



UNIDAD DE PLANIFICACION GEOGRAFICA Y GESTION DE RIESGO

***UBICACIÓN, IDENTIFICACION Y SELECCION DE AREAS
FORESTALES EN 10 CABECERAS DE CUENCA QUE CUBRE EL
PROYECTO PILOTO DE APOYOS FORESTALES DIRECTOS (PPAFD)
CARTOGRAFIADAS DIGITALMENTE A ESCALA 1:50,000***

Guatemala, marzo de 2004

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES.....	1
2. OBJETIVO Y CONDICIONES	2
3. METODOLOGIA.....	2
3.1 Generación de la información base a escala 1:50,000	2
3.2 Análisis de la información para la selección de áreas.....	3
4. RESULTADOS DEL ANALISIS	7
4.1 Ubicación e identificación de la cobertura forestal de las 10 cabeceras de cuenca	7
4.2 Selección de áreas dentro de las 10 cabeceras de cuenca	7
5. SELECCIÓN DE AREAS FORESTALES POTENCIALMENTE APTAS PARA INCENTIVOS FORESTALES ASOCIADAS A LA PRODUCCION HIDRICA PARA USOS HUMANO Y AGRICOLA	8
5.1 Selección de áreas dentro de las 10 cabeceras de cuenca	9
6. CONCLUSIONES.....	11
7. RECOMENDACIONES	11
ANEXO 1: Mapas de Cobertura Forestal y Selección de Areas Forestales Potenciales	
ANEXO 2: Cuadros de cuantificación de la cobertura forestal y de los estratos forestales seleccionados para cada cabecera de cuenca	
ANEXO 3: Mapas de selección de áreas forestales potenciales asociadas a producción hídrica para uso humano y agrícola	

**UBICACIÓN, IDENTIFICACION Y SELECCION DE AREAS FORESTALES EN
10 CABECERAS DE CUENCA QUE CUBRE EL PROYECTO PILOTO DE
APOYOS FORESTALES DIRECTOS (PPAFD)
CARTOGRAFIADAS DIGITALMENTE A ESCALA 1:50,000**

1. ANTECEDENTES

A partir del 26 de marzo del año 2,000 la República de Guatemala y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) suscribieron el Contrato Préstamo número 1153-OC-GU para financiar parcialmente el **Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria (PARPA)**, cuyo organismo ejecutor es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), este programa incluye como uno de sus componente al Proyecto Piloto de Apoyos Forestales Directos (PPAFD).

El PPAFD fue diseñado para compensar económicamente los servicios ambientales que brindan los bosques en posesión de los sectores que no pueden acceder al Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) del servicio forestal nacional, por falta de certeza jurídica sobre la posesión de la tierra. El proyecto es de carácter piloto y tiene como meta incentivar, durante sus cinco años de ejecución, una superficie de 50,000 ha de tierras boscosas, por lo que para maximizar los servicios ambientales generados por la inversión de estos fondos, es necesario identificar y seleccionar las áreas con mejores características boscosas y mayor aptitud para la generación de beneficios.

Durante el año 2,001, mediante la suscripción de una Carta de Entendimiento entre las coordinaciones de la Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE), el Programa de Emergencia por Desastres Naturales (PEDN), la Unidad de Proyectos, Cooperación Externa y Fideicomisos (UPCEF) y el Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva (PARPA) del MAGA, el Laboratorio de Información Geográfica instalado por el PEDN diseñó y ejecutó la primera fase del estudio *Priorización de Areas Estratégicas en las Regiones del Altiplano Central y Altiplano Occidental del País*, realizado a escala 1:250,000, en la que como resultado se obtuvo la priorización de una superficie total de 212,700 ha con cobertura boscosa, distribuidas en 13 cuencas.

Con los resultados obtenidos y con base a criterios propios, el PPAFD seleccionó 10 de las 13 cuencas estudiadas, dentro de las cuales existen más de 196,000 ha priorizadas a escala 1:250,000 y dentro de las cuales se infiere existan las 50,000 ha objeto de interés del proyecto. Bajo este criterio y para lograr determinar la superficie meta , durante el año 2,002 se suscribe una nueva Carta de Entendimiento entre el PARPA y MAGA, para que el Laboratorio SIG-MAGA diseñe y ejecute las acciones necesarias para ubicar, identificar y seleccionar áreas forestales prioritarias para ser incentivadas por el PPAFD, mapeadas a escala 1:50,000.

Los resultados presentados en este informe muestran que para las 10 cabeceras de cuenca (arriba de la cota 1,500 msnm y hasta el parteaguas), se han determinado un total de 94,091 ha potencialmente aptas para incentivos forestales del PPAFD, divididas en 28,645 ha *Muy Aptas* y 65,445 ha *Aptas*.



2. OBJETIVO Y CONDICIONES

El objetivo del presente estudio consistió en ubicar, identificar y seleccionar masas boscosas en áreas determinadas como prioritarias para los objetivos del PPAFD, en 10 cabeceras de cuenca de regiones del altiplano central y occidental, mediante el uso del Sistema de Información Geográfica –SIG-de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del MAGA-.

Las condiciones para determinar las masas boscosas de interés fueron las siguientes:

1. Ubicar e identificar todas las áreas boscosas ubicadas en las cabeceras de 10 cuencas localizadas dentro del área de interés, por encima de la cota 1,500 msnm.
2. Mediante análisis espacial realizar una selección de las áreas boscosas que mejor se identifican con el concepto de *área prioritaria ambientalmente estratégica*, la cual bajo el enfoque del PPAFD se traduce en bosques naturales remanentes ubicados en regiones del altiplano central y occidental, proveedoras de una serie de servicios ambientales a la sociedad guatemalteca.

Con base a los criterios mencionados, se diseñó y operativizó la metodología explicada a continuación.

3. METODOLOGÍA

La parte metodológica del estudio se dividió en 2 etapas secuenciales, siendo estas: generación de información de base a escala 1:50,000 de la cobertura forestal, las pendientes según metodología INAB y la red de drenaje superficial, así como análisis espacial de las capas generadas para la selección de las áreas forestales prioritarias.

3.1 Generación de la información de base a escala 1:50,000

Para realizar los análisis pertinentes, se hizo necesario generar la información base de la cobertura forestal a partir de fotografía aérea a escalas 1:20,000 y 1:40,000 del año 2,001 del proyecto JICA/IGN, fotografía aérea escala 1:40,000 del año 2,000 del programa de apoyo de NIMA al IGN y para algunos sectores de la cabecera de cuenca del río Motagua fue necesario utilizar información aerofotográfica escala 1:60,000 del Proyecto STAMP-91 de IGN del año 1,991.

La información de la cobertura forestal fue generada por un consultor cartógrafo-fotointérprete, quien realizó la fotointerpretación correspondiente a cada cuenca en forma de polígonos – leyenda de los estratos determinados por tipo de bosque, altura y densidad de copas, corrección y restitución del sobrescrito final correspondiente a la escala 1:50,000.



Los sobrescritos de pendientes y drenaje superficial de cada cabecera de cuenca, fueron obtenidos directamente de las hojas cartográficas 1:50,000 del IGN por métodos manuales. Para el caso de las pendientes se realizó agrupaciones de curvas de nivel y se utilizó plantillas para separar las 5 categorías de pendientes consideradas dentro de las matrices de capacidad de uso de la tierra para las regiones *Tierras Transicionales* y *Tierras Volcánicas*, con base a la metodología propuesta por INAB (1997) para calificar tierras forestales.

La red de drenaje superficial de cada cabecera de cuenca también se obtuvo de las hojas cartográficas, dibujando en el sobrescrito los drenajes de las clases permanente, intermitente y efímero. Las clases de drenaje permanentes e intermitente se identificaron directamente de la información gráfica de los mapas (línea continua y discontinua respectivamente), mientras que para el caso de la clase efímeras fue necesario trazarlas de acuerdo a la orientación de las curvas de nivel del mapa.

Una vez se fueron generando los sobrescritos finales (cobertura forestal, pendientes y drenaje superficial) los mismos fueron procesados para su edición digital en el Laboratorio de Información Geográfica del MAGA, mediante el proceso siguiente: escaneo, vectorización, clasificación y edición digital final, utilizando para ello los programas informáticos R2V®, Arc-Info® y Arc-View®.

3.2 Análisis espacial de la información para la selección de áreas

El análisis fue realizado en el laboratorio de SIG del MAGA y para el mismo se utilizaron las estaciones de trabajo existentes, el software utilizado fue el paquete informático Arc-View® con sus extensiones *Spatial Analyst*®, *Hidrologic Modeling*® y *Basin I*®.

El proceso realizado para obtener las áreas prioritarias, de interés para el PPAFD, se explica a continuación.

a). **Flujograma utilizado para la selección de áreas forestales aptas a escala 1:50,000**

El flujograma o cruce de capas de información secuencial realizado para la identificación de áreas a escala 1:50,000, se muestra en la figura 1.

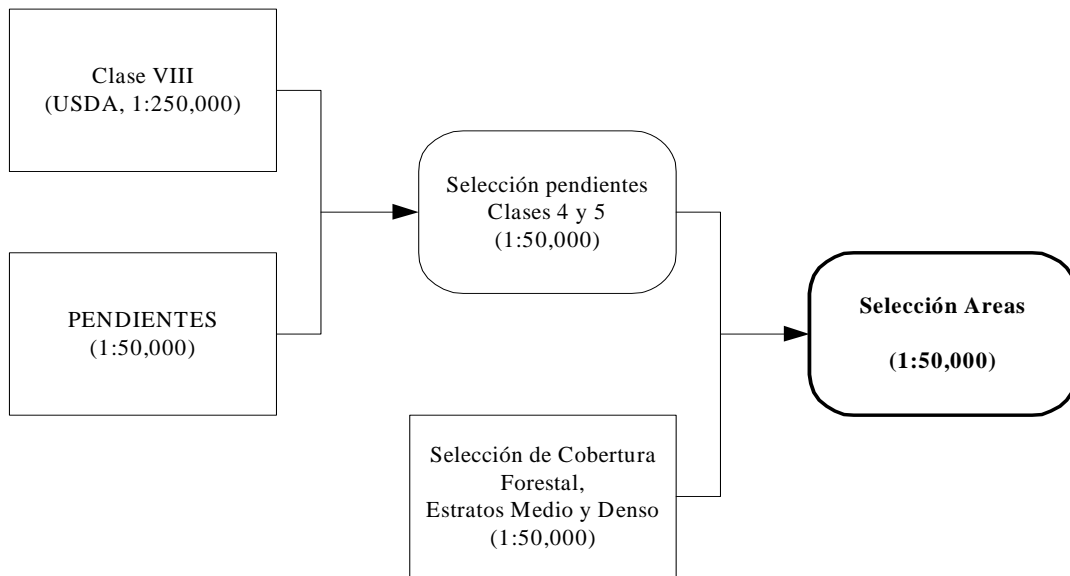


Figura 1. Flujograma utilizado para seleccionar áreas forestales aptas

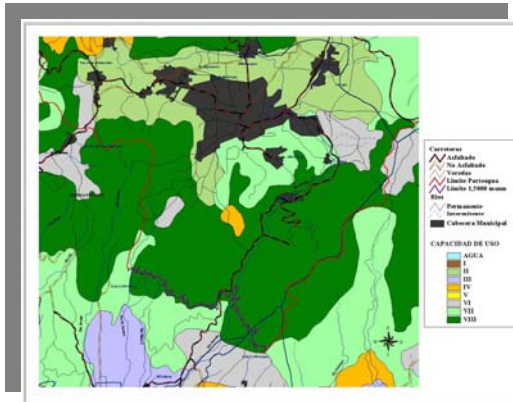
b). Secuencia del análisis realizado

Tal y como se muestra en la figura 1, a cada una de las 10 cabeceras de cuenca bajo estudio se les realizó la secuencia de análisis siguiente:

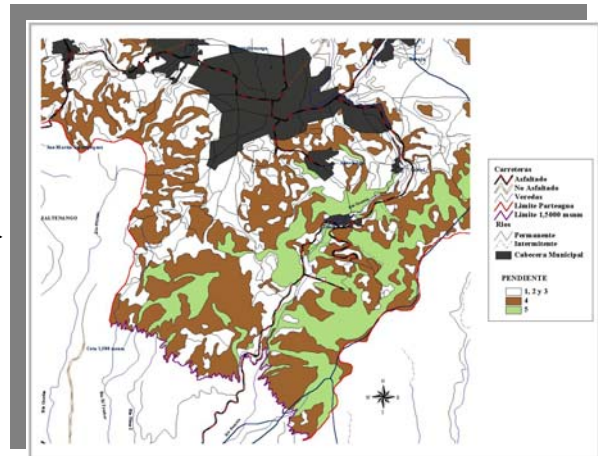
Utilizando la información contenida en el Mapa Nacional de Capacidad de Uso según metodología USDA a escala 1:250,000 y seleccionando únicamente la Clase VIII¹, se realizó una intersección de esta capa con la de pendientes a escala 1:50,000, para establecer las categorías de pendientes que a esta escala quedan incluidas dentro de la clase de capacidad mencionada.

Como resultado de la intersección, las pendientes a escala 1:50,000 que quedan incluidas son las correspondientes a las clases 4 (36-55% de pendiente) y 5 (> 55% de pendiente), tal como se ilustra en la figura.

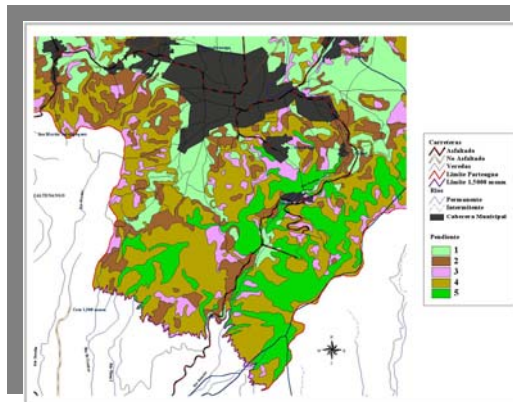
¹ Para esta clase de capacidad, debido a las condiciones topo-climáticas tales como la temperatura, insolación, luminosidad, forma, longitud y exposición eólica - lumínica de las pendientes, productividad potencial de los recursos y uso de la tierra, en esta clase de tierras se pueden adaptar muy pocas plantas para un uso extensivo, por lo que se aconseja especialmente destinarlas para la *conservación de cuencas (aprovisionamiento de agua), bosques o fauna* o bien conservarlas con fines recreativos. La relación del suelo-uso agrícola está muy limitada y no se debe alterar el ecosistema edáfico para tratar de mantener la fertilidad y estructura del suelo (USDA, 1961).



Mapa de Capacidad de Uso: Clase VIII



Pendientes 4 y 5 incluidas dentro de la Clase de Capacidad VIII

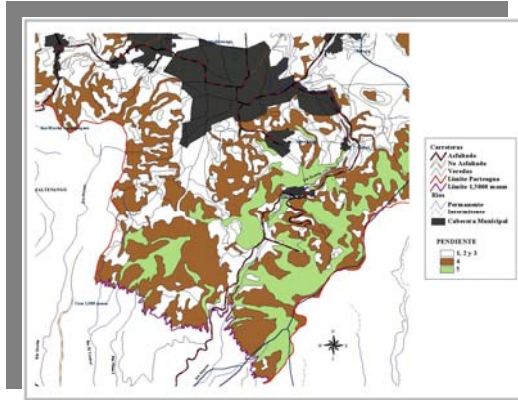


Mapa de Pendientes Método INAB

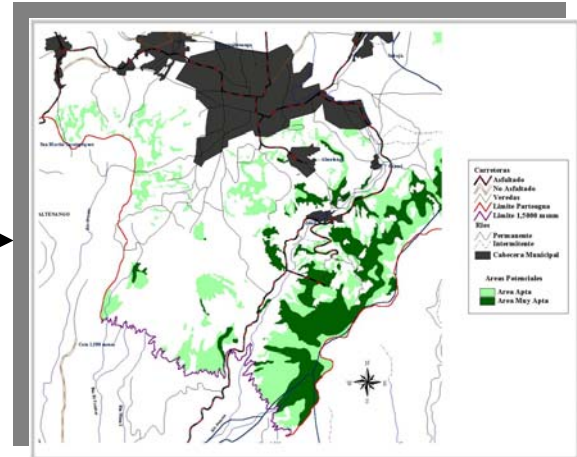
Figura 2. Selección de las pendientes a ser utilizadas para el análisis

Una vez se determinaron las pendientes 4 (Altas) y 5 (Muy Altas) como de interés, estas fueron intersectadas con los estratos boscosos correspondientes a los tipos conífero, latifoliado y mixto de densidades media (40-70% de cobertura) y cerradas (70-100% de cobertura), con lo que se obtuvieron como resultado 2 categorías calificadas como: *Áreas Muy Aptas* (estratos

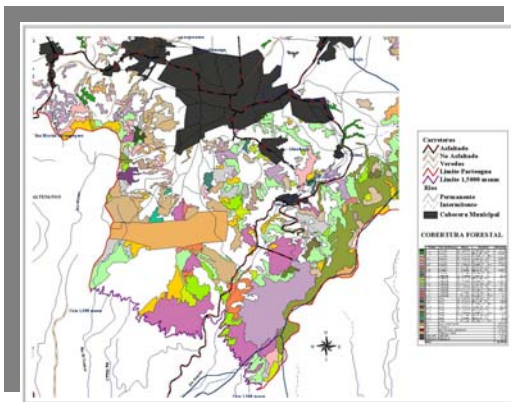
boscosos de densidad media y cerrada localizados sobre pendientes Muy Altas) y *Areas aptas* (estratos boscosos de densidad media y cerrada localizados sobre pendientes Altas), lo cual se muestra en la figura 3.



Selección pendientes 4 y 5



Areas forestales aptas



Selección estratos forestales de interés

Figura 3. Selección de las áreas forestales aptas



4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

4.1 Ubicación e identificación de la cobertura forestal de las 10 cabeceras de cuenca

La ubicación e identificación corresponde a lo presentado en los mapas de cobertura forestal del Anexo 1 y los cuales se generaron conforme a lo explicado en el numeral 3.1. En el cuadro 1 se muestran los criterios utilizados para realizar la estratificación de la cobertura forestal existente en las 10 cabeceras de cuenca.

Cuadro 1. Criterios utilizados para la estratificación forestal

Tipo de Bosque	Densidad de Copas	Altura (m)
Conífero	Abierta (10 - 40 %)	15 - 25 m
	Media (40 -70%)	
	Cerrada (70 - 100%)	
Latifoliado	Abierta (10 - 40 %)	25 - 35 m
	Media (40 -70%)	
	Cerrada (70 - 100%)	
Mixto	Abierta (10 - 40 %)	> 35 m
	Media (40 -70%)	
	Cerrada (70 - 100%)	

Adicionalmente a la estratificación de la cobertura boscosa, se determinaron los estratos correspondientes a: regeneración natural, plantación forestal, no forestal (incluye agricultura y pastos), poblados, sombras y nubes, así como pequeñas áreas que quedaron sin cobertura fotográfica. En el Anexo 2, cuadro 2.1, se muestra la cuantificación de los estratos forestales, regeneración natural, plantación forestal y no forestal.

4.2 Selección de áreas dentro de las 10 cabeceras de cuenca

Para efectos de realizar la selección de áreas forestales de interés para el PPAFD, se utilizó el criterio de seleccionar los estratos boscosos de los tres tipos determinados, de las densidades Media y Cerrada. Un resumen cuantificado en hectáreas, de la selección realizada se muestra en el Cuadro 2, anexándose el desglose de esta información en el Cuadro 2.2 del Anexo 2.

Cuadro 2. Resumen de la selección de los estratos forestales de interés en las 10 cabeceras de cuenca

Tipo de Bosque	Superficie (ha)
▪ Conífero	56,076.4
▪ Latifoliado	73,109.2
▪ Mixto	19,185.7
Total	148,371.4



Tal y como se muestra en el cuadro 2 existe una superficie total de 148,371.4 ha de bosques de los tres tipos forestales de densidades medias a cerradas, dentro de cuya superficie se realizó la selección de áreas mediante intersectar esta cobertura boscosa de densidades Medica y Cerrada con la capa de pendientes seleccionadas, como se muestra en la Figura 3.

La selección final de áreas consideradas Muy Aptas y Aptas, genera como resultado final para las 10 cabeceras de cuenca, lo mostrado en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Consolidado de áreas potencialmente aptas para ser sujetas de incentivos forestales del PPAFD

Cuenca	Aptitud		TOTAL
	Muy Apta	Apta	
1. Río Suchiate	5,362.2	5,191.3	10,553.4
2. Río Naranjo	5,543.0	4,161.2	9,704.2
3. Río Ocosito	1,267.0	1,385.1	2,652.1
4. Río Samalá	3,649.0	11,300.3	14,949.3
5. Río Nahualate	4,015.0	2,534.0	6,549.0
6. Río Madre Vieja	320.4	3,328.0	3,648.4
7. Río Coyolate (Xayá)	3,122.1	5,223.9	8,346.1
8. Río Achiguate (Alto Guacalate)	939.3	5,123.4	6,062.7
9. Río María Linda	317.4	3,589.4	3,906.8
10. Río Motagua			
- Subcuenca Alto Motagua	3,058.9	17,280.9	20,339.9
- Subcuenca Pixcayá	966.9	5,768.2	6,735.1
- Subcuenca Las Vacas	84.3	560.1	644.4
Total	28,645.5	65,445.8	94,091.2

Los mapas resultantes, tanto de cobertura forestal como de selección de áreas aptas para cada una de las cabeceras de cuenca, se muestran en el Anexo 1.

5. SELECCIÓN DE AREAS FORESTALES POTENCIALMENTE APTAS PARA INCENTIVOS ASOCIADAS A LA PRODUCCION HIDRICA PARA USOS HUMANO Y AGRICOLA

Para efectos de ejemplificar el apropiado uso que se le puede dar a las áreas seleccionadas como potencialmente aptas para ser sujetas de incentivos forestales del PPAFD, se seleccionaron 3 áreas comprendidas dentro de las cabeceras de cuenca de los ríos Naranjo, Samalá, Coyolate (subcuenca Xayá) y Motagua (subcuenca Pixcayá), para las cuales la producción hídrica es uno de los principales servicios ambientales que los bosques prestan y la cual se traduce en disponibilidad de agua superficial para consumo humano y agrícola.

En el caso de la disponibilidad de agua para consumo humano, las 4 cabeceras de cuenca, son importantes ya que dentro de ellas se encuentran nacimientos que forman parte del sistema de abastecimiento de agua potable a las ciudades. Mientras que para el caso de la disponibilidad para uso agrícola, en 2 de las cuencas se reportan sistemas de riego abastecidos con fuentes superficiales.



En el cuadro 4 se presentan las principales características del aprovechamiento de agua que se realiza en 4 cabeceras de cuenca seleccionadas al efecto.

Cuadro 4. Resumen de las principales características de la producción de agua para uso humano y agrícola en 4 cuencas

Cuenca	No. de nacimientos y ubicación ^{a/}	Poblaciones que abastece	Municipios que poseen sistemas de riego ^{b/}
Río Naranjo	1 en aldea Ixcamal, SM y 2 en aldea San Andrés Chupil, SM 2 en aldea San Andrés Chupil, SM	Ciudad de San Marcos Ciudad de San Pedro Sacatepéquez	San Antonio Sacatepéquez, SM San Pedro Sacatepéquez, SM
Río Samalá	11 en aldea Siguilá, San Juan Ostuncalco, Q. y 5 en aldea Santa Rita, La Esperanza, Q.	Ciudad de Quetzaltenango	Salcajá, San Juan Ostuncalco, La Esperanza y Zunil, Q
Río Coyolate (subcuenca Xayá)	1 en Patzicía, Chimaltenango y el cual es trasvasado artificialmente hacia la subcuenca Pixcayá	--	--
Río Motagua (subcuenca Pixcayá)	1, finca San Antonio Los Jutes, Chimaltenango.	Ciudad de Guatemala ^{c/}	--

Notas:

a/ Información obtenida directamente de las empresas municipales de agua.

b/ Información de proyectos de miniriego del MAGA previos al año 1999 e información PLAMAR 1,999 – 2,003.

c/ El caudal conducido por el Acueducto Nacional Xayá – Pixcayá, se constituye en una de las principales fuentes de agua de la Ciudad Capital.

5.1 Selección de áreas dentro de las 10 cabeceras de cuenca

En función de las características presentadas en el Cuadro 4, la metodología utilizada para seleccionar áreas forestales potenciales para incentivos por producción hídrica, se ilustra en la figura 4 y se describe a continuación:

- a). Consulta a las municipalidades para obtener la información respecto a la localización de las fuentes de agua utilizadas para el abastecimiento de las ciudades, así como obtener la información de sistemas de riego en las coordinaciones departamentales del MAGA y PLAMAR.
- b). Localización geográfica de las referencias obtenidas en el SIG del MAGA, mediante contrastar la información obtenida y la contenida por la base de datos de poblaciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), con lo que se genera una capa de información de puntos de interés, utilizado posteriormente para establecer la generación de microcuencas productoras de agua.

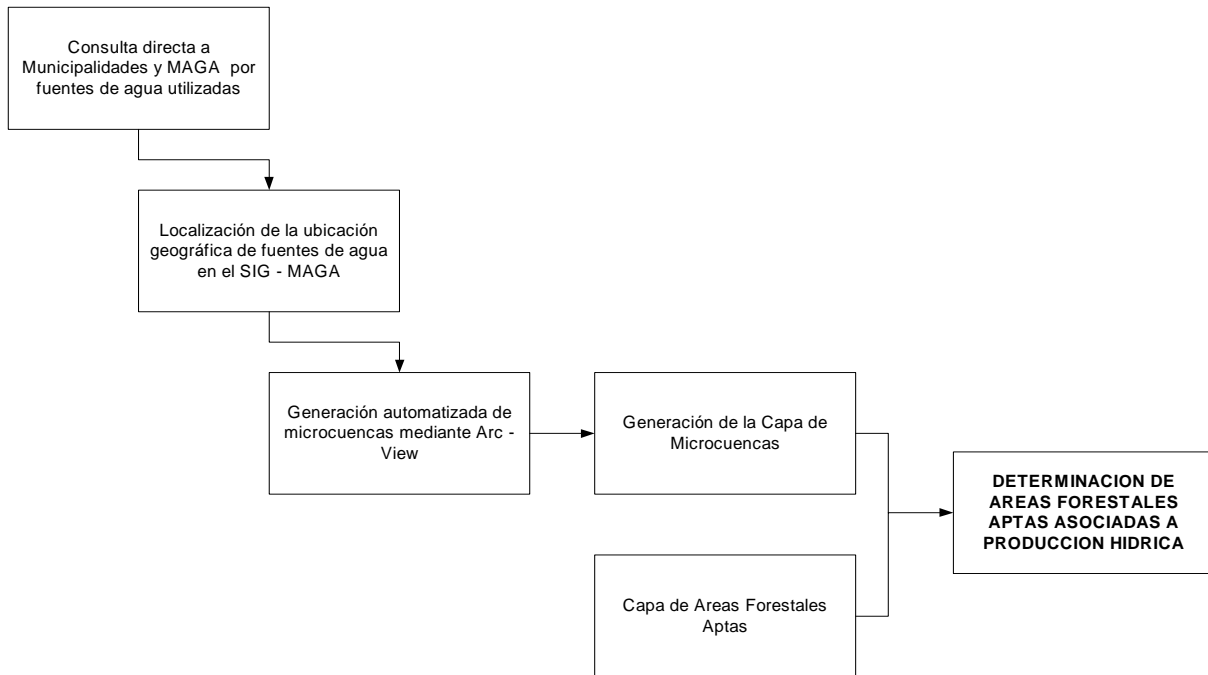


Figura 4. Flujoograma utilizado para seleccionar áreas forestales aptas asociadas a producción hídrica

c). Delimitación de las microcuencas productoras de agua, con base a delimitación automática generada por el Arc-View® y las extensiones Spatial Analyst®, Hydrologic Modeling® y Basin 1®. Las capas a utilizar son las correspondientes al Modelo de Elevación Digital (MED) y la de ríos, los cuales utilizando Spatial Analyst® se suman algebraicamente y a la capa resultante se le opera la extensión Hydrologic Modeling®, para establecer dirección y acumulación del flujo existente. Finalmente utilizando la capa de localización geográfica de los puntos de interés y utilizando la extensión Basin 1®, se hace un acercamiento a cada uno de los puntos que se considera salida de la microcuenca, para que la extensión genere el contorno requerido.

d). Una vez definidas las microcuencas productoras de agua, se procedió a intersectarles la información generada de áreas forestales potenciales para incentivos y los resultados se muestran en el cuadro 5 y los mapas del Anexo 3.

Cuadro 5. Resumen de la determinación de áreas forestales potenciales para incentivos forestales PPAFD por la producción de agua para uso humano y agrícola en 4 cuencas

Cuenca	No. de microcuencas productoras de agua para uso humano y agrícola	Superficie (ha)
Río Naranjo	3	78.25 (1% Muy apta, 99% Apta)
Río Samalá	6	4,296.76 (10% Muy apta, 90% Apta)
Río Coyolate (subcuenca Xayá) y Río Motagua (subcuenca Pixcayá)	2	2,717.37 (11% Muy apta, 89% Apta)



La información presentada para las cuencas y el posible objetivo de los incentivos forestales, en especial para el caso del río El Naranjo, muestra una superficie forestal potencial muy pequeña dentro del ámbito de la cabecera de cuenca (ver Mapa No. 1 del Anexo 3). Por esta razón y en especial para este caso, el SIG-MAGA generó un segundo escenario de análisis donde como variante incluye las pendientes de clases 4 y 5 contenidas dentro de la clase de capacidad VII, con esto la superficie de áreas forestales potenciales consideras Aptas llega a 247.55 ha y Muy aptas 85.41 ha, para un total de 332.96 ha (ver Mapa No. 2 del Anexo 3).

6. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis realizado se ha determinado una superficie de más de 94,000 hectáreas con bosques subdivididas en las categorías Aptas y Muy Aptas, las cuales tienen alto potencial para ser sujeta a los incentivos forestales del PPAFD.
- Por considerarse al bosque como fuente de servicios y bienes ambientales y enfatizando en el área forestal determinada, para la selección final de las áreas a incentivar el PPAFD deberá de profundizar los criterios de asignación con base a las demandas sociales de las comunidades beneficiarias.

7. RECOMENDACIONES

- Que el PPAFD dirija los incentivos forestales hacia las áreas determinadas, bosques densos y medios sobre altas pendientes, para que se logre la protección de al menos 50,000 hectáreas mediante estos incentivos.
- Mediante la información generada, se ha generado un escenario asociado a la producción hídrica, mismo que puede ser mejorado y ampliado con base a otros indicadores que deberán ser generados por el PPAFD para direccionar los incentivos por esta vía.



ANEXOS

ANEXO 1: Mapas de Cobertura Forestal y Selección de Areas Forestales Potenciales, de las 10 cabeceras de cuenca.

ANEXO 2: Cuadros de cuantificación de la cobertura forestal y de los estratos forestales seleccionados para cada cabecera de cuenca

ANEXO 2: Mapas de selección de áreas forestales potenciales asociadas a producción hídrica para uso humano y agrícola