

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2008

FORMULARIO PARA LA PREPARACIÓN DE PERFILES DE PROYECTOS

A. Título del perfil de proyecto propuesto

Elementos para el manejo adaptativo de los ecosistemas pinares de América Central ante los efectos del cambio climático

B. Fin del proyecto

Los ecosistemas de pino-encino de América Central¹ abarcan unos 4 millones de hectáreas desde el norte de Nicaragua hasta el estado de Chiapas en México. Son ecosistemas formados por diferentes especies de pino y encino, con *Pinus oocarpa* dominando desde Nicaragua hasta Guatemala, y donde la diversidad de especies coníferas va aumentando de sur a norte. Estos pinares se encuentran en las cordilleras centrales de América Central, las cuales son consideradas geológicamente las más antiguas de la región, lo que podría explicar la alta diversidad y presencia de especies endémicas de fauna y flora. Además, estos pinares tienen una gran importancia ecológica por ser zona de paso de aves migratorias, entre las que se encuentran algunas especies amenazadas como *Dendroica chrysoparia* y *Tangara cabanisi*.

En Guatemala, Honduras y Nicaragua estos bosques son económicamente muy importantes, siendo *P. oocarpa* la principal especie comercial. En Honduras esta especie representa 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 dependen de estos pinares (PRONAFOR, 2004). Tanto en Honduras como en Nicaragua, se trata de poblaciones en estado de alta pobreza (De Anguita *et al.*, 2006; PRONAFOR, 2004) que además de madera, obtienen la mayor parte de sus necesidades energéticas de estos bosques. En México *Pinus ayacahuite* y *Pinus montezumae* son los pinos con mayor importancia económica, siendo también *P. oocarpa* importante para la producción de resina.

A pesar de la importancia ecológica y económica que tienen estos ecosistemas, se encuentran poco representados en las áreas protegidas de los países mesoamericanos. Dentro del corredor mesoamericano tan sólo en algunos casos se encuentran incluidos como zonas *buffer* o como parte de corredores altitudinales entre el bosque nuboso y los bosques latifoliados de elevaciones más bajas. Como consecuencia, actualmente los ecosistemas pinares se encuentran muy amenazados por las acciones humanas. Entre las principales amenazas están los incendios, ataque de plagas (*Dendroctonus frontalis*, *Coleoptera scolytidae*), deforestación, aprovechamiento no sostenible y por falta de manejo, incrementos anuales bajísimos, por ejemplo en Honduras de 1-2 m³/ha/año (PRONAFOR, 2004). En El Salvador y Guatemala, grandes áreas de bosque nativo han desaparecido o están muy degradadas, mientras en Honduras y Nicaragua las quemaduras frecuentes han reducido la presencia de especies latifoliados en estos bosques.

La presencia de especies y su fenología están determinadas por factores ambientales como la temperatura y la humedad. Por ejemplo, en Honduras y en la Sierra Madre de Chiapas *P. ayacahuite* y *Pinus hartwegii* se localizan en sitios de mayor elevación. Otras especies consideradas amenazadas en Honduras tienen mayor abundancia en otros países (por ejemplo *Pinus tecunumanii*, *Pinus maximinoi* y *Pinus pseudostrobus*). Estudios de Dvorak (s.f.) muestran como *P. oocarpa* se ha visto afectado por las sequías que han acompañado el fenómeno del Niño, adelantando su floración, mientras que la maduración del polen se atrasa, dificultando la polinización y fructificación.

Las evidencias científicas sobre cambio climático y sus posibles consecuencias (Guariguata *et al.*, 2007; IPCC, 2007,) obligan a revisar de manera concisa cómo se ha visualizado la gestión forestal sostenible de estos pinares. Las especies se pueden adaptar al cambio climático y así lo han hecho a lo largo de la evolución, y

¹ Seguimos la delimitación de la ecoregión de pino-encino centroamericana de WWF, desde el norte de Nicaragua hasta el Estado de Chiapas en México. También existen ecosistemas de Pino-encino más hacia el norte, pero no se incluirán en el estudio por sus características diferentes (especies, clima).

para ello cuentan con características tales como su plasticidad fenotípica, evolución adaptativa y migración a sitios más adecuados. Sin embargo, la escala de tiempo del proceso evolutivo es bastante más lenta que la escala en que está ocurriendo el cambio climático actualmente. Por esta razón, el cambio climático podría modificar los límites geográficos de estos ecosistemas, posiblemente aumentando la competencia con otras especies, la vulnerabilidad a plagas (ej. *D. frontalis*), enfermedades e incendios (Arriaga y Gómez, 2000), modificando las condiciones ambientales de su área actual de distribución, o reduciendo su capacidad de ofrecer bienes y servicios ambientales.

El objetivo general de este proyecto es contribuir al manejo sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas pinares en el área del corredor biológico mesoamericano a través del desarrollo de medidas de gestión que potencien la adaptación de estos ecosistemas ante los efectos del cambio climático. Las propuestas de manejo, además, permitirán aumentar el incremento volumétrico de los pinares, fortaleciendo así las oportunidades para mantener los más de 200.000 empleos directos e indirectos y miles de productores forestales y recolectores de leña en las zonas más pobres de los países de estudio. Con esto se pretende mantener estos ecosistemas sanos y dinámicos, mejorando su producción de bienes y servicios para las poblaciones locales y nacionales.

C. Propósito

Indicar cuales son los logros e impacto directo esperados como resultado de la ejecución del proyecto.

Disponer de propuestas para el manejo adaptativo de los ecosistemas pinares centroamericanos ante los efectos del cambio climático que incluye información de **A)** escenarios de distribución futura de los ecosistemas pinares centroamericanos, que servirán como herramienta para procesos de gestión de adaptación local y territorial al cambio climático; **B)** áreas de alto valor para la conservación y uso sostenible de los pinares, considerando su capacidad de adaptación futura, y una propuesta de un sistema de conectividad entre áreas prioritarias; **C)** especies o variedades de pino con mayor capacidad de adaptación, así como propuestas de su manejo. Con estos logros el proyecto conseguirá fortalecer las capacidades locales de los productores forestales y otros sectores involucrados, mediante la difusión de los resultados a partir de talleres, cursos y publicaciones científico-técnicas.

D. Componentes

El proyecto producirá:

A) Escenarios de distribución futura de los ecosistemas pinares centroamericanos

1. Mapas interactivos que permitirán ver la distribución de las especies de pino bajo diferentes escenarios de cambio climático, y diferentes tipos de intervenciones humanas.
2. Información sobre la vulnerabilidad de las especies de pino y sus ecosistemas frente a los diferentes efectos del cambio climático.
3. Información sobre la variación en la extensión e intensidad de cambios esperados en los límites de los ecosistemas como consecuencia de plagas e incendios en diferentes escenarios de clima futuro.

B) Identificación y delimitación de áreas de alto valor para la conservación y uso sostenible de los pinares, considerando su capacidad de adaptación futura, y una propuesta de un sistema de conectividad entre áreas prioritarias

1. Mapas donde se identifiquen las zonas prioritarias para el establecimiento de corredores biológicos considerando la conectividad entre zonas actualmente aptas para pinares y zonas con aptitud futura, considerando también aspectos como el movimiento de las plagas y los cambios en la frecuencia, intensidad y distribución espacial de incendios.
2. Información sobre factores que influyen en la movilidad de organismos entre las zonas prioritarias.

C) Identificación de las especies o variedades de pino con mayor capacidad de adaptación.

1. Información sobre las procedencias de pino aptas para las condiciones futuras y con menor susceptibilidad a plagas e incendios, permitiendo el establecimiento de huertos semilleros y su propagación.

D) Elementos para el manejo adaptativo

1. Modelos alométricos para facilitar la estimación de biomasa.
2. Medidas de gestión para combatir plagas e incendios que se produzcan en los pinares.
3. Medidas de gestión de recuperación de áreas afectadas por plagas e incendios.

4. Mejoramiento de variedades mejor adaptadas a las condiciones cambiantes de clima y de suelos degradados.
5. Medidas de gestión que permitan la producción continuada de bienes (madera y leña) y servicios (agua y biodiversidad) bajo condiciones cambiantes (por ejemplo diferentes densidades o mezclas de especies).
6. Protocolo de monitoreo de los efectos del cambio climático sobre los bosques de pino.
7. **Guías y herramientas de toma de decisión para la gestión forestal adaptativa.**

E) Fortalecimiento de capacidades para productores forestales y otros sectores involucrados, donde se transfiera la información generada en el proyecto: talleres, cursos, etc.

E. Actividades

A continuación se describen las actividades a desarrollar para producir cada componente del proyecto:

A) Escenarios de distribución futura de los ecosistemas pinares centroamericanos

1. Mapas interactivos.
 - a. **Selección de especies** objeto de estudio en los ecosistemas de pino-encino: se desarrollarán criterios de selección específicos para el proyecto, buscando mayor información sobre los pinos en estado crítico en los diferentes países.
 - b. **Identificación de las áreas actuales de distribución de los pinares** en los países seleccionados mediante técnicas de SIG y bases de datos nacionales: para esta actividad se utilizarán los mapas de tipos de vegetación y calidad de suelo, disponibles en la mayoría de los países involucrados, los cuáles formarán la base biofísica para hacer las predicciones hacia el futuro.
 - c. **Desarrollo de modelos predictivos** de distribución de las especies de pino utilizando modelos climáticos: estos modelos permitirán detectar la tendencia migratoria de las especies frente a diferentes escenarios climáticos futuros. De tal manera se dispondrá de una herramienta para la selección del sistema de conectividad entre áreas protegidas; para evaluar el efecto del cambio climático sobre estos ecosistemas en las distintas áreas geográficas; para la selección de las variedades de pinos óptimas adaptadas al clima futuro, permitiendo seleccionar fuentes de semilla de regiones cuyo clima actual sea similar al clima futuro de los lugares óptimos (genética forestal). También permitirán proyectar la futura composición florística de los bosques sujetos a los efectos del cambio climático y los cambios en stock de carbono debido al cambio climático.
 - d. **Análisis de los cambios en fenología, fisiología y hibridación** sobre los resultados de los modelos predictivos de distribución. Se combinará la información de las actividades anteriores en un análisis integral.
 - e. **Validación de los modelos predictivos.** Mediante muestreos de campo se validará el poder predictivo de los modelos. Para la validación se utilizará registros paleobotánicos para conocer distribuciones pasadas con relación al clima de estas épocas; comparando los resultados de este análisis con los resultados de estos modelos para distribuciones pasadas.
2. Vulnerabilidad de las especies de pino y sus ecosistemas a los diferentes efectos del cambio climático.
 - a. **Realización de una base de datos** sobre clima y crecimiento de las especies y ecosistemas pinares-encino en los países donde se llevará a cabo la propuesta: se recopilará la información existente de las bases de datos nacionales (institutos meteorológicos, oficinas de cambio climático, etc.). Además, se utilizará la base de datos MINGA sobre crecimiento de especies y las parcelas permanentes de los ecosistemas de pino-encino en México, Guatemala y Honduras. Estas parcelas servirán para construir modelos alométricos de las diferentes especies y establecer estimaciones sobre biomasa y carbono en sus áreas de distribución (hasta 57,2 ton/ha de biomasa aérea que equivalen a 29,6 ton/ha de carbono, Alberto y Elvir, 2008). También se incluirá estimaciones de evapotranspiración bajo diferentes condiciones climáticas y diferentes densidades de árboles.
3. Variación en la extensión e intensidad de cambios esperados en los límites de los ecosistemas como consecuencia de plagas e incendios en diferentes escenarios de clima futuro.

- a. Se **recopilará la información existente** en los servicios forestales nacionales sobre la frecuencia y distribución de incendios y plagas.
- b. Se relacionará esta información con los cambios ocurridos bajo condiciones climáticas pasadas y **extrapolará esta información** según los diferentes escenarios de cambios climáticos futuros.

B) Identificación y delimitación de áreas de alto valor para la conservación y uso sostenible de los pinares.

- a. Basándose en los mapas producidos en el punto A.1 se hará un **análisis de conectividad** siguiendo la metodología desarrollada por el CATIE para corredores biológicos en Costa Rica., .

C) Identificación de las especies o variedades de pino con mayor capacidad de adaptación.

1. Procedencias de pino aptas para las condiciones climáticas futuras y con menor susceptibilidad a plagas e incendios.
 - a. **Estudio de la variación de la fenología de los pinares como consecuencia del cambio climático:** algunos países como Honduras tienen registros de fenología de más de 30 años que se analizarán y compararán con cambios en temperatura, precipitación, humedad y calidad del hábitat. Según los registros del Banco de Semillas de ESNACIFOR existe un sesgo en las temporadas de floración y fructificación, observándose una maduración temprana de las flores y los frutos .
 - b. **Estudios dendroclimatológicos:** estos estudios se realizarán en especies de pino con distribuciones críticas, de las cuáles no existen registros de crecimiento como pueden ser *P. ayacahuite* y *P. hartwegii* en Honduras. La sincronización y análisis del ancho de los anillos de crecimiento (crossdating) y registros climatológicos pasados del mismo sitio permitirá proyectar los efectos de cambios ambientales (como humedad o temperatura) en el crecimiento de las especies.
 - c. **Establecimiento de huertos semilleros:** se realizarán con especies prometedoras para la adaptación al cambio climático que tengan una distribución actual limitada y/o presión antropogénica sobre sus bosques.
 - d. **Estudios de la fisiología de la regeneración:** bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad se realizarán experimentos en invernadero para comparar la regeneración, a partir de semillas de diferentes procedencias de variedades de especies con diferentes rangos climatológicos. Se tomará la relación biomasa radicular y biomasa aérea como medida de viabilidad de la regeneración. Estos experimentos se realizarán con base en estudios científicos que indican que el radio de biomasa radicular:biomasa aérea juega un papel importante en la habilidad de especies de competir por su establecimiento en la primeras etapas de su crecimiento. La hipótesis es que especies que tienen mayor biomasa radicular tienen mayor probabilidad de establecerse aun cuando las condiciones son adversas por cambios negativos de humedad (Gower et al. 1994).
 - e. **Plantaciones experimentales:** se realizarán con especies y procedencias en áreas con condiciones similares a los sitios afectados por el cambio climático utilizando diferentes intensidades de plantación, diferentes mezclas de especies y diferentes opciones de mantenimiento.

D) Elementos para el manejo adaptativo

Se desarrollarán los diferentes elementos para el manejo adaptativo enumerados en la sección D (componentes), con base en el análisis de la información recopilada.

E) Fortalecimiento de capacidades para productores forestales y otros sectores involucrados, donde se transfiera la información generada en el proyecto:

1. Desarrollar conocimiento y habilidades en los actores directos en el manejo de los ecosistemas pinares por medio de cursos, talleres y acompañamiento en el campo.
2. Elaborar material técnico-científico con los resultados del proyecto.

3. Difundir el material técnico-científico con los resultados del proyecto en revistas de difusión regional e internacional.

F) Buen manejo del proyecto

1. Se realizarán reuniones anuales con los socios para compartir y analizar información, y preparar informes anuales.
2. Apoyo administrativo por parte de CATIE.

F. Articulación entre el consorcio y con otros actores

El proyecto será liderado por el **CATIE**, que aportará su experiencia en el análisis de manejo de ecosistemas ante paradigmas cambiantes (Campos *et al.*, 2005; Galloway *et al.*, 2005), y en estudios de procedencias y análisis de efectos de diferentes opciones de manejo (Louman, 2006). Los socios del proyecto en los países donde se realizará el proyecto serán: **ESNACIFOR** (Honduras) quienes aportarán su experiencia en relación al crecimiento de especies y cambio climático, manejo silvícola de pinares, manejo de incendios y fenología y fisiología en el establecimiento de especies; e **ICTA** (Guatemala) e **INTA** (Nicaragua) quienes aportarán información sobre la cobertura forestal y opciones de manejo.

En España el **INIA** contribuirá con su experiencia en temas de mejoramiento genético del género *Pinus* y proyecciones de cambio climático y gestión forestal sostenible. Y **UPM-UAM** apoyarán en las proyecciones de cambio climático existentes, modelizando la distribución futura de los ecosistemas de pino-encino y validando los resultados mediante datos paleoecológicos. Apoyarán el estudio dendroclimatológico de especies de las que no existen registros de crecimiento. El equipo integrante lleva más de una década trabajando en reconstrucciones paisajísticas a partir de datos paleobotánicos, reconstrucciones paleoclimáticas a partir de datos dendrocronológicos y paleobotánicos, y en los últimos años ha desarrollado herramientas para la modelización de la distribución de especies vegetales ante escenarios climáticos pasados y futuros (Benito *et al.*, 2008; García-Amorena, 2007; Génova y Fernández Cancio, 2005).

El **CIFOR** (miembro del CGIAR) participará en la elaboración de guías y herramientas de toma de decisión para la gestión forestal adaptativa (e.g. CIFOR, 1999).

G. Indicar el monto estimado que el consorcio solicitaría a FONTAGRO y los aportes estimados de contrapartida:

Recursos FONTAGRO: US \$ 400,000
Recursos de contrapartida: US \$ 400,000
Monto total estimado: US \$ 800,000

H. Periodo de ejecución:

Periodo de Ejecución: 36 meses

I. Organismo ejecutor líder del consorcio:

Información de la organización y persona responsable de la firma y ejecución del Proyecto
Nombre y cargo: Dr. Jose Joaquín Campos (Director General) Tel.: (506) 2558 23 18
Organización: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Email: jcampos@catie.ac.cr
País: Costa Rica

J. Investigador líder del consorcio (Ejecutor principal):

Organización 1: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Investigador Líder: Bastiaan Louman Tel.: (506) 2558 23 21
País: Costa Rica Fax: (506) 2558 20 53
Email: blouman@catie.ac.cr

K. Integrantes del consorcio (Organismos co-ejecutores):

Organización 2 (CGIAR): Center for International Forestry Research (CIFOR)

Investigador Líder: Markku Kanninen Tel.: (62) 251 622 622
País: Indonesia Fax: (62) 251 622 100
Email: m.kanninen@cgiar.org

Organización 3: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)

Investigador Líder: Isabel Cañellas Rey de Tel.: (34) 91 347 68 67

Viñas
País: España

Fax: (34) 91 347 67 67
Email: canellas@inia.es

Organización 4: Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR)

Investigador Líder: Alexander Elvir
País: Honduras

Tel.: (504) 773 00 18 Ext.171
Fax: (504) 773 0300
Email: alexit98@yahoo.com

Organización 5: Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)

Investigador Líder: Héctor Mizaél Vásquez
País: Guatemala

Tel.: (502) 794 02 903
Fax:
Email: mizaelvasquez@yahoo.com

Organización 6: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Investigador Líder: Alejandro Sequeira/Miguel Obando
País: Nicaragua

Tel.: (505) 277-2290/ 278-0471
Fax: (505) 278-0373
Email: asequeira@inta.gob.ni/mobando@cablenet.com.ni

Organización 7: Universidad Politécnica de Madrid (UPM) -Universidad Autónoma de Madrid (UAM)

Investigador Líder: Ignacio García Amorena
País: España

Tel.: (34) 91336 63 78
Fax: (34) 91543 95 57
Email: ignacio.garciaamorena@upm.es

Bibliografía

- Alberto, D. M., Elvir, J. A. 2008. Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en bosques naturales en Honduras. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 2008 17(1) (en prensa)
- Arriaga, L., Gómez, L. 2000. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Benito Garzón M, Sánchez de Dios R., Sainz Ollero H. 2008. The evolution of the *Pinus sylvestris* L. area in the Iberian peninsula from the last maximum glacial (21000BP) to 2100 under climate change. The Holocene 18(5).
- Campos Arce, J.J., Villalobos, R., Louman, B. 2005. Chapter 9. Poor farmers and fragmented forests in Central America. In: Sayer J. and Maginnis S. 2005. *Forests in landscapes, ecosystem approaches to sustainability*. Pp 129-146.
- CIFOR (Center for International Forest Research), 1999. Criteria and Indicator Toolbox Series. CIFOR, Jakarta, Indonesia.
- De Anguita, P.D., Paniagua, M., Marinacci, K. 2006. Desarrollo rural basado en la gestión forestal y el ecoturismo: la experiencia de San José de Cusmapa, Nicaragua. Bois et Forêts des tropiques 290 (4): 31-43.
- Dvorak, W.S. (sf.) *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. Part II—Species Descriptions. Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative (CAMCORE).
- Galloway, G., Kengen, S., Louman, B., Stoian, D., Carrera, F., Gonzalez, L., Trevin, J. 2005. Chapter 15: Changing paradigms in the Forestry Sector of Latin America. In: Mery. G., Alfaro, R., Kanninen, M., Lobovikov, M., (eds) 2005. *Forests in the Global Balance – Changing Paradigms*, IUFRO World Series vol 17. Helsinki. Pp 243-264.
- García-Amorena, I. 2007. Evolución de los bosques en la costa Atlántica ibérica durante el Cuaternario. Implicaciones Paleoclimáticas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid, 219 pp.
- Génova M., Fernández Cancio, A., 2005. Estudios dendrocronológicos y reconstrucciones dendroclimáticas realizadas en España con *Pinus nigra* ssp. *salzmannii*. In: A.G.-A. Grande, A. (Editor), Los pinares de *Pinus nigra* arn. en España: ecología, uso y gestión. Fundación Conde Valle de Salazar., pp. 109-126.
- Gower, S., Gholz, H., Nakane, K., Baldwin, C. 1994. Production and carbon allocation patterns of pine forests. Ecological Bulletin (Copenhagen) 43:115-135.
- Guariguata, M.R., Cornelius, J.P., Locatelli, B., Forener, C., Sánchez-Azofeifa, G.A., 2007. Mitigation needs adaptation: tropical forestry and climate change. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change DOI 10.1007/s11027-007-9141-2. Available on line: http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/articles/AGuariguata0801.pdf.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2007. Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., Vander linden, P.J., Hansen, C.E. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- Louman, B. 2006. Capítulo 12. Impacto ambiental del aprovechamiento. En: L. Orozco Vilchez, Brumér, C., Quirós, D. (ed). Aprovechamiento de impacto reducido (Low impact logging). Serie técnica, manual técnico no 63. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp 361-397.
- Programa Nacional Forestal (PRONAFOR). 2004. Programa Nacional Forestal, PRONAFOR, Honduras 2004-2021. Agenda Forestal Hondureña, Tegucigalpa, Honduras. 65 p.