



UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

Caracterización del uso de suelo en la cuenca alta-media del Río Volcán y propuestas de estrategias de conservación y protección.

Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte

Por

Roy Bonilla Castillo

Práctica profesional supervisada como cumplimiento de los
requisitos para el bachillerato en
CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO DEL
TERRITORIO

Octubre, 2020

Heredia, Costa Rica

I. Agradecimientos

Desde el primer día que entré a la universidad he topado con personas que me han brindado sus consejos, su asesoramiento en diferentes temas, que de una u otro forma me han ayudado a crecer y a formarme como profesional; quiero agradecer a mis compañeros y compañeras que han sido un pilar en todo este proceso, brindándonos ayuda mutuamente para alcanzar nuestros logros y crecer como profesionales, y que a pesar de todas las circunstancias siempre estuvieron presentes.

Quiero agradecer profundamente a mi papá Roy Bonilla Navarro y a mi mamá Elena Castillo Vega que son la razón principal de mi esfuerzo y resistencia, por el apoyo en los momentos más difíciles, por siempre dejar en claro que cuento con ellos siempre que lo necesite; también agradecer el apoyo de mis hermanas y de mi hermano, que son de los pilares más importantes y de los cuales puedo contar con su apoyo.

Agradecer a mis encargados los señores Adrián Montoya Vargas y José Joaquín Rodríguez, que me dieron la oportunidad de desarrollar esta Práctica Profesional Supervisada, al igual que a la Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte por abrirme el espacio en la empresa y brindarme la experiencia para crecer como futuro profesional en Geografía.

Finalmente, agradecer a la Universidad Nacional y la Escuela de Ciencias Geográficas, por darme el cupo para desarrollarme como profesional, por brindarme las herramientas necesarias para esa formación, de igual forma a cada uno de los profesores y profesoras con los que tuve la oportunidad de compartir, por los conocimientos brindados, por los consejos necesarios, por cada crítica constructiva dirigida hacia mi persona, por cada pensamiento compartido que demuestran la calidad profesionales que son.

Tabla de Contenido

III.	Introducción.....	6
IV.	Planteamiento del problema	7
V.	Objetivos	9
	a. Objetivo General:	9
	b. Objetivos Específicos:	9
VI.	Justificación.....	10
VII.	Metodología.....	11
	a. Delimitación del área de estudio y método de investigación	11
	Capítulo N°1: Caracterización del uso del suelo	13
	Capítulo N°2: Encuesta a propietarios de fincas	14
	Capítulo N°3: Propuestas de estrategias de conservación y protección.	14
VIII.	Análisis y resultados.....	16
	Capítulo N°1: Caracterización del uso del suelo	16
	Capítulo N°2: Encuesta a propietarios de fincas	31
	Capítulo N°3: Propuestas de estrategias de conservación y protección.	35
IX.	Conclusiones y recomendaciones.....	37
X.	Referencias Bibliográficas	38
XI.	Anexos.....	41

Contenido de figuras

Figura N°1: Área de estudio.....	12
Mapa N°2: División de la SubCuenca del río Volcán.....	17
Figura N°3: Mapa uso del suelo de la subcuenca del río Volcán.....	20
Figura N°4: Área en común SubCuenca río Volcán – Parque Internacional La Amistad ...	29
Figura N°5: Corredores Biológico en la Subcuenca del río Volcán.....	30

Contenido de gráficos

Gráfico N°1: Clasificación de uso del suelo, subcuenca río Volcán.....	22
Gráfico N°2: Uso del suelo por porcentaje, cuenca del río Volcán.....	23
Gráfico N°3: Uso del suelo subcuenca alta, río Volcán.	24
Gráfico N°3: Porcentaje uso del suelo subcuenca alta, río, Volcán	25
Gráfico N°5: Uso del suelo subcuenca media, río Volcán.	26
Gráfico N°6: Porcentaje uso del suelo subcuenca media, río Volcán.	27
Figura N°7: Porcentaje de propietarios encuestados que cuentan con programas de PSA	321
Figura N°8: Porcentaje de fincas que cuenta con bosque natural o plantaciones forestales.	32
Gráfico N°9: Porcentaje de fincas con áreas de bosque mayores a 2 ha.....	33
Gráfico N°10: Porcentaje de los principales usos de las fincas.....	34
Gráfico N°11: Porcentaje de propietarios interesados en participar en programas de PSA.	35

Contenido de tablas

Tabla N°1: Clasificación de uso del suelo por hectáreas	21
---	----

II. Lista de acrónimos

PINDECO	Pineapple Development Corporation
PSA	Pago por Servicios Ambientales
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
SIG	Sistemas de Información Geográfica
Ha	Hectáreas
PILA	Parque Internacional La Amistad
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería

III. Introducción

El agua es un recurso imprescindible para la vida, este recurso cubre cerca del setenta y uno por ciento de la superficie del planeta Tierra, en su mayor parte corresponde a agua salada (97.5 %) y el resto de agua dulce (2.5%), el agua ayuda a mantener el clima de la Tierra y es fuente esencial para toda forma de vida existente, sin embargo, el pequeño porcentaje de agua dulce, no es del todo accesible ya que muchas son aguas que se encuentran congeladas en los polos, aguas subterráneas y sólo una pequeña fracción (1 %) |de esa agua dulce está disponible o de fácil acceso para la humanidad (en ríos, nacientes, lagos, entre otros que escurren en las cuencas hidrográficas) y se halla distribuida de manera muy poco uniforme, lo que dificulta su acceso a gran parte de la población. (Umbría, Terraza y Jagét, 2009)

Este poco porcentaje de recurso hídrico accesible, asociado al aumento acelerado de la población en las últimas décadas y la continua disminución de los recursos naturales, como el acceso a la tierra y al agua, debido a las demandas de la industria (agrícola y agroindustrial) y de las grandes ciudades, a la degradación y contaminación de los mismo, es por ello, que resulta importante conservar los recursos que actualmente existen y son accesibles. (FAO, 1997 citado en WEI, 2019).

Uno de los principales usos que se le da al recurso hídrico en la subcuenca del río Volcán es para riego de plantaciones agrícolas, en donde el principal usuario del recurso es la Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte mediante su subsidiaria PINDECO para el riego de plantaciones de piña (Bermúdez y Alfaro, 2020); es por ello, que para la ya mencionada empresa es de interés la protección y conservación del agua en la cuenca.

Por lo que, la presente investigación, trata la caracterización del uso del suelo en la cuenca alta-media del Río Volcán como un método de planificación, siendo estos sectores las principales áreas de recarga de la cuenca; además evidenciar el uso actual del territorio, para de esta forma sea más sencillo la generación de propuestas de estrategias para la conservación y protección de la cobertura boscosa y de igual manera proteger el recurso hídrico en los ríos presentes en la subcuenca, el cual es el principal fin; además de evidenciar el compromiso y

los esfuerzos realizados por la Corporación Del Monte en temas de conservación de los recursos naturales.

IV. Planteamiento del problema

Del Monte Fresh Produce, a través de su subsidiaria Pineapple Development Corporation (PINDECO), empieza a expandir sus operaciones en el cantón de Buenos Aires de Puntarenas a finales de los años 70, mediante la compra de tierra a habitantes del cantón. Además, las primeras fincas que compra la compañía son las tierras en el distrito de Buenos Aires, luego en el Volcán y, por último, en la comunidad de Santa Marta. Esto permite que el país, a principios de los años 80, realice las primeras exportaciones de piña (Contreras y Díaz, 2016), producto de las primeras cosechas en este cantón. Desde entonces esta empresa ha expandido su producción en el cantón, llegando a alcanzar al 2020 cerca de 12000 hectáreas (aproximadamente 50% en áreas cultivables y 50% en áreas de cobertura boscosas de importancia en la protección y conservación de biodiversidad.

Específicamente en la subcuenca del río Volcán existen aproximadamente 4060 hectáreas propiedad de Corporación de Desarrollo Agrícola del Monte, de las cuales aproximadamente 2000 hectáreas son dedicadas al cultivo de piña y el restante corresponde a áreas bajo cobertura boscosa. Entre ellas el Refugio Privado de Vida Silvestre Montaña El Tigre (273 hectáreas) y 130 hectáreas del Refugio Privado de Vida Silvestre Río General.

De esta forma, la Corporación se dio a la tarea de generar nuevas acciones de conservación ambiental y del recurso agua en la zona sur del país, prueba de ello es el Refugio de Vida Silvestre Privado Montaña El Tigre con 273 hectáreas, el Refugio de Vida Silvestre Privado Río General con 550 hectáreas, ambos ubicados en la zona sur de Costa Rica.

Actualmente, la empresa cuenta con áreas boscosas en la cuenca del Río Volcán, en Buenos Aires, así como en las áreas de protección en los bordes de ríos y quebradas que atraviesan las áreas de plantación, sin embargo, existe una problemática con el uso del suelo en la cuenca media-alta del río, gran cantidad de fincas privadas y terrenos cubiertos por pastos dedicados a la ganadería u otros cultivos que limitan la generación de estrategias de conservación y protección, además de zonas en la parte alta en donde no existe una cobertura

boscosa aledañas a los ríos. Con el atenuante de que por pendiente de los terrenos en dichos sitios, se presenta inconsistencia respecto a un apropiado uso del suelo en dichos sectores.

Por lo tanto, bajo esta esta necesidad resulta importante llevar a cabo una caracterización y levantamiento de uso del suelo en la cuenca media-alta del Río Volcán con el fin de tener una visión general del uso actual de la cuenca y conocer el interés de propietarios de dichos terrenos en la participación en programas como el de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) establecidos por Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y de igual forma evidenciar que sectores del río no cuenta con una cobertura boscosa para orientar a organismos locales o regionales respecto a prioridad de orientar acciones de conservación y protección.

V. Objetivos

a. Objetivo General:

Caracterizar el uso del suelo en la cuenca alta-media del Río Volcán, mediante uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de contribuir en la conservación del recurso hídrico.

b. Objetivos Específicos:

1. Generar cartografía del uso del suelo mediante imágenes satelitales en la cuenca alta-media del río Volcán, con el fin de contribuir en la planificación en la misma.
2. Describir la percepción de los propietarios de fincas en la cuenca alta-media del río Volcán, mediante encuestas, para conocer su interés en los programas de PSA establecidos por FONAFIFO, como mecanismo de conservación y protección.
3. Proponer estrategias de conservación, mediante el análisis de imágenes satelitales y uso del suelo en la cuenca del río Volcán, para la protección del recurso agua.

VI. Justificación

En el cantón de Buenos Aires al sur de Costa Rica, el principal cultivo que resalta es el de la piña con terrenos de cultivo en 4 de los distritos del cantón, específicamente en la cuenca del Río Volcán son aproximadamente 2000, el cual representa la principal fuente de empleo existente en la zona, según Delgado, Carpio, Padilla y Ureña (2011) “El primer empleador del cantón es el sector agropecuario y sin duda alguna PINDECO con sus casi 4000 empleados directos y aproximadamente 2000 indirectos (transportistas, mecánicos, empleadas domésticas, servicios, etc.), es el principal empleador” (p.20).

Además, el cultivo de piña en esta zona demanda en épocas secas el uso de agua mediante irrigación para suplir las necesidades fisiológicas del mismo y mantener los niveles de productividad requeridos. Es por esto que la Corporación Agrícola Del Monte se da la tarea de generar proyectos de conservación y protección de áreas de bosque en diferentes zonas del cantón, uno de ellos en la subcuenca del Río Volcán en la cual, mediante el levantamiento del uso del suelo se puede aportar desde los conocimientos de las ciencias geográficas, para generar planificación en relación a la protección de recursos naturales, principalmente el recurso agua.

En este sentido, la presente investigación se enfoca en la caracterización y levantamiento del uso del suelo en la cuenca alta-media del Río Volcán en Buenos Aires, para de esta forma tener evidencia del uso actual en relación a las áreas boscosas, protección de los ríos, uso agrícola y agroindustrial, con el propósito de generar un aporte informativo al proceso de planificación para generar estrategias de conservación y protección de áreas boscosas dentro de la misma con el fin de proteger el recurso agua; además de dar a conocer la totalidad de áreas boscosas con las que cuenta la Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte en la cuenca.

La importancia de la investigación va ligada a las estrategias de protección del recurso hídrico mediante la conservación de bosques, por lo tanto, mediante el levantamiento de uso del suelo en la cuenca se pueden generar nuevas estrategias de conservación y protección e información base de utilidad en los procesos de manejo de cuencas que puedan impulsarse a nivel local, mediante iniciativas de actores locales en la cuenca como: organizaciones locales,

ONGs, entidades gubernamentales, empresa privada y otros, proporcionando con ello procesos de conservación de áreas de protección en cursos de agua y otros establecidos por la Ley Forestal.

VII. Metodología

a. Delimitación del área de estudio y método de investigación

La subcuenca del río Volcán, drena al río General que a la vez forma parte de la gran cuenca llamada río Grande de Térraba, siendo la de mayor superficie del país, con más de cinco mil kilómetros cuadrados y que se subdivide a su vez en tres cuencas hidrográficas: Coto Brus, General y Grande de Térraba. La subcuenca del río Volcán tiene un área aproximada de 216.1 km² lo que representa el 8.6% del área total de la cuenca del río General y el 4.3% de la gran cuenca del río Grande de Térraba. El límite norte de la cuenca del río Volcán corresponde a la divisoria de aguas continental, al sur el límite corresponde con la desembocadura en el río General, al oeste la fila Santa María y al este la fila Toril, además la subcuenca está compuesta por 4 microcuencas (microcuenca del río Cañas, microcuenca del río Volcán, microcuenca Quebrada Morales y la microcuenca del río El Ángel), todas estas microcuencas de orden 4. (Bermúdez y Alfaro, 2020).

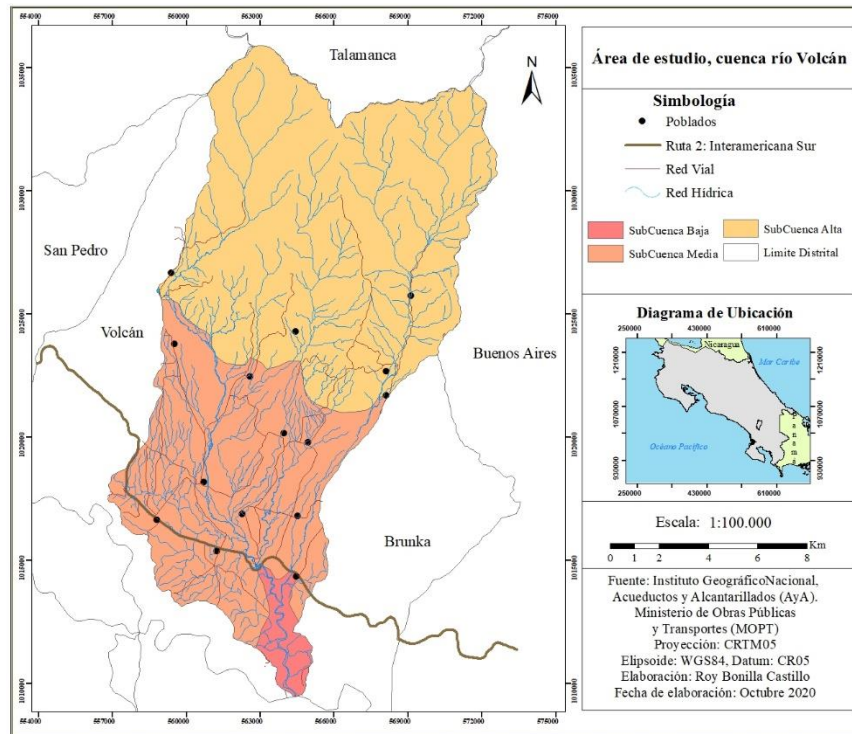


Figura N°1: Área de estudio

El método utilizado para la investigación es mixto, es decir, se vincula tanto lo cualitativo como lo cuantitativo, con el fin de obtener resultados más completos. En la parte cuantitativa está el procesamiento de imágenes satelitales, cantidades fincas y bosques; en lo cualitativo está el análisis del uso del suelo en relación a la protección del recurso agua en la cuenca; agregado a esto, la base del estudio es la Teledetección, en la cual se hace uso de ambos métodos, ya que se basa en observaciones cuantitativas para estimar variables cualitativas como cuantitativas mediante las imágenes satelitales. Chen (2006) citado por (Fernandez y Bapista, 2014) define el método mixto de investigación como:

Integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (p.534)

Capítulo N°1: Caracterización del uso del suelo

Primeramente, se crea la cuenca hidrográfica del río Volcán, esta subcuenca se crea mediante el uso de la herramienta ArcGis y los shapes de ríos y curvas de nivel, estas últimas a una distancia de 10 metros; una vez esté creada la cuenca, se subdivide en subcuenca alta, subcuenca media y subcuenca baja con la ayuda de un modelo de elevación digital (MED) y las características que están definidas para cada uno de los sectores subdivididos, cabe resaltar que esta subdivisión se realiza manual tomando en consideración que la cuenca alta corresponde a áreas montañosas con pendientes más pronunciadas, la parte media dónde la pendiente es mucho menor y el cauce principal se encuentra más definido, por último, la parte baja con las pendiente más bajas y además desemboca el río.

Para la caracterización del uso del suelo se utiliza la plataforma ArcGis, la cual según (MAE Y MAGAP, 2015) "... es una completa plataforma de sistemas de información geográfica que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos geo-espaciales, para resolver problemas complejos con fines geográficos". (p.17). Además, se utilizan imágenes Sentinel 2 descargadas de la plataforma web Copernicus (ESA), estas imágenes tienen diferentes características: posee 13 bandas espectrales, la resolución espacial es de 30, 20 y 60 metros por pixel, el tipo de coordenadas es WGS84 zona 16N, la imagen fue tomada en enero del 2020 con un 20% de nubosidad, se escoge esta fecha por debido a que el país se encuentra en la época seca, por lo que la presencia de nubes en las imágenes satelitales es mínima comparada con otros meses del año.

Se realizó una clasificación supervisada del uso del suelo en la subcuenca del río Volcán, para esta clasificación según (MAE Y MAGAP, 2015) "En este tipo de clasificación, el analista "supervisa" el proceso de categorización de pixeles, entrando al algoritmo de la computadora, por medio de descriptores numéricos para cada una de las categorías presentes en la escena analizada..." (p.20). Para esta clasificación se generó un remuestreo de las bandas con un pixel mayor a 20 metros a un pixel de 10 metros, de esta forma las bandas (5, 6, 7, 8A, 11 y 12) que originalmente tenían un pixel de 20 metros y ahora todas las bandas a utilizar poseen una resolución de 10 metros por pixeles; posteriormente se generó una composición de 10 de las 13 bandas espectrales de la imagen satelital (las bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11 y 12), se dejan por fuera las bandas (1, 9 y 10) por que contiene información

como aerosoles, gases de la atmósfera que no son necesarios para clasificación, además son las bandas con la resolución más baja (60 píxeles); se cortó la imagen para el área de estudio; posteriormente, mediante el apoyo de Google Earth se tomaron una serie de puntos de referencia según cada uso y se realiza la clasificación.

La clasificación de salida se encuentra en formato Raster, el cual hay que transformar a formato vectorial (polígonos), una vez esta clasificación esté en polígonos, se seleccionan todos los polígonos en la tabla de atributos en ArcGis que son menores a una hectárea (< 1 ha) para posteriormente eliminarlos; seguidamente y con ayuda de la paleta de colores establecida por el MAG para los usos de suelo, se clasifica cada uno de los usos con el color respectivo. Por último, se realiza una comprobación en campo tomando puntos GPS y fotografía en los diferentes usos de la tierra generados en la clasificación supervisada, esta salida a campo se realiza una vez se haya terminado el mapa de uso del suelo.

Capítulo N°2: Encuesta a propietarios de fincas

Con respecto al tema de Pagos por Servicios Ambientales y la encuesta de percepción, primeramente se identifica las fincas privadas que actualmente cuentan con este servicio, ahora bien, para poder identificarlas se solicitó el acceso a los shapes de estas fincas a FONAFIFO, a partir de esto se realizará una encuesta a los propietarios privados que no cuentan actualmente con PSA para conocer el interés de establecer algunos de los proyectos de interés de FONAFIFO como son por ejemplo protección de la cobertura boscosa, reforestación, plantaciones forestales, sistemas agroforestales y demás; esto mediante la utilización de formularios de Google para aplicar la encuesta.

La encuesta se realiza mediante llamadas telefónicas tomando en consideración la crisis sanitaria que sufre el planeta por la pandemia, por lo que de la lista de finqueros total con la que se cuenta, que corresponde a 50 propietarios de la parte alta y media de la subcuenca, se identifican a los que tienen número de teléfono (22 solamente), estos van a representar la muestra a la cual se aplica en la encuesta.

Capítulo N°3: Propuestas de estrategias de conservación y protección.

Mediante el análisis de los resultados obtenidos del mapa del uso del suelo, del análisis a de las imágenes satelitales y de los diferentes elementos evidenciados mediante la comprobación que se realiza en campo, se propondrán diferentes estrategias de protección del recurso hídrico en la cuenca, atreves de la conservación principalmente de la cobertura boscosa y la reforestación. Cada una de las propuestas se estudiará a fondo, la forma en la que se puede llevar acabo y además de los diferentes resultados que se pueden obtener de las mismas.

VIII. Análisis y resultados

Capítulo N°1: Caracterización del uso del suelo

El mapa N°2 corresponde a la subdivisión de la cuenca del Río Volcán en microcuencas, en total se divide en 4, la microcuenca del río Volcán que es la más extensa en área, la microcuenca del Río Cañas al este y que drena uno de los principales ríos de la cuenca, la microcuenca del río El ángel que se encuentra en el centro de la Subcuenca y por último la microcuenca de la Quebrada Morales que corresponde a la de menor extensión, agregado a lo anterior y según (Bermúdez y Alfaro, 2020) el orden de los cauces de las 4 microcuencas mencionadas es de 4.

Por otra parte, la cuenca del Río Volcán se encuentra entre dos distritos (Volcán y Brunka), ambos distrito pertenecientes al cantón de Buenos Aires,

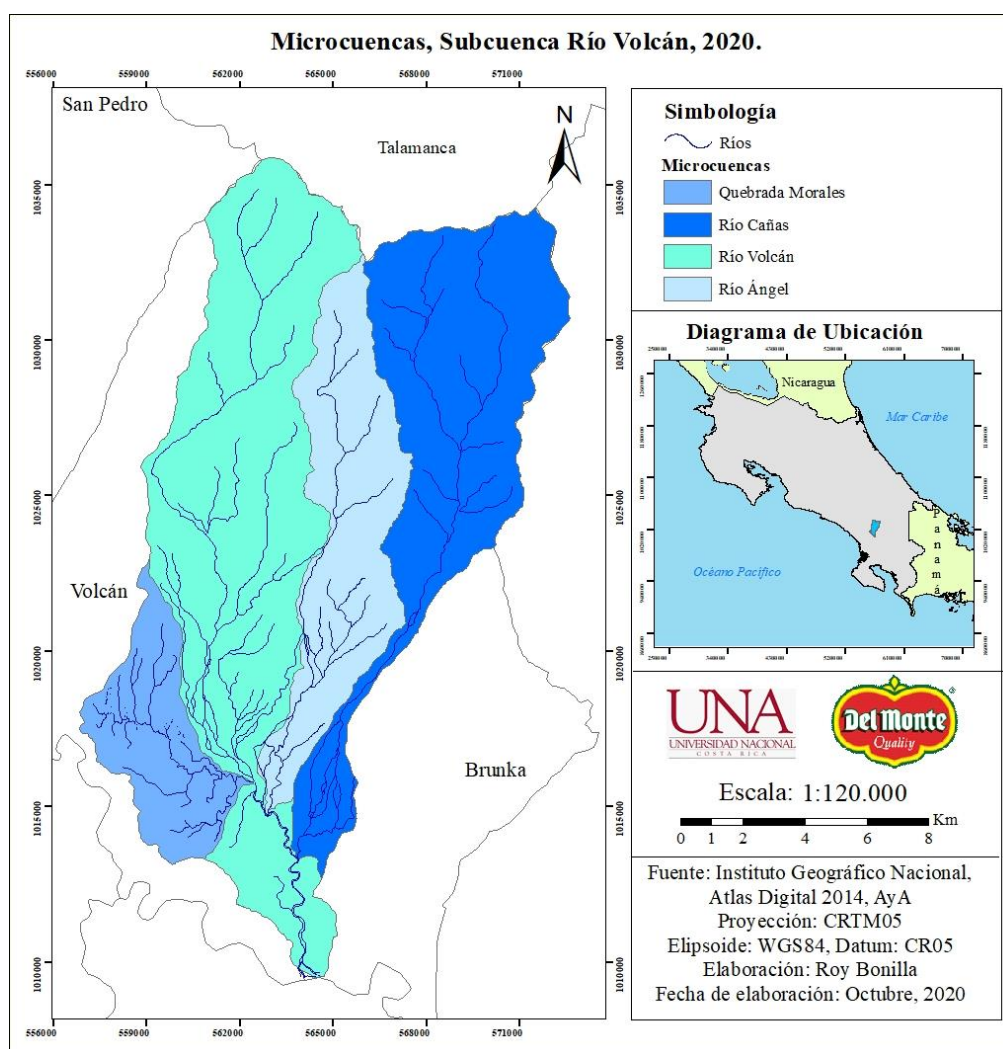


Figura N°2: División de la Cuenca del río Volcán.

Con respecto al uso del suelo de la cuenca del río Volcán, mediante la utilización de las imágenes satelitales, las visitas a campo y como se observa el Mapa N°3, se identificaron seis usos del suelo predominantes (1- cobertura boscosa bosque, 2- cultivo de piña, 3- cultivo de caña, 4- pasto, 5- zonas urbanizadas y 6- otros cultivos).

El bosque es un uso predominante que se encuentra presente en toda la cuenca (ver Imagen N°1) y este según FAO (2010, citado en Rosales 2013) “Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas”. (p.17)



Imagen N°1: Uso de suelo: Bosque

Ahora bien, el uso del suelo pasto está presente en la cuenca (ver anexo N°2) y como lo señala Rosales (2013) los pastos comprenden las tierras que están cubiertas con hierba de composición florística y que están dominadas principalmente por gramíneas, dedicadas principalmente a la ganadería (pastoreo permanente); existen muchas categorías de pastos, sin embargo, los más comunes en el país y en la subcuenca son los pastos con espacios naturales.



Imagen N°2: Uso del suelo: Pasto

El uso del suelo para el cultivo de caña está presente en varias zonas de la cuenca (ver Imagen N°3), este uso desde el punto de vista de Rosales (2013) corresponde a una cobertura dominante compuesta por cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), planta gramínea tropical de la familia Poaceae de donde se extrae el azúcar, con forma de pasto gigante. Es un cultivo industrial que se cultiva generalmente en terrenos planos como son las llanuras aluviales del Tempisque y en Muelle de San Carlos por ejemplo; y en terrenos moderadamente ondulados como en la zona de Grecia, Alajuela, sin embargo, también está presentes en otras zonas del país.



Imagen N°3: Uso del suelo: Cultivo de caña

El cultivo de piña es uno de los presentes en la cuenca,(ver Imagen N°4); de acuerdo con Rosales (2013) la piña es un cultivo que está presente en el país desde hace más de 50 años, en distintas regiones., sin embargo, fue a partir de 1986, cuando se inició la exportación de la fruta con la variedad Cayenna Lisa, posteriormente se continuó con Champaca y a partir

del 2001, con la variedad que nos ha dado un lugar de preferencia a nivel mundial: la Golden, las producción de este cultivo se da principalmente en la Zona Norte y en la Zona Sur del país.



Imagen N°4: Uso del suelo: Cultivo de piña

Los espacios urbanizados están presentes en la cuenca como se observa en el Mapa N°3, y como lo señala Rosales (2013) los espacios urbanos comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones, y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización, conurbación o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Existen varias categorías, sin embargo, la que está presente en el área de estudio son los tejidos urbanos discontinuos, que son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes; las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren parcialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación.

El último uso identificado es el de otros cultivos, en donde se engloba una serie de cultivos que se lograron encontrar pero que no poseen un área significativa, por lo que se generalizó en un solo uso. Entre esos cultivos que se lograron identificar está la palma africana o aceitera y que en opinión de Rosales (2013) es una “cobertura dominante compuesta por cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), planta perenne de tronco solitario y hojas pinnadas perteneciente a la familia Palmae, que puede alcanzar alturas de hasta 12 m. Su cultivo se desarrolla preferiblemente en terrenos planos a moderadamente ondulados por debajo de los 500 msnm, bajo climas cálidos y húmedos como las regiones Pacífico Central y Pacífico Sur”. (p.40)

Otro de los cultivos que se encontraron son los frutales como por ejemplo se identificaron plantaciones de naranja, papaya, mamón chino y maracuyá, estos cultivos distribuidos en toda la subcuenca con extensiones mínimas, dicho con palabras de Rosales (2013) “esta cobertura comprende cultivos conformados por especies vegetales de diferente fisonomía, tales como especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. En esta unidad se incluyen plantas productoras de frutas como: mango, aguacate, coco, guanábana, cítricos en general, melón y otros”. (p.42)

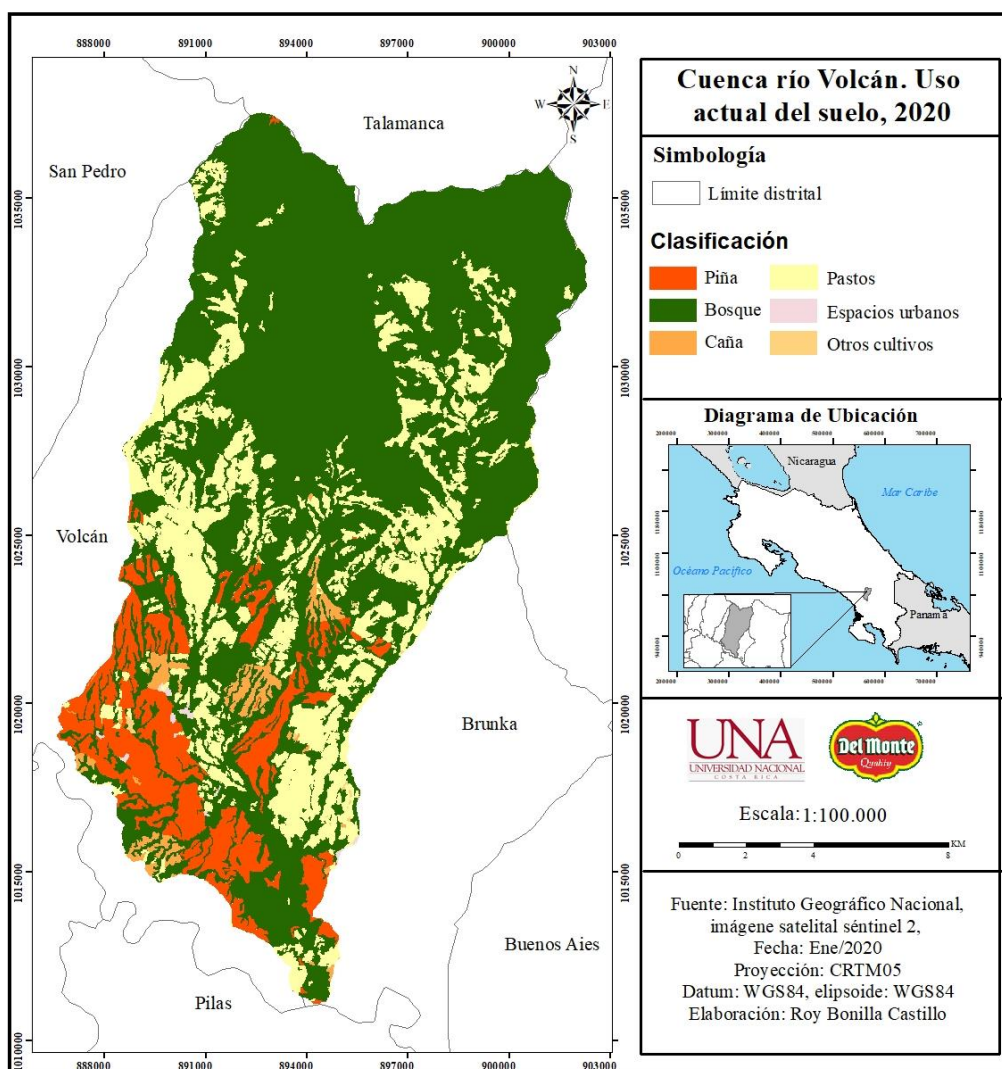


Figura N°3: Mapa uso del suelo de la subcuenca del río Volcán

El uso predominante en la cuenca del Río Volcán como ya se había mencionado anteriormente y como se evidencia en la Tabla N°1 es la cobertura boscosa, este cuenta según los resultados de la clasificación supervisada de uso del suelo con una extensión aproximada a las 13 693,24 hectáreas y que según el Gráfico N°2 corresponde a un 63,36% del total del área; algo muy importante a tomar en cuenta es que este uso se encuentra distribuido en toda el área de estudio y que a pesar de que existen áreas de cultivos como piña y caña en estas, dentro de las misma existen corredores o espacios entre los diferentes sectores de cultivo que cuenta con cobertura boscosa (ver anexo N°5) y que a su vez funcionan como conectores para las diferentes especies de animales que habitan en estos lugares.

El segundo uso más predominante en la subcuenca es el pasto, que como se muestra en la Tabla N°1, se determinaron 5101,91 hectáreas destinadas a este uso y que al igual que la cobertura boscosa esta se encuentra en toda la subcuenca, tanto en la parte alta, media y baja, esta cobertura está destinada principalmente para la producción ganadera, siendo las microcuencas de los ríos Volcán y Cañas las que cuentan con una mayor cobertura de pasto y las microcuenca de la Quebrada Morales las que cuenca con una menor cobertura de ese uso.

Uso	Área (hectáreas)
Bosque	13693,24
Pasto	5101,91
Piña	2300,9
Caña	446,99
Zona Urbana	40,05
Otros Cultivos	28,31

Tabla N°1: Clasificación de uso del suelo por (hectáreas) de la cuenca del Río Volcán

El cultivo de piña se ubica en la tercera posición respecto al uso de suelo en la cuenca con un aproximado de 2300,9 hectáreas en toda el área de estudio y corresponde según el Gráfico N°2 a un 10,65% del total del área de la cuenca. Esta está distribuida en cuenca baja y media del río Volcán, además es la microcuenca de la Quebrada Morales es la que cuenta con una mayor cobertura de este cultivo, seguida por la microcuenca del río Volcán.

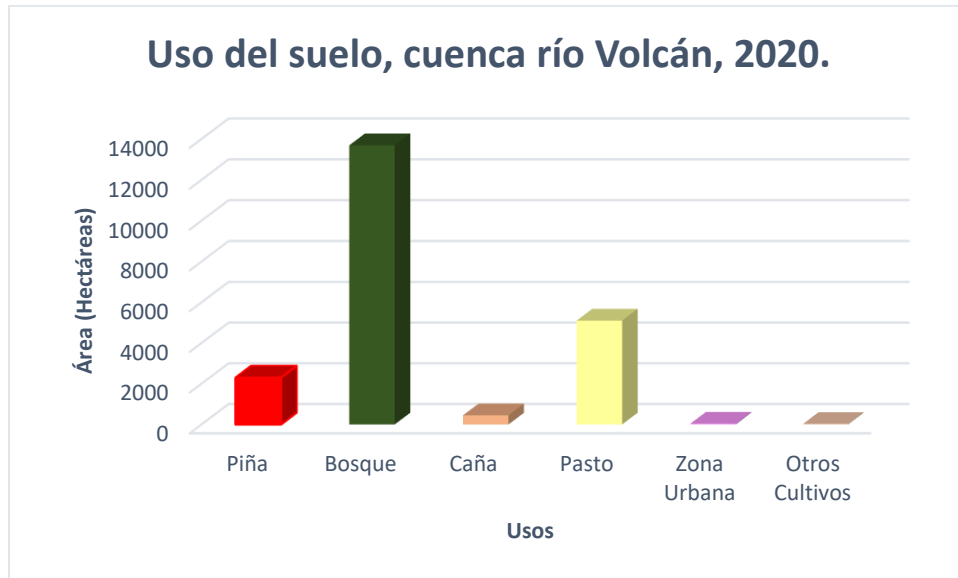


Gráfico N°1: Clasificación de uso del suelo, cuenca río Volcán

Por su parte, el cultivo de caña es el cuarto uso con mayor cantidad de hectáreas, según el Gráfico N°1 en la subcuenca del río Volcán existen aproximadamente un total de 446,99 hectáreas que corresponde a un 2,07% del total del área de estudio que están bajo esta cobertura, en donde el principal productor es CoopeAgri; cabe resaltar, que al igual que el cultivo de piña, la caña se encuentra en la parte media y baja de la cuenca, además en la parte media y baja predominan los suelo con capacidad de uso III

Se identificaron un aproximado de 40,05 hectáreas de espacios urbanizados, esto representa según el Gráfico N°2 un porcentaje del 0,19% del total del área de la cuenca, los principales poblados que se encuentran dentro del área de estudio son los siguientes (Volcán, Santa Rosa, Peje, Altamira, Cordoncillo, Sabanilla, Cañas, Oasis, Santa María, Llano Bonito, Los Ángeles, Sata Marta, Utrapez, entre otros).

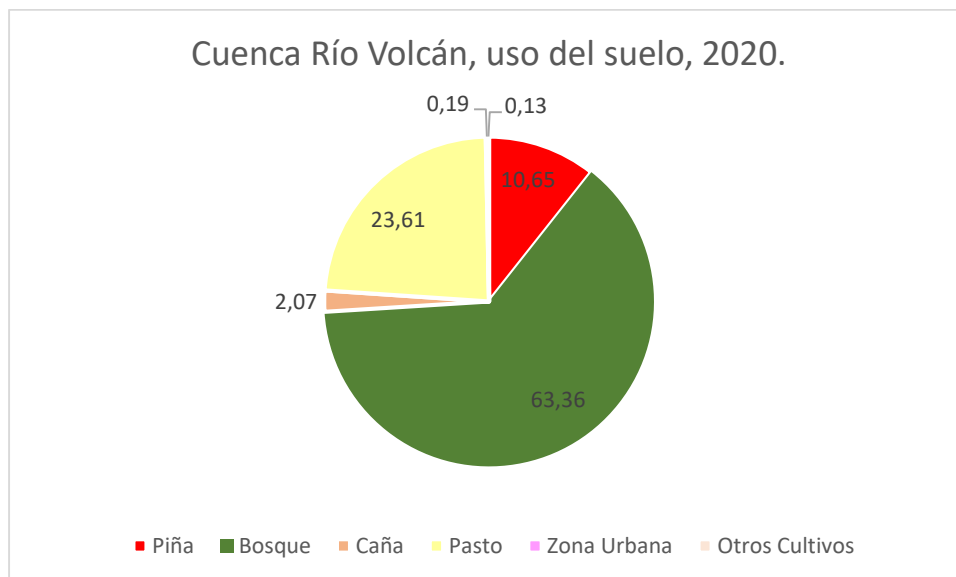


Gráfico N°2: Uso del suelo por porcentaje, cuenca del Río Volcán

Los otros cultivos son el uso que menos predomina en la cuenca, según la Tabla N°1, cuenta con aproximadamente 28,31 hectáreas dedicadas a cultivos diferentes a piña y a caña, los cuales son (palma africana, mamón chino, papaya, maracuyá), esas hectáreas representan solamente un 0,13% del uso total del área de estudio. Además, es importante mencionar que estos cultivos se encuentran en varios sectores de la cuenca, no es que se agrupan solamente en un espacio.

1.1. Caracterización cuenca alta Río Volcán

Los sectores de la cuenca con mayor relevancia para la investigación, son tanto la parte alta de la cuenca como la parte media, ambas tienen un comportamiento muy diferente en relación al uso del suelo de cada uno de los sectores, sin embargo el bosque es el que predomina en estas dos áreas.

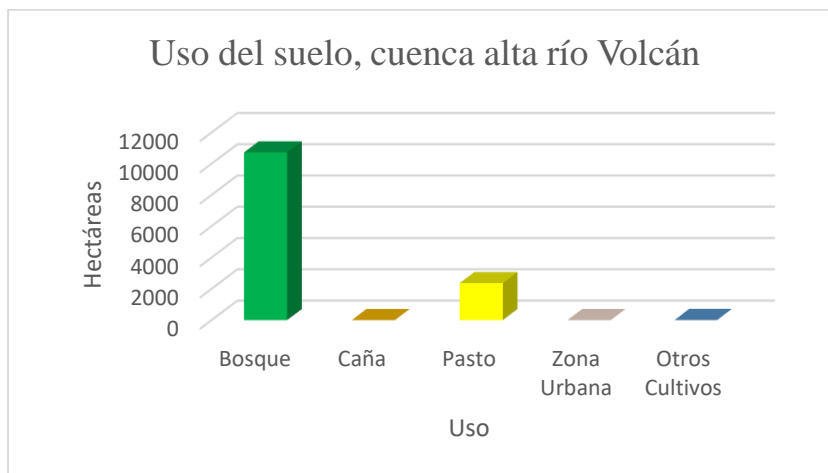


Gráfico N°3: Uso del suelo cuenca alta, río Volcán.

En la parte alta de la cuenca, como se observa en el Gráfico N°3 el uso predominante es la cobertura boscosa con un aproximado de 10700 hectáreas, donde estas representan un 81,86% del total de uso del suelo de este sector; esta gran presencia de bosque se debe a muchos factores, entre ellos la presencia del Parque Internacional La Amistad con una considerable cantidad de hectáreas en protección en esta parte de la cuenca, además del área de amortiguamiento de este mismo parque, que cubre en su totalidad la parte alta de la cuenca; otro de los factores es la relación que posee este sector con los corredores biológicos que también se encuentran en la parte alta de la cuenca.

El pasto es la segunda cobertura con mayor presencia en la parte alta de la cuenca, con un aproximado de 2361 hectáreas que corresponden según el gráfico N°4 a un 18,04%. Existen otros tres uso de suelo más, sin embargo, estos no representan grandes extensiones de terrenos, a saber “otros cultivos” con aproximado de 8 ha que equivalen solamente a un 0,06% del total del área de la parte alta; después está la “caña” con aproximadamente 2 ha solamente que representan 0,02% y por último, con solamente 1,9 ha está, las “zonas urbanas”.

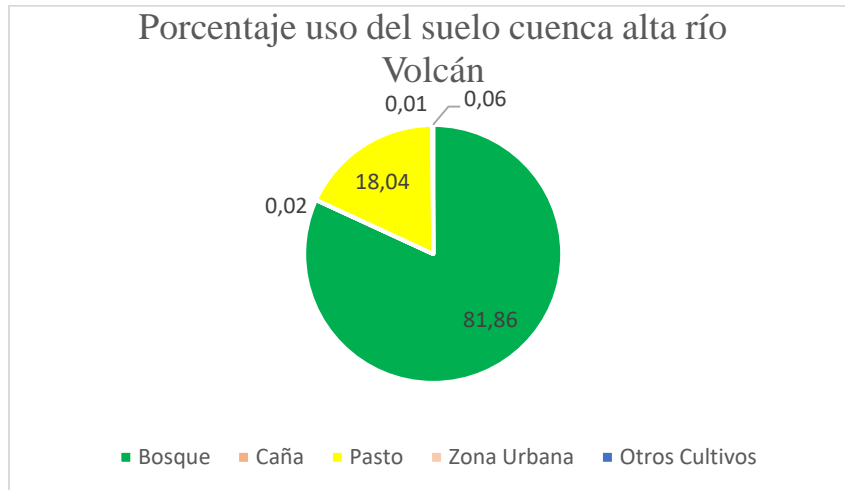


Gráfico N°4: Porcentaje uso del suelo subcuenca alta, río, Volcán

El que el uso predominante en la parte alta de la cuenca sea bosque y pasto principalmente, está relacionado también al relieve de la zona, este representa una limitante para el desarrollo de más actividades productivas, o bien, el establecimiento de poblados. Como lo menciona Tapia (2011) “En la parte alta de la cuenca se encuentran el relieve más escarpado, lo cual es indicador que en esta zona existe una fuerte limitación para desarrollar actividades productivas diferentes al uso forestal”. (p.25)

1.2. Caracterización uso del suelo cuenca media Río Volcán

En la parte media de la cuenca predominan más usos del suelo, como se puede observar en el Gráfico N°5, esto puede estar relacionado a la pendiente de este sector, que permite que se desarrollen más actividades productivas, así como el establecimiento de poblados; como lo afirma Tapia (2011) “Por su parte, en la parte baja de la cuenca se encuentra el relieve moderadamente ondulado y ondulado por lo que las actividades productivas quizás no tengan tantos inconvenientes como en la parte alta”. (p.25).

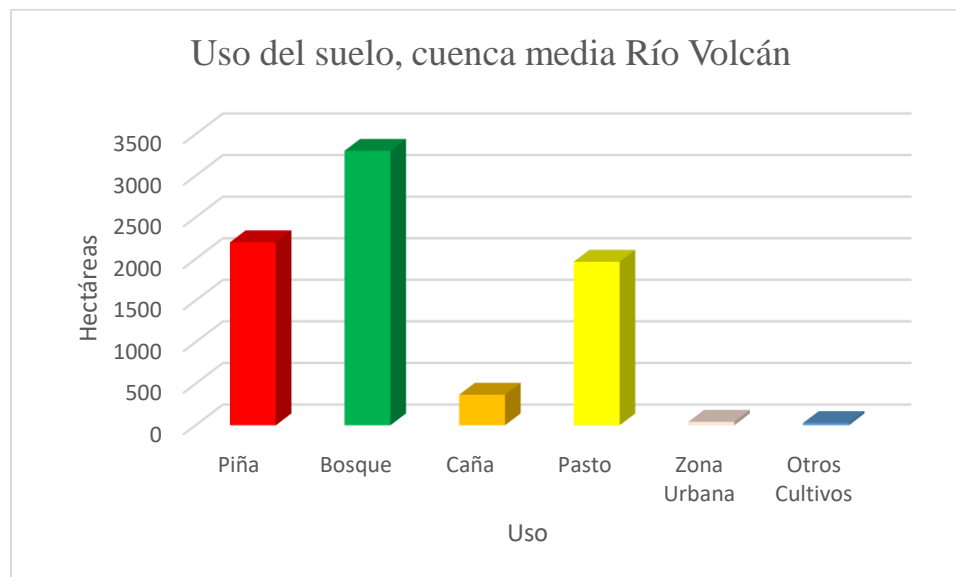


Gráfico N°5: Uso del suelo cuenca media, Río Volcán.

El bosque es el uso del suelo predominante en la parte media de la cuenca, el cual representa aproximadamente 3301 hectáreas que corresponde a un 41,76% del total de área de este sector (Gráfico N°6).

El segundo uso del suelo con mayor presencia en este sector de la cuenca es dedicado al cultivo de piña con un aproximado de 2201 hectáreas que representan un 27,84% de las 7883 ha que corresponden a la cuenca media, cabe resaltar que en la parte media de la cuenca se encuentran casi en su totalidad las áreas destinadas al cultivo de piña de toda la cuenca del Río Volcán.

Seguido de del uso del suelo para en el cultivo de piña se encuentran las áreas con la cobertura de pasto, estas poseen según el Gráfico N°5 un aproximado de 1967 hectáreas, que equivalen a un 24,88%. El pasto es uno de los usos más constantes en ambos sectores de la cuenca, esto debido a la gran presencia de fincas dedicadas a la ganadería extensiva y es -una actividad en el que el relieve no representa un mayor impedimento para el desarrollo de esta misma, como sí lo es para las otras actividades, es común ver laderas con una gran pendiente cubiertas de pasto y es algo que se observa tanto en la parte alta como en la parte media del área de estudio.

Por su parte, el uso del suelo para el cultivo de caña de azúcar representa el cuarto uso como mayor predominancia en la parte media de la subcuenca, con aproximadamente 367 hectáreas que reflejan un 4,65% del total del área del sector; el cultivo de caña caña al igual que la piña tiene mayor presencia en la parte media de la cuenca. Entre los uso de suelo con menor presencia están las zonas urbanizadas con un aproximado de 42 hectáreas, estas comparadas con las que hay en la parte alta son significativamente mayores y es que en la parte media de la cuenca es donde se encuentran los poblados con mayor importancia de toda la subcuenca, entre ellos el centro del distrito de Volcán. El último uso del suelo que se puede encontrar en este sector es el de otros cultivos, este con 26 hectáreas aproximadamente y solamente representa un 0,34% del total del área del sector.

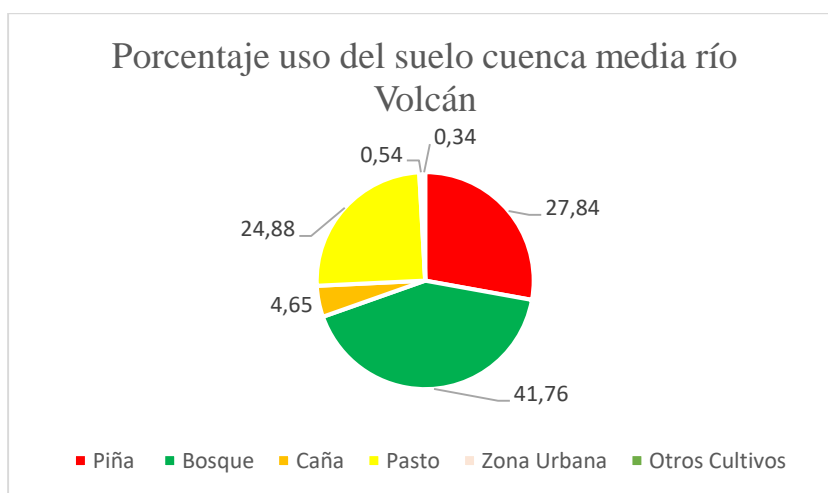


Gráfico N°6: Porcentaje uso del suelo cuenca media, Río Volcán.

Retomando los principales cultivos que se desarrollan en la subcuenca (caña y piña), en términos generales se puede decir que estas actividades productivas se realizan en concordancia con la capacidad uso del suelo, además se resalta el hecho de que casi el 100% de las tierras con una capacidad de uso de suelo clasificada como III se encuentran en la parte media de la cuenca. (ITCR, UNA y UCR, 2011)

1.3. Áreas en conservación presentes en la cuenca

La cuenca del Río Volcán cuenta una serie de áreas silvestres, entre ellas el Parque Internacional La Amistad (PILA), que según el SINAC (s.f) el PILA “fue creado mediante

Decreto Ejecutivo N° 13324-A el 4 de febrero de 1982, durante la Administración del ex presidente de Costa Rica Ing. Rodrigo Carazo. Previo a su creación existía otra Área Protegida: la Reserva Forestal Talamanca”. El PILA tiene cierta influencia en lo que es la parte alta de la cuenca, teniendo en cuenta que acá es donde nacen dos de los principales ríos de la cuenca, debido a que un aproximado de 1400 hectáreas de este parque se encuentra dentro de la cuenca del Río Volcán, esto corresponde representa a un 6,9% aproximadamente del total del área de la cuenca.

El área del PILA que se encuentra dentro de la cuenca del Río Volcán que se representa en la Figura N°4 y que corresponde según SINAC (2019 citado en Bermúdez y Alfaro, 2020) a una de las zonas de intervención del PILA denominada Zona de Intervención Mínima o Nula y que se encuentra en la parte superior de las microcuencas de los ríos El Ángel y el río Cañas; esta área de intervención está orientada a la conservación absoluta, investigación, manejo, control y protección; esta área se encuentra casi en su totalidad cubierta por bosque, es por ello que esta zona es muy importante para la subcuenca, ya que es de allí donde nacen dos de los tres principales ríos que drenan las subcuenca (Río Cañas y Río El Ángel), que se mantenga en protección favorece a la conservación de los ya mencionados ríos.

La segunda zona de intervención se denomina Zona de Amortiguamiento del PILA en la vertiente del Pacífico, esta zona de amortiguamiento cubre en su totalidad el área de la microcuenca del Río El Ángel y la mayoría del área de las microcuencas de los ríos Cañas, Volcán y Quebradas Morales; aproximadamente cubre un total de 179 kilómetros cuadrados del total de la subcuenca, es decir un 82,9%. (Bermúdez y Alfaro, 2020).

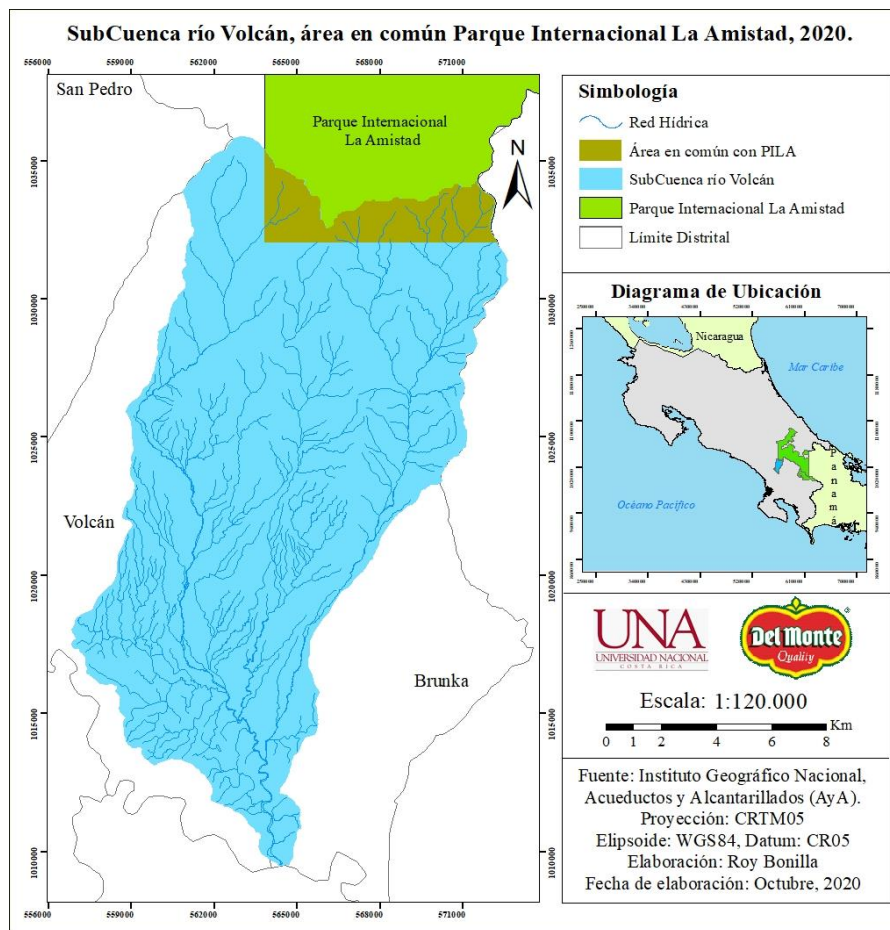


Figura N°4: Área del PILA que forma parte de la cuenca del Río Volcán

En la cuenca del Río Volcán existen dos corredores biológicos establecidos, como se observa en la Figura N°5 (Corredor Biológico Río Cañas y Corredor Biológico Bosque de Agua); según el SINAC un corredor biológico se define como un territorio continental, marino-costero e insular, que se delimita con el fin de proporcionar conectividad entre las diferentes áreas silvestres protegidas, ecosistemas y hábitat, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en esos espacios; cabe resaltar que estos corredores pueden establecerse tanto en espacios urbanos como rurales.

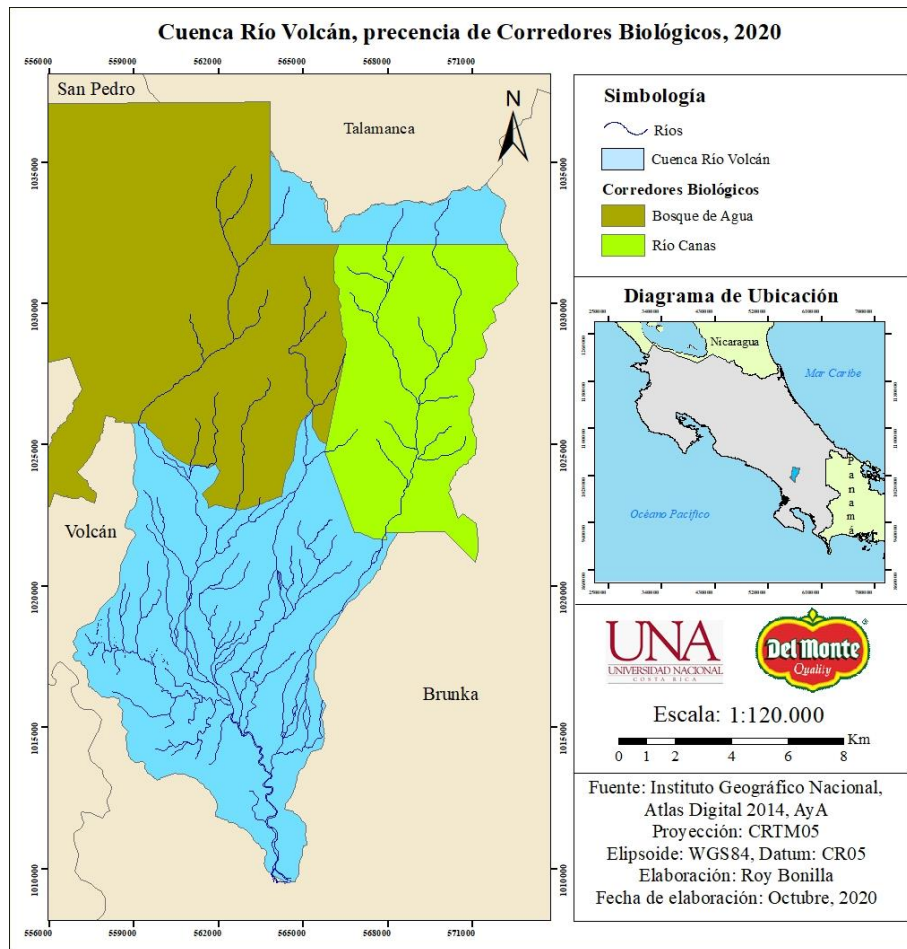


Figura N°5: Corredores Biológicos en la cuenca del Río Volcán

El Corredor Biológico Río Cañas se encuentra al este en la parte superior de la cuenca del Río Volcán, este se encuentra casi en su totalidad en el área de estudio como lo afirma Bermúdez y Alfaro (2020) “tiene un área de 52.6 km², de los cuáles 49.8 km² o el 94.7% se ubican dentro de la cuenca del Río Volcán. Además, se encuentra completamente dentro del área de amortiguamiento del PILA...” (p.13).

Por otra parte, el Corredor Biológico Bosque de Agua se encuentra en la parte superior de la cuenca en su parte oeste, este según Campregher (2010, citado en Bermúdez y Alfaro, 2020) fue creado “para establecer un sistema de protección y manejo sostenible de las nacientes y mantos acuíferos que abastecen de agua potable a las poblaciones de los distritos San Pedro, Volcán y Brunca dentro del área de amortiguamiento del Parque Internacional La Amistad...” (p.13). Del total del área del corredor bilógico (158,5 km²), solamente un 36,7%

(58,2 km²) se ubica dentro de los límites de la cuenca del Río Volcán. (Bermúdez y Alfaro, 2020)

Capítulo N°2: Encuesta a propietarios de fincas

En este apartado se presentará los principales resultados obtenidos de las encuestas telefónicas realizadas a propietarios de fincas en la cuenta alta-media del Río Volcán, además de una descripción general de lo que son los programas de Pagos por Servicios Ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal y las principales categorías de PSA que manejan.

Los Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA), son un reconocimiento financiero que otorga el Estado costarricense por medio del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) a los propietarios y propietarias de fincas que se acogen a alguno de los programas que establece FONAFIFO como por ejemplo, plantaciones forestales, sistemas agroforestales y/o realizan proyectos de regeneración natural, protección y manejo de los bosques. (ONF, 2020)

FONAFIFO y los programas PSA nacen desde un cambio en el sector ambiental de Costa Rica en la década de 1990, que caracterizó un impulso en la legislación para favorecer la conservación y protección de los recursos naturales que generaran un cambio significativo en la forma en que la sociedad percibe el manejo, la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos naturales. (FONAFIFO, s.f)

Estos programas son voluntarios y en los cuales pueden participar todas las personas tanto físicas o como jurídicas, propietarias, arrendatarias y usufructuarias de inmuebles inscritos en el Registro Nacional, de dominio privado; eso sí, que cumplan con todos los requisitos que establece FONAFIFO en sus manuales para cada una de las categorías. (ONF, 2020)

Según FONAFIFO y de conformidad con la Ley Forestal N°. 7575 y el Decreto N°25721 donde Costa Rica reconoce los siguientes servicios ambientales:

- 1- Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción).

- 2- Protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y de mejoramiento genético, así como para la protección de ecosistemas y formas de vida.
- 3- Protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico.
- 4- Belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

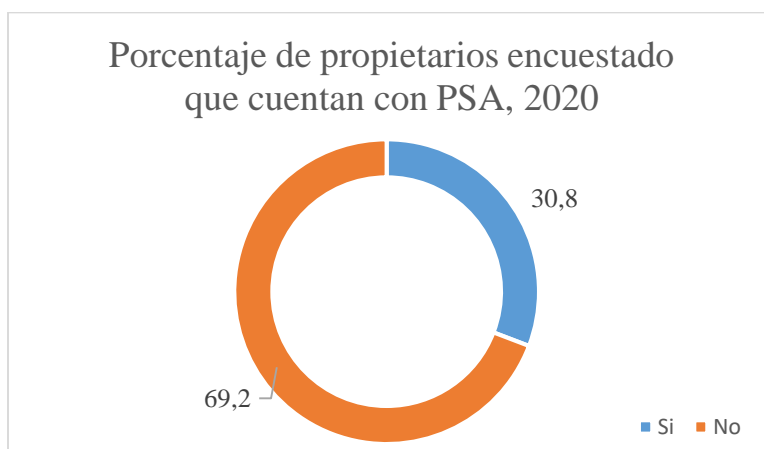


Gráfico N°7: Porcentaje de propietarios encuestados dentro de la cuenca del Río Volcán que cuentan con programas de PSA

Según los resultados de la encuesta y como se logra observar en el Gráfico N°7, de los propietarios de fincas encuestados, solamente un 30,8% cuentan actualmente con alguno de los programas de Pago por Servicios Ambientales establecidos por FONAFIFO, entre los cuales solamente mencionaron las siguientes categorías (protección del recurso hídrico y protección de bosque); el 69,2% restante no tienen actualmente ninguna relación con los programas PSA de FONAFIFO; también mencionaron no conocer a profundidad de estos programas.



Gráfico N°8: Porcentaje de propietarios encuestados que indica que en sus propiedades cuentan con bosque natural.

El 92,3% de los propietarios de fincas encuestados cuentan en sus propiedades con bosques naturales, ninguno mencionó tener plantaciones forestales. El restante 7,7% que cuenta con áreas de charral abandonado o espacios que han venido reforestando, pero dejan claro que son áreas intervenidas y no bosques naturales.

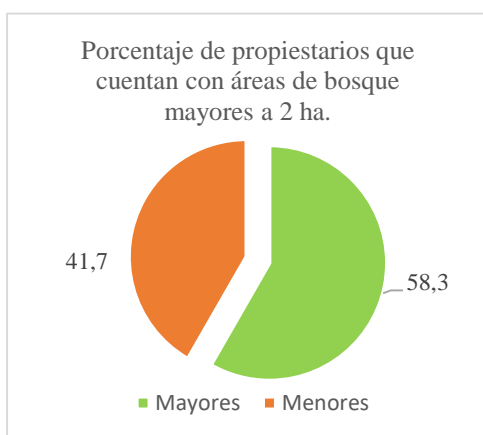


Gráfico N°9: Porcentaje de propietarios que cuentan en sus fincas con áreas de bosque mayores a 2 ha

El 92,3% de propietarios que mencionaron anteriormente que contaban con áreas de bosque natural en sus fincas, según el Gráfico N°9 solamente un 58,3% de estos poseen en sus fincas áreas de bosque natural mayores a 2 ha, el restante 41,7% cuentan con áreas menores a 2 ha. La relevancia de este dato radica que en las principales categorías de PSA

como por ejemplo (proyectos de protección de bosque y proyectos de regeneración natural) poseen un requisito de un mínimo de 2 hectáreas para poder ingresar. Sin embargo, como parte del programa de PSA existen otras categorías para sometimiento de áreas menores a 2 ha, por ejemplo: los Sistemas Mixtos en Agroforestería para micro productores con un área mínima de 0,5 ha, los Programa de Plantaciones de Aprovechamiento Forestal, los proyectos de reforestación con un área mínima de 1 ha).

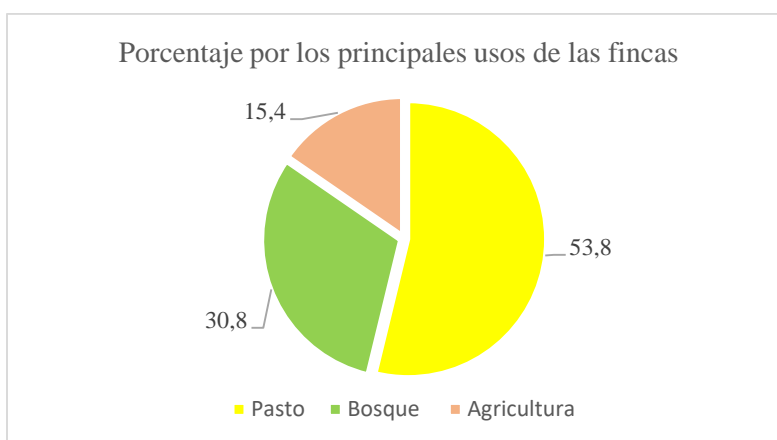


Gráfico N°10: Distribución porcentual del uso del suelo indicado por los encuestados

Como se puede observar en la Gráfico N°10, el 53,8% de los propietarios encuestados mencionaron que el uso principal que le dan al suelo es pasto, en donde la principal actividad que realizan es la de ganadería extensiva. Por otra parte, un 30,8% respondió que el uso principal del suelo era el de bosque, cabe resaltar que la mayoría de fincas en donde predomina el bosque sus propietarios indicaron contar con programas de PSA. Por último, un 15,4% mencionaron que el principal uso que le dan al suelo es para la agricultura.

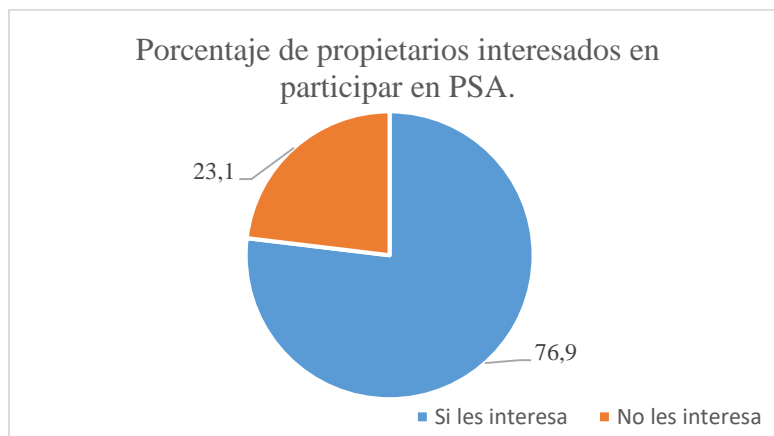


Gráfico N°11: Porcentaje de propietarios interesados en participar en programas de PSA.

El fin principal de la encuesta a los propietarios de fincas en la cuenca alta-media es conocer el interés de estos en participar en el programa de Pagos por Servicios Ambientales de FONAFIFO. Según el Gráfico N°11, un 76,9% de los propietarios encuestados mostraron interés en participar en estos programas y solamente un 23,1% mencionaron que no tienen interés en participar. Sería importante que la mayoría de los propietarios tuviesen interés en conservar sus áreas boscosas mediante PSA, sin embargo, se requeriría de estudios particulares para determinar las razones del desinterés indicado.

Capítulo N°3: Propuestas de estrategias de conservación y protección.

3.1. Sitios de intervención

Estudiando las imágenes satelitales de la cuenca del Río Volcán de enero del 2020, se lograron identificar zonas a lo largo del cauce de los principales ríos en donde los metros de protección que establece el artículo N°33 de la Ley Forestal se encuentran sin cobertura boscosa (ver anexo N°6), esto sumado a que la ubicación de estos puntos se ubican en las partes altas de la cuenca, en donde es muy importante que áreas inmediatas del cauce se encuentren conservado o protegido por una cobertura boscosa y en donde se debe de tener en cuenta la pendiente en relación a la infiltración para la recarga de la cuenca, como lo afirma la FAO (s.f) “probablemente serán distintas a las de las tierras bajas (donde las lluvias son menores y la infiltración del agua es superior debido a las pendientes más suaves) y a las de

las tierras altas (donde las lluvias son más frecuentes e intensas, los suelos menos profundos y las pendientes más escarpadas con una mayor escorrentía superficial)”.

La vegetación riberena es muy importante, debido a que ofrece una variedad de servicios ecosistémicos; esta al encontrarse en una zona de transición terrestre-acuática las raíces de los árboles y arbustos permiten que haya una mayor infiltración de agua en los suelos y a su vez, disminuye la erosión en las orillas del cauce de los ríos; también reduce las escorrentías superficiales recargando el manto freático. La forma en la que la vegetación ribereña retiene el agua ayuda a que las inundaciones río abajo sean aún menores, además otra de las funciones de esta vegetación ribereña es que mantienen la calidad del agua al funcionar como un filtro natural, reteniendo sedimentos, nutrientes y contaminantes, de esta forma impide que lleguen a las corrientes de agua de los ríos. (Vásquez, Martínez y García, 2013).

En los últimos años procesos como la expansión de la agricultura y pastos para la ganadería extensiva han eliminado o reducido en gran medida esta vegetación riberena en muchos ríos, estos procesos modifican el buen funcionamiento ecológico que desempeña este tipo de vegetación, a su vez, también disminuyen los servicios ecosistémicos y ambientales que prestan. (Vásquez, Martínez y García, 2013).

Por lo descrito anteriormente, resulta de gran importancia para la conservación del recurso hídrico de la subcuenca ubicar sitios de intervención orientados a la recuperación de estos en la parte alta-media de los tres principales ríos de la subcuenca (río Volcán, río Cañas y río El Ángel), para una vez determinados orientar acciones de reforestación o protección en estos espacios. Esto se puede lograr mediante un trabajo en conjunto entre los principales actores de la cuenca (Propietarios de las fincas, asociaciones de desarrollo, empresas privadas y la población en general). Elemento que podría ser de consideración para el desarrollo de acciones futuras por parte de la organización local en materia de la cuenca.

Para la ubicar los sitios de intervención se sugiere realizar primeramente y de ser posible un estudio a profundidad mediante ortomosaicos o imágenes aéreas de la cuenca, identificando los posibles sitios de intervención, ya cuando estén identificados realizar visitas de campo a cada uno de esos puntos para en el sitio, determinar variables como total de área

de intervención, las propiedades en donde se encuentran y las características del terrenos (pendientes, suelos y uso actual). Para orientar las acciones a implementar

3.2. Pago por Servicios Ambientales (PSA).

A pesar que ya existen áreas con Pagos por Servicios Ambientales en la subcuenca del río Volcán, sería de importancia que más propietarios se sumen a estos programas; parte importante de esto y como se comentó en los resultados de la encuesta anteriormente descrita, es que la mayoría de los finqueros encuestados tienen interés en participar, solamente que no es tan sencillo.

Es necesario dar seguimiento y asesoría principalmente a los pequeños propietarios o pequeños productores que tengan el interés de participar en los programas de PSA. Esto para evitar que estos incurran en gastos innecesarios por: desconocimiento de las modalidades que se ofrecen, requisitos de cada una de ellas, montos de pago según modalidad, mínimos de área requeridas, etc..

IX. Conclusiones y recomendaciones

A modo de conclusión, el uso predominante del suelo en la cuenca del Río Volcán es el de bosque, tanto en la parte baja como en la parte alta predomina la cobertura boscosa, seguido del pasto para la ganadería; en la parte media de la subcuenca también predomina la cobertura boscosa pero en menor medida, en esta parte se desarrollan las principales actividades económicas como es el caso del cultivo de piña que se desarrolla casi en su totalidad en este sector, siendo la microcuenca de La Quebrada Morales en donde se concentra más este cultivo; Seguido del cultivo de piña también predomina el del pasto para ganadería extensiva y el cultivo de caña.

La presencia de áreas protegidas en la subcuenca beneficia a la conservación de la cobertura boscosa, entre ellas es muy importante la influencia del Parque Internacional La Amistad, con más de 1000 ha en conservación en la parte alta de la subcuenca, además de las áreas de amortiguamiento. También están los corredores biológicos que incentivan la conservación de los recursos naturales.

Es importante ubicar puntos de intervención en los tramos del cauce de los principales ríos de la subcuenca en donde las áreas de protección que establece la Ley Forestal no cuenten con la protección requerida (cobertura boscosa), teniendo en cuenta la importancia de la conservación de estos espacios. Además del constante monitoreo para que no se deforesten estos espacios.

La mayoría de los propietarios encuestados (76,9%) tienen el interés en participar en los programas de Pagos por Servicios Ambientales de FONAFIFO, sin embargo, no todos poseen el conocimiento de los requisitos de ingreso ni de las categorías existentes, por lo que es necesario establecer una relación con los finqueros para dar a conocer las opciones existentes mediante procesos de asesoramiento, de esta forma evitar que propietarios incurran en los gastos innecesarios por desconocimiento de los procesos de participación.

Es necesario generar ~~unos~~ estudios de posibles amenazas de deslizamientos en la subcuenca, principalmente en la parte alta debido a las pendientes pronunciadas que existen en este sector; además de estudios de riesgo o vulnerabilidad ante inundaciones. Es importante también conocer cuál es el caudal máximo y el caudal mínimo de los principales cauces de los ríos, tanto en la época seca y en la época lluviosa, es decir determinar el aforo de estos ríos. Elementos de importancia en la determinación del área de recarga de la cuenca, como elemento de importancia para los tomadores de decisiones a nivel local o institucional.

X. Referencias Bibliográficas

Contreras Solera, M. y Díaz Porras, R. (2016). Posibilidades locales de desarrollo en presencia de enclaves: Caso de la Asociación de Productores de Piña de la comunidad de Utrapez, ubicada en la Zona Sur de Costa Rica. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/download/9284/11107/>

Alfaro Trejos Sonia y Bermúdez García Moisés (2020). Informe Técnico: Caracterización preliminar de la subcuenca del río Volcán. Acueductos y Alcantarillados (AyA).

MAE Y MAGAP. (2015). Protocolo metodológico para la elaboración de mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:100.000. Quito,

- Ecuador. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/USO%20DE%20LA%20TIERRA/01-METODOLOGIA_MAPA_COBERTURA_USO.pdf
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- ITCR, UNA y UCR. (2011). Plan de Gestión de la Cuenca dl Río Volcán. Consejo Nacional de Rectores (CONARE).
- Delgado, O. Carpio, C. Padilla, F. y Ureña, F. (2011). Prospección Región del Diquis, cantón de Buenos Aires. https://www.mivah.go.cr/Documentos/investigaciones_diagnosticos/diagnosticos_planes_intervencion/2011/DIQUIS_ZONA_SUR/DIAGNOSTICO_REGION_DIQUIS_CANTON_BUENOS_AIRES.pdf
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (s.f). Pagos por Servicios Ambientales. <https://www.fonafifo.go.cr/es/servicios/pago-de-servicios-ambientales/>
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (s.f). Historia. <https://www.fonafifo.go.cr/es/conozcanos/historia/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f). Los bosques y el agua. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-and-water/basic-knowledge/es/>
- Oficina Nacional Forestal (ONF). (2020). Programa de Pagos por Servicios Ambientales. <https://onfcr.org/psa-2/>
- Rosales, A. (2013). Manual para la interpretación de imágenes de sensores remotos de las principales coberturas y usos de la tierra de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Rumbo Económico. (2020). Fresh Del Monte firma compromiso que permitirá potenciar esfuerzos a favor de la biodiversidad. <https://rumboeconomico.net/fresh-del-monte->

[firma-compromiso-que-permitira-potenciar-esfuerzos-a-favor-de-la-biodiversidad/?fbclid=IwAR2DxOYsxppPCdF20dfhpMZL-LCWoSs43a8XW7HiZcWjYhxhuAp_8R-EYI](http://www.sinac.go.cr/ES/ac/aclap/pila/Paginas/default.aspx?fbclid=IwAR2DxOYsxppPCdF20dfhpMZL-LCWoSs43a8XW7HiZcWjYhxhuAp_8R-EYI)

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC). (s.f). Parque Internacional la Amistad (PILA). <http://www.sinac.go.cr/ES/ac/aclap/pila/Paginas/default.aspx>

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC). (s.f). Corredores Biológicos. <http://www.sinac.go.cr/ES/correbiolo/Paginas/default.aspx>

Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC). (2017). Plan de Gestión del Corredor Biológico río Cañas. Proyecto Implementación del Programa Nacional de Corredores Biológicos en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad de Costa Rica SINAC/GIZ. San José, 73P. <http://biocorredores.org/corredoresbiologicos/sites/default/files/docs/Plan%20de%20Gestion%20%20r%C3%ADo%20Ca%C3%B1as%202017.1.pdf>

Tapia Arenas, C. (2011). Descripción biofísica de la subcuenca del río Volcán. <https://sites.google.com/site/proyectoplangedestioncuencario/>

Umbría Núñez, I. Terraza Peña, R. y Jégat, H. (2009). Uso, manejo y conservación del agua, un problema de todos. Trujillo, Venezuela. Vol. VII, p.18-26. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/29775/articulo2.pdf;jsessionid=D0423BF50E5F9350BC19A24D09B7F11E?sequence=1>

Vásquez, G. Martínez, L. y García-Franco, J. (2013). La función de la vegetación ribereña y la calidad de los ríos. El Instituto de Ecología (INECOL). <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/1014-la-funcion-de-la-vegetacion-riberena-y-la-calidad-de-los-rios>

Wei Salas, S. (2009). Caracterización del uso agrícola del suelo de la Gran Área Metropolitana (GAM). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional, Costa Rica. Recuperado de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2252/1/30995.pdf>

XI. Anexos

Anexo N°1: Imagen cobertura boscosa entre lotes de cultivo de piña



Anexo N°2: Áreas de zona de protección de ríos sin cobertura boscosa.

