brindando apoyo en forma de obras colectivas, asistencia técnica, capacitación y beneficios en especie (como plantas para las cercas vivas). Una de las recomendaciones destacables de los autores de estos estudios es la necesidad de una mayor valoración del agua (en el estudio cada familia aportó 1 Lps/mes al fondo) para lograr las acciones que garantizan su disponibilidad en forma permanente, resultando en mayores tarifas que además deben estar diferenciadas de acuerdo al uso.

## II.2 Incentivos en otros países

### II.2.1 Guatemala

El programa PINFOR ha sido descrito en el informe del componente tres. Su implementación de 1996 a 2016 ha sido relativamente exitosa en promover la ampliación de los bosques (sobre todo en Pino) y la reducción de la deforestación (más en bosques latifoliados) (Carrera 2004, Larrazábal Melgar *et al*. 2009, INAB 2016). INAB (2015) presenta, por ejemplo, impactos en términos de áreas protegidas (211 233 ha en bosque latifoliados), nuevas plantaciones (126 000 ha) y bosques bajo manejo productivo (21 533 ha) que generaron 27 millones de jornales de trabajo, con una inversión de aproximadamente 227,6 millones de USD en el área rural, beneficiando directamente e indirectamente a 4 millones de personas (30% mujeres) y brindando protección de agua y suelos. De estos últimos beneficios, sin embargo no brindan evidencia ni cifras ni valores.

Identificaron que el bosque tiene un papel transversal en el logro de las metas de sus políticas en Cambio Climático (mitigación y adaptación), Agrícola, Turismo, Hidroenergética, Construcción (varios servicios ecosistémicos), Energética (biomasa vegetal como fuente de energía), Competitividad y Empleo (materia prima para PYMES, empleo), y del Plan de Hambre Cero (seguridad alimentaria e ingresos). Por esta razón proponen continuar con incentivos para la protección, la forestación y reforestación, y el buen manejo productivo en el marco de su política de desarrollo rural y el plan K’atun Guatemala para 2032, además de agregar sistemas agroforestales y actividades de restauración de áreas forestales degradadas en las cabeceras de cuencas, áreas rivereñas y fuentes de agua. Sin embargo, en su nueva propuesta reconocen i) que deben involucrar más a otros actores rurales y ii) que deben incluir factores de calidad en la evaluación. Anteriormente solamente se evaluaba por número de hectáreas y número de árboles protegidas o sobrevivientes. Sin embargo, ¿fueron sanos, cual es la densidad del rodal, son especies aptas para las funciones esperadas, realmente brindan los servicios esperados? Son algunas de las preguntas que ahora no pueden contestar. Si no se puede contestar estas preguntas en el futuro podría ser necesario reconsiderar si programas forestales serán los mejores para lograr el empleo rural y el acceso a por ejemplo agua.

### II.2.2 Incentivos en Costa Rica

La historia de los incentivos en Costa Rica ha sido descrita en el informe de componente 3. Sin embargo, vale recalcar un poco más los resultados e impactos de estos incentivos. Varios autores han estudiado estos impactos y sus conclusiones varían de acuerdo al escenario de referencio que proponen (Arriagada *et al.* 2012, Daniels *et al.* 2010). En general, sin embargo, están de acuerdo que los incentivos han logrado preservar bosques existentes y generar una conciencia sobre la importancia del bosque para la sociedad, pero poco han contribuido al aumento del área forestal tan ampliamente discutido en la literatura. Existen otros factores relacionados al desarrollo (educación, acceso a servicios básicos, asistencia técnica, organización social entre otras) que han contribuido más al éxito de la restauración forestal en Costa Rica (Louman *et al*. 2016). Los impactos de los incentivos varían mucho de acuerdo a la situación socioeconómica de los potenciales beneficiarios y su acceso a asistencia técnica. Louman *et al.* (2016) por ejemplo, encontraron que la adopción de la inclusión de árboles en terrenos agrícolas fue mayor por las familias que ya tuvieron experiencia con estas prácticas, y para los sistemas donde la inclusión de árboles menos afectaron el “business as usual” de sus prácticas. También Tobari *et al.* (2016) encontraron en Australia que un incentivo financiero así mismo no era suficiente para motivar la participación de dueños de tierra en programas de plantaciones forestales para carbono. La forma de presentar el programa (atracción) y la confianza que tienen los productores en los implementadores del programa fueron los factores que más influyeron en la tasa de adopción. También el percibir co-beneficios (diversidad, otros servicios ecosistémicos) fue un factor influyendo la tasa de adopción.

### II.2.3 Comparación entre programas de incentivos forestales en México, Costa Rica y Ecuador.

Jones *et al.* (2016) analizaron el impacto positivo del programa Ecuatoriano de incentivos forestales “Sociobosque”, sobre el bosque en la amazonia ecuatoriana. A pesar del impacto positivo en términos de protección de la cobertura forestal, indican que la tasa de adopción del incentivo se está reduciendo, debido a una reducción en la confianza en el marco institucional y en que el Estado cumplirá con sus compromisos adquiridos, confirmando la importancia de tener una institucionalidad confiable para el manejo de programas de incentivos, también señalada por Tobari *et al.* (2016) en Australia.

Espíritu *et al.* (2013) compararon la gestión, efectividad y eficiencia de los programas de incentivos en Ecuador, México y Costa Rica. Señalan, entre otras, también la confiabilidad y transparencia de los mecanismos como un factor relevante en su éxito, refiriéndose en particular a sistemas de rendición de cuentas, monitoreo y difusión de la información como elementos clave para conseguir esta confianza. Además, señalan que en México y Costa Rica la efectividad y eficiencia de los mecanismos (sistemas de pago por servicios ambientales en ambos casos) han sufrido mucho por la inclusión posterior de objetivos ajenos a los originales. Mientras en Ecuador el objetivo de reducir la deforestación coincidía muy bien con una reducción de la pobreza (aparentemente una gran parte de la deforestación tiene relación con el uso de la tierra por los más pobres), en Costa Rica, por ejemplo, la deforestación en los bosques del Estado ya no es el principal problema, y se buscaba más la protección del bosque privado. Un objetivo que es más difícil de hacer coincidir con el de reducir el nivel de pobreza, ya que los actores relevantes para lograrlos son diferentes. Estos autores concluyen que es importante definir claramente los objetivos y que sean claramente relacionados a los problemas a resolver. Espíritu *et al.* (2013) además señalan que la descentralización de los programas de incentivos ha sido importante para lograr una implementación efectiva y eficiente.

# III Propuesta de financiamiento

## III.1 Recuperación de áreas afectadas y aumento de resiliencia contra el gorgojo

### III.1.1 Consideraciones generales

Considerando el alcance financiero del programa, el alcance y el estado del brote de gorgojo en el momento, y la necesidad de lograr también beneficios socioeconómicos independientes del bosque de pino, es importante focalizar los esfuerzos en un área limitada. Se propone focalizar en un área en el centro del país que incluye los departamentos de Francisco Morazán y Comayagua. En esta área el componente uno se enfocará en bosques nacionales para lograr recuperar sus servicios ecológicos, principalmente el servicio hídrico, y a la vez trabajará en un proyecto piloto con terrenos privados y sistemas agroforestales, cuyo diseño será parte de las acciones del componente durante el primer año. El área de intervención incluye las subcuencas donde existe o se proyecta una mayor demanda por el servicio hídrico, y donde por tanto es más prioritaria su protección e incluye:

1. las subcuencas que por medio del balance hídrico (2005) fueron identificadas como las que presentarán en los próximos 9 años un déficit hídrico en los meses de verano,
2. las subcuencas donde deberán construirse nuevas presas para cubrir la demanda de abastecimiento de la ciudad capital y
3. las subcuencas que vierten a la cuenca del Cajón, el principal proyecto hidroeléctrico del país, que produce un 25% del total de la energía eléctrica.

Se enfoca en un solo servicio ecosistémico, el servicio de regulación hídrico, siendo esto el más estudiado (Ojea et al. 2012) y el servicio para lo cual se puede cuantificar los beneficios basado en estudios existentes. Sin embargo, considerando que aún existen vacíos en la interpretación del papel de bosques en el ciclo hídrico en los bosques de pino en América Central bajo condiciones cambiantes del clima, se incluirá un sub-componente de monitoreo sobre la relación entre el manejo de pino, agua y el clima. El monitoreo brindará información valiosa para el manejo del pino en Honduras y los países vecinos para la adaptación del manejo de acuerdo a las condiciones del clima y en contribución a asegurar la disponibilidad de agua para las poblaciones de estos países. Además, brindará datos sobre los efectos del manejo de pino sobre la erosión de suelos y sedimentación de los ríos en diferentes microcuencas, brindando una base para estimar el valor del manejo de pino también para estos servicios.

Hasta Abril 2016 el Departamento de Olancho había sido más afectado por el gorgojo, con más de 212 000 ha afectadas (Cuadro 9), pero de punto de vista de los servicios ecosistémicos hídricos, son más interesantes las microcuencas alrededor de las áreas urbanas y agrícolas del país. De estas, sólo en el Departamento de Francisco Morazán ya existe un área afectado de más de 90 mil hectáreas (23% del bosque de conífera en el Departamento), de las cuales en abril 2016 aún 18 mil mostraron brotes activos y recientemente se han detectado nuevos brotes. De acuerdo a Billings (2016) la mayoría de los bosques afectados por la plaga actual son bosques recuperados desde los años 60, con edades mayores a 50 años y que se encuentran en terrenos del Estado. Sin embargo, ICF (2016) indica que hasta abril 2016 42% de los brotes se encuentran en terrenos privados (Cuadro 11). Además, afectación en áreas con tenencia indefinida es baja (2,5%), por lo cual parece que la falta de definición de la tenencia no es un factor importante en la ocurrencia de la plaga.

*Cuadro 11; Área afectada por gorgojo de acuerdo a su tenencia hasta abril 2016 (datos de ICF)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipo de tenencia | | Área (ha) | |
| Todos |  |  | 442,291 |
| Público | Nacional |  | 198,6367 |
|  | De las cuales en AP | 13,951[[5]](#footnote-5) |  |
|  | Ejidal |  | 46,861 |
|  | De las cuales en AP | 1,741 |  |
| Privado |  |  | 186,023 |
| No definido |  |  | 10,871 |

Se recomienda que la recuperación se orienta de acuerdo a los recursos disponibles en cada caso y a las funciones del bosque requeridos por sus dueños. De acuerdo a tipo de uso y tenencia de los bosques se puede identificar diferentes combinaciones (Cuadro 12).

*Cuadro 12; combinaciones de usos y tenencia encontrados en bosque de conífera en Honduras (PM/GAF: Plan de manejo implementado por grupo agroforestal)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tenencia | Aprovechamiento madera | Resina | Área protegida (principalmente para el servicio hídrico del bosque) |
| Nacional |  |  | X |
| Nacional PM/GAF | X | X | X |
| Privado | X |  | X |
| Ejidal | X | X | X |

De acuerdo a los primeros reportes sobre la regeneración en las áreas afectadas, la regeneración natural es una buena opción, siempre que existan suficientes árboles remanentes para proveer las semillas (12-25 árboles/ha; Alvarado Rivera (2013), o sea, cada 25 m un árbol) o que exista el banco de semillas en el suelo. Para áreas donde la regeneración natural después del primer año del proyecto es insuficiente, se recomiendo **un enriquecimiento con plántulas**, los cuales preferiblemente sean de buena procedencia y de otras especies que normalmente acompañan a pino pero que no sean susceptibles al gorgojo. Encino, Nance, Liquidambar son especies comúnmente encontradas en los bosques de pino afectados. La inclusión de estas otras especies asegura que en caso de nuevos epidemias del gorgojo no se pierde toda la cobertura forestal.

La prevención de incendios es importante, así como la protección contra el cambio de uso. Sobre todo durante los primeros 5 años, cuando el pino es más susceptible a fuego y cuando es más fácil de cambiar el uso por ser pequeño la vegetación a remover. Una primera actividad para reducir el riesgo de incendios es la **limpieza del terreno** previo a la regeneración natural. Se recomienda remover todas las trozas grandes con bueyes y luego realizar un **incendio controlado** para reducir el material combustible más pequeño. Las trozas grandes se podrían utilizar para leño o carbón.

Una vez que se inicia a establecer la regeneración, y como parte de la prevención de incendios, se puede hacer una limpieza alrededor de los árboles para reducir el riesgo de que los incendios consumen los árboles (**comaleo**), además de hacer **rondas de cortafuego**. En el año 5 se recomienda la aplicación de un **raleo no comercial**, quedando con alrededor de 1200 árboles/ha en año 5[[6]](#footnote-6), para reducir la susceptibilidad del pino ante el descortezador (Billings *et al*. 2004). Los productos de este raleo también se podría utilizar para leña. Estas recomendaciones valen tanto para bosques de producción como para los bosques en áreas protegidas.

El manejo de la densidad del bosque de conífera también ha sido señalado por Innes *et al*. (2009) como una de las acciones de adaptación al cambio climático en bosques sub-tropicales sobre las cuales existe mucho acuerdo, aunque no hay aún mucha evidencia de su impacto. La densidad es uno de los factores que más influye el consumo de agua por parte del bosque y por ende se debe manejar para evitar que los árboles se debilitan por competencia por agua. En términos generales esto ocurre cuando se empieza a cerrar el dosel arbórea (Louman *et al*. 2001), pero a pesar de la larga historia en manejo de pino en Honduras, no se encontraron estudios con resultados contundentes sobre la relación entre densidad del bosque, uso de agua por el bosque, y contribución a los servicios hídricos. Ya que la densidad óptima difiere de acuerdo a los suelos, la topografía y el clima local, solo se puede saber de experimentos con diferentes densidades. Es recomendable que en operaciones mayores a 500 ha se incluyera parcelas con diferentes densidades para observar el comportamiento del bosque y determinar la densidad óptima para las condiciones locales. Esta situación hace aún más relevante la aplicación del primer raleo no-comercial para poder asegurar el crecimiento sano del bosque. En esta aplicación es importante tener en mente el objetivo final: dejar árboles sanos y eliminar los que tienen problemas de crecimiento o problemas fitosanitarios. Esto es relevante para bosques productivos y para reducir el riesgo de gorgojo, ya que árboles que no son sanos o tienen un crecimiento débil generalmente serán los primeros a ser atacados por gorgojo. Ya que para la biodiversidad estos árboles pueden ser muy valiosos, en la decisión para dejarlos o no también hay que considerar las implicaciones para el monitoreo de posibles brotes de gorgojo y el costo asociado a esto.

En el manejo integrado de plagas, una recomendación importante también es aumentar la diversidad genética del bosque. Esto puede ser dentro de la misma especie, combinando las especies, pero también entre rodales, agregando en este caso una diversidad estructural en el bosque. Es importante en la diversificación considerar variedades o especies que tienen susceptibilidades distintas.

*Cuadro 13; relación entre diámetro del árbol a altura de pecho, superficie proyectada del fuste a esta altura (área basal), número de árboles por hectárea, y densidad del bosques (área basal por ha; ab/ha) al final del año indicado, asumiendo un crecimiento diamétrico de 1 cm/año.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Año | diametro (cm) | ab (m2) | #arb | ab/ha (m2/ha) |
| 10 | 10 | 0,01 | 1000 | 7,85 |
|  |  |  | 2000 | 15,71 |
|  |  |  | 3000 | 23,56 |
| 15 | 15 | 0,02 | 1150 | 20,32 |
| 20 | 20 | 0,03 | 650 | 20,42 |
| 25 | 25 | 0,05 | 420 | 20,62 |

Además se puede buscar reducir los turnos del bosque, para que los mismos árboles estén expuestos por menos tiempo a condiciones adversas, para evitar que el envejecimiento de los árboles debilite a los mismos, y para facilitar el cambio de variedades y especies en tiempos más cortos. Para el gorgojo, por ejemplo, Billings (com.pers.) ha encontrado que el riesgo de un ataque inicial es bajo en bosques con árboles sanos con áreas basales menores a 30 m2/ha (generalmente bosques jóvenes) y que el riesgo de dispersión de la plaga es casi nulo antes de llegar a un área basal de 20 m2/ha pero despeja explosivamente una vez que el rodal ha llegado a una densidad con áreas basales mayor a 30 m2/ha. Es poco probable que ocurre durante los primeros 15 años si se reduce el número de plántulas a 1200 árb/ha durante el primer raleo pre-comercial (año 5), asumiendo una tasa de crecimiento diamétrico de 1 cm/año. Si además se aprovecha del raleo entre el año 10 y 15, cuando se espera que se cierra el dosel y hay que eliminar árboles para reducir la competencia, para reducir el número de árboles a 420 por ha, recién en año 25 se estará llegando a un área basal de 20 m2/ha (cuadro 13). En otras palabras, con un turno de 25 años y los dos raleos mencionados aquí, se reduciría considerablemente el riesgo de epidemias de gorgojo. Un estudio reciente en Africa (Ilstedt *et al*. 2016) además sugiere que estas áreas basales intermedias promueven la recarga hídrica por tener un balance positivo entre el aumento de infiltración por los árboles y la mayor tasa de evapotranspiración causada por los mismos árboles.

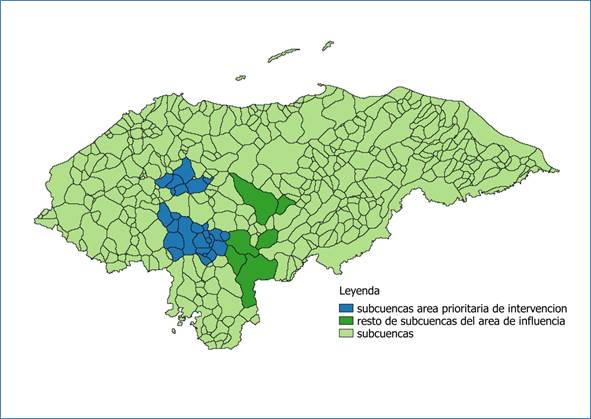
El éxito de las acciones de manejo integrado se fortalecería si están acompañados por **monitoreo** de las condiciones de crecimiento y de la salud y productividad del bosque, además de por un programa de investigación orientado al **mejoramiento genético**, incluyendo la identificación de árboles padres de diferentes variedades y especies adaptados a condiciones climáticas y de suelo distintas. También será necesario implementar un programa de investigación y monitoreo para confirmar que las acciones tengan el efecto deseado sobre la disponibilidad de agua en las microcuencas.

Para lograr el enriquecimiento de los nuevos bosques, será necesario la existencia de **viveros** que proveen plantas de buena calidad, de diferentes variedades (aptas para diferentes condiciones de suelo y clima) y de diferentes especies. Por ejemplo, asumiendo un enriquecimiento de 100 plantas/ha (densidad óptima para un bosque maduro de árboles latifoliados en los (sub)trópicos, Louman et al 2001) un área de 30 000 ha se necesitarían 3 000 000 de plantas adicionales a las que actualmente están produciendo. Actualmente, el plan nacional de restauración (PNR) cuenta con viveros con capacidad para 3 millones de plantas, y se podría pensar en que estos funcionarían para la provisión de plántulas en el segundo año del proyecto aquí propuesto. Para el proyecto proponemos una tasa de enriquecimiento de 150 plantas/ha en los bosques productivos nacionales y en los bosques privados. En los bosques de las áreas protegidas y microcuencas, a menudo se encuentra ya una cierta mezcla de especies con árboles de otras especies en pie después de la tala de control de gorgojo y se considera no necesario el enriquecimiento.

En los casos donde las áreas afectadas son aptas para la agricultura sostenible (sitios planos, con suelos profundos, de fertilidad razonable y con acceso a agua), se recomienda consultar con los dueños sobre el uso potencial de **sistemas agroforestales**, incorporando especies arbóreas compatibles con los cultivos y con objetivos de conservación de suelo, agua y biodiversidad. Para la zona de intervención de este proyecto estos sistemas podrían incluir café y frutas con algunas especies maderables o que proveen leña.. Leña es un producto importante de los bosques de coníferas y lograr que las poblaciones locales cultivan sus propias fuentes de leña podría reducir el uso de los bosques de coníferas para este fin, reduciendo así también el riesgo de degradación de estos bosques. También podrían incorporar árboles en áreas ganaderas, para las cuales por ejemplo Benegas *et* al. (2014) han confirmado la importancia de los árboles para mejorar la infiltración de la precipitación.

### III.1.2 Rehabilitación de los servicios hídricos por medio de cobertura forestal

En resumen, se propone rehabilitar los servicio de regulación hídrico en las áreas afectadas por gorgojo empezando con las áreas de mayor interés por su contribución a los servicios hídricos, de forma que se evite el déficit hídrico adicional durante el período de estiaje que generará la pérdida de cobertura forestal por causa del gorgojo en las microcuencas (Mapa 1). El principal objetivo de la rehabilitación es re-establecer la cobertura forestal a la mayor brevedad posible para poder recuperar este servicio hídrico. Al mismo tiempo es importante reconocer que estas acciones también brindarán otros servicios ecosistémicos, como el secuestro y almacenamiento de carbono, la reducción de la erosión, la sedimentación de los ríos y la conservación de la biodiversidad, los cuales en este momento no están contabilizados como beneficios del proyecto por falta de información sobre sus valores monetarios y/o las relaciones causales entre las acciones propuestas y los servicios. Las actividades propuestas serán iguales en cada área (Cuadro 14) y su implementación será de acuerdo a las necesidades señaladas en las evaluaciones de las solicitudes por financiamiento.



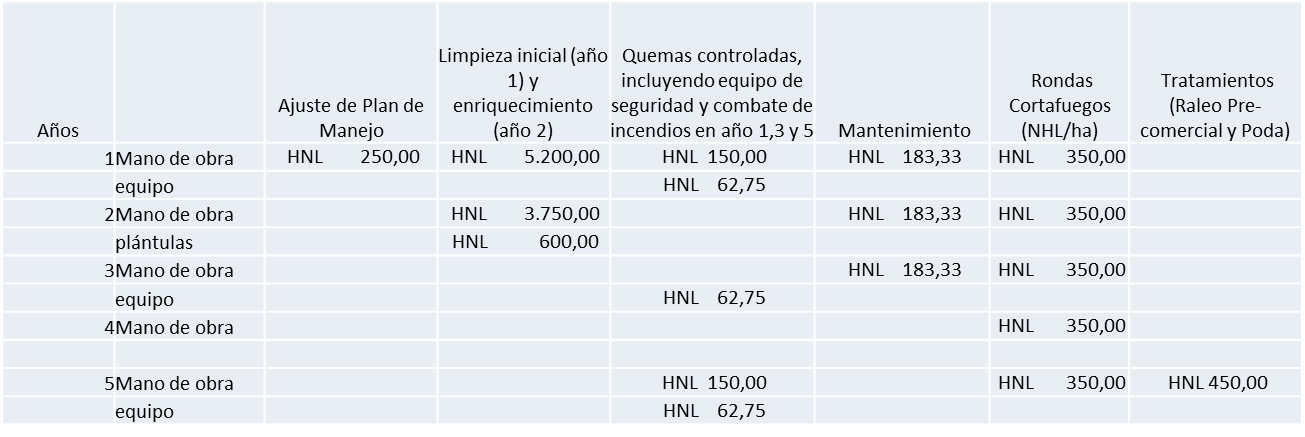
*Mapa 1; Áreas priorizadas para la intervención.*

*Cuadro 14; listado de actividades silviculturales y año de su implementación recomendada*

|  |  |
| --- | --- |
| **Actividad** | **Año** |
| Extracción árboles dañados | 1 |
| Quema controlada | 1,6 |
| Ronda cortafuego | 1,2,3,4,5 |
| Ajuste plan de manejo | 1 |
| Enriquecimiento | 2 |
| Ralea no-comercial a 1200 plantas/ha | 5 |
| Poda | 5 |
| Comaleo/mantenimiento | 1,2,3 |
| Vigilancia | todos los años |

El costo de esta rehabilitación se estima basado en costos de la guía de silvicultura de pino publicado por ICF en 2013 (Alavarado Rivera 2013), ampliado con el resultado de discusiones con productores en talleres celebrados en Zambrano y Guaymaca en Julio de 2016 (cuadro 15).

*Cuadro 15; Resumen de costos de tratamientos silviculturales por año (en Lempiras Hondureñas por hectárea): mantenimiento y ronda de cortafuego se realizan anualmente, quemas contraladas solo en año 1 (antes de la regeneración) y año 5 (cuando la regeneración ha crecido suficientemente para sobrevivir el fuego). Los equipos de seguridad y combate a incendios son insumos que requieren reemplazo cada 2 años.*



La rehabilitación a promover difiere del escenario sin intervención (BAU, de Business as Usual) en que i) adelanta el inicio de la recuperación del dosel en promedio con dos años, ii) por medio de las actividades de mantenimiento aumenta el crecimiento de la regeneración, iii) las actividades de ronda de cortafuegos, vigilancia y control de incendios evitan la quema del bosque en una fase que los pinos están susceptibles al fuego, y iv) por medio del enriquecimiento aumenta la resiliencia del bosque ante futuros ataques de gorgojo y ante cambios en las condiciones climáticas.

Los beneficios

El principal beneficio de estas actividades se percibirá como una mejor distribución del agua sobre el año debido a una mejor cobertura del suelo. Lo expresamos aquí en una reducción del déficit incremental causado por los daños del gorgojo a la cobertura forestal durante el período de estiaje (162 m3/ha/año en base a Alexander, 2016) y esta reducción aumenta de acuerdo al crecimiento del bosque.

Hay que tomar en cuenta que las subcuencas seleccionadas para la intervención del programa en base al Balance Hídrico Nacional de Honduras (CEDEX, 2002) presentan un déficit hídrico en los meses de estiaje (la oferta es menor que la demanda), es decir:

Donde:

Balance Hídrico estiaje (a) = es la Balance hídrico estiaje previo el impacto del gorgojo.

Oferta hídrica estiaje (a) = es la oferta hídrica con la cobertura forestal previa al gorgojo.

Demanda hídrica = Esta demanda incluye la demanda consuntiva (urbana, agraria, industrial, acuícola, usos recreativos) y no consuntivas (principalmente energética). En términos de demanda urbana la dotación considerada promedio es de 150 litros persona/día, cerca del valor mínimo de 140 litros persona/día, que se considera limitante para el desarrollo ([BID, 2016](https://www.dropbox.com/s/7b0egdcmec3do8x/Plan%20de%20Accion%20-%20Tegucigalpa.pdf?dl=0)).

Previo al impacto seleccionado en la mayor parte de las subcuencas consideradas:

Balance Hídrico estiaje (a) ≤ 0

Es decir previo al impacto del gorgojo en algunas de las cuencas seleccionadas ya existía un marcado déficit hídrico, por ejemplo en Tegucigalpa en años secos en promedio un 32% de la población no recibe la dotación limitante para el desarrollo por medio del sistema de distribución ([BID, 2016](https://www.dropbox.com/s/7b0egdcmec3do8x/Plan%20de%20Accion%20-%20Tegucigalpa.pdf?dl=0)).

Balance Hídrico estiaje (b) = es la Balance hídrico en los meses de estiaje considerando la cobertura forestal ajustada por el impacto del gorgojo.

Oferta hídrica estiaje (b) = es la oferta hídrica con la cobertura forestal ajustada considerando el impacto del gorgojo.

La oferta hídrica considerando la pérdida de servicio ecosistémico de regulación hídrica generada por la pérdida de cobertura forestal asociada al gorgojo fue modelada en 3 subcuencas representativas de la zona de intervención. El beneficio incremental es la reducción en el tiempo en que se restablece el servicio de regulación hídrica del bosque con la intervención del programa con respecto a la situación BAU.

Se asume que el programa ayudará a satisfacer la demanda de agua, dado que las subcuencas seleccionadas ya presentaban déficit hídrico en los meses de estiaje previo al impacto del gorgojo, y en consecuencia ese déficit debe haberse incrementado por efecto de la deforestación producida por el gorgojo.

El valor de este beneficio de pérdidas evitadas fue estimado utilizando el costo establecido por Gonzalez (2011) para llenar un galón con agua de SANAA sin considerar el costo de transporte (13,21 Lps/m3), que es la alternativa típica de usuarios en zonas que experimentan racionamientos en áreas cubiertas por SANAA.

En los sistemas orientados a la producción de madera y/o resina, la madera y resina también son beneficios. De acuerdo al sondeo con los productores, el precio del primero, puesto en el aserradero, es de 1300 Lps/m3. Puesto en la finca es de 353 Lps/m3, descontando los gastos de corta y arrastre (355 Lps/m3), transporte (250 Lps/m3) y trámites (342 Lps/m3). Del segundo es de 2300 Lps/barril. Estos beneficios ocurren en diferentes años: para madera habrá un raleo comercial en año 18 (35 m3/ha) y corta final en año 25 (104 m3/ha). En el caso de resina el beneficio recién se percibirá durante el segundo turno, a partir de 30 años después del inicio de la recuperación, y durará 15 años. Ya que se ajuste el análisis beneficio costo al turno del bosque para madera, el beneficio de resina se incorpora como un valor actualizado al año 25.

***Recuadro 1; estimación de creación de empleo de acuerdo a tasas de conversión brindados por ICF y las áreas a intervenir.***



Otros beneficios de la intervención son la creación de 29,659 empleos para jornaleros y técnicos de acuerdo a tasas de conversión de días trabajado y empleo según tipo de actividad (ICF, *com. pers. Vea recuadro 1*); la producción de leña (20 m3/ha en primer año de la extracción de árboles dañados; 5 m3/ha del raleo pre-comercial en año 5); y un aumento en la diversidad y resiliencia del bosque ante cambios en la variabilidad del clima. Para la leña se asumen costos de manejo de residuos y carga de camión, además de costo de flete iguales a los costos para el transporte de madera, proporcionalmente al volumen extraído (vea cuadro 16 con costos para 35 m3/ha en año 18). Su beneficio se ha estimado de acuerdo a Lopez y Montesino (2015), ajustando el precio de acuerdo al cambio en la tasa de cambio entre lempiras y USD, resultando en un valor de 334,23 Lps/m3.

La intervención también tendrá efectos positivos sobre otros servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la reducción de la erosión y la reducción de la sedimentación de los ríos. Debido a limitaciones de información y tiempo, en este propuesta no se han cuantificado estos servicios, pero su importancia a nivel nacional indican que aún en áreas donde brindar servicios hídricos no es prioritario, será interesante proveer incentivos de un valor suficiente para que los dueños y responsables para el manejo de estos bosques reciban un ingreso suficiente para que los mantengan en un buen estado.

Después de la intervención

A partir del sexto año el proyecto no estará interviniendo pero asumimos que los responsables para el manejo de los bosques implementarán las actividades propuestas en la guía de silvicultura del pino, costos igualmente sugeridos por este guía (Cuadro 16 para madera, Cuadro 17 para resina y Cuadro 18 para agua). En el caso de la resina, la corta al final del turno (año 25) será reducido a 75% de los árboles en pie, dejando unos 100 árboles para ser resinado durante el segundo turno. En el caso de manejo para agua (Cuadro 18) no se estipula un aprovechamiento en año 25, sin embargo, puede ser necesario hacer raleos después del año 25 para mantener el área basal alrededor de 25 m2/ha.

*Cuadro 16; actividades recomendadas y sus costos esperados para los años después del proyecto para el manejo para madera y agua (en lempiras hondureñas por hectárea). Datos de Alvarado Rivera (2013) para actividades silviculturales y de ICF para aprovechamiento y raleo comercial). Notas: 1: estimado en 355Lps/m3 para madera y 65Lps/m3 para leña, basado en entrevistas con productores; 2: de 250 Lps/m3, basado en entrevistas; 3: 342 Lps/m3, guias de movilización para fletes de 20 m3, pago a usuarios, pago a comunidades, de entrevistas con productores.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Ronda cortafuego** | **Quema controlada** | **Raleo y poda** | **mantenimiento** | **Vigilancia** | **Corta y Arrastre1** | **Transporte2** | **Trámites y tasas3** | **Total por año** |
| 6-9 |  |  |  |  | 96 |  |  |  | 96 |
| 10 | 350 |  |  |  | 96 |  |  |  | 446 |
| 11 |  |  | 450 |  | 96 | 650 | 2500 |  | 3696 |
| 12 |  | 150 |  | 183 | 96 |  |  |  | 402 |
| 13-14 |  |  |  |  | 96 |  |  |  | 96 |
| 15 | 350 |  |  |  | 96 |  |  |  | 446 |
| 16-19 |  |  |  |  | 96 | 12750 | 8750 | 11970 | 33.556 |
| 20 | 350 | 150 |  | 183 | 96 |  |  |  | 779 |
| 21-24 |  |  |  |  | 96 |  |  |  | 96 |
| 25 | 350 |  |  |  | 96 | 40.538 | 27.988 | 38.302 | 107.274 |

*Cuadro 17; actividades recomendadas y sus costos esperados para los años después del proyecto para el manejo para madera, resina y agua (en lempiras hondureñas). Datos de Alvarado Rivera (2013) actualizadas con insumos de ICF para actividades silviculturales y de aprovechamiento y raleo comercial). Notas: 1: estimado en 355Lps/m3 para madera y 65Lps/m3 para leña, basado en entrevistas con productores; 2: de 250 Lps/m3, basado en entrevistas; 3: 342 Lps/m3, guias de movilización para fletes de 20 m3, pago a usuarios, pago a comunidades, de entrevistas con productores; 4: costo de equipo para resinación por el período de año 25 a 45 calculado a su valor actualizado al año 25; 5: valor actualizado a año 25 de los costos anuales variables de resinación: cosecha (8370 Lps/ha), flete (882 Lps/ha) y tramitología (864 Lps/ha). El costo del aprovechamiento en año 40 de los árboles a resinar no esta incluido aquí ya que serán parte de los tratamientos del segundo turno.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Ronda cortafuego** | **Quema controlada** | **Raleo y poda** | **mantenimiento** | **Vigilancia** | **Corta y Arrastre1** | **Transporte2** | **Trámites y tasas3** |  | **Total por año** |
| 6-9 |  |  |  |  | 96 |  |  |  |  | 96 |
| 10 | 350 |  |  |  | 96 |  |  |  |  | 446 |
| 11 |  |  | 450 |  | 96 | 650 | 2500 |  |  | 3696 |
| 12 |  | 150 |  | 183 | 96 |  |  |  |  | 402 |
| 13-14 |  |  |  |  | 96 |  |  |  |  | 96 |
| 15 | 350 |  |  |  | 96 |  |  |  |  | 446 |
| 16-19 |  |  |  |  | 96 | 12750 | 8750 | 11970 |  | 33.556 |
| 20 | 350 | 150 |  | 183 | 96 |  |  |  |  | 779 |
| 21-24 |  |  |  |  | 96 |  |  |  |  | 96 |
| 25 | 350 |  |  | 16394 | 96 | 93.835,17 | 30.596,27 | 39.469,09 |  | 163.900 |

*Cuadro 18; actividades recomendadas y sus costos esperados para los años después del proyecto para el manejo para agua (en lempiras hondureñas). Datos de Alvarado Rivera (2013) actualizados con insumos de ICF para actividades silviculturales.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Ronda cortafuego** | **Vigilancia** | **Total por año** |
| 6-8 |  | 96 | 96 |
| 10 | 350 | 96 | 446 |
| 11 |  | 96 | 96 |
| 12 |  | 96 | 96 |
| 13-14 |  | 96 | 96 |
| 15 | 350 | 96 | 446 |
| 16-19 |  | 96 | 96 |
| 20 | 350 | 96 | 446 |
| 21-24 |  | 96 | 96 |
| 25 | 350 | 96 | 446 |

Además se propone dedicar esfuerzos en capacitar a los responsables para el manejo en temas relacionadas a los conceptos del manejo para los diferentes objetivos y apoyar a los manejadores en el establecimiento de parcela de medición, las cuales brindarán información para el monitoreo del progreso en el bosque (crecimiento, cambios).

### III.1.3 Rehabilitación de servicios hídricos por medio de sistemas agroforestales

Aunque sistemas agroforestales de acuerdo a la Ley forestal de Honduras no son considerados bosques, en la práctica también son capaces de proveer servicios ecosistémicos, incluyendo los servicios hídricos, buscados por el presente proyecto. Árboles plantados en pastos en el valle de Copán, por ejemplo, mejoraron la infiltración de la precipitación en el suelo (Benegas *et al.* 2013). De acuerdo a los mismos autores, también los arbustos de café pueden brindar este servicio. Incluir en el presente proyecto sistemas agroforestales con café, por esta razón, apoyaría el objetivo principal. Sin embargo, por Ley no se puede hacer en las áreas afectadas por el gorgojo, porque por definición son áreas de vocación forestal, y cambiar a un uso agroforestal sería un cambio no permitido.

Por otro lado, muchos actores han perdido una gran parte de sus medios de vida a corto y mediano plazo por la pérdida de cobertura forestal debido al gorgojo (van Lierop, FAO, *Pers. Com.[[7]](#footnote-7)*). Es importante buscar una alternativa que en corto a mediano plazo les compensa por esta perdida. En contrario se estaría aumentando el riesgo de cambio de uso permanente no controlado.

Bajo estas condiciones, el proyecto buscará apoyar la incorporación de árboles en sistemas agrícolas como el café en áreas aledañas a las áreas forestales afectadas por el gorgojo, siempre que estas áreas sean manejadas por los mismos derechos tenientes quienes también apoyan la restauración de los bosques afectados, y que se muestra la aptitud del área a intervenir (no-bosque, plano).

En estos casos, el proyecto apoyará el establecimiento de hasta 100 árboles por hectáreas, por un costo estimado de 1983 Lps/ha, y la poda de los árboles en año 5 por un costo estimado de 225 Lps/ha (basado en costos de la guía de silvicultura del pino de Alvarado Rivero 2013). Con el presupuesto disponible, se podría apoyar la incorporación de árboles en hasta 9.100 has.

## III.2 Propuesta de financiamiento para aumentar la recuperación y resiliencia.

En este componente proponemos enfocarnos en las actividades de restauración, o sea el establecimiento de un nuevo bosque, y en particular la protección del bosque regenerado contra incendios y gorgojo. Partimos del punto de vista que el principal beneficio de estas actividades será la mejora en recarga hídrica por el bosque nuevo, en comparación con suelos con pastos o sabanas, la cobertura más probable en caso de incendios durante el primer periodo de cinco años después de las afectaciones por gorgojo. El resultante bosque sano y vital también tendrá otros beneficios en el futuro, como una mayor producción de madera de buena calidad y mayor tamaño, mayor captura de carbono, y la contribución de la biodiversidad forestal. Sin embargo, con una tasa de descuento de 12%, estos beneficios están muy alejados del presente (madera) para percibirlos actualmente; o son difíciles de expresar en beneficios tangibles por la incertidumbre del mercado (carbono) o la dificultad de poner un valor (biodiversidad).

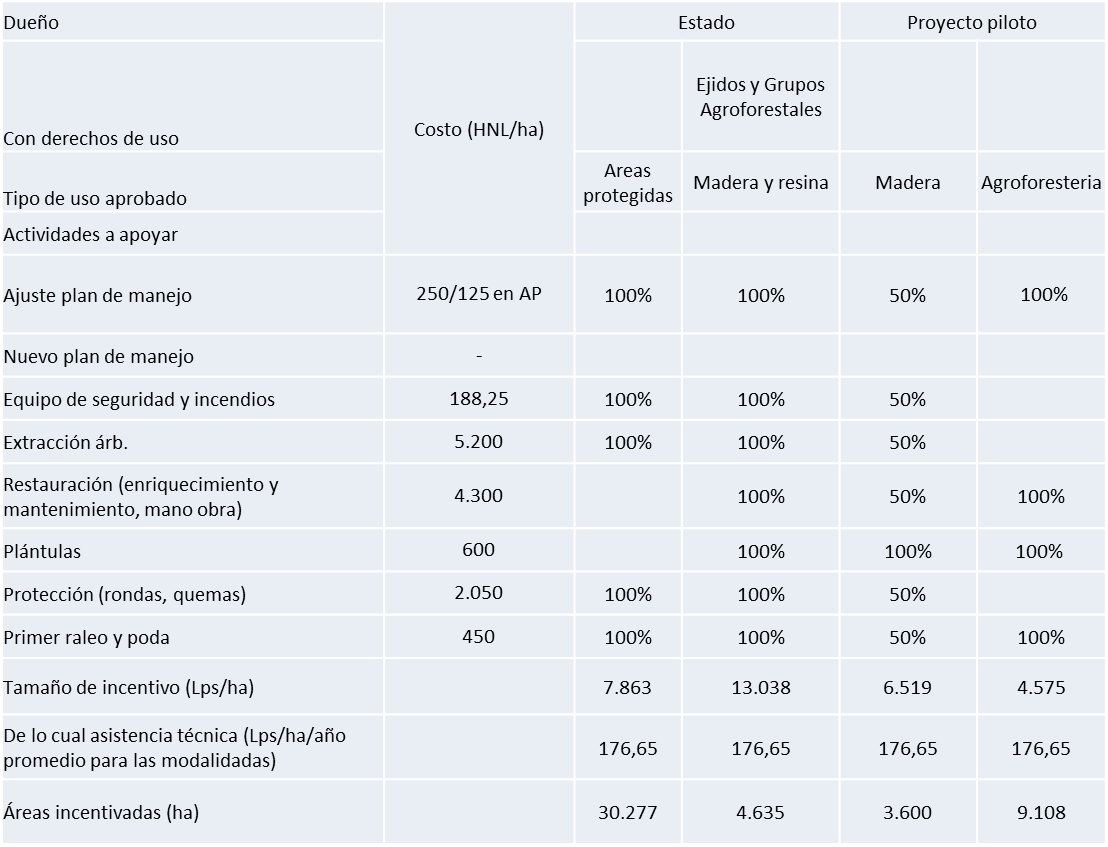
Preliminarmente se han identificado las siguientes actividades de manejo Integral de Gorgojo y restauración de áreas degradadas a ser incentivados por el programa:

1. Selección de sitio de acuerdo a aptitud, potencial para brindar servicios hídricos, afectación por gorgojo y existencia de un instrumento de gestión aprobado por el ICF (o voluntad para hacer uno a corto plazo)
2. Ajuste del plan de manejo de acuerdo a la necesidad creada por la afectación del gorgojo.
3. Extracción de árboles dañados por el Gorgojo y de los residuos de madera que forman una acumulación de materiales combustibles.
4. Restauración de áreas afectadas (protegidas o no) por medio de regeneración natural, combinado en las áreas productivas con plantaciones de enriquecimiento
5. Protección de áreas regeneradas contra incendios y cambio de uso (comaleo, manejo de densidad, alerta, combate de incendios, franjas de protección o rondas cortafuego)
6. Incorporación en el proceso de restauración de especies menos susceptibles a incendios y gorgojo, integradas (pinos de otras variedades y especies) o en franjas diseñados para este propósito (especies latifoliadas); distribución de rodales (edad y variedad)
7. Primer raleo no comercial de bosque o plantaciones de pino si encaja en el plan de manejo del área a ser raleada
8. Asistencia técnica y acceso a plántulas de buena calidad

Se propone que este abanico de actividades forma parte de un paquete de servicios a los cuales los responsables para el manejo y la conservación de los bosques de coníferas tengan acceso por medio del programa, independiente de quienes son, pero que el incentivo que se puede recibir para implementarlas sea distinto, de acuerdo a la forma de tenencia y el objetivo del uso de la tierra de acuerdo al esquema en la siguiente página.

De estas actividades, el proyecto propone apoyar en los costos del manejo de los bosques nacionales como indicado en Cuadro 19, donde también se indica una posible distribución del apoyo a terrenos privados y la agroforestería, cuya modalidad, sin embargo, aún se debe diseñar durante el primer año del proyecto.

*Cuadro 19; distribución de financiamiento de acuerdo a tenencia, uso y actividad a incentivar. Valores por ha. pueden variar por uso de la tierra. En agroforesteria, por ejemplo, el costo de enriquecimiento es 33% del costo indicado, por plantar solamente 100 árboles, versus 300 árboles por ha en los otros usos de la tierra.*



Condiciones para entrar el programa:

Responsables para los diferentes usos de los bosques proveen evidencia sobre aptitud, uso del bosque deseado, afectación por gorgojo y existencia del plan de manejo.

Los beneficiarios directos del componente 1 serán principalmente las organizaciones sociales y las juntas de agua. Además se estiman que habrán 1.526.826 millones de beneficiarios indirectos (424.188 familias) que tendrán mayor acceso a agua durante la época de estiaje.

Para promover la equidad de la distribución de los beneficios directos, se priorizarán aquellos grupos con áreas de bosques afectados menor a 100 ha, implicando un monto máximo de 1 303 800 Lps por grupo agroforestal o ejido durante el período del proyecto, un monto máximo de 786 300 Lps por junta de agua. Para las áreas privadas y el apoyo a la agroforestería se estará analizando los detalles de los incentivos durante el primer año del proyecto.

Los beneficiarios tendrán que cumplir con los siguientes requisitos:

* Formulario de Solicitud de ingreso al Programa de Financiamiento Forestal
* Plan de manejo forestal de acuerdo a la modalidad solicitada:
  + Se podrá apoyar como parte del incentivo la actualización de los planes para todas las modalidades.
  + En caso de grupos forestales o juntas de agua con si ya cuentan con un registro en el ICF no se les requerirá esta documentación para simplificar los trámites.
  + En el caso de grupos agroforestales se les podrá elaborar un nuevo plan de manejo como parte del incentivo en el caso de que ya estén en trámite de asignación de áreas.
  + En el caso de juntas de agua con la microcuenca declarada se le podrá elaborar el plan de manejo (conocido como plan de acción para esa modalidad).
  + En el caso de particulares con título de propiedad se les podrá apoyar con la elaboración de planes de protección.

## III.3 Justificación del financiamiento

En general, las actividades de producción y conservación forestal en el país son poco rentables en las zonas de bosque de coníferas, debido al mal estado del bosque (aún sin la afectación por gorgojo), por lo cual el sector tiene poca capacidad para invertir en mejorar este mismo estado, manteniendo el “estatus quo” de un bosque susceptible a incendios, gorgojo y el cambio climático (Flórez y Mairena 2005). La baja en el precio de la madera en pie (de 300 lps/m3 a 50-100 lps/m3) debido a la sobreoferta de madera después de la plaga del gorgojo, empeora esta situación. Como consecuencia, y para lograr fuentes de empleo y mantener o restaurar los servicios hídricos, el Estado tiene que asumir un mayor papel en el manejo y la conservación de estos bosques.

Además, cubrir los gastos de restauración por medio de este financiamiento cambiará la rentabilidad del bosque de punto de vista del grupo agroforestal, por lo cual entraría en actividades de restauración y manejo que generarán externalidades positivas en torno al agua. Externalidades que sin el financiamiento difícilmente se generarían, debido al estado financiero de la mayoría de los actores en el sub-sector de la producción forestal hondureño. Lo mismo ocurre con las actividades de conservación propuestas en las áreas protegidas y microcuencas.

Estimamos el valor actual (con tasa de descuento a 12%) de estas externalidades (valor incremental de la reducción del déficit hídrico) en 4.900 Lps/ha, a un costo 7.433 Lps/ha (valor promedio del financiamiento), y sin mejora substancial en el valor neto actual del manejo por hectárea (aunque durante el proyecto los grupos estarían recibiendo un ingreso adicional), mostrando que con los supuestos inicialmente acordados (tasa de descuento 12%, jornal a valor del mercado y agua a 13,21 Lps/m3), el proyecto no es viable. Sin embargo, se mostrará más adelante que es razonable aplicar otra tasa de descuento (por ejemplo, el CEPAL aplica 4% para sus estudios de economía de cambio climático), el valor de jornal a precio de sombra, y hasta un mayor precio por el agua si fuera necesario. Con fondos limitados, con acciones ya en marcha que pueden ser afectados por el financiamiento y considerando experiencias en otros países, se propone que el financiamiento diferenciados de acuerdo a la actividad, el uso de la tierra y de acuerdo a la tenencia del bosque.

El financiamiento propuesto contribuirá a la implementación de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (LFAPVS), en particular con relación a Capítulo V: Fondo de inversión y conservación forestal, y el inciso 1 de artículo 39: el fondo no reembolsable para la protección del bosque y la recuperación de áreas degradadas (en este caso por el gorgojo). Las actividades a promover se enmarcan en las reconocidas en la Ley como actividades de asistencia técnica gratuita (artículo 134) y las actividades de protección (artículo 135) y están orientadas a la recuperación de áreas de vocación forestal, por lo cual son elegibles y prioritarias para el financiamiento por el Estado (artículo 136). Igualmente pertenecen a las actividades 1 (forestación y reforestación), 3 (protección de cuencas y microcuencas) y 4 (establecimiento de plantaciones energéticas y de uso múltiple, del artículo 148 de la misma Ley (clasificación de las actividades a incentivar).

Para el componente 1 del proyecto, se propone orientar el financiamiento en primera instancia a las juntas de agua y otras organizaciones locales que apoyan en el manejo de las áreas protegidas y microcuencas, y a los ejidos y grupos agroforestales manejando bosques de producción en terreno del Estado. Este informe calcula la viabilidad de este financiamiento.

Además, en un proyecto piloto, se propone incentivar al sector privado a juntarse con los esfuerzos de recuperación de áreas afectadas por el gorgojo,e incentivar la incorporación de árboles en áreas agropecuarios como medida orientada a hacer los sistemas más sostenibles y contribuyentes a los servicios ecosistémicos más importantes en las zonas de intervención. En este informe se da un ejemplo de cómo podría ser viabilidad de estos incentivos, sin embargo, se propone que los detalles se analizan durante el primer año del proyecto.

### III.3.1 Financiamiento componente 1: pagos a comunidades o grupos con derechos y responsabilidades en terrenos estatales.

Este financiamiento está orientado a las áreas protegidas, reservas biológicas y reservas de vida silvestre donde la responsabilidad para la gestión es compartida con poblaciones locales, sean grupos agroforestales u otra forma de organización local (Cuadro 19). También está orientado a los grupos agroforestales y ejidos que manejan bosques productivos del Estado para la producción de madera y/o resina. Es la recuperación en estas áreas el principal enfoque del componente 1, abarcando casi 35 mil hectáreas. En muchos casos, las comunidades se organizaron para implementar acciones de protección, combate de incendios y ahora también la restauración de áreas afectadas por el gorgojo. El principal beneficio directo de las actividades a implementar es para la sociedad mientras, aunque hay beneficios adicionales a largo plazo por el mejor manejo, el costo de las actividades actualmente recae sobre las familias, comunidades y sus organizaciones. Se debe encontrar un financiamiento que mejor se adaptan a las condiciones de cada comunidad y que no desincentive el trabajo voluntario. A estos grupos se propone dar el financiamiento basado en una estimación de los costos por hectárea y el área a recuperar. Se propone que este financiamiento cubre todos los costos de las actividades necesarias durante los primeros cinco años para lograr una cobertura forestal. El dinero se entregará en tramos, mejorando el flujo de caja de los grupos, pero al mismo tiempo asegurando que se paga de acuerdo a su desempeño. Los grupos pueden invertir este dinero en actividades o inversiones consideradas prioritarias para el grupo o utilizarlo para pagar los jornales.

### III.3.2 Incentivos para dueños de bosques privados de producción (proyecto piloto).

De acuerdo a la Ley Forestal, Áreas Protegidas y de Vida Silvestre el Estado puede dar incentivos a propietarios de bosque para cubrir hasta un 50% de los gastos de la forestación y reforestación de áreas degradadas no previamente aprovechadas (artículo 149, inciso 5). Este programa propone complementar los esfuerzos existentes del Estado, brindando apoyo financiero a propietarios que quieren recuperar las áreas afectadas por el gorgojo (Cuadro 19). Este apoyo tomará la forma de una compensación en efectiva de 50% de los gastos estimados por el programa de las actividades no-comerciales que más contribuyen a la protección de los servicios hídricos: Los ajustes en el plan de manejo necesarios para adecuar el manejo a la nueva situación después del gorgojo, la limpieza de los árboles afectados por el gorgojo (reduce riesgo de incendios) y las actividades de enriquecimiento, mantenimiento y protección necesarias para asegurar un establecimiento rápido de la cobertura forestal con una densidad adecuada para limita el riesgo de epidemias futuras y además para un nivel de evapotranspiración aceptable. Ya que una proporción considerable de las áreas privadas en las microcuencas prioritarias aún no tienen instrumentos de gestión, el programa también apoyará estos dueños que están dispuestos a entrar en acuerdos formales con el ICF para manejar sus áreas. En estos casos les apoyará cubriendo el gasto de hacer un plan de manejo (hasta 250 Lps/ha) más el 50% de la limpieza de árboles dañados y el 50% del gasto de un primer raleo para manejar la densidad del bosque (Cuadro 19). Además se estará, por medio de acciones en componente 3, contribuyendo a bajar los gastos de 343 Lps/m3 (15 000 – 21 000 Lps/ha dependiendo de cuanto cosechan del bosque) en tramitología cobrado al productor por derechos sobre la madera cortada y para poder transportar y venderla.

### III.3.3 Incentivos para sistemas agroforestales (proyecto piloto)

Este tipo de incentivos serían parte de los incentivos que se podrían incluir dentro del programa piloto de incentivos forestales que incluye el componente 1 del programa (que son diferentes al financiamiento propuesto para restaurar zonas afectadas por gorgojo). Como es de interés nacional el establecimiento de plantaciones energéticas (artículo 149 inciso 14), el programa colaborará en la incorporación de árboles con fines energéticos y otros usos en áreas de uso agropecuario cuyos responsables también cumplen con los compromisos de protección y recuperación de bosques en áreas aledañas afectadas por el gorgojo (columnas 4 y 8 de Cuadro 19). El apoyo en estos casos es solamente en el establecimiento de las plántulas de especies energéticas, frutales y maderables de hasta unos 100 plántulas por hectárea, y en el mantenimiento de los árboles en año 5 (poda).

### III.3.4 Provisión de plántulas de una variedad de especies

Después del gorgojo, muchas áreas estarán despojadas de árboles semilleros, y aunque se puede esperar regeneración natural, por ejemplo de semillas en el banco de semillas en el suelo, esta regeneración probablemente no será uniforme ni de la cantidad y calidad deseada. Además, es necesario aumentar la variedad genética de los nuevos bosques, para reducir la susceptibilidad a nuevos ataques del gorgojo e incendios forestales, inversiones que los dueños de bosque no han realizado históricamente (solo consideran el bajo costo del manejo de la regeneración natural), lo que ha contribuido a la degradación de los bosques. Para lograr aumentar la tasa de restauración más allá de la actual, y aumentar la diversidad genética, será necesario motivar a estos dueños para que incorporen nuevas plantas a la regeneración natural existente. Se puede pagar a los dueños para que ellos busquen y compren las plántulas necesarias. Sin embargo, será más fácil de controlar la calidad y diversidad genética de las plántulas si estas provienen de viveros estatales o de organizaciones certificadas para este fin. Para este fin será necesario aumentar la capacidad de ICF/organizaciones certificados, para producir plántulas más allá de los viveros actuales en el marco del plan nacional de restauración. Alternativamente, se puede apoyar en el establecimiento de pequeños viveros comunitarios, acompañándolos en la adquisición de semillas de buena calidad y de las variedades y especies más adecuadas a las condiciones locales de los sitios.

El proyecto también brindará asistencia técnica para aumentar la conciencia de la importancia de la recuperación de las áreas afectadas, y para asegurar que los grupos y organizaciones consideran los conocimientos técnicos y locales más apropiados para el éxito de la restauración (vea sección III.5).

### III.3.5 Reducción de impuestos

Es una práctica común en Honduras, aunque solo es aplicable a los dueños que en la actualidad tienen que pagar impuestos. La idea es que las inversiones propuestas contribuirán a mejorar la rentabilidad de las actividades forestales, aumentando los ingresos y entonces también la probabilidad de que los dueños van a tener que pagar más impuestos en el futuro. El incentivo podría tener como meta ofrecer una reducción en los impuestos si el dueño puede mostrar que ha aplicado las medidas recomendadas para su bosque, previo análisis silvicultural y económico de sus necesidades. La LFAPVS, en sus artículos 149 y 151, ofrece varias opciones para este tipo de incentivos, incluyendo beneficios en cuanto a pagos de derechos una vez que se aprovechara las áreas recuperadas. Se recomiendo como parte de componente 3 de este proyecto contratar los estudios necesarios para revisar la factibilidad de su implementación, además de la implementación de otros incentivos plasmados en la LFAPVS.

## III.4 Monitoreo de los avances y de los beneficios

Aunque existe información robusta sobre el papel de árboles y bosques en el ciclo hídrico, también existe evidencia de que los beneficios del bosque para el ciclo hídrico dependen de las condiciones locales e intensidades del manejo. Para comprobar las premisas del programa sobre los beneficios y para brindar mejor información para futuros actividades de apoyo al manejo y conservación de bosques de pino en Honduras y el resto de América Central, es necesario incorporar un sub-componente de monitoreo. Además, los datos recolectados para el monitoreo podrían ayudar a que investigadores ayudan al proyecto responder a las siguientes preguntas:

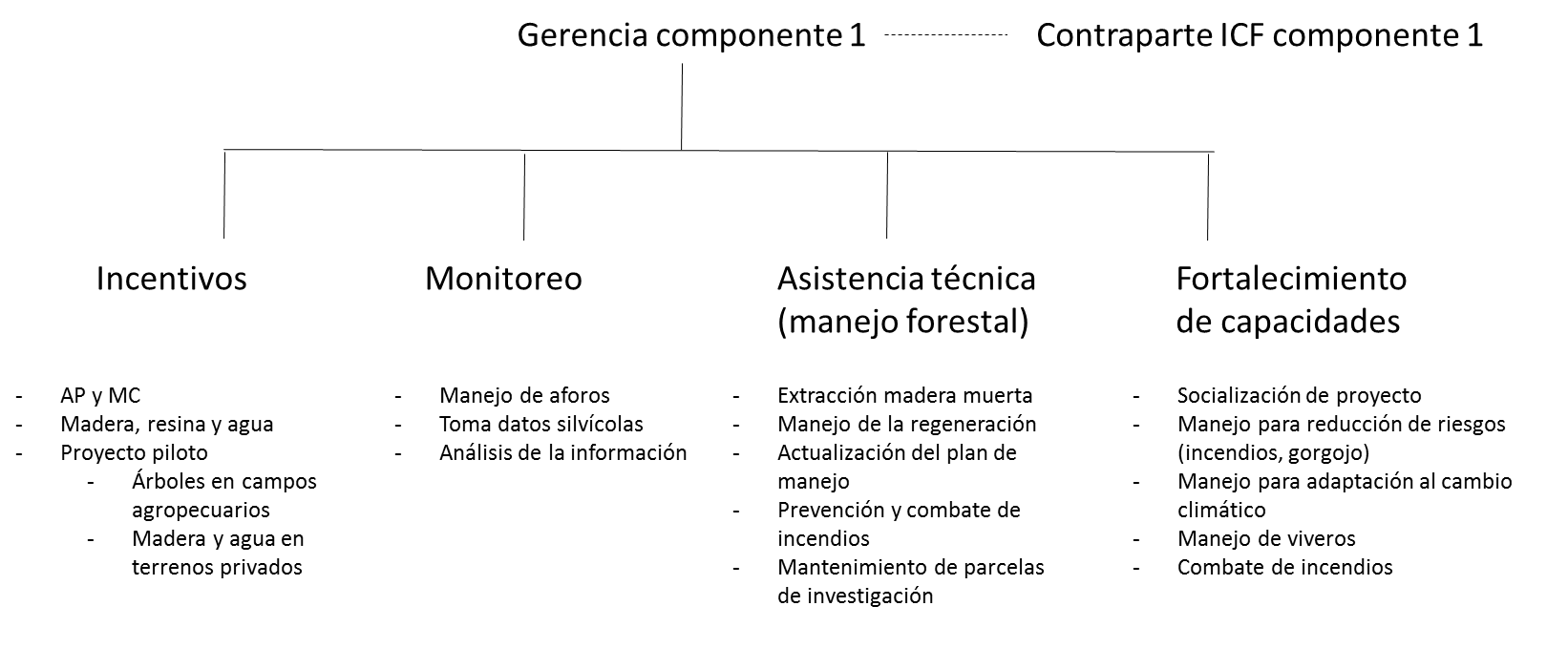
* ¿Cuál es la densidad óptima de la regeneración del bosque de pino para recuperar la capacidad de infiltración de áreas deforestadas por el gorgojo, incendios o aprovechamiento?
* ¿Cuál es el impacto de remoción de la cobertura forestal en bosques de pino sobre el caudal durante cada mes del año?
* ¿Cuál es el efecto de diferentes densidades de pino sobre el contenido en materia orgánica en y sobre el suelo?
* ¿Cuál es el impacto de remoción de la cobertura forestal en bosques de pino sobre la sedimentación del río principal en la microcuenca durante cada mes del año?
* ¿Cuál es el efecto de manejo de densidad del pino sobre su capacidad para reducir la erosión con relación a usos no-forestales del terreno?

Las actividades incluirán el monitoreo del caudal de los ríos en 15 microcuencas (5 afectadas e intervenidas por el proyecto, 5 afectadas y no intervenidas por el proyecto, 5 no afectadas que puedan reflejar la situación de largo plazo con el proyecto); mediciones de escorrentía y contenido de sedimentos en la escorrentía; medición de sedimentos en los ríos y mediciones de número de árboles por hectárea, su tamaño y su salud.

## III.5 Asistencia técnica y capacitación

Para brindar la asistencia y supervisión técnica de los trabajos, el proyecto contratará especialistas en el manejo de mecanismos de financiamiento forestal, en manejo forestal (del bosque de pino y pino mixto) y en diseño, implementación y análisis de datos de monitoreo. Ellos estarán acompañados por técnicos que supervisarán el trabajo de campo de los técnicos que implementarán las actividades silviculturales, y que ayudarán a implementar actividades de capacitación en temas como manejo de viveros, manejo de regeneración, prevención de incendios, control de incendios, raleo, y otros temas técnicos para los cuales surgirá una demanda durante la implementación del proyecto.

## III.6 Gestión del componente 1



Para la organización e implementación del financiamiento se han reservado un monto de 1 840 219 USD (vea anexo 1).

# IV Evaluación económica ex-ante preliminar del componente i

Con el propósito de determinar la viabilidad económica del componente 1 del Programa Manejo Forestal Sostenible de Honduras, se realizó una evaluación ex-ante preliminar de los impactos económicos que generará su puesta en marcha e implementación, empleando para ello la metodología del Análisis Costo-Beneficio (ACB) la cual compara el valor actual de los beneficios generados por el componente en relación a sus costos en términos diferenciales, es decir, los beneficios netos incrementales que se obtienen de comparar la situación con proyecto (componente) y sin él.

En este sentido fue necesario identificar todos los beneficios y costos generados durante la vida del componente 1 del programa, asociados a cada una de las opciones o estrategias de intervención o de uso de los bosques de pino de Honduras del Componente 1 a saber: (i) manejo forestal sostenible para producción de resina y madera y (ii) manejo forestal para contribuir a la regulación del ciclo hídrico de agua solamente. Además, por aparte, se analizó la viabilidad económica de una primera propuesta de un proyecto piloto de incentivos para (i) manejo forestal sostenible para producción de madera, (ii) sistemas agroforestales con café. Todos, considerando que una recuperación acelerada de la cobertura forestal después de su pérdida (por gorgojo u otra) genera una mejora en los servicios hídricos con relación a recuperar esta cobertura mas lentamente (el caso de BAU). Estos diferentes usos, además, corresponden a diferentes combinaciones de tenencia (ver Cuadro 19). Los costos y beneficios fueron determinados tanto para la situación sin programa o proyecto (business as usual-BAU) como para la situación con proyecto.

Con los datos de beneficios y costos se calculó el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (RBC) para el componente en su conjunto usando una tasa de descuento de referencia del Banco del 12%.

El monto total de empréstito del BID para el componente N° 1 es de USD 17.750.000,00 de los cuales USD 2.849.903 se destinarán al proyecto piloto de incentivos en la agroforestería y tierras privadas. Además, USD 1.840.219 se destinarán al manejo técnico del componente. Los costos de las actividades de MFS incluyen: USD 121.972 para establecimiento de viveros comunitarios o la compra de plántulas (dependiendo de cada caso), USD 258,648 para compra de equipos de seguridad y para el combate de incendios, y USD 12.679.784 para el pago de mano de obra de grupos agroforestales, juntas de agua y ejidos que realizarán las tareas previstas de remoción de madera y otras, los cuales se ejecutarán durante los cinco (5) años del programa. .

En el análisis económico no se incluyen los beneficios sociales y ambientales que se pueden generar con la aplicación del programa, por lo que posiblemente los resultados de la situación con proyecto no sean los esperados en términos de beneficios netos sociales.

A continuación se describe la metodología empleada para realizar la evaluación económica ®ante, así como los principales supuestos contemplados en los cálculos del ACB.

**SUPUESTOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO.**

**Indicadores económicos**

El análisis costo-beneficio o de rentabilidad se realizó mediante tres indicadores: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio-costo (RBC), siendo el VAN el beneficio económico generado (B) menos el costo del mismo (C), ambos actualizados a la tasa de descuento del 12%; la TIR es aquella tasa de descuento ® que aplicada a determinado flujo neto de beneficios (Beneficio menos Costo, en este caso), vuelve igual a cero su valor actual neto y la RBC es el cociente entre los beneficios netos actualizados entre los costos actualizados. La tasa interna de retorno deberá ser superior o igual al costo de oportunidad de los recursos del Gobierno para que la inversión se considere rentable; en este caso se ha adoptado una tasa social de descuento de 12% similar a la utilizada comúnmente en proyectos del BID.

Para la cuantificación de los flujos económicos, la unidad de medida utilizada ha sido la moneda local Lempira (LPS), en términos constantes de 2016, los precios de mano de obra, insumos, productos son conocidos y constantes durante el periodo de análisis.

**Horizonte de vida**

Dado la curva de crecimiento de los bosques de pino bajo un manejo forestal sostenible hasta alcanzar un volumen óptimo aprovechable de madera, las estimaciones fueron efectuadas para un horizonte de planeamiento de 25 años, cuando ocurrirá la corta final y aprovechamiento de los árboles y cubre el período sobre lo cual, con un buen manejo de la densidad del bosque, el riesgo de la plaga de gorgojo es mínimo (Billings, pers.com[[8]](#footnote-8).)

**Situación Sin Proyecto vs. Situación Con Proyecto**

El análisis busca determinar la viabilidad económica por hectárea de las diferentes opciones de recuperación del bosque. Esta viabilidad es resultante de la comparación de dos escenarios: (a) aquel que surge de las acciones a ser ejecutadas por el componente 1 (definida como propuesta), que inciden por lo tanto en los resultados esperados, conforme a los supuestos las diferentes opciones de acelerar la recuperación de una cobertura forestal y (b) el comportamiento de los mismos actores responsables para el manejo en ausencia del componente del programa, el cual fue estimado en base a datos disponibles, entrevistas y a las condiciones específicas identificadas (definida como business as usual-BAU).

En la situación con proyecto, desde una perspectiva de la sociedad, los costos del programa corresponden a los que se han estimado para las actividades de establecimiento y mantenimiento de los sistemas de manejo forestal sostenible, los cuales son financiados por el proyecto durante los primeros 5 años. La situación sin proyecto corresponde a la que se considera que ocurriría en ausencia del proyecto, la cual se estimó con base en entrevistas a los pobladores de áreas afectadas e información existente obtenida de especialistas locales sobre las prácticas usuales efectuadas por las comunidades que realizan el manejo de los bosques.

**Enfoque incremental:** En este sentido se trata de comparar la Situación Con proyecto (propuesta), versus la que se hubiese dado si el Programa no existiera (BAU), permitiendo aislar adecuadamente los resultados atribuibles a la operación.

**Distribución de beneficios sobre diferentes usos y formas de tenencia**

Las áreas potenciales a ser beneficiadas se distribuyen (protección vs producción; bosques públicos vs. Privados) como se indica en el siguiente cuadro, en el cual se incluyen las zonas de manejo privada que serían objeto del plan piloto de incentivos. Para el análisis económico se utilizó una asignación del financiamiento a los diferentes usos del bosque en las micro-cuencas priorizadas (vea Cuadro 20). Mayor análisis de campo es necesario para cuantificar el área sujeto al financiamiento por medio de incentivos para los usos agroforestales y los terrenos privados, lo que se hará durante el primer año de la implementación del proyecto.

*Cuadro 20; Distribución de área de intervención sobre los tipos de uso del bosque*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Ha** | **%** |
| **Nacional protección** |  |  |
| * **Microcuencas** | 14 562 | 30,6 |
| * **Areas protegidas** | 9 660 | 20,3 |
| * **Por determiner** | 6 055 | 12,7 |
| **Nacional producción** |  |  |
| * **Asignadas** | 1 957 | 4,1 |
| * **Grupos agroforestales** | 591 | 1,2 |
| * **Ejidales** | 974 | 2,1 |
| * **Por determiner** | 1 113 | 2,3 |
| **Privados con plan de manejo (parte del proyecto piloto, área a confirmar)** | 3 600 | 7,6 |
| **Agroforestería (parte del proyecto piloto, área a confirmar)** | 9 108 | 19,1 |
| **TOTAL** | **47 620** |  |

**Principales beneficios del componente**

Los beneficios identificados en la evaluación económica se resumen en el cuadro 21, por cada tipo de uso de suelo del componente 1.

*Cuadro 21: Beneficios económicos identificados*

| **Uso del suelo** | **Beneficios Económicos** |
| --- | --- |
| **Bosques Públicos** | Los derivados de bienes forestales los obtendrán las comunidades que realizan el co-manejo de las áreas |
| 1. Manejo Forestal Sostenible para producción de resina | Producción de resina (desde el año 25 hasta el año 40).  Producción de madera en dos períodos (raleo comercial a los 18 años y corta final parcial a los 25 años).  Producción de leña a partir de residuos en año 1 (árboles dañados por gorgojo), 5 y 11 (raleos pre-comerciales)  Reducción del déficit de agua durante el período de estiaje desde el año 2  Recuperación acelerado del stock de carbono |
| 2. Manejo Forestal Sostenible para producción de agua | Reducción del déficit de agua durante el período de estiaje desde el año 2;  Producción de leña a partir de residuos en año 1 (árboles dañados por gorgojo), 5 y 11 (raleos pre-comerciales)  Recuperación acelerado del stock de carbono |
| **Incentivos por diseñar (proyecto piloto)** |  |
| 3. Manejo Forestal Sostenible para producción de madera | Producción de madera en dos períodos (raleo comercial a los 18 años y corta final a los 25 años).  Producción de leña a partir de residuos en año 1 (árboles dañados por gorgojo), 5 y 11 (raleos pre-comerciales)  Reducción del déficit de agua durante el período de estiaje desde el año 2 |
| 4. Sistema agroforestal con café | Producción de madera en el año 25 como corta final de los árboles  Reducción del déficit de agua durante el período de estiaje desde el año 2; |

La cuantificación de los beneficios se ha limitado a los que se han considerado monetizables de forma razonable, en función de la información disponible en cada caso. Cabe destacar que además del análisis cuantitativo, se han identificado otros beneficios en términos cualitativos, asociados a la ejecución del componente. Estos beneficios no han formado parte de la estimación de la rentabilidad económica por la falta de datos confiables que permitan su valoración en términos monetarios, no obstante han sido señalados para su consideración en el conjunto de la evaluación. Estos incluyen la recuperación del stock de carbono; sin embargo, el marco institucional en Honduras aún no ha llegado al punto para poder aprovechar de las oportunidades de financiamiento por resultado de secuestro y no es probable que durante la duración del proyecto se lograrán captar fondos por carbono para las actividades del componente 1. Sin embargo, las experiencias y la implementación exitosa del componente 3 (gobernanza) pueden llevar a que se aprovechara de estas oportunidades para otras áreas afectadas por el gorgojo, que no sean atendidos directamente por el proyecto y para los cuales existiera un mayor riesgo de cambio de uso o degradación.

A continuación se detalla el cálculo de la estimación de los beneficios y costos económicos incluidos en el ACB por cada tipo de uso de suelo propuesto:

## IV.1 Componente I – Bosques Públicos

### IV.1.1- Conservación del bosque para mejorarla regulación hídrica (caudales de estiaje) afectada por los daños causados por el gorgojo.

El área de intervención para la recuperación del valor ecológico del bosque, contabilizado aquí por el beneficio de la regulación hídrica, pero incluyendo también otros beneficios mas difíciles a contabilizar (carbón, erosión, procesos ecológicos que mantengan el suelo, etc) se ha estimado en un total de 24.222 ha de bosques ubicadas en las microcuencas priorizadas y 6 055 has aún a asignar bajo los mismos criterios. En este sistema no se prevé el aprovechamiento de madera ya que la ley forestal hondureña hace excluyentes el manejo forestal para protección del manejo forestal para producción de madera y/oresina.

El índice de sitio (IS)[[9]](#footnote-9) estimado para este tipo de uso del suelo es de 15, con una densidad del rodal en la situación sin proyecto (BAU) de 15m2/ha hacia el final del turno de 25 años, con una distribución irregular de los árboles (espacialmente y sobre las clases diamétricas); mientras que la densidad del rodal en la situación con proyecto será de 20 m2/ha, con árboles mejor distribuidos. Esta última densidad se considera buena para mantener una relación positiva entre infiltración y evapotranspiración y además es menor a la densidad con la cual la incidencia del gorgojo aumenta a niveles epidémicos (vea la sección I.2.3 arriba).

En el caso del sistema para mejorar los caudales de estiaje de agua el programa busca exclusivamente mejorar la regeneración natural y hacer un buen manejo de la misma. En el cuadro 22 se muestran los costos unitarios por hectárea del sistema.

*Cuadro 22. Costos unitarios del sistema de producción de agua*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de costos** | **Fuente** | **Costo Unitario/ha** | **Periodo de ocurrencia** | |
| **BAU** | **Con proyecto** |
| **Costos Operativos** | | | | |
| Limpieza de madera dañada | Entrevistas en talleres | 5.200 |  | Año 1 |
| Quema controlada |  | 150 |  | Año 1 |
| Equipos de seguridad y combate incendios |  | 62,75 |  | Años 1,3 y 5 |
| Raleo precomercial o costo de poda | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 450 |  | Año 5 |
| Rondas cortafuegos |  | LPS 350 | Años 1 -5, 10,15, 20 y 25 | |
| **Costos Fijos** | | | | |
| Vigilancia |  | LPS 96 | anual | anual |

En este sistema el costo es de LPS 7.863,25/ha. En el cuadro 23 se muestra la distribución de los costos por año.

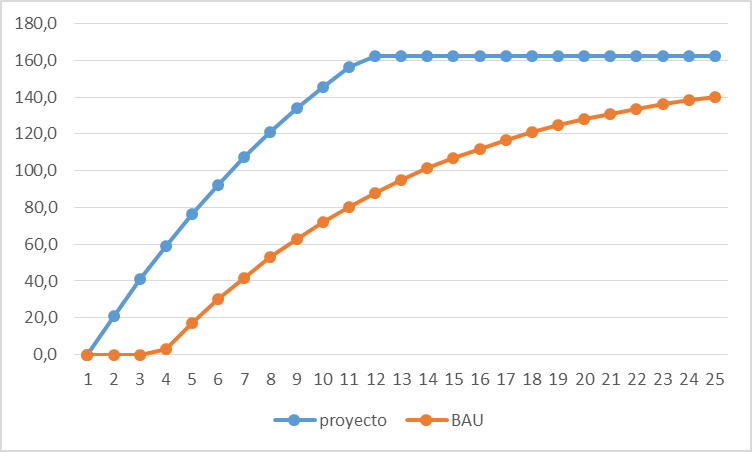
*Cuadro 23: Monto del financiamiento anual para el Manejo Forestal Sostenible*



La disminución de agua en el período de estiaje debido a los daños por el gorgojo se ha estimado con base en el estudio de Hernandez (2016), que muestra un déficit anual promedio de 162,44 m3/ha, y la curva de crecimiento derivado de Ferreira (1989) para el bosque de pino, de tal forma que la reducción del déficit es proporcional al crecimiento del bosque, asumiendo que los datos de Hernandez se estimaron para bosques con un volumen de 74,9 m3/ha. Además se estima que en promedio 20% de la generación natural en BAU será afectado por incendios durante los primeros años, causando un retraso promedio de 2 años en la recuperación del área dañada por gorgojo.

Tanto en BAU como con proyecto se ha incluido el servicio ambiental de regulación hidrológica, - la distribución de la disponibilidad de agua sobre el año -, como un beneficio del sistema. En la situación sin proyecto se espera que este servicio mejora con el crecimiento del bosque, pero que durante los primeros años incendios destruyen el 20% de la regeneración, causando un retraso de recuperación de dos años. Luego, la recuperación del bosque se percibe como una reducción del déficit del caudal, - causado por la pérdida de cobertura por los daños del gorgojo, - de la microcuenca proporcional al crecimiento del bosque, proyectándose recuperar el servicio por completo a los 25 años del primer turno. Con el proyecto, se prevé una recuperación más rápida (a partir del segundo año), principalmente debido a la protección contra fuegos y al manejo adecuado de la densidad del bosque.

En la figura 1 se muestra la reducción del déficit (i.e. incremento de los caudales de estiaje) que tendrán las situaciones sin proyecto (BAU) es decir una recuperación atrasada e incompleta durante el período del análisis (25 años) hacia un bosque ralo y con afectación de gorgojo y la situación con proyecto, un bosque bien manejado y sin afectación del gorgojo.



*Figura 1; Recuperación del volumen de agua perdida por gorgojo con y sin proyecto (m3/ha, eje y) sobre el tiempo (año, eje x)*

Para valorar el agua se utilizó la cifra[[10]](#footnote-10) de LPS 13,21/m3 que representa el costo de racionamiento de agua para usuarios que experimentan racionamiento y compran agua en el grifo de SANAA a este precio según Gónzalez (2011), como se indica en la página 31 de este informe. El valor económico del caudal incremental generado por las mejoras en cobertura forestal del componente 1 debe calcularse descontando del excedente promedio del consumidor (i.e. área bajo la curva de demanda) el costo de las empresas de agua de llevar esos volúmenes hasta el grifo del consumidor. El excedente promedio del consumidor puede calcularse asumiendo una demanda lineal ubicada en la combinación (T0,Q0: tarifa, cantidad consumida) con una elasticidad de demanda típica para consumo de agua en sistemas urbanos (-0.5 es un valor conservador típico utilizado). Bajo esto supuestos, el excedente del consumidor promedio (i.e E.C./Q) puede calcularse como: T0\*(1+1/2E), con E el valor absoluto de la elasticidad de demanda. Para los valores indicados el excedente del consumidor por metro cúbico es igual entonces a dos veces el valor de la tarifa por metro cúbico. El costo promedio de operación para tratamiento y distribución de agua para empresas de agua que hagan tratamiento de potabilización es aproximadamente us$0.5/metro cùbico[[11]](#footnote-11). Los valores anteriores sugieren entonces que el costo de tratamiento/distribución es aproximadamente igual a la diferencia entre excedente del consumidor promedio y tarifa observada, por lo que L$13.2 /metro cúbico puede adoptarse entonces como un valor conservador de los volúmenes incrementales de agua generados por el proyecto.

Los resultados del análisis económico se muestran en cuadro 24. Se presentan los resultados independientes para las situaciones BAU, con manejo propuesto por proyecto y el incremental (i.e. con proyecto menos sin proyecto), con y sin valor del agua a diferentes tasas de descuento y dos valores para el costo económico de la mano de obra no calificada. Los resultados muestran (ver parte inferior del cuadro) que utilizando un precio sombra de la mano de obra de L$146.6 (58% del valor de mercado; ver más adelante forma de cálculo) y el valor de referencia para el agua incremental, la Tasa Interna de Retorno es 18.7% y el VAN al 12% es de L$1609/ha. El cuadro muestra que, a precios de mercado y sin considerar beneficios ambientales el proyecto no sería atractivo en cuando se valora el agua incremental a 13,21 Lps/m3.

Para lograr un punto de equilibrio económico a precios de mercado a la tasa de descuento de 12%, el valor del servicio hídrico se debería incrementar a 15,055 Lps/m3.

Aunque los análisis se realizaron con un valor de referencia de 13,21 Lps/m3, justificado por la estimación del costo al se adquiere el agua de SANAA (Gonzalez 2011), es interesante notar que el valor de equilibrio del m3 de agua(15,055 Lps/m3 ) cuando se utlizan precios de mercado de la mano de obra implicaría un pago mensual de 16,78 Lps/mes por familia, dentro el rango de 13,94 y 22,17 Lps/mes reportado por Lopez (2011) y menor al 29 Lps/mes reportado por Cisneros Caecedo (2005) para la zona de Copán (Cuadro 25 y 26).

*Cuadro 24: Resultados económicos del manejo forestal para la conservación del bosque con tasa de descuento 12%, 8% y 4% respectivamente, un valor de agua asumido de 13,21 Lps/m3 y de 15,055 Lps/m3, y un precio sombra de 146,60 Lps/jornal, este último calculado basado en el precio de equilibrio del jornal para la situación BAU de madera-resina sin valor del agua y sin técnico para la plantación.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | |
| Tasa de 12% | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 3.155,99 | -1,467,67 | -2.471,39 | -7,052,26 | -684,60 | -5.584,58 | |
| TIR (%) | 31,88 | n/a | 16,10 | -10,36 | 10,09 | -15,23 | |
| RBC | 3,15 | 0 | 1,59 | 0,37 | 0.78 | 4,81 (-) | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 8% | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 5.870,36 | -1.922,35 | 6.854,50 | -7.786,98 | 983,87 | -5.864,63 | |
| TIR (%) | 31,88 | n/a | 16,10 | -10,36 | 10,09 | -15,23 | |
| RBC | 4,05 | 0 | 2,57 | 0,07 | 1,17 | 4,05 (-) | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 4% | Con agua  13,21 | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 11.272,13 | -2.704,88 | 15.194,28 | -8.863,58 | 3.922,15 | -6.158,70 | |
| TIR (%) | 31,88 | n/a | 16,10 | n/a | 10,09 | -15,23 | |
| RBC | 5,17 | 0 | 4,77 | 0,07 | 1,35 | 3,28 (-) | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 12%, | Con agua  15,055 | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 3.802,11 | -1,467,67 | 3.802,11 | -7,052,26 | 0,0 | -5.584,58 | |
| TIR (%) | 34,53 | n/a | 18,07 | -10,36 | 12,0 | -15,23 | |
| RBC | 3,59 | 0 | 1,98 | 0,37 | 1,00 | 4,81 (-) | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 12%, jornal 146,60 Lps | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 3.403,67 | -1.219,98 | 5.013,36 | -4.510,19 | 1.609,69 | -3.290,30 | |
| TIR (%) | 36,53 | n/a | 23,78 | n/a | 18,70 | -9,62 | |
| RBC | 3,79 | 0 | 2,41 | 0,10 | 1,47 | 3,70 (-) | |

*Cuadro 25; estimación del pago que debería realizar cada familia de beneficiarios indirectos para la restauración del bosque con servicios hídricos en caso de asumir valores del agua por m3 de Lps 13,21 y 15,055 respectivamente.*



*Cuadro 26; resumen de valores estimados por diferentes autores para la voluntad de pago para la restauración de bosques con servicios hídricos en diferentes países de América Central; valores ajustados al 2016 utilizando una tasa de inflación reportado en:*

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/indiceprecios/CalculadoraInflacion.aspx>.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Estudio* | *Valor encontrado* | *VdP En 2016* |
| *Merayo Calderon 1999 CR[[12]](#footnote-12)* | *0,29 USD/m3* | *0,59 USD/m3 (13,43 Lps)* |
| *Cisneros Caecedo 2005 Honduras, zona rural Copán* | *0,86 USD/mes* | *1,28 USD/mes (29 LPS)* |
| *Bockor et al 2005 Guatemala* | *1,03 USD/m3* | *1,54 USD/m3 (35,09 Lps)* |
| *Barrantes y Gamez 2007 CR* | *0,03 USD/m3* | *0,04 USD/m3 (0,95 Lps)* |
| *CEPAL 2011, municipal, Honduras* | *0,27 USD/m3* | *Costo: 0,31 USD/m3 (7,12 Lps).*  *VdP: 10-60 Lps/mes* |
| *Gonzalez 2011, Honduras* | *0,72 USD/m3 (13,61 Lps)* | *0,83 USD/m3 (19,01 Lps)* |
| *Lopez 2011 Honduras (rango para todo el país)* | *0,53-0,84 USD/mes (10-16 Lps)* | *0,61-0,97 USD/mes (13,94-22,17Lps)* |

El precio sombra de la mano de obra (L$146.6) se estimó como aquel valor del salario al cual los grupos comunales que manejan bosques productivos (ver siguiente análisis) en la situación actual obtendrían una tasa interna de retorno de 12% por su contribución, diferente del valor comercial que pagaría el proyecto (L$250).

### IV.1.2 - Sistema Forestal Sostenible para resina y madera.

El área estimada de ejidos para la producción de resina y madera es de 3 522 ha. Considerando condiciones promedias para los bosques de coníferas en Honduras, se ha seleccionado un índice de sitio de 15, variando el área basal (AB) de la situación con proyecto (BAU) y sin proyecto, siendo en el primer caso de 15m2/ha, y en el segundo de 20 m2/ha, pero distribuido sobre árboles de mayor tamaño para facilitar la resinación.

A parte de que el bosque bajo las condiciones BAU produzca menos madera por densidades sub- óptimas, además de estar más expuesto a daños por gorgojo e incendios, también la producción de resina en el caso BAU está afectada por un manejo inadecuado del bosque, llegando a una producción estimada de 4,3 barriles/ha-año; mientras que con la propuesta de manejo sostenible se podría esperar una producción de resina de 5,9 barriles/ha-año por 15 años a partir del año 25 (ICF 2016).

Dado que este uso del bosque incluye la producción de resina y la producción y aprovechamiento de madera, la mayoría de los costos unitarios están relacionados con la producción de madera, diferenciándose en cuanto a los costos variables generados por la actividad de resinación hacia el final del ciclo. En el cuadro 27 se muestran los costos unitarios por hectárea del sistema

Los beneficios por incremento de caudales en períodos de estiaje se contemplan tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto.

En este sistema los costos ascienden a LPS 13.038,25/ha mas Lps 160,19/ha destinado a las actividades de capacitación y asistencia técnica.

En el cuadro 28 se muestra la producción estimada de resina y de madera que tendrán las situaciones sin proyecto (BAU) y con proyecto, y el valor de la resina adoptado es de LPS 2.300/barril (ICF 2016).

*Cuadro 27. Costos unitarios del sistema de producción de resina y madera (ICF 2016)*

| **Tipo de costos** | | **Fuente** | **Costo Unitario/ha** | **Periodo de ocurrencia** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **BAU** | **Con proyecto** | |
| **Costos Operativos** | | | | | | |
| Costos de establecimiento de pino | Establecimiento de plantaciones (enriquecimiento) | Alvarado Rivera 2013 /ajustado para 150 plantas) | LPS 4 350 | Año 2 | | Año 2 |
| Limpieza de biomasa (40-50m3/ha) | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 5 200/ha |  | | Año 1 |
| Costos de evaluación de la regeneración y ajuste plan de manejo | Alvarado Rivera 2013, | LPS 250 |  | | Año 1 |
| Quema controlada | |  | 150 |  | | Años 1 y 5 |
| Equipos de seguridad y combate incendios | |  | 62,75 |  | | Años 1,3 y 5 |
| Raleo precomercial o costo de poda | | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 450 | Año 10 | | Años 5 y 10 |
| Mantenimiento | | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 150 |  | | Años 1-5 11, 21 y 31 |
| Rondas cortafuegos | | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 350 | Año 1 | | Años 1-5, 10, 15 y 20 |
| Instalación de equipo de resinar (c/3años) a partir del año 25 | | ICF 2016 | LPS 316.90 |  | |  |
| **Costos Fijos** | | | | | | |
| Vigilancia | |  | LPS 96 | anual | | anual |
| **Costos variables** | | | | | | |
| Costos de resinar | |  | 1423,50/barril | Del año 25 al 40 | | |
| Costos de transporte resina | |  | 150/barril |
| Costos funcionamiento legal | | ICF/Entrevista | 73,50/barril |
| Corta y Arrastre de madera | | Entrevista | 355/m3 | Leña: 1, 5 y 11 (solo cosecha y transporte)  Madera: Años 18, 25 y 40 | | |
| Transporte de madera | | ICF/Entrevista | 250/m3 |
| Trámites impuestos madera y otras | | ICF/Entrevista | 171/m3 |

*Cuadro 28: Producción de resina y madera estimada (ICF 2016)*

| Año | **BAU** | | | **Con proyecto** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Volumen resina (barriles(ha)** | **Volumen madera (m3/ha)** | **Precio** | **Volumen resina (barriles(ha)** | **Volumen madera (m3/ha)** | **Precio** |
| 25-40 | 4,3 |  | 2300 LPS/barril | 5,9 |  | 2300 LPS/barril |
| 1 |  |  |  |  | 20 (leña) | 334 LPS/m3 |
| 5 |  |  |  |  | 5 (leña) | 334 LPS/m3 |
| 11 |  |  |  |  | 10 (leña) | 334 LPS/m3 |
| 18 |  |  |  |  | 35 (madera)  5 (leña) | 1300 LPS/m3  334 LPS/m3 |
| 20 |  | 40 | 1200 LPS/m3 |  |  |  |
| 25 |  |  |  |  | 104 (madera)  12 (leña) | 1300 LPS/m3  334 LPS/m3 |
| 40 |  | 74,9 | 1300 LPS/m3 |  | 30 (madera)  5 (leña) | 1300 LPS/m3  334 LPS/m3 |

A continuación se muestran los resultados económicos por hectárea de la producción de resina y madera calculados a partir de los datos de costos y rendimientos antes mencionados, tanto para la situación sin proyecto (BAU), como para la situación con proyecto e incremental (cuadro 29):

*Cuadro 29: Resultados económicos del manejo forestal para el manejo de bosques nacionales para madera y resina por grupos agroforestales y ejidos, con tasa de descuento 12%, 8% y 4% respectivamente, un valor de agua asumido de 13,21 Lps/m3 y con un escenario de pago de precio de sombra para el jornal (vea también cuadro 24)*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | |
| Tasa de 12% | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 5.014,96 | -393,19 | 4.208,87 | -6.174,46 | -806,09 | ‘5.781,27 | |
| TIR (%) | 23,32 | 11,05 | 14,62 | 8,25 | 11,0 | 7 | |
| RBC | 3,2 | 0,8 | 1,35 | 0,49 | 0,84 | 15,70 (-) | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 8% | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 12.729,19 | 2.477,08 | 18.014,84 | 691,48 | 5.285,65 | -1.785,61 | |
| TIR (%) | 23,32 | 11,05 | 14,62 | 8,25 | 11 | 7 | |
| RBC | 5,5 | 1,9 | 2,33 | 1,05 | 1,42 | 0,28 | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 4% | Con agua  13,21 | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 35.396,15 | 13.169,87 | 55.498,27 | 22.491,00 | 20.102,12 | 9.321,12 | |
| TIR (%) | 23,32 | 11,05 | 14,62 | 8,25 | 11 | 7 | |
| RBC | 9,9 | 4,3 | 4,45 | 2,40 | 1,57 | 1,71 | |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | | |
| Tasa de 12%, jornal 146,60 Lps | Con agua  13,21 Lps | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua | |
| VAN (Lps/ha) | 5.408,15 | 0,0 | 7.142,25 | -3.241,08 | 1.734,10 | -3.241,08 | |
| TIR (%) | 26,28 | 12,0 | 17,59 | 9,64 | 14 | 9 | |
| RBC | 3,9 | 0,0 | 1,79 | 0,64 | 1,32 | n/a | |

Los resultados anteriores muestran que en el caso de referencia el proyecto tiene una TIR de 14% y un VAN de L$1734 cuando se evalua a una tasa de descuento de 12% y se usa el precio sombra de la mano de obra no calificada. Contrario al caso de conservación discutido en la sección anterior, aquí los indicadores de rentabilidad son positivos para BAU tanto como para el caso con proyecto, asumiendo el valor económico del agua de 13,21 Lps/m3 y utilizando precios de mercado de la mano de obra. Sin embargo, el VAN con proyecto es menor que sin proyecto cuando el análisis se hace con una tasa de descuento de 12%, precio de jornal del mercado actual y valor de agua de 13,21 Lps/m3. Como en caso de la conservación del bosque, valorar el agua es importante para la viabilidad económica del proyecto y el desempeño económico mejora significativamente, especialmente con menores tasas de descuento; en el caso de manejo para madera y resina mejora de tal forma que con una tasa de descuenta de 8% y valorando el agua a 13,21 Lps/m3 el proyecto tiene una VAN positivo, y con una tasa de descuento del 4% el VAN es positivo aùn sin considerar beneficios por incremento de caudales en estiaje.

## IV.2 Componente 1 – proyecto piloto: incentivos en terrenos privados y paraagroforestería

Aquí se propone actividades de MFS y agroforestería en manera de ejemplo, sin embargo, estas actividades serán ajustadas durante el primer año del proyecto, teniendo mayor información sobre los bosques privados y el potencial de agroforestería en las cuencas priorizadas. Se propone estudiar durante este primer año: i) las zonas a aplicar, ii) el monto de incentive que es económicamente eficiente entregar por razones ambientales, sociales y económicas; iii) el mecanismo de entrega a utilizar (una lotería, una subasta u otro) y los ítems específicos a cubrir (insumos entregados en especie, por medio de un “voucher” para adquisición de servicios con proveedores privados capacitados, etc.)

### IV.2.1.- Sistema Forestal Sostenible para Madera.

Dentro de las microcuencas priorizadas, el MFS en terrenos privados abarca una superficie de 3.600 ha. Igual como en los casos anteriores, el índice de sitio (IS) seleccionado ha sido de 15, variando el área basal (AB) de la situación con proyecto (BAU) y sin proyecto.

En la situación BAU se asume la regeneración de los pinares sin un manejo adecuado para su establecimiento (poco control de fuegos, sin raleos, ni podas) lo que produce una rodal abierto con AB de 15m2/ha, distribuida irregularmente sobre el terreno y con árboles poco productivos, mientras que en la situación con proyecto se espera que la regeneración de pinares con un manejo adecuado para su establecimiento (con control de fuegos, raleos y podas) produzca un rodal más regular, con más árboles sanos y de mejor crecimiento que le permita alcanzar un AB de 20m2/ha en 25 años.

Así mismo se asumió para el BAU, que la plaga de gorgojo afectará la producción de madera al final del ciclo de 25 años , siguiendo su comportamiento histórico, esto prevé una afectación en la producción de madera de un 30% del rodal, es decir un volumen de madera esperado en el año 25 de 66,8 m3/ha[[13]](#footnote-13), así mismo el valor de la madera afectada por gorgojo será penalizado con un precio de LPS. 1250/m3 disminuyendo considerablemente los ingresos de la situación BAU.

Con la aplicación del programa de manejo sostenible de bosques se podrá obtener una mayor producción de madera al final de ciclo productivo que la situación BAU, no solo porque la plaga estará controlada, sino porque los rodales estarán mejor manejados con mayores rendimientos. Se estima una producción de madera en el año 25 de 112 m3/ha.

Se asume que estos bosques son manejados de tal forma que brindan el mismo servicio hídrico de regulación de la disponibilidad del agua sobre el año que en el caso de la conservación.

En las diferentes áreas donde se plantea implementar el programa, el ICF y los productores han realizado labores de corta de árboles afectados por el gorgojo sin embargo estos costos para efecto del análisis económico se han considerado como costos hundidos. En el caso de la situación con proyecto se plantea realizar limpieza de áreas y arrastre del material más grueso (aproximadamente 40-50m3/ha arrastre).

En el cuadro 30 se muestran los costos unitarios por hectárea del sistema, los cuales incluyen costos de transacción y pago de impuestos y tasas para el funcionamiento legal (CAL).

*Cuadro 30. Costos unitarios del sistema de producción de madera*

| **Tipo de costos** | | **Fuente** | **Costo Unitario/ha** | **Periodo de ocurrencia** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **BAU** | **Con proyecto** |
| **Costos Operativos** | | | | | |
| Costos de establecimiento de pino | Limpieza de biomasa (40-50m3/ha) | Entrevista talleres | LPS 5.200 |  | Año 1 |
|  | Costos de ajuste plan de manejo | Alvarado Rivera 2013 | LPS 250 |  | Año 1 |
|  | Enriquecimiento (150 plantas/ha) | Alvarado Rivera 2013 /ajustado para 300 plantas) | LPS 4.350 |  | Año 2 |
| Raleo precomercial o costo de poda | | Alvarado Rivera 2013, actualizado con ICF | LPS 450 | Año 10 | Años 5 y 10 |
| Mantenimiento | | Alvarado Rivera 2013 | LPS 150 |  | Años 1, 2,3,5,12 |
| Rondas cortafuegos | | Alvarado Rivera 2013 actualizado con ICF | LPS 350 | Año 1 | Años 1, 2,3,4,5, 10, 15, 20 y 25 |
| Quema controlada | |  | 150 |  | Años 1 y 5 |
| Equipos de seguridad y combate incendios | |  | 62,75 |  | Años 1,3 y 5 |
| Vigilancia | |  | LPS 96 | anual | anual |
| Corta y Arrastre | | Entrevista | 355/m3 | Leña: años 1,5 y 11  Madera: años 18 y 25 | |
| Transporte | | ICF/Entrevista | 250/m3 | Años 5,10,(para leña) 18 y 25 (para madera) | |
| Trámites impuestos y otras | | ICF/Entrevista | 342/m3 | Años 18 y 25 | |

Además de los costos expuestos en el cuadro 30, también se considera costos de capacitación fijos, distribuidos a una tasa por hectárea dependiendo del número total de hectáreas a ser incluidas en el programa.

*Cuadro 31: Monto de los incentivos anuales para el Manejo Forestal Sostenible (basados en cálculos propios,50% de los costos estimados por las actividades, vea anexo)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ajuste de Plan de Manejo** | **Limpieza inicial (año 1) y enriquecimiento (año 2)** | **Quemas controladas, incluyendo equipo de seguridad y combate de incendios en año 1,3 y 5** | **Mantenimiento** | **Rondas Cortafuegos (NHL/ha)** | **Tratamientos (Raleo Pre-comercial y Poda)** |
| HNL 125,00 | HNL 2.600,00 | HNL 106,38 | HNL 91,67 | HNL 175,00 |  |
|  | HNL 2.175,00 |  | HNL 91,67 | HNL 175,00 |  |
|  |  | HNL 31,38 | HNL 91,67 | HNL 175,00 |  |
|  |  |  |  | HNL 175,00 |  |
|  |  | HNL 106,38 |  | HNL 175,00 | HNL 225,00 |

Con respecto al monto total por hectárea de los incentivos directos para el desarrollo del modelo forestal, y considerando que el modelo para el manejo para madera principalmente se encontrará en bosques privados, para los cuales la LFAPVS permite pagar solo hasta el 50% de los costos incurridos, se alcanza un valor de LPS 6 519,13/ha el cual se aplicará de la manera expuesta en Cuadro 31.

En el Cuadro 32 se muestran la producción estimada de madera que tendrán las situaciones sin proyecto (BAU) y con proyecto. Cabe destacar que según el ICF el valor de la madera puede variar entre LPS 1200 y LPS1300 por metro cúbico dependiendo de la calidad de la misma según el daño causado por el gorgojo.

*Cuadro 32: Producción de madera estimada (basado en Ferreira 1989)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **BAU** | | **Con proyecto** | |
| **Volumen** (m3/ha) | **Precio** (LPS/m3) | **Volumen** (m3/ha) | **Precio** (LPS/m3) |
| 18 | 30 | 1200 | 35 | 1300 |
| 25 | 66,8 | 1250 | 112 | 1300 |

Con los datos anteriores de costos y de producción de madera y agua (beneficios) se calcularon indicadores económicos por hectárea para la situación sin proyecto (BAU), con proyecto y para el análisis incremental donde se le restaron a los flujos netos de la situación con proyecto (beneficios) el flujo neto de la situación BAU (costos). Los resultados se muestran en cuadro 33.

*Cuadro 33: Resultados económicos del manejo forestal para producción de madera con valores de agua de 13,61 Lps/m3 y valor del jornal de 250 Lps. A) indicadores económicos con tasa de descuento de 12%, B) flujos anuales de los tres escenarios.*

*A)*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | |
| Tasa de 12% | Con agua  13,21 Lps/m3 | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua |
| VAN (Lps/ha) | 5.266,87 | 643,21 | 7.714,96 | -1.808,69 | 2.448,10 | -2.451,89 |
| TIR (%) | 35,86 | 14,98 | 21,76 | 9,92 | 16,84 | 8,04 |
| RBC | 5,6 | 1,6 | 1,65 | 0,85 | 1,46 | -2,81 |

B)



Se puede notar que los indicadores tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyectos son positivos, siempre valorando el agua, indicando una buena rentabilidad del uso del bosque para la producción de madera, básicamente dado por el beneficio económico que implica la recuperación del servicio hídrico. Sin embargo más importante aún son los resultados del análisis incremental (TIR 16,84, VAN 2.448) porque indican que es muy recomendable y justificada la inversión que se pueda hacer en un manejo forestal adecuado del bosque (propuesta).

### IV.2.2.- Sistema Agroforestal de café.

A raíz del ataque del Gorgojo, se asume que el cambio de uso de la tierra más probable en la zona de Francisco Morazán y Comayagua es la caficultura, por lo que se apoyará la conversión de áreas agrícola a sistemas agroforestales (SAF) de café con sombra en el programa, estimando para el propósito del análisis preliminar en un área de 9.108 ha, el máximo a ser apoyado baja la modalidad propuesta.

Aunque un SAF bien implementado también mejora las prácticas agrícolas y busca sinergias entre la agricultura y los árboles, para este caso se analizó solamente el componente arbóreo, dejando abierto el tipo de sistema agropecuario que se apoyará. De acuerdo al SAF a implementar, se encontraran beneficios adicionales, como una menor necesidad de insumos agroquímicos en sistemas de café.

*Cuadro 34. Costos unitarios del sistema de agroforestal con café*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de costos** | **Fuente** | **Costo Unitario/ha** | **Periodo de ocurrencia** | |
| **BAU** | **Con proyecto** |
| **Costos Operativos** | | | | |
| Costos de establecimiento de árboles |  | LPS 4.350 |  | Año 1 |
| Costo de poda |  | LPS 225 |  | Año 5 |

El monto total de los incentivos por hectárea es de LPS 4.575, cubriendo todos los costos relacionados a la incorporación de los árboles en el sistema agrícola.

En el sistema mejorado se espera en el año 25 un aprovechamiento de 44,1 m3/ha de madera y en años 5,10,15 y 20 una producción de leña de 5 (año 5) y 10 m3/ha.

De igual manera en esta propuesta de uso del suelo se incluyó como un beneficio, la reducción del déficit de agua tanto en la situación BAU como con proyecto, en una condición muy similar al uso del bosque para la producción de madera, considerando un bosque ralo en la situación con proyecto y BAU (asumiendo que SAF es con café, donde el café también tiene un servicio hídrico). Los indicadores económicos de esta propuesta de uso del suelo se indican en el cuadro 35:

*Cuadro 35: Resultados económicos del sistema agroforestal con café*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indicador económico** | **BAU** | | **Con proyecto** | | **Análisis incremental** | |
| Tasa de 12% | Con agua  13,21 Lps/m3 | Sin agua | Con agua | Sin agua | Con agua | Sin agua |
| VAN (Lps/ha) | 6.034,86 | 0 | 6.030,46 | -4,40 | -4,40 | -4,40 |
| TIR (%) | No hubo costo adicional |  | 22,33 | 11,99 | 12 | 12 |
| RBC | - |  | 2,97 | 1 | 1 | n/a |

Tal como ha sido el comportamiento de los otros sistemas, el sistema agroforestal con café muestra resultados económicos algo positivos a 12%, siempre considerando el valor del agua.

## IV.3 Rentabilidad económica del componente 1 del Programa.

Tal como lo establece la metodología del ACB, la rentabilidad del componente 1 del programa está dado por la valor incremental de todos los costos y beneficios que se derivan de cada una de las propuesta de uso del bosque y del suelo, y su diferencia de la situación con proyecto y la situación sin proyecto (BAU), en este sentido se calcularon tanto los beneficios netos totales de la situación con proyecto y se le restaron los beneficios netos totales de la situación sin proyecto para calcular el flujo de caja incremental y poder determinar los indicadores económicos respectivos.

Los resultados preliminares de la rentabilidad económica del componente 1 se muestran a continuación (Cuadro 36). Aquí se está considerando los análisis por escenario de uso del bosque, más los costos de la asistencia técnica que brindará el proyecto.

*Cuadro 36; resultados del análisis económico del componente 1 del financiamiento en áreas nacionales (a) con valor del agua a 13,21 Lps/m3 y (b) a 15,055 Lps/m3, (c) con valor de agua Lps 13,21 Lps/m3 y valor sombra de jornal de 146,6 Lps, (d) con valor de agua Lps 10,57 Lps/m3 y valor sombra de jornal de 146,6 Lps, (e) del proyecto piloto de incentivos para los SAF y áreas privadas con un valor del agua de 13,21 Lps/m3 y (f) de todo el componente 1 con valores del agua y de jornal inicial (13,21 Lps/m3 y 250 Lps respectivamente).*

1. *indicadores económicos bosques nacionales, con valor del agua a 13,21 Lps/m3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 74.018.594,85 | L 268.531.707,36 | L 692.185.804,50 |
| **VAN SinProy** | L 116.324.983,02 | L 233.286.303,05 | L 499.863.806,95 |
| **VAN** | -L 42.306.388,17 | L 35.245.404,32 | L 192.321.997,55 |
| **TIR** | 9,50% | 9,50% | 9,50% |
| **RCB** | 0,64 | 1,15 | 1,38 |

1. *indicadores económicos bosques nacionales, con valor del agua a 15,055 Lps/m3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 121.013.502,99 | L 341.661.343,96 | L 815.288.102,62 |
| **VAN SinProy** | L 139.378.308,59 | L 272.877.680,80 | L 573.357.494,20 |
| **VAN** | -L 18.364.805,60 | L 68.783.663,16 | L 241.930.608,42 |
| **TIR** | 10,92% | 10,92% | 10,92% |
| **RCB** | 0,87 | 1,25 | 1,42 |

1. *indicadores económicos bosques nacionales, con valor del agua a 13,21 Lps/m3 y del jornal a 146,60 Lps*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 164.579.145,50 | L 366.514.722,71 | L 800.630.281,50 |
| **VAN SinProy** | L 128.121.241,22 | L 247.922.708,41 | L 519.361.817,63 |
| **VAN** | L 36.457.904,28 | L 118.592.014,30 | L 281.268.463,87 |
| **TIR** | 15,09% | 15,09% | 15,09% |
| **RCB** | 1,28 | 1,48 | 1,54 |

1. *indicadores económicos bosques nacionales, con valor del agua a 10,57 Lps/m3 y del jornal a 146,60 Lps*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 97.334.398,89 | L 261.873.941,89 | L 624.483.903,70 |
| **VAN SinProy** | L 95.134.368,85 | L 191.271.631,30 | L 414.200.118,80 |
| **VAN** | L 2.200.030,04 | L 70.602.310,60 | L 210.283.784,90 |
| **TIR** | 12,19% | 12,19% | 12,19% |
| **RCB** | 1,02 | 1,37 | 1,51 |

1. *Proyecto piloto con valor de agua a 13,21 Lps/m3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 89.637.608,84 | L 223.310.935,38 | L 560.069.699,98 |
| **VANSinProy** | L 73.926.261,95 | L 125.572.533,68 | L 229.279.800,17 |
| **VAN** | L 15.711.346,89 | L 97.738.401,70 | L 330.789.899,80 |
| **TIR** | 13,54% | 13,54% | 13,54% |
| **RCB** | 1,21 | 1,78 | 2,44 |

1. *Todo el componente 1 con valor de agua a 13,21 Lps/m3*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Desc** | 12% | 8% | 4% |
| **VAN ConProy** | L 163.656.203,69 | L 491.842.642,75 | L 1.252.255.504,47 |
| **VAN SinProy** | L 190.251.244,97 | L 358.858.836,72 | L 729.143.607,12 |
| **VAN** | -L 26.595.041,28 | L 132.983.806,02 | L 523.111.897,35 |
| **TIR** | 11,06% | 11,06% | 11,06% |
| **RCB** | 0,86 | 1,37 | 1,72 |

Los resultados del cuadro 36 muestran que con una tasa de descuento de 12% y un valor del agua de 13,21 Lps/m3, el componente 1 sin proyecto piloto será viable si se aplica un precio sombra al jornal. Con el precio de sombra, la tasa de descuento de 12% y un precio de agua 20% menor al precio de referencia, a 10,57 Lp/m3, el proyecto se mantiene rentable. Con precios del mercado de la mano de obra no-calificada, sin embargo, tendría que aumentar el valor de agua o ajustar la tasa de descuento aplicada. Aplicando por ejemplo una tasa de descuento de 8%, todas las combinaciones del cuadro 36 muestran indicadores positivos. Considerando que por ejemplo CEPAL (2011) aplica para este tipo de estudios una tasa de descuento de entre 0,5 y 4%, aplicando una de 8% aquí parece muy razonable. Para que todo el componente 1 (opción (e) en cuadro 36) saldrá positiva con una tasa de descuento de 12% será necesario aplicar un valor de agua de 14,9154 Lps/m3, lo que implicaría para las 47.620 ha a intervenir en todo el componente un costo de 22,67 Lps/mes por familia, menor a la voluntad de pago reportado por Cisneros Caecedo (2005) para Copán, pero justo fuera del rango reportado por Lopez (2011): hasta 22,17 Lps/m3.

# V Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad ha consistido en realizar en el modelo de cálculo las proyecciones del ACB del componente 1 bajo escenarios distintos al escenario principal o escenario base, teniendo en cuenta alteraciones en dos de los supuestos más críticos del análisis económico, como lo son el valor del precio del agua y el valor del jornal; asimismo se ha realizado el cálculo de los puntos de equilibrio que representan valores límite de las variables antes señaladas a partir de los cuales la realización del programa deja de ser viable en términos económicos.

*Sensibilidad de los resultados del ACB ante variaciones del precio de agua*

Se ha realizado un análisis de sensibilidad adicional a los ya realizados en las diferentes secciones arriba, ante cambios en el valor estimado del agua, siendo en el escenario base de 13,21 L/m3, referido al precio que cobra el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) a los dueños de camiones cisternas. Debido a que hasta el momento solo hay un acuerdo sobre la implementación de incentivos en bosques nacionales, solo se realizaron los análisis de sensibilidad para el componente 1 en bosques nacionales (sección IV.1 arriba y cuadro 36 a). Los resultados del análisis de sensibilidad se muestran en el cuadro 37.

*Cuadro 37: Sensibilidad ante variaciones en los precios del agua para la aplicación de financiamiento en bosques nacionales con una tasa de descuento de 12%.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % de variación del precio con respecto al escenario base | Precio del agua (L/m3) | VAN (L) | TIR (%) | RBC |
| +30% | 17,17 | L 9.080.423,19 | 12,53 | 1,05 |
| +20% | 15,85 | -L 8.048.513,93 | 11,53 | 0,95 |
| +5% | 13,87 | -L 33.741.919,61 | 10,00 | 0,73 |
| Escenario Base | 13,21 | -L 42.306.388,17 | 9,50 | 0,64 |
| -5% | 12,55 | -L 50.870.856,73 | 8,99 | 0,53 |
| Punto de equilibrio | 16,47025 | 0 | 12 | 1,0 |

Los resultados del VAN, TIR y RBC muestran que el componente 1 del programa es muy sensible ante cambios del valor del agua, requiriendo un aumento de 24,7% o un precio de Lps 16,47 a partir del cual se hace rentable el financiamiento propuesto para bosques nacionales desde el punto de vista económico.

*Sensibilidad de los resultados del ACB ante variaciones del precio del jornal.*

Otro de los factores considerados importantes dentro de las proyecciones del ACB fue el valor del jornal o salario de los trabajadores pagados para la realización de diferentes actividades que se requieren a lo largo de los ciclos productivos propuestos. Como bien se sabe el valor del salario generalmente se ve afectado por el nivel de desempleo existente en un país o región dada, debiéndose trabajar en las proyecciones económicas con precios sombras; sin embargo al no disponerse de información sobre el nivel de desempleo rural, específicamente en la zona de implantación del componente 1 del programa, se realizó una sensibilización del ACB basado en variaciones del jornal a partir del valor base de L 250, referido por el ICF y corroborado en las visitas de campo. Los resultados del análisis de sensibilidad se muestran en el cuadro 38. Además, se hizo una estimación de un precio sombra, asumiendo que en la situación BAU los grupos agroforestales estarían trabajando sin técnico y que estén satisfechos con los ingresos que reciben por sus jornales invertidos. O sea, el valor aceptable de su jornal sería el valor que hace que sin pago por el agua el VAN a 12% sería 0. Esto nos da un valor de 146,60 Lps/jornal.

*Cuadro 38: Sensibilidad ante variaciones en el precio del jornal del componente 1 para bosques nacionales.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % de variación del precio con respecto al escenario base | Precio del jornal (L) | VAN (L) | TIR (%) | RBC |
| +10% | 275,0 | -L 61.349.979,19 | 8,60 | 0,46 |
| Precio de mercado | 250 | -L 42.306.388,17 | 9,50 | 0,64 |
| -10% | 225 | -L 23.262.797,15 | 10,52 | 0,80 |
| -20% | 200 | -L 4.219.206,13 | 11,71 | 0,97 |
| -30% | 175 | L 14.824.384,88 | 13,12 | 1,12 |
| Precio sombra (-41%), precio de referencia | 146,60 | L 36.457.904,28 | 15,09 | 1,28 |
| Punto de equilibrio | 194,46 | 0 | 12,0 | 1,0 |

En este caso, los resultados señalan que ante incrementos del valor del jornal, los indicadores económicos disminuyen sensiblemente demostrando que también es una variable crítica. El punto de equilibrio o valor máximo del jornal que haría el componente 1 del programa viable económicamente a una tasa de descuento de 12% es de Lps 194,46 representando una reducción de 22% con respecto al precio del mercado y muy de arriba del valor sombra estimado por el jornal.

*Sensibilidad de los resultados del ACB ante variaciones de la tasa de descuento.*

Finalmente se realizó un análisis de sensibilidad modificando la tasa de descuento de referencia del banco del 12%, considerada alta para proyectos de manejo de recursos naturales y muy especialmente para sistemas forestales y agroforestales, donde los retornos esperados son a muy largo plazo mientras que los mayores costos ocurren en los primeros años del proyecto. A continuación los resultados del análisis de sensibilidad.

Como se observa en el cuadro 39, una reducción de 4% haría que el proyecto sería viable económicamente, corroborando que altas tasas de descuento no favorecen la conservación de los recursos naturales y el suministro de servicios ambiental que se deriven de ello. Esto podría provocar el cambio de usos del suelo por sistemas agrícolas o agroforestales cuyos retornos económicos son a corto y mediano plazo, tal como se observa hoy día en algunas áreas que fueron devastadas por el ataque del gorgojo, donde zonas de pino están siendo sustituidas por sistemas de café o de granos como maíz o frijol.

*Cuadro 39: Sensibilidad ante variaciones en la tasa de descuento manteniendo el precio de agua en 13,21 Lps/m3 y el jornal en 250 Lps (a); con precio del agua en 13,21 Lps/m3 y el jornal en 146,60 Lps (b); y manteniendo la tasa en 12% pero con variaciones en ambos precios del agua y del jornal (c).*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tasa Descuento** | **12%** | **8%** | **4%** |
| a) VAN | -L 42.306.388,17 | L 35.245.404,32 | L 192.321.997,55 |
| TIR | 9,50% | 9,50% | 9,50% |
| RCB | 0,64 | 1,15 | 1,38 |
| b) VAN | L 36.457.904,28 | L 118.592.014,30 | L 281.268.463,87 |
| TIR | 15,09% | 15,09% | 15,09% |
| RCB | 1,28 | 1,48 | 1,54 |
| **c) Tasa 12%** |  |  |  |
| **Precio agua** | **Precio jornal** | **TIR (%)** | **VAN (Lps)** |
| 16,47025 | 146,60 | 18,68 | 78.764.432,50 |
| 13,21 | 146,60 | 15,09 | 36.457.904,28 |
| 9,96 | 146,60 | 11,52 | -5.715.615,15 |
| 16,47025 | 194,46 | 14,97 | 42.307.381,86 |
| 13,21 | 194,46 | 12,00 | 853,64 |
| 9,96 | 194,46 | 9,04 | -42.172.665,79 |
| 16,47025 | 250 | 12,00 | 140,05 |
| 13,21 | 250 | 9,50 | -42.306.388,17 |
| 9,96 | 250 | 6,99 | -84.479.907,60 |

# VI Evaluación económica del componente 2 del programa manejo forestal sostenible

En el siguiente apartado se presenta la evaluación económica ex-ante del componente 2 del programa: “Mejora tecnológica para la adaptación al cambio climático”.

**SUPUESTOS Y METODOLOGÍA**

Para realizar la evaluación económica ex-ante de los componentes 2 se utilizó nuevamente la metodología del Análisis Costo-Beneficio (ACB), que cuantifica la rentabilidad en términos económicos diferenciales de las acciones llevadas a cabo por cada componente.

Además del análisis cuantitativo, se han tenido en cuenta otros beneficios en términos cualitativos, asociados a la ejecución del componente del programa. Estos beneficios no han formado parte de la estimación de la rentabilidad económica, no obstante han sido señalados para su consideración en el conjunto de la evaluación.

De acuerdo con la metodología del ACB se deben plantear dos alternativas de proyecto: (i) Alternativa Sin Proyecto (*business as usual)* y (ii) Alternativa Con Proyecto, correspondiendo la primera a las proyecciones económicas futuras de no llevarse a cabo los componentes del Programa, es decir, un escenario de continuidad en la situación actual; mientras que la segunda incluye los efectos diferenciales esperados, derivados de la implementación del Programa. En la presente evaluación económica se realizaron las proyecciones para las dos alternativas señaladas pero únicamente a nivel de los beneficios donde se espera obtener diferencias significativas entre ambas opciones, dado que a nivel de costos la alternativa con proyecto representa la totalidad de los costos diferenciales para el análisis.

A diferencia de la evaluación económica del componente 1, el ámbito geográfico del componente 2 es a nivel nacional ya que las intervenciones que se han propuesto tendrán injerencias en todo el país y no focalizadas en un área específica. En este sentido, los elementos del componente 2 del Programa que fueron objeto de análisis cuantitativo fueron los siguientes:

* Investigaciones para incrementar resiliencia ante el cambio climático y la variabilidad.
* Establecimiento de Bancos de germoplasma de especies resilientes al cambio climático.
* Fortalecimiento del Departamento de Sanidad Forestal del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF).
* Apoyo a la implementación del plan estratégico bosque, suelo y agua.
* Diseño y puesta en marcha de un mecanismos financiero y operativo para acceder a financiamiento climático.
* Análisis económico y estratégico de incentivos forestales existentes y nuevas alternativas de fomento del manejo sostenible de los recursos forestales del país.
* Socialización de la estrategia de incentivos.
* Apoyo a las instancias de consulta, concertación y coordinación de acciones establecidas en la Ley Forestal para motivar la participación de los diferentes actores en la recuperación productiva y económica de los territorios afectados por la plaga del gorgojo del pino y sus impactos en la protección de la fuentes de agua, la seguridad alimentaria y el comercio ilegal de madera, entre otros.
* Promoción de acuerdos locales entre comunitarios y privados en relación a: manejo forestal, aprovechamiento de productos forestales y la recuperación de la cobertura forestal.

El horizonte temporal de análisis utilizado, correspondiente al ciclo económico de las inversiones o activos que van a implementarse, fue de 25 años aun cuando la intervención directa del programa apoyado por el BID tiene una duración de cinco (5) años. La duración de este ciclo determina el plazo considerado en las proyecciones durante el cual se espera que se generen los beneficios económicos del componente 2 del Programa.

Se ha utilizado una tasa de descuento de referencia del BID de 12% en términos reales y con las proyecciones de beneficios y costos incrementales se calculó el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la Relación Beneficio-Costo (RBC) para el componente 2.

*Principales beneficios del componente 2del Programa*

Los beneficios que se identificaron del componente 2 del programa se indican a continuación:

* Disminución de las pérdidas de bienes y servicios ambientales generados por los bosques de pino causadas por ataques del gorgojo (*Dendroctonus frontalis)* y el cambio climático.
* Aumento de la productividad de bosques y cultivos: rendimientos físicos, mayor valor agregado de los sistemas agroforestales y resiliencia al cambio climático.
* Mejora de la capacidad de generación de conocimiento sobre temas relacionados con el manejo forestal sostenible, agricultura, adaptación y mitigación al cambio climático, entre otros.
* Conservación de suelos y aguas: Retención de sedimentos, prevención de la erosión, y recarga de las fuentes de agua subterráneas.
* Mejora en la efectividad y eficiencia de las iniciativas y recursos públicos empleados para el desarrollo de proyectos de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

Cabe destacar que la cuantificación económica de los beneficios se ha limitado a los que se han considerado monetizables de forma razonable, en función de la información disponible, en este caso ha sido el de disminución de las pérdidas de bosques causadas por ataques del gorgojo (*Dendroctonus frontalis)* y el cambio climático, dado que se cuenta con una data histórica de superficie de bosques afectadas por gorgojo desde el año 1982 hasta el presente año, la cual incluye un período de más de 20 años de aplicación del programa de control de gorgojo del pino en Honduras y otro período sin aplicación del mismo por temas presupuestarios y organizacionales (Billings, 2016).

También se cuantificó como un beneficio, los costos evitados del control de los brotes de gorgojo, siendo estos la diferencia entre los costos de control de brotes sin el programa de sanidad forestal y alerta temprana y los costos con el programa.

*Alternativas Sin Proyecto y Con Proyecto*

De acuerdo a la metodología del ACB, la alternativa que se describe sin proyecto (*business as usual)* sería aquella en la que no existe un control preventivo (sistema de alerta temprana) y efectivo del ataque de gorgojo a los bosques de pino de Honduras por lo que se esperaría que las áreas de bosques afectados anualmente fuesen mayores que con la alternativa con proyecto.

La diferencia entre las áreas afectadas por ataques de gorgojo de las alternativas sin proyecto y con proyecto representaría las pérdidas anuales evitadas, lo que en este caso representaría el beneficio incremental del componente 2.

BENEFICIOS ECONÓMICOS CUANTIFICADOS

Los beneficios cuantificados han consistido en la prevención de pérdidas anuales de áreas de bosques de pino debido al ataque recurrente del gorgojo (*Dendroctonus frontalis)* a nivel nacional.

*Hipótesis y supuestos considerados*

Para estimar las pérdidas de áreas de bosque de pino atacadas por el gorgojo con y sin programa, se utilizaron los datos reportados por Billings (2016), desde el año 1982 hasta el año 2015 que se muestran en Cuadro 40:

*Cuadro 40: Área afectada por ataques de gorgojo (Dendroctonus frontalis) desde 1982 hasta 2015*

| **Año** | **Brotes Detectados** | **Área Afectada** | **Ha/brote** | **Volumen de madera** | **Aplicación de programa** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **(ha)** | **(m3)** |
| **1982** | 362 | 3,125 | 8.6 | 71,784 | si |
| **1983** | 563 | 8,512 | 15.1 | 133,625 | si |
| **1984** | 1,084 | 340 | 0.3 | 15,91 | si |
| **1985** | 837 | 293 | 0.4 | 7,427 | si |
| **1986** | 1,341 | 696 | 0.5 | 24,157 | si |
| **1987** | 1,006 | 2,293 | 2.3 | 48,651 | si |
| **1988** | 1,063 | 4,13 | 3.9 | 87,484 | si |
| **1989** | 244 | 325 | 1.3 | 10,364 | si |
| **1990** | 348 | 422 | 1.2 | 25,632 | si |
| **1991** | 166 | 292 | 1.8 | 11,219 | si |
| **1992** | 101 | 191 | 1.9 | 8,141 | si |
| **1993** | 83 | 169 | 2 | 6,481 | si |
| **1994** | 54 | 175 | 3.2 | 5,51 | si |
| **1995** | 121 | 246 | 2 | 17,054 | si |
| **1996** | 174 | 257 | 1.5 | 13,468 | si |
| **1997** | 255 | 370 | 1.5 | 25,588 | si |
| **1998** | 375 | 396 | 1.1 | 23,89 | si |
| **1999** | 511 | 497 | 1 | 24,624 | si |
| **2000** | 1,691 | 1,743 | 1 | 72,279 | si |
| **2001** | 3,698 | 9,078 | 2.5 | 383,916 | si |
| **2002** | 5,937 | 13,511 | 2.3 | 715,48 | si |
| **2003** | 1,496 | 2,457 | 1.6 | 108,632 | si |
| **2004** | 471 | 6,293 | 13.4 | 251,599 | si |
| **2005** | 1,522 | 9,469 | 5.2 | 437,771 | si |
| **2006** | 544 | 3,69 | 5.8 | 155,531 | si |
| **2007** | 697 | 1,987 | 2.9 | 45,042 | no |
| **2008** | 82 | 198 | 2.4 | 10,296 | no |
| **2009** | 159 | 399 | 2.5 | 3,605 | no |
| **2010** | 67 | 216 | 3.2 | 1,367 | no |
| **2011** | 7 | 2 | 0.1 | 70 | no |
| **2012** | ? | 354 | 1.5 | 10,409 | no |
| **2013** | 117 | 517 | 4.4 | 15,051 | no |
| **2014** | 7528 | 15,242 | 2 | 217,573 | no |
| **2015** | ? | 373,782 | 43.1 | 18,354,570 | no |

Fuente: Adaptado de Billings (2016).

Uno de los indicadores importantes que mide la efectividad de la intervención de los programas de control de plagas es el tamaño promedio de los brotes o número de hectáreas por brote (ha/brote). Durante los años que duró la aplicación del programa de control de gorgojo de Honduras (1984-2006) basados en la detección temprana y la pronta aplicación de medidas de control principalmente cortar y dejar, el tamaño promedio de los brotes fue de 2,51 ha/brote, periodo durante el cual ocurrieron ataques fuertes asociados a períodos de incidencia de efectos de El Niño (1986-1988 y 2000-2005) que favorecieron la reproducción del gorgojo y aumentaron la susceptibilidad de los bosques en períodos de déficit hídrico (Billings, 2016).

A partir de 2007, cuando el programa de control de gorgojo se vio afectado por problemas presupuestarios y administrativos derivados de la reforma institucional vinculada a la nueva Ley Forestal de Honduras (Billings, 2016), el tamaño promedio de los brotes aumentó a 6,69 ha/brote y por ende la superficie total afectada de bosques de pino, siendo bien significativo el valor de 47,2 ha/brote obtenidas en el año 2015.

Es importante indicar que el gorgojo es parte de los ecosistemas de bosques de pino de Honduras y por lo tanto siempre existirán brotes de su ataque, pero una detección temprana de los mismos y un control eficiente permitirán que el tamaño de los brotes se mantenga en niveles adecuados. Desde el año 1982 hasta el año 2015 se tienen un valor promedio de 794 brotes de gorgojo al año y un volumen promedio de madera afectada de 37,62 m3/ha-año.

Con los valores promedio encontrados de tamaño de brotes y número de brotes por año, se procedió a calcular las pérdidas esperadas de superficie de bosques de pino con y sin proyecto, asumiendo que la cantidad de brotes para los próximo cinco (5) años (horizonte de evaluación) se mantendrán iguales al promedio actual y que el tamaño de los brotes con la aplicación de lo previsto en los componentes 1 y 2 del programa de Manejo Forestal Sostenible será igual al valor de 2,51 ha/brote y el tamaño sin programa será de 6,69 ha/brote según la experiencia que se mencionó anteriormente.

Cabe señalar que los valores antes indicados son conservadores ya que Billings (2016) indica que un control efectivo debería mantener el tamaño de los brotes en 2,1 hectáreas y que desde el 2013 hasta el 2015, período durante el cual no hubo una actuación efectiva para controlar los brotes de gorgojo y además coincidió con un período fuerte de déficit hídrico causado por efecto de El Niño, el tamaño de los brotes fue de 7,54 ha, por lo tanto el diferencial de las pérdidas esperadas con y sin programa pueden ser mayores.

Una vez calculadas las áreas de pino esperadas con afectación del gorgojo se procedió a su valoración monetaria, utilizando el promedio obtenido de volumen de madera de 37,62 m3/ha-año y un precio de madera en pie de trescientos cincuenta Lempiras (L 350,00), valor reportado por Billings (2016) y corroborado mediante entrevistas en campo. A estos valores de pérdidas totales se les restó el beneficio del aprovechamiento de la madera por mejora de la gobernanza tal como fue señalado anteriormente, en el caso de BAU se le restó el beneficio de un aprovechamiento de un 20% de la madera afectada y en el caso de la situación con proyectos, el aprovechamiento fue de 40%.

El beneficio incremental del programa son las pérdidas anuales evitadas que se calculan restando a las pérdidas económicas sin proyecto las pérdidas con proyecto. Finalmente el valor en Lempiras (L) de las pérdidas anuales evitadas se llevó a Dólares estadounidenses (USD) utilizando una tasa de cambio de 22,86 L/USD.

A continuación se muestra el cuadro 41 con la estimación física y económica de las áreas afectadas por ataques de gorgojo con y sin proyecto:

*Cuadro 41: Perdidas evitadas anuales de la aplicación de los componentes 1 y 2 de programa Manejo Forestal Sostenible de Honduras.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Áreas afectadas (ha/año)** | | **Pérdidas económicas esperadas (L/año)** | | **Pérdidas evitadas anuales** | |
| **Con proyecto** | **Sin proyecto** | **Con proyecto** | **Sin proyecto** | **Lempiras (L)** | **Dólares (USD)** |
| 1.992,86 | 5.311,65 | 15.848.630,15 | 56.322.621,88 | 43.988.893,77 | 1.920.912,39 |

Como se puede observar, las áreas de bosques de pino estimadas que anualmente podrían ser afectadas por gorgojo con un control eficiente del mismo son de un poco menos de 2.000 hectáreas, mientras que las áreas afectadas sin el programa casi triplican las anteriores, lo que es una estimación conservadora de la efectividad del programa. Desde el punto económico, las pérdidas anuales evitadas serían de USD 1.920.912,39.

Otro beneficio intangible del componente 2 lo representan los costos evitados del control de los brotes de gorgojo, ya que como se indicó anteriormente, se espera que la superficie total afectada con un sistema de alerta temprana y un programa eficiente de sanidad vegetal, sea menor con respecto a la superficie afectada sin tales acciones, por lo tanto los costos de control serán diferentes y sustancialmente menores.

Los costos de control de gorgojo se pueden calcular usando los valores reportados por ICF (2016), en cuanto a que desde el 2014 hasta abril de 2016, la plaga había afectado aproximadamente 442.390 ha de las cuales se había controlado una superficie de 189.124 ha (43%), con una inversión de L 366.231.676 (USD 16.6 millones), lo que generó un costo promedio de 1.936,45 L/ha (84,72 USD/ha) controlada. Multiplicando este valor por la superficie que se estima en cada alternativa, se tiene un estimado de los costos de control de gorgojo con y sin proyecto, y la diferencia entre ambos valores representan los costos evitados o beneficios adicionales del proyecto. En el Cuadro 42 se muestran estos resultados:

*Cuadro 42: Costos evitados anuales de la aplicación de un sistema de alerta temprana y sanidad forestal contemplado en el componente 2 del Programa.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Áreas afectadas (ha/año)** | | **Costos anuales de control de gorgojo (USD/año)** | | **Costos evitados anuales** |
| **Con proyecto** | **Sin proyecto** | **Con proyecto** | **Sin proyecto** | **Dólares (USD)** |
| 1.992,86 | 5.311,65 | 168.841,57 | 450.019,97 | **281.178,40** |

Sumando el valor económico de las pérdidas anuales evitadas de bosques de pino y los costos evitados de control de gorgojo, se tiene que los beneficios totales anuales de la aplicación de los componentes 2 del programa son de USD 2.202.090,79

*Otros beneficios económicos no cuantificados*

Entre los beneficios identificados está la mejora de la capacidad de generación de conocimiento sobre temas relacionados con el manejo forestal sostenible, agricultura, adaptación y mitigación al cambio climático, como resultado de las investigaciones para incrementar resiliencia ante el cambio climático y la variabilidad, acciones previstas en el componente 2 del programa.

A pesar de su importancia, tales beneficios son difíciles de valorar en términos económicos si no se cuenta con una información que permita realizarlo, como es el caso de la presente evaluación económica, sin embargo se pueden usar algunas referencias bibliográficas que brinden una idea objetiva del retorno de las inversiones en investigación.

Por ejemplo Pye et al (1997), encontraron en el caso de la Roya fusiforme (*Cronartium quercuum, Berk*.), enfermedad muy extendida y perjudicial en los bosques de pino "loblolly" en gran parte del Sur de los Estados Unidos, retornos netos a la inversión entre USD 58,9 a USD 900 millones con relaciones beneficio-costo que oscilaban entre 2,2 y 20,4. Tales beneficios son el resultado directo de las inversiones en investigación y desarrollo realizadas por el Gobierno, las universidades y la industria a un costo estimado de USD 49 millones de dólares. Como resultado de las investigaciones se pudieron identificar familias de estas especies de pino con resistencia genética a la enfermedad, permitiendo la producción y siembra de plántulas resistentes en zonas de riesgo. Cuando se comparó el costo de la investigación con los beneficios obtenidos con la identificación de plántulas resistentes a la roya con las plantaciones establecidas desde 1970, se puede estimar un beneficio de hasta USD 999 millones.

Otro ejemplo es el informe Frontier Economics (2014), en donde se señala que las tasas de retorno de la inversión en ciencia e innovación desde el punto de vista privado están en promedio alrededor del 30%; sin embargo, los retornos sociales, basados en beneficios indirectos de la investigación son por lo general de 2 a 3 veces más grandes que esos retornos privados como ocurre en el sector agrícola.

Los casos antes citados son algunos ejemplos que muestran el alto retorno de las inversiones en investigación e innovación, por tanto se puede asumir que los beneficios económicos que traerán las actividades de investigación previstas en el componente 2 serán importantes, con un alto rendimiento justificando de esta manera la inversión del programa.

**COSTOS ECONÓMICOS**

A partir de las propuesta presentada en el componentes 2 del programa de Manejo Forestal Sostenible (Billings, 2016), se identificaron los costos directamente atribuibles al mismo y que serán necesarios para la consecución de sus objetivos. En el cuadros 43 se muestra la inversión que debe realizar el Estado durante los primeros cinco (5) años de ejecución del programa relacionados al componente 2.

*Cuadro 43: Presupuesto y distribución de costos del componente 2 (USD)*

| Rubros | Años | | | | | **TOTAL** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Investigaciones para incrementar resiliencia ante el CC y variabilidad | 150.000,00 | 150.000,00 | 200.000,00 |  |  | 500.000,00 |
| Banco de germoplasma de especies resilientes al CC | 300.000,00 |  |  |  |  | 300.000,00 |
| Departamento Sanidad Forestal | 500.000,00 |  |  |  |  | 500.000,00 |
| Equipos y suministros | 700.000,00 |  |  |  |  | 700.000,00 |
| Becas para maestría | 428.000,00 |  |  |  |  | 428.000,00 |
| Otras becas de investigación | 272.000,00 |  |  |  |  | 272.000,00 |
| Monitoreo a nivel operativo | 63.700,00 | 63.700,00 | 63.700,00 | 63.700,00 | 63.700,00 | 318.500,00 |
| Equipo informático | 50.000,00 |  |  |  |  | 50.000,00 |
| Módulos de monitoreo a plataforma informática | 4.200,00 | 4.200,00 | 4.200,00 | 4.200,00 | 4.200,00 | 21.000,00 |
| Licencias de imágenes de alta resolución | 500.000,00 |  |  |  |  | 500.000,00 |
| TOTAL (USD) | | | | | | **3.589.500,00** |

Adicionalmente el Estado Hondureño a través del ICF debe garantizar el funcionamiento del sistema de alerta temprana y de sanidad vegetal durante por lo menos los próximos veinticinco años. Los costos operativos anuales que se han estimado para el funcionamiento del sistema a partir de la propuesta del Componente 2 (Billings, 2016) se muestran en el cuadro 44. Estos costos contemplan el pago de honorarios y viáticos del personal fijo asignado para la administración del sistema, alquiler de avionetas para sobrevuelos y visitas técnicas anuales de un experto internacional en plagas.

*Cuadro 44: Costos operativos anuales para el funcionamiento del sistema de alerta temprana*

| Rubro | Cantidad | Unidad | Valor anual (USD) | Total/año (USD/año) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sueldo Coordinador de SAT | 1 | persona | 25.000,00 | 25.000,00 |
| Sueldo Administrador | 1 | persona | 13.000,00 | 13.000,00 |
| Sueldo Secretaria | 1 | persona | 7.000,00 | 7.000,00 |
| Sueldo Coordinadores de URSF | 7 | persona | 16.000,00 | 112.000,00 |
| Sueldo Jefes de Áreas de Trabajo | 4 | persona | 20.000,00 | 80.000,00 |
| Viáticos\*\* | 10 | persona | 1.800,00 | 18.000,00 |
| Alquiler avioneta para sobrevuelos | 14 | Vuelos/año | 2.000,00 | 28.000,00 |
| Visitas de asistencia técnica | 1 | experto | 10.000,00 | 10.000,00 |
| Total USD | | | | 293.000,00 |

**RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO**

Tal y como se ha señalado en la descripción del planteamiento metodológico, el Programa se considera rentable en términos económicos en la medida que su Valor Actual Neto (VAN) sea mayor a cero y la Tasa Interna de Retorno (TIR) sea superior a la tasa de descuento de referencia de 12% utilizada en el ACB. Dicho de otro modo, el Programa es viable económicamente si el valor actual de los beneficios esperados es mayor al valor actual de los costos, además la TIR supera el costo de oportunidad del 12% de los recursos empleados para su realización.

Como resultado principal, el ACB arroja un importe del VAN de los impactos económicos del componente 2 del Programa de USD 10.058.626,64 y una TIR resultante de 156,10 %, por encima de la tasa de referencia del 12%; además la relación beneficio-costo, cociente de los valores actuales de beneficios y costos, es de 2,39. Por tanto, se puede afirmar que los componentes evaluados del Programa son viables desde un punto de vista económico.

**ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

Se realizó un análisis de sensibilidad del ACB del componente 2del programa Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179), evaluando en este caso la sensibilidad de los indicadores económicos ante variaciones en el costo por hectárea de control del gorgojo (cuadro 45) y en el incremento de los costos operativos del Sistema de Alerta Temprana (cuadro 46).

*Cuadro 45: Sensibilidad ante variaciones en el costo por hectárea de control de gorgojo.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % de variación del costo con respecto al escenario base | Costo de control del gorgojo (USD) | VAN (USD) | TIR (%) | RBC |
| +10% | 93,20 | 10.279.358,72 | 163,42 | 2,43 |
| +5% | 88,96 | 10.168.992,68 | 159,72 | 2,41 |
| Escenario Base | 84,72 | 10.058.626,64 | 156,10 | 2,39 |
| -5% | 80,49 | 9.948.520,90 | 152,59 | 2,38 |
| -15% | 72,01 | 9.727.788,81 | 145,80 | 2,35 |
| -50% | 42,36 | 8.956.007,42 | 124,42 | 2,24 |

*Cuadro 46: incremento de los costos operativos del Sistema de Alerta Temprana.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| % de variación del costo con respecto al escenario base | Costos del SAT (USD/año) | VAN (USD) | TIR (%) | RBC |
| +100% | 586.000,00 | 7.760.586,88 | 97,02 | 1,82 |
| +15% | 336.950,00 | 9.713.920,68 | 145,49 | 2,29 |
| +5% | 307.650,00 | 9.943.724,65 | 155,44 | 2,36 |
| Escenario Base | 293.000,00 | 10.058.626,64 | 156,10 | 2,39 |

Podemos observar que el proyecto es poco sensible ante cambios en las variables estudiadas; en el caso del costo anual por hectárea de control del gorgojo, en la medida que aumenta los indicadores económicos mejoran, esto se explica porque la brecha de los costos evitados, que en este caso se consideran como beneficios; es mayor entre la situación con proyecto y sin proyecto; mientras que cuando el costo disminuye, los indicadores económicos se reducen pero sin dejar de ser positivos.

Con respecto a los costos operativos anuales del sistema de alerta temprana, en la medida que se incrementan, la disminución de los indicadores económicos no es significativa. El proyecto puede resistir variaciones hasta del 100% con respecto a los valores del escenario base sin dejar de ser rentable desde el punto de vista económico y con una tasa de descuento del 12%.

El ACB del programa Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179) resultó ser positivo en cuanto al resultado obtenido de los indicadores económicos VAN, TIR y RBC; sin embargo los componentes 2 “Mejora tecnológica para la adaptación al cambio climático” representa la mejor y más alto retorno a la inversión que realice el Gobierno de Honduras.

Finalmente debe recordarse que los indicadores económicos calculados, aun cuando son positivos, no contemplan una serie de beneficios adicionales que no pudieron ser incluidos dentro del análisis por falta de datos para su monetización, sin embargo son importantes a tomar en cuenta ya que refuerzan la oportunidad que tiene el Gobierno de Honduras para invertir en la mejora de su capital natural.

# VII Bibliografía

Alvarado Rivera, M. 2013. Guía de silvicultura. ICF, disponible en: http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/08/GUIA-DE-SILVICULTURA.pdf.

Arriagada, R.A., P.J. Ferraro, E.O. Sills, S.K. Pattanayak y S. Cordero-Sancho., 2012. Do payments for environmental services affect forest cover? A farm level Evaluation from Costa Rica. Land Economics Vol. 88 (2): 382-399.

Barrantes, G. y L. Gamez., 2007. Programa de Pago por Servicio Ambiental Hídrico de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia. En: Platais y Pagiola 2007 Ecomarkets: Costa Rica’s Experience with Payments for Environmental Services

Benegas, L., Ilstedt, U., Roupsard, O., Jones, J., & Malmer, A. 2014. Effects of trees on infiltrability and preferential flow in two contrasting agroecosystems in Central America. Agriculture, Ecosystems & Environment, 183, 185-196,

BID 2003. Programa multifase de desarrollo forestal sostenible (PRO-BOSQUE). Propuesta de préstamo. Disponible en: http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=423474

Billings, R.F. 2016. Informe de Avance Sobre la Evaluación del Programa de Control Directo de la Plaga del Gorgojo del Pino y Establecimiento de un Programa Permanente de Sanidad Forestal (borrador). BID.

Billings, R.F. 2016. Diseño del Componente 2: Sanidad Forestal. Proyecto Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179).

Billings, R.F., S.R. Clarke, V. Espino Mendoza, P. Cordón Cabrera, B. Meléndez Figueroa, J. Ramón Campos, G. Baeza. 2004. Gorgojo descortezador e incendios: una combinación devastadora para los pinares de América Central. Unasylva 217: 15-21.

Bockor, I., Escobeda, M., Salas, E., y M Obando. 2005. “Valoración del agua como servicio ambiental para el abastecimiento de agua potable en el casco municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz”. GTZ DDM.

Carrera, J. 2004. Evaluación de la efectividad del Programa de Incentivos Forestales como instrumento de la Política Forestal. Serie Técnica no. 13. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente

Chen, L., Yuan, Z., Shao, H., Wang, D., & Mu, X. (2014). Effects of Thinning Intensities on Soil Infiltration and Water Storage Capacity in a Chinese Pine-Oak Mixed Forest. *The Scientific World Journal*, *2014*, 268157. <http://doi.org/10.1155/2014/268157>

CEPAL 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica: Reporte técnico 2011

Cisneros Caecedo, J., 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copán ruinas, Honduras. Tesis MSc CATIE

Cordero, J., y D.H. Boshier. 2003. Árboles de Centroamerica. CATIE-Oxford Institute, Turrialba, Costa Rica. P 767-770.

Cruz, G.A. 2008. Áreas protegidas de Honduras. Centro de documentación, Secretaria de Turismo. Tegucigalpa, Honduras.

Daniels, A.E., K. Bagstad, V. Esposito, A. Moulaert y C.M. Rodriquez., 2010. Understanding the impacts of Costa Rica's PES: Are we asking the right questions? Ecological Economics Vol. 69: 2116-2126.

Dortignac, E.J. and L.D. Love 1960. Relation of plant cover to infiltration and erosion in Ponderosa Pine forests of Colorado. Transactions of ASEA 1960 p58-61. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/rm/pubs_exp_forests/manitou/rmrs_1960_dortignac_e001.pdf>

Dvorak, W.S. s.f. Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl. Part II—Species Descriptions. Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative (CAMCORE).

Espíritu, M., Louman, B., Tejada, F., Cubas, C., 2013.Elementos clave para la sostenibilidad financiera del Programa Nacional de Conservación de Bosques en Perú: Lecciones aprendidas de Costa Rica, México y Ecuador. Nota técnica 13, proyecto conservación de bosques comunitarios. GIZ-BMU, Lima Peru.

Ferreira, O. 1989. Ecuaciones de diámetro-altura para Pinus oocarpa Schiede en la región de Comayagua, Honduras. TATASCAN Revista Técnico Científica. 6 (2): 1-9.1989.

Flórez, E y R. Mairena. 2005. Diagnóstico de la situación forestal en bosques de pino en Honduras. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Fl%C3%B3rez2005PinosHonduras.pdf>

Ghimire, C.P., L.A. Bruijnzeel, M.W. Lubczynski, and M. Bonell. 2014. Negative trade-off between changes in vegetation water use and inﬁltration recovery after reforesting degraded pasture land in the Nepalese Lesser Himalaya. Hydrology and Earth System Sciences 18: 4933-4949. <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/18/4933/2014/hess-18-4933-2014.pdf>

González, LM. 2011. Análisis económico y financiero de la situación actual de los servicios públicos en Tegucigalpa. Informe final.

Hernandez, A., 2016. Apoyo SIG y de modelaciones para la elaboración del plan estratégico de gestión sostenible del bosque, suelo y agua para la adaptación al cambio climático. Informe preliminar BID.

Imbach, P., Molina, L., Locatelli, B., Roupsard, O., Mahé, G., Neilson, R., Corrales, L., Scholze, M., Ciais, P., 2012: [Modeling Potential Equilibrium States of Vegetation and Terrestrial Water Cycle of Mesoamerica under Climate Change Scenarios.](http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/JHM-D-11-023.1) J. Hydrometeor., 13, 665–680, doi: 10.1175/JHM-D-11-023.

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Areas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2016. Contexto nacional del territorio afectado por la plaga del gorgojo descortezador en los bosques de coníferas de Honduras y medidas adoptadas. Presentación de Misael León, Director Ejecutivo, para la mission del Banco Interamericano de Desarrollo, 14 de junio de 2016

Innes, J., Joyce, L.A., Kellomäki, S., Louman, B., Ogden, A., Parrotta, J., Thompson, I., Ayres, M., Ong, C., Santoso, H., Sohngen, B., Wreford, A., 2009. Chapter 6. Management for adapatation. In: Seppala, Buck and Katila (2009), Adaptation of forests and people to climate change. IUFRO World Series 22. Pp 135 – 185

INAB 2015. Programa de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosque en Guatemala – PROBOSQUE. Iniciativa 4812, Ley Probosque; propuesta de Junta Directiva de INAB. Enero 2015.

ICF. 2016. Análisis de costos de dos métodos de resinación de productores de FEHCAFOR. ICF, Tegucigalpa. Honduras 2p

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) 2016. Anuario estadístico forestal 2015 (borrador).

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) 2015. Anuario estadístico forestal 2014.

Jones, K.W., Holland, M.B., Naughton-Treves, L., Morales, M., Suarez, L., Keenan, K., 2016. Forest conservation incentives and deforestation in the Ecuadorian Amazon. Environmental Conservation pp 1-10. doi: 10.1017/S0376892916000308

Junker, M. 2005. Método RAS para determinar la recarga de agua subterránea. San Salvador, SV, FORGAES.

Larrazábal Melgar, L.B., Oliva Hurtarte, E., Ibrahim, M., Detlefsen, G., 2009. Capítulo 11. Programa de incentivos forestales (PINFOR) de Guatemala. En: Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático. Pp. 205-221.

Lopez, M.A., 2011. Estudio exclusión sector agua saneamiento Honduras. UNICEF

Lopez, E.; Montesinos J. 2015 Análisis del Consumo de Leña en el Municipio de Siguatepeque. Tarascan, ESNACIFOR. Vol 26: 25-28

Louman, B., Gutierrez, I., Le Coq, J.F., Wulfhorst, J.D., Yglesia, M., Brenes, C., 2016. Combinando el Enfoque de Medios de Vida con la Indagación Apreciativa para Analizar la Dinámica de la Cobertura Arbórea en Fincas Privadas: el Caso de Costa Rica. *Ciencia ergo-sum* 23(1): 58-66

MA, Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: current status and trends. Island Press, Washington DC.

Madrid, A., A.G. Fernald, T.T. Baker, and D.M. van Leeuwen. 2006. Evaluation of silvicultural treatment effects on infiltration, runoff, sediment yield, and soil moisture in a mixed conifer New Mexico forest. Journal of soil and water conservation 61 (3): 159-168.

Mardón Mejía, M.A., Martínez, M.A., 2006. Evolución de las experiencias de servicios ambientales hídricos en Honduras. Los casos de los municipios de Jesus de Otoro (Intibucá) y Campamento (Olancho). Programa para la agricultura sostenible en laderas de América Central PASOLAC. Documento 495 serie técnica 1. Tegucigalpa, Honduras, 47 p.

Mejia, F., Winters, P. (2012). Guidelines for the Economic Analysis of IDB-Funded Projects. IDB. 47p. Disponible en <http://www.iadb.org/en/topics/development-effectiveness/evaluation-hub/economic-analysis-overview,17878.html>.

Merayo Calderon, O. 1999. Valoración económica del agua potable en la cuenca del rio en medio Santa Cruz, Guanacaste, Costa rica. MSc Tesis CATIE.

Morales, J. 2016. Diseño del Componente 3: Análisis de acciones para fortalecer la gobernanzas del sector forestal. Proyecto Manejo Sostenible de Bosques (HO-L1179).

Ojea, E., Martin-Ortega, J., Chiabai, A., 2012. Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: the case of forest water services. Environmental Science and Policy 19-20: 1-15.

Pinheiro, A., L. Poeta Teixeira, V. Kaufmann. 2009. Water infiltration capacity under different lad uses and agricultural management practices. Ambiente e Agua 4(2): 188-199. <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/211/pdf_297>

Programa Nacional Forestal (PRONAFOR). 2004. Programa Nacional Forestal, PRONAFOR, Honduras 2004-2021. Agenda Forestal Hondureña, Tegucigalpa, Honduras. 65 p.

Pye, John M.; Wagner, John E.; Holmes, ‘l’homas P.; Cubbage, Frederick W. 1997. Positive returns from investment in fusiform rust research. Res Pap. SRS-4 Asheville, N C U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station 55 p

Riveras Rojas, M., B Locatelli, R. Billings. 2010. Cambio climático y eventos epidémicos del gorgojo descortezador del pino Dendroctonus frontalis en Honduras. Forest systems 19(1): 70-76.

Tobari, N., Mata, L., Gordon, A., Garrard, G., Wescott, W., Dettmann, P., Bekessy, S.A., 2016. The money or the trees: what drives landholders’ participation in biodiverse carbon plantings? Global ecology and conservation 7: 1-11.

Vallejo Larios, M. 2011. Evaluación preliminar sobre causas de deforestación y degradación de bosques en Honduras. Informe final. Programa Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana REDD – CCAD/GIZ).

Wolffsohn, A. 1984. Estudios silviculturales de *Pinus oocarpa* Schiede en la República de Honduras. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Serie Miscelánea No.4 p. 55.

Zwolinski, M.J. 1971. Effects of Fire on Water Infiltration Rates in a Ponderosa Pine Stand. Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest. <http://arizona.openrepository.com/arizona/bitstream/10150/300112/1/hwr_01-107-112.pdf>

Anexo 1. Presupuesto de componente 1 (en USD)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 | Total por rubro |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| asistencia técnica |  | 509.540 | 356.540 | 336.445 | 313.849 | 323.845 | 1.840.219 |
| plantas | plantas/ha | 121.972 |  |  |  |  | 121.972 |
| equipo para incendios | 30 unidades año 1,3 y 5 | 43.108 |  | 43.108 |  | 43.108 | 129.324 |
| equipo para seguridad | 30 unidades año 1,3 y 5 | 43.108 |  | 43.108 |  | 43.108 | 129.324 |
| financiamiento | 34.912 | 9.509.838 | 1.014.383 | 760.787 | 0 | 1.394.776 | 12.679.784 |
| subtotal componente 1 |  |  |  |  |  |  | 14.900.624 |
| componente agroforestal y privado | 12.708 |  | 2.536.414 | 85.497 | 28.499 | 199.493 | 2.849.903 |
| equipo para monitoreo caudales en 9 cuencas |  | 225.000 |  |  |  |  | 225.000 |
|  |  | 10.452.566 | 3.907.336 | 1.268.945 | 342.348 | 2.004.330 | 17.975.527 |

1. El ICF (2015) reporte para el 2000 una participación del 2,1% del PIB basado en datos del Banco Central de Honduras. No queda claro de donde sale la diferencia. [↑](#footnote-ref-1)
2. Billings, de acuerdo a su revisión de informes y su experiencia en honduras, componente 2 de este programa. [↑](#footnote-ref-2)
3. Cordero y Boshier (2003) refieren a turnos de 48 hasta 87 años en sitios de bosque natural de diferentes calidades en Guatemala, aprovechando más de 300 m3/ha de madera en trozas y una cantidad variable en leña. Sin embargo, recomiendan turnos comerciales de 25 a 30 años en plantaciones con incrementos de 7,5 a 10,8 m3/ha/año. [↑](#footnote-ref-3)
4. Wolffsohn (1984) encontró que con incendios prescritos en rodales con árboles mayor a 5 m de altura, los incendios superficiales (que no entran en las copas) pueden ayudar el crecimiento de los pinos. ICF (2016) reporta 159 mil ha quemadas durante los últimos tres años, debido principalmente a mano criminal (>70% de las causas). [↑](#footnote-ref-4)
5. Hay una discrepancia de unas 700 hectáreas con cifras brindadas previamente. Posiblemente por fechas distintas del origen de los datos, o por diferencias en redondeo. Además, nuestro análisis del área de intervención muestra una mayor afectación de los AP que reportada por ICF en este cuadro. [↑](#footnote-ref-5)
6. Esta densidad aseguraría que aún con poco manejo después de la intervención financiada, el bosque quedaría por debajo del área basal considerado óptimo para reducir el riesgo de epidemias de gorgojo hasta el año 15 (vea también cuadro 13). [↑](#footnote-ref-6)
7. Van Lierop, oficial de la oficina regional de FAO en Panamá. Comenta que la FAO, junto con la Universidad de Olancho, esta iniciando un estudio para determinar el impacto de gorgojo sobre los medios de vida en general, mas allá de los impactos sobre los bosques (5 sept 2016). [↑](#footnote-ref-7)
8. Ron Billings, experto de USDA-FS y Texas University; resumió durante un taller sobre los avances de la propuesta sus experiencias con gorgojo en bosques de pino de diferentes densidades y diferentes edades (2 sept. 2016). [↑](#footnote-ref-8)
9. En seguimiento a Ferreira 1989, implica que a la edad base de 25 años (duración de rotación seleccionada para el estudio), se espera que la altura dominante del bosque sea de 15 metros. [↑](#footnote-ref-9)
10. Equivale a US$0.57 por metro cúbico a la tasa de cambio actual. [↑](#footnote-ref-10)
11. Valores tìpicos obtenidos por la Divisiòn de agua del Banco (INE/WSA). [↑](#footnote-ref-11)
12. Indica que n o cubre el costo de provisión de agua [↑](#footnote-ref-12)
13. Derivado de las tablas de volumen de Ferreira. [↑](#footnote-ref-13)