

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

1. **TÍTULO:** Determinación de áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible en la parroquia Peñaherrera, zona de Intag, noroccidente del Ecuador
2. **AUTOR:** Néstor Iván Gualsaquí Anrango
3. **DIRECTOR:** Ing. José Raúl Guzmán Paz, M.S.c.
4. **COMITÉ LECTOR:** Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, Esp.
Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, Mgs.
Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
5. **AÑO:** 2018

LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN: Parroquia de Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.

6. **BENEFICIARIOS:** Habitantes de la parroquia de Peñaherrera.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Gualsaquí Anrango

NOMBRES: Néstor Iván

C. CIUDADANÍA: 1003604657

TELÉFONO CONVENCIONAL: (062) – 66 8316

TELÉFONO CELULAR: 0980566759

CORREO ELECTRÓNICO: gualsaqui.nestor@gmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura – Otavalo – San José de Quichinche – La Banda.

AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

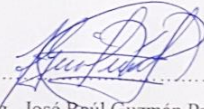
Guía: FICAYA - UTN
Fecha: 5 de junio del 2018

Néstor Iván Gualsaquí Anrango: **DETERMINACIÓN DE ÁREAS PRIORITARIAS PARA EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA, ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 5 de junio del 2018. 96 páginas.

DIRECTOR: Ing. José Raúl Guzmán Paz, M. Sc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar de áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible en la parroquia Peñaherrera

Fecha: 5 de junio del 2018



Ing. José Raúl Guzmán Paz, M. Sc.

Director de trabajo de titulación



Néstor Iván Gualsaquí Anrango

Autor

Determinación de áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible en la parroquia Peñaherrera, zona de Intag, noroccidente del Ecuador

Autor: Néstor Iván Gualsaquí Anrango

Director del trabajo de titulación: Ing. José Raúl Guzmán Paz, M. Sc.

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Carrera de Ingeniería Forestal

Universidad Técnica del Norte

Ibarra – Ecuador

gualsaqui.nestor@gmail.com

Teléfono: (062) 66 – 8316/0960150109

RESUMEN

La zona Intag alberga una alta diversidad biológica con un alto endemismo de flora y fauna, pero debido al avance de la frontera agrícola-ganadera y la explotación forestal de especies con alto valor comercial en la zona, son las principales amenazas para los hábitats frágiles de la región, por consiguiente el presente estudio se localiza en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi, en la parroquia de Peñaherrera, zona de Intag, con una extensión de 12.229,78 hectáreas, para la investigación se planteó como objetivo general: determinar áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible y como objetivos específicos: a) caracterizar los aspectos biofísicos, sociales a nivel parroquial, b) realizar un análisis multitemporal de las áreas forestales en el periodo 2013-2017, c) adaptar principios, criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible y d) proponer alternativas de manejo forestal sostenible para las áreas determinadas.

Por medio de la recopilación de información secundaria y primaria como: encuestas dirigidas a los pobladores de la parroquia y participación en reuniones con miembros de las comunidades en la zona de Intag se desarrolló el diagnóstico biofísico y socioeconómico. Para la evaluación de las áreas boscosas se realizó un análisis multitemporal y para la priorización de las áreas a ser manejadas se determinó mediante el análisis multicriterio. Al elaborar la cartografía temática empleando el Software Arc GIS 10.3 ® y Classlite v3.3, se obtuvieron los siguientes resultados: pérdida de la cobertura forestal en el periodo 2013 al 2017 de 364,93 has de deforestación y perturbación de 109,8 has siendo la agricultura y ganadería causas principales del cambio de uso de suelo. Al realizar el análisis multicriterio se obtuvo: Zona con categoría de priorización bajo con 2.545,61 has conformado por bosque nativo, vegetación arbustiva y

herbácea. Zona con categoría de priorización media con 5.999,01 has conformado por áreas de bosque nativo. Zona con categoría de priorización alto-muy alto conformado por áreas con agricultura, pastos y vegetación arbustiva.

ABSTRACT

Intag is home to a high biological diversity with a high endemism regarding flora and fauna, but due to the advance the agricultural, stockbreeding and the exploitation of species with a high commercial value in the area, are factors which have become the main threat to the fragile habitats of the region, therefore the present study is located in the province of Imbabura, in “Cotacachi”, in “Peñaherrera” parish, Intag area, with an extension of 12.229,78 hectares, for this research was proposed as a general objective: to determine priority areas for sustainable forest management and as specific objectives: a) characterize the biophysical, social aspects at the parish level, b) conduct a multi-temporal analysis of forest areas during 2013-2017, c) adapt principles, criteria and indicators for management sustainable forest management and d) propose sustainable forest management alternatives for the studied areas. Though the collection of secondary and primary information with tools such as: surveys applied to the parish inhabitants and their involvement in meetings with members of the communities in Intag, was develop a biophysical and socioeconomic diagnosis. For evaluation of forested areas, a multitemporal analysis was carry out and the prioritization of the areas to be managed was considered through a multicriterio analysis. When developing thematic cartography using Arc GIS 10.3 ® and Classlite v3.3 Software, were obtained the following results: loss of forest covered during 2013-2017 being these a total of 364,93 hectares with an indicator of deforestation and disturbance in 109,80 hectares. Agriculture and stockbreeding are the main causes of land change. When performing the multicriteria analysis, it was obtained: the existence of a zone with a low prioritization category of 2.545, 61 hectares made up of native forest, shrub and herbaceous vegetation. An area with average prioritization category of 5.999,01 which is composed of areas of native forest. An area with high – very high prioritization category conformed by areas with agriculture, pastures and shrub vegetation.

INTRODUCCIÓN

Durante varios años los bosques han suministrado a la sociedad de bienes y servicios pero actualmente estos beneficios ofrecidos disminuyen año tras año, uno de los principales problemas ha sido tala ilegal y el avance de la frontera agrícola, que han ocasionado una pérdida del recurso forestal destruyendo la capacidad de renovación del ecosistema forestal. En el Ecuador la tasa de deforestación; en función al Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental la tasa anual de cambio de cobertura boscosa fue de -0,71% para el período 1990 - 2000 y de -0,66% para el período 2000 - 2008. Esto corresponde a una deforestación anual promedio de 89.944 has/año y 77.647 has/año, para cada período respectivamente. Para la provincia de Imbabura registró una tasa de deforestación anual promedio de 2.258 hectáreas para el período 1990-2000 y 1.240 hectáreas en el período 2000-2008 (Ministerio del Ambiente [MAE], 2012). Todo esto ha conllevado también a que los ecosistemas existentes vayan degradándose a causa de la conversión de la cobertura vegetal así también la intensificación del uso de suelo. Frente a esto es necesario disminuir la

deforestación e incrementar la superficie boscosa, es pertinente una adecuada planificación para comenzar una gestión forestal de tal modo que garantice la estabilidad forestal y la multifunción del entorno en el tiempo.

El avance de la frontera agrícola ganadera más la poca sensibilización de un enfoque hacia un desarrollo sostenible de las políticas y programas existentes, son uno de los principales problemas ambientales que afronta la zona de Intag, evidenciándose en el cambio de uso de suelo. Por este motivo es importante y necesario examinar el cambio de uso de suelo, monitorear y realizar un manejo de estas áreas, una opción es a través de la implementación de tecnologías digitales para lograr la ordenación forestal, como el estudio multitemporal el que permite evaluar y verificar por medio de técnicas de sensores remotos los cambios en la vegetación, tasa de deforestación en base a la comparación de imágenes satelitales, por otro lado la evaluación multicriterio nos permite buscar soluciones frente a cuestiones de índole espacial territorial, en base a esto se puede generar áreas a priorizar en una determinada zona, dado que la integración de estos elementos

contribuye a llevar a cabo procedimientos simultáneos de análisis en función de los componentes de datos espaciales, facilitando la comparación de prioridades y conseguir que el resultado sea visual, y así realizar una toma de decisiones en función de criterios y necesidades en conflicto.

METODOLOGÍA

Caracterización de los aspectos biofísicos, sociales de la zona de estudio

Para la caracterización de los aspectos biofísicos y sociales se obtuvo información de la zona como el Plan de Ordenamiento Territorial de Peñaherrera 2015 del cual se obtuvo datos generales de la parroquia, así también de encuestas realizadas acerca de la importancia de los bosques y de estudios e investigaciones referentes a la parroquia.

Realización del análisis multitemporal

Para la obtención de la información para el análisis se descargó imágenes Landsat 8 OLI/TIRS, del link: <http://glovis.usgs.gov/>. plataforma web USGS de los Estados Unidos de América, que a través del Earth Explorer, se buscó imágenes de la zona de estudio que

contengan una nubosidad menor al 50% en el periodo (2013-2017)

- **Pre procesamiento de las imágenes satelitales y análisis multitemporal:** para facilitar y agilizar el análisis se realizó la delimitación del área de estudio con el cual se reduce de tamaño de las macro imágenes descargadas para una mejor manipulación de la imagen.

- **Reconocimiento del área de estudio y recolección de información con el DRON:** se realizó el reconocimiento de campo para poder evidenciar factores que no se observan claramente en las imágenes satelitales, con el propósito de comprobar la información que generó el programa, también se procedió a identificar las áreas en donde muestra la existencia de cobertura boscosa.

De igual modo se dio a conocer a las personas involucradas con la investigación la metodología y la tecnología que se utilizó para realizar el levantamiento de información en las áreas seleccionadas con el drone.

- **Planificación del vuelo del drone:** con las áreas de interés delimitadas se

procedió a realizar la planificación del vuelo del dron con el software Mission planner, en el cual se creó una ruta generando waypoints para que el dron vuele las áreas seleccionadas, tomando en cuenta las características del área de estudio como la topografía, clima y la altitud del vuelo, con la ruta establecida esto se ejecutó de manera autónoma el cual no se necesitó una gran manipulación del usuario mediante los waypoints asignados al dron, después de haber creado la ruta se procedió a la preparación del equipo necesario para las realizar las capturas de imágenes.

- **Toma de fotografías aéreas:** se preparó el dron y el sensor y se realizó el vuelo sobre las áreas asignadas en la ruta de vuelo en el tiempo asignado.

- **Trabajo fotogramétrico:** luego de haber obtenido todas las fotos necesarias se utilizó el programa argisoft, para generar la ortofotografía georeferenciada de las áreas seleccionadas a estudio. El modelo de terreno se digitalizó mediante las imágenes adquiridas por el dron, el software se encargó de encontrar coincidencias entre las fotos para

proyectar una nube de puntos iguales con el que se simuló el modelo del terreno

- **Validación de la información:** se realizó la validación de los resultados por medio de una auditoría, comparando las capas de deforestación, perturbación, bosque y no bosque generadas con el programa Claslite e imágenes satelitales de alta resolución, si la información entre capas coincidía se le asignaba un valor de verdadero (v), y si la información no coincidía se le asignaba un valor de falso (f).

El muestro se realizó con el software ArcGIS (Create Random Points), se realizó un buffer de 15m a cada punto el que representa el área de influencia, el número de puntos a utilizar fue calculado en base al área de la parroquia, esto se lo realizó aplicando la siguiente ecuación.

$$N = \frac{P \times Q \times t^2}{e^2}$$

Fuente: Chuvieco (1995).

En donde:

N = Tamaño de la muestra.

P = Representatividad (0,5).

Q = Variabilidad (0,5).

t = Nivel de confianza en base a la extensión en km (95%).

e = error estadístico (5%).

Para la confiabilidad de los mapas generados se determinó por medio de una matriz de confusión, el que permite comparar entre dos clasificaciones siendo una determinada por el usuario, estas son clases referenciales que vienen a ser filas de la matriz y la otra la que se quiere evaluar ubicadas en las columnas de la matriz, esto se realizó con el fin de buscar si existe o no concordancia entre la información generada.

Para la elaboración de la matriz de confusión se procedió al cálculo de las siguientes variables:

- Exactitud del usuario: Información determinada como correcta en una clase en relación al total de dicha clase en las filas.
EU = número de coincidencias/total.

- Error de comisión: Probabilidad de que el usuario encuentre información errada durante la evaluación

EC = 1 - Exactitud del usuario.

- Exactitud del productor: Información que muestra el porcentaje de una clase clasificada correctamente en las columnas.

EP = número de coincidencias/total.

- Error de omisión: Probabilidad de que el productor del mapa clasifique erróneamente la información del mapa.

EO = 1 - Exactitud del productor.

- Coeficiente de Kappa: Parámetro estadístico que indica la semejanza entre dos clases y que se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}$$

Fuente: Guzmán (2014).

En donde:

N = Total de píxeles de la matriz

R = Número de filas en la matriz

X_{ii} = Número de píxeles de la fila i, columna i (diagonal mayor)

El coeficiente de Kappa se evalúa en un rango de 0 a 1; mientras más se acerque a la unidad existirá mayor concordancia entre las clases comparadas.

Adaptación de principios, criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible enfocados a la parroquia

Se realizó encuestas para observar cual es la importancia de los bosques en la parroquia de Peñaherrera, esta encuesta se aplicó a la población que se encontraba en un rango de edad superior a los 18 años.

- **Realización del análisis multicriterio:** basándose en la revisión bibliográfica los principios, criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible propuestas por la organización International Tropical Timber Organization y otras entidades que examinan áreas en la ordenación forestal, se realizó un análisis multicriterio en las cuales se seleccionaron variables espaciales orientadas al manejo forestal sostenible.

Para el análisis multicriterio se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Contar con la suficiente información para que permita el análisis multitemporal ponderar los criterios e indicadores seleccionados y determinar que cada

criterio seleccionado sea representativo para el análisis.

- **Utilización de la herramienta la herramienta Weighted Overlay:** para los últimos procesos se utilizó la herramienta weighted overlay, donde el resultado será un mapa en formato ráster en el cual se ejecutó los siguientes procesos:

Reclasificación los valores en los archivos raster de entrada, para el segundo paso se multiplicó los valores de celda de cada raster en función de su peso de importancia y por último se sumó los valores de cada celda para obtener un raster de salida (ESRI, 2016)

Alternativas de manejo para las áreas determinadas en base al análisis multicriterio obtenido

Mediante la información obtenida, más los mapas realizados se realizó la interpretación de los resultados y por medio de asistencia de reuniones realizadas en la zona de Intag y la cooperación de Corporación para la Investigación, Capacitación y Apoyo Técnico para el Manejo Sustentable de los Ecosistemas Tropicales (ECOPAR), se

propuso alternativas técnicas para el manejo forestal sostenible de las áreas identificadas en base al análisis multicriterio obtenido. Además Con la finalidad de facilitar el manejo de las áreas identificadas, se identificó actores directos e indirectos que se encuentran relacionados con el manejo y uso de los bosques, estos actores son los que tomarán decisiones con un enfoque integro para asegurar la permanencia del recurso en el tiempo.

RESULTADOS

Caracterización Biofísica

- **Uso y cobertura:** el uso del suelo en la parroquia está destinado especialmente para cultivos y áreas para el pastoreo, existe un alto grado de incompatibilidad entre el uso actual del suelo y su uso potencial, la topografía heterogénea, más las fuertes pendientes hace que la ganadería no sea aconsejable realizar durante varios años ya que las tierras del lugar presenta una capa fértil delgada (PDOT GAD parroquial de Peñaherrera, 2015).

- **Ecosistemas:**

- Bosque muy húmedo Pre-montano (bmhPM)
- Bosque de neblina montano (Bnm)
- Bosque siempre verde montano alto (Bsvma)
- Ecosistemas bajo protección
-

- **El agua:** en la parroquia existen cinco microcuencas, Río Aguagrún, Río Cristopamba, Río Intag, Río Nangulví, Río San Pedro que emergen de las estribaciones surorientales de la cordillera de Toisan, el cual abastecen de agua a las personas de Peñaherrera, en la época seca se observa que el agua es limitado y de baja calidad, a causa de la deforestación, quemas, malas prácticas agropecuarias, que generan degradación de las cuencas, sedimentación, contaminación de los causes de agua y erosión de los suelos

Caracterización sociocultural

- **Actividad agropecuaria:** el 97% de las tierras corresponde a propiedades menores a 70 ha y el 3% restante mayores a 70 ha, existe una subocupación del territorio productivo, una limitada mano de obra enfocadas a la actividad

agropecuaria, de igual manera una baja productividad agropecuaria en relación a la producción total de la parroquia (PDOT GAD parroquial de Peñaherrera, 2015).

- **Comercio** Para la parroquia esta actividad se encuentra limitada, debido a que existen pocas opciones de comercio y son los intermediarios quienes adquieren un mayor beneficio que los mismos productores, para el caso del café se lo realiza a través de la asociación Rio Intag AACRI, el frejol de igual manera se lo comercializa mediante intermediarios, una parte se lo comercializa con la organización CRPARIS Y Talleres de Gran Valle, y para el ganado se lo realiza igualmente con intermediarios, ellos son los que fijan los precios en función del mercado nacional (PDOT GAD parroquial de Peñaherrera, 2015).

- **Turismo:** Existe 16 atractivos turísticos, siendo más visitados las aguas termales de Nangulvi, seguido por los vestigios arqueológicos de Gualimán y el canopi de Gualimán y las fincas agroecológica del Paraíso, lo que es necesario potencializar otros sitios turísticos existentes (PDOT GAD parroquial de Peñaherrera, 2015).

Realización del análisis multitemporal en el periodo 2013-2017

La parroquia Peñaherrera contiene una superficie total de 12.229,0 ha, de este total el 84% no presenta ningún cambio aparentemente, mientras que la perturbación representa un 4% aproximadamente y la deforestación representa el 12% del área total durante el periodo 2013 – 2017.

- **Promedio anual de deforestación y perturbación:** en el análisis de la cobertura de bosque correspondiente a los años 2013 y 2017, se calculó un promedio anual de deforestación de 364,93 ha/año, que representa una pérdida de 3 % de cobertura de bosque anual.

Sierra, (2013) menciona para el periodo 2000 y 2008 el 99.4% del área deforestada fue destinada a áreas agropecuarias y el 0,23% principalmente asentamientos rurales. Además MAE (2013) afirma que la disminución de los recursos naturales ha sido provocada por el sector agropecuario, debió al incremento del área a cultivar antes que el incremento de la productividad.

Guzmán (2014) determinó para el periodo 2010-2013 en la zona de Intag una tasa de deforestación anual de 1,42% y un 0,35% para perturbación, mientras que para el caso específico de la parroquia de Peñaherrera PDOT GAD parroquial de Peñaherrera (2015), señala que en el periodo 2001 y 2006 presentó una tasa de deforestación anual aproximadamente de 1,92%.

En la presente investigación tomando como referencia estos datos, se obtuvo una tasa de deforestación del 3%, en comparación con los resultados obtenidos la parroquia de Peñaherrera posee una tasa de deforestación que va en incremento, esto se debe principalmente a que los agricultores necesitan incrementar la extensión de las tierras agropecuarias para obtener una mayor producción, y de este modo poder mejorar sus ingresos económicos, ya que por el manejo de sus cultivos se trata de una agricultura extensiva y no intensiva.

- **Validación de los resultados:** para la validación con la ortofoto de toda la parroquia se generaron los siguientes resultados, para la clase de bosque, se obtuvo una fiabilidad del productor de

83,64%, lo que representa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 88,46% , también se obtuvo un coeficiente de capa de 0,85 lo que muestra una concordancia casi perfecta y que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos

Para la clase de deforestación se obtuvo una fiabilidad del productor de 92,63%, lo que significa que la mayor parte de los puntos concordaron entre la capa generada y la ortofoto, además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 95,33%, de igual modo para la clase perturbación se obtuvo una fiabilidad de productor de 86,36% y una fiabilidad de usuario de 90,48% además se obtuvo una fiabilidad del usuario del 88,46% %, también se obtuvo un coeficiente de capa de 0,90 lo que muestra una concordancia casi perfecta y que el usuario del mapa puede confiar en los datos producidos

Adaptación de principios, criterios e indicadores y determinación de las áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible

Se obtuvieron cuatro categorías de prioridad (Bajo, Medio, Alto y Muy Alto), cabe mencionar que la categoría muy baja no se generó durante el procesamiento, debido a que las características biofísicas del área son las que no permiten tener una categoría muy baja. La mayor parte de las áreas a priorizar se encuentra en la parte noreste de la parroquia, tomando en cuenta que son suelos en etapa de empobrecimiento.

Salcedo (2017), señala que en función del componente geomorfológico, geológico, cobertura de tierra y suelos, categorizan zonas entre sectores de alta y baja pendiente, debido a que en épocas de alta pluviosidad puede ocasionar deslizamientos de masas, de igual manera muestra áreas de susceptibilidad muy alta a la erosión en suelos donde se encuentra reducida vegetación y suelos que han sido aprovechados o alterados para su aprovechamiento productivo. Si bien los resultados son similares difiere de la investigación debido a que el presente estudio se utilizó un número mayor de indicadores para mejorar la precisión de la información e interpretación de los resultados, por otra parte estos tuvieron distinta ponderación, esto se debe a la

variabilidad de los aspectos biofísicos presentes en el estudio, ya que para la variable pendientes la zona de estudio presenta una alta irregular entre otras, generando así áreas con distinta categoría.

Franco, (2011) menciona la importancia de emplear criterios e indicadores, debido a que mejoran la calidad de la información de los bosques y los resultados en los sistemas de ordenación forestal, mediante esta información es posible formular mejores políticas, planes de manejo a nivel local, nacional, regional e internacional. Para el presente estudio la propuesta de alternativas de manejo se tomó con una visión intermedia entre lo ambiental, social y económico con el propósito de favorecer al mantenimiento de los bosques, debido a la alta biodiversidad de la flora y fauna existente, al igual que la influencia de los bosques en la calidad de agua en la zona son de vital importancia.

Alternativas de manejo para las áreas determinadas en base al análisis multicriterio obtenido

Con la finalidad de llevar a la práctica las alternativas planteadas de la presente investigación y una vez identificados los

actores involucrados en el área de estudio, es necesario concertar el apoyo de las organizaciones sociales existentes en la parroquia, quienes pongan en práctica en sus predios las alternativas propuestas, mientras que las instituciones públicas debería fomentar el apoyo y búsqueda financiera para lograr implementar de manera eficiente las actividades planteadas.

A continuación se detallan varias alternativas de manejo y los actores involucrados

Alternativas de manejo para la categoría Baja – Media

- Conservación de los bosques nativos
- Conservación de fuentes de agua
- Incentivos de pago por captura de carbono
- Investigación de la biodiversidad existente
- Protección de reservas comunitarias
- Turismo comunitario
- Pesca controlada
- Incentivos para fomentar la protección y conservación de recurso forestal
- Reforestación con especies nativas:
(Sangre de drago, caucho, yaloman,

cedro, guandera, roble, anon, pilche, laurel de cera, tura, guadua, palos bobos, eliconias, magnolia, platanillos)

Alternativas de manejo para la categoría Alto- Muy Alto

- Investigaciones enfocadas a mejorar la producción
- Incentivos para la producción
- Inversión en proyectos locales
- Creación de ordenanzas para no poblar zonas altas
- Fomento para plantaciones forestales:
(*Alnus nepalensis*)
- Regularización del uso de agroquímicos
- Uso de abonos orgánicos
- Quemadas controladas |
- Apicultura
- Agroforestería:
 - Café en asocio de Aliso, Leucaena, Guaba, Aguacate
 - Cercas, linderos en asocio con poroton, leucaena, aliso, guaba
- Silvopasturas
 - Pastos en asocio de *Alnus nepalensis*, tura

Identificación de actores

Instituciones públicas

- Ministerio de Ambiente
- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- SENAGUA
- GAD municipal de Cotacachi
- GAD parroquial de Peñaherrera

Organizaciones

- Cabildos de la parroquia Peñaherrera
- AACAI
- ACAI Plantas Forestales
- Seguro campesino
- ASOPENÑAG Ganaderos
- Emprendimiento Comunitario Termas Nangulví
- Junta de Agua Potable Peñaherrera
- Juntas de agua de las comunas de la parroquia
- Grupo de Mujeres Peñaherrera ASOISIPENÑA Viveristas
- Grupo de Mujeres El Cristal ASOPAJORO Viveristas

CONCLUSIONES

La parroquia de Peñaherrera posee suelos de origen volcánico, con pendientes altamente pronunciadas, alta pluviosidad con susceptibles a erosión, las principales

actividades económicas son la agricultura y la ganadería, que va en constante expansión lo que ha provocado la reducción de los bosques, por otro lado la mayor parte de comercialización de los productos agropecuarios se lo realiza por medio de intermediarios.

La tasa de deforestación anual de un 3% lo que representa 364,93 has, y 1% de perturbación lo que corresponde 109,8 has, en comparación a las tasas nacionales se evidencia que existe tendencia de incremento de la tasa de deforestación, además en investigaciones anteriores a nivel de Intag muestra tasas elevadas de deforestación con 1,42% debido a la conversión de uso de suelo para agricultura y ganadería.

Se consideró el principio de determinar áreas prioritarias para el manejo forestal sostenible, con los criterios de geología, geomorfología, suelos y cobertura vegetal.

Se obtuvieron cuatro categorías de priorización: Alto-Muy Alto con un 30% del área total conformado por las comunidades de San Juan de las Palmas, Mirador las Palmas, Peñaherrera, Los Corales Nangulvi Bajo, Chinipamba y La

delicia, esta corresponde a la zona noreste de la parroquia, zonas con agricultura, pastos y vegetación arbustiva, para la siguiente categoría Media con un área de 49,43% de área, está conformada por bosque nativo correspondiente a la zona centro norte y para la parte Baja con un 20,97% de área, está conformada por vegetación arbustiva, herbácea y áreas de bosque nativo.

Se determinaron dos zonas de manejo una para la categoría Alto - Muy alto, la cual está ubicada en la parte noreste de la parroquia, la que puede ser utilizada para practicas agroforestales, apicultura y agroecología, para la segunda categoría Baja – Media la cual está ubicada en la parte intermedia norte de la parroquia donde se encuentra territorio aptas para plantaciones con fines comerciales, protección y/o conservación.

RECOMENDACIONES

En base a la caracterización biofísica de la parroquia se recomienda establecer ordenanzas a nivel cantonal con la participación de las comunidades, con el propósito de delimitar la frontera agrícola y por consiguiente disminuir los impactos

ambientales hacia los ecosistemas forestales

Se recomienda monitorear periódicamente los ecosistemas forestales de la parroquia Peñaherrera, para poder evidenciar cambios antropogénicos que puedan ocurrir ya sea por actividades agrícolas y ganaderas.

Es necesario considerar las necesidades sociales y económicas para ofrecer un enfoque más completo y poder mejorar el ordenamiento territorial, además establecer procesos de participación comunitaria dentro de los programas o proyectos zonales.

Se recomienda al GAD parroquial de Peñaherrera incorporar y fomentar el uso de las alternativas de manejo mencionadas en la investigación en proyectos que se realicen en la zona, como la agroforestería y prácticas sostenibles, con el objetivo contribuir al desarrollo económico y bienestar de la población.

BIBLIOGRAFÍA

Paneque J., McCall M., Napoletano B., Wich S. & Koh L. (2014). *Small*

- Drones for Community-Based Forest Monitoring: An Assessment of Their Feasibility and Potential in Tropical Areas, Molecular Diversity Preservation International* (MDPI), Switzerland.
- FAO. (2012). El estado de los bosques del mundo, Roma, Italia: FAO.
- FAO. (2015). El estado de los bosques del mundo, Roma, Italia: FAO.
- FMAM. (2012). Actividades sobre uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). USA: Professional Graphics Printing Co.
- MAE. (2014). Plan nacional de restauración forestal 2012-2017. Quito, Ecuador.
- SIIA. (2014). Sistemas de información geográfica aplicadas a la actividad agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
- Ramírez, E., Cruz, A., Lagunas, A. & Carreño, O. (2015, marzo). Uso de vehículos aéreos no tripulados para la caracterización del paisaje sumergido; Bahía Estacahuite. Ciencia y Mar. Recuperado de <http://www.umar.mx/revistas/51/510104.pdf>.
- Benito, J. (2015). Integración de un UAV (vehículo aéreo no tripulado) en la plataforma robótica ARGOS (Tesis de pregrado). Universidad autónoma de Madrid. Madrid, España.
- López, J. (2015). El uso de los drones en conservación de plantas. Barcelona, España.
- Sánchez, P. (2012). La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales (Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca). Cuenca, Ecuador.
- Rodríguez, M. y Mance, H. (2009). Cambio climático lo que está en juego. Bogotá, Colombia: Foro Nacional.