

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

**Y ESTUDIOS AMBIENTALES**

**ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT DEL MONO  
MACHÍN (*Cebus albifronsaequatorialis*) EN LA LOCALIDAD DE LAS  
TOLAS, NOROCCIDENTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE  
QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**

**FRANCISCO JAVIER MOSCOSO SILVA**

**Director: Jorge Campaña**

**Quito, 2013**

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

## DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo, **MOSCO SO SILVA FRANCISCO JAVIER**, C.I. **1716236094** autor del trabajo de graduación intitulado: **“ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT DEL MONO MACHÍN (*Cebus albifrons aequatorialis*) EN LA LOCALIDAD DE LAS TOLAS, NOROCCIDENTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA”**, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADO EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS Y ESTUDIOS AMBIENTALES** en la Facultad de **Ciencias Humanas**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 15 de octubre de 2013



Francisco Javier Moscoso Silva

C.I. 1716236094

## *DEDICATORIA*

*A mi familia,  
por su entrega y fortaleza que  
día a día me otorgan,  
al ser labrújula que guía mi camino.*

## AGRADECIMIENTOS

*Un agradecimiento grande a todos quienes han apoyado la culminación de este trabajo, principalmente a Dios y ala familia por estar siempre presentes.*

*A mis profesores que han estado atentos a la culminación de este trabajo de investigación. A Jorge Campaña, Consuelo Hernández y Patricio Solís, por sus enseñanzas y aportaciones al mejoramiento de la presente disertación.*

*A todos los docentes de la Escuela de Geografía que con su don de gente han sabido inculcarme muchos saberes y han compartido experiencias académicas y laborales.*

*A mis amigos y compañeros que estuvieron apoyándome de formadesinteresada en cada etapa de este proceso, especialmente a Ma. Fernanda Solórzano quien fue una pieza clave en el desarrollo de este trabajo y al Dr. Hugo Romero quien colaboró en la fase de edición.*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.2 Marco teórico .....	2
1.2.1 Biología y ecología de <i>Cebus albifrons aequatorialis</i> .....	2
1.2.2 Ecología del paisaje .....	3
1.2.2.1 Conceptos útiles en la ecología de paisajes .....	4
1.2.3 Fragmentación: definición y procesos .....	5
1.2.4 Teledetección: conceptos y aplicaciones .....	6
1.2.5 Evaluación multicriterio .....	9
CAPÍTULO II: .....	11
2. ÁREA DE ESTUDIO .....	11
2.1 Aspecto bio-físico .....	12
2.2 Aspecto socio-económico .....	13
CAPÍTULO III: .....	15
3. METODOLOGÍA .....	15
3.1 Muestreo de <i>Cebus albifrons aequatorialis</i> en el campo .....	15
3.2 Procesamiento de información geográfica secundaria .....	16
3.3 Procesamiento de información geográfica primaria: imagen LANDSAT-7 ETM+ .....	19
3.4 Jerarquización de amenazas según la evaluación multicriterio (EMC) .....	25
CAPITULO IV: .....	27
4. RESULTADOS .....	27
4.1 Caracterización de la cobertura vegetal y uso de suelo en el área de Las Tolas .....	27

4.1.1 Determinación de clases resultantes de la imagen .....	27
4.1.2 Zonificación del área .....	29
4.1.3 Estado de fragmentación del bosque .....	31
4.2 Principales amenazas antrópicas que soporta el hábitat del mono machín ( <i>Cebus albifrons aequatorialis</i> ) .....	36
4.2.1 Amenazas a la población del mono machín en Las Tolas.....	37
4.3 Definición de áreas prioritarias de conservación para la subsistencia de <i>Cebus albifrons aequatorialis</i> en el área de Las Tolas.....	43
4.3.1 Ponderación de amenazas.....	44
4.3.2 Caracterización de priorización.....	46
CONCLUSIONES .....	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones Meteorológicas .....	13
Tabla 2. Resolución espectral LANDSAT-7 ETM+ .....	17
Tabla 3. Aplicaciones de las bandas LANDSAT-7 ETM+ .....	17
Tabla 4. Parámetros de la imagen LANDSAT-7 ETM+ .....	21
Tabla 5. Diferencias básicas entre bandas espectrales.....	24
Tabla 6. Características y aplicaciones de las bandas espectrales del LANDSAT-7 ETM+ .....	24
Tabla 7. Clases de coberturas .....	25
Tabla 8. Clasificación no supervisada .....	28
Tabla 9. Clases y superficies.....	30
Tabla 10. Personas entrevistadas .....	30
Tabla 11. Uso del suelo en el área de estudio.....	34
Tabla 12. Superficie de los parches .....	37
Tabla 13 Ubicación de parches con menor extensión .....	38
Tabla 14. Amenazas en grado de importancia.....	39
Tabla 15. Localización de áreas de tala .....	41
Tabla 16. Puntos de encuentro con primates .....	43
Tabla 17. Poblaciones observadas .....	44
Tabla 18. Calificación promedio .....	45
Tabla 19. Amenazas localizadas.....	45
Tabla 20. Áreas amenazadas y que ejercen presión sobre el bosque.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesos de fragmentación.....	6
Figura 2. Espectro electromagnético .....	7
Figura 3. Sistema de integración entre un GIS y EMC .....	10
Figura 4. Ubicación del área de estudio (Localidad las Tolas).....	11
Figura 5. Fase de campo .....	15
Figura 6. Procesamiento metodológico .....	18
Figura 7. Procesamiento de la información geográfica .....	19
Figura 8. Composición de bandas.....	20
Figura 9. Corrección geométrica .....	21
Figura 10. Remuestreo de la imagen .....	22
Figura 11. Métodos de interpolación de la imagen.....	23
Figura 12. Área de interés.....	23
Figura 13. Despliegue de información.....	27
Figura 14. Resultado de la clasificación no supervisada .....	29
Figura 15. Toma de muestras.....	32
Figura 16. Recorridos y procesos de fragmentación del bosque .....	33
Figura 17. Mapa resultado del análisis de fragmentación .....	35
Figura 18. Grado de amenaza y presión .....	36
Figura 19. Mapa resultado del análisis de amenazas antrópicas.....	42
Figura 20. Localización de áreas de bosque mejor conservadas .....	44
Figura 21. Mapa resultado de áreas prioritarias de conservación.....	47

## RESUMEN

La presente disertación es un estudio del estado de conservación del hábitat del mono machin (*Cebus albifrons equatorialis*), donde se demuestra que los factores antrópicos modifican aceleradamente los territorios por donde se encuentra distribuida esta especie. Al noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), se tiene conocimiento de una alta diversidad, pero son zonas que sufren una fragmentación acelerada donde las áreas boscosas han formado verdaderas islas, y las especies existentes se están reduciendo y adaptando a las nuevas condiciones que ofrecen las zonas boscosas o han desapareciendo del sector (DMA, 2005, pp.: 61–70).

Esta investigación recoge conceptos y modelos que orientan el estudio sobre la transición que un ecosistema pudiese sufrir, la idea central es comprender cómo se puede determinar un estado de conservación del hábitat de la especie estudiada. Debido al endemismo de esta subespecie (*Cebus albifrons equatorialis*), considerada en Peligro Crítico (CR) según la lista interna de mamíferos, en Peligro según la UICN, y dentro de la CITES la incluye en el Apéndice II, el mismo que se refiere a las especies amenazadas por la fragmentación que sufren las áreas de su distribución, se estima que la reducción de su área de vida es mayor al 80% en los últimos 48 años.

La metodología se basa en una caracterización del territorio y el análisis de los elementos de distribución de la especie dentro del área de estudio para entender la realidad actual del estado en que se encuentra el hábitat. Son pocos los reportes que se tienen de esta especie y los estudios realizados en la zona se limitan al realizado por Albuja y Arcos (2002) y Arcos y Ruiz (2004), observaciones hechas en la misma zona del presente estudio.

Para el análisis de fragmentación y amenazas que sufre el hábitat, se realizó una Evaluación Multicriterio (EMC), con base en una imagen LANDSAT-7 correspondiente al año 2010. Donde se clasificó la imagen y se determinaron los distintos usos del suelo para así observar la variación de las zonas de vida donde se encuentra la especie, y como los individuos se han adaptado a estas condiciones.

# CAPÍTULO I:

## 1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de investigaciones sobre el mono machín *Cebus albifrons* se han realizado en Perú, Costa Rica y Colombia. En el Ecuador, lo poco que se conoce de esta especie forma parte de investigaciones sobre densidades poblacionales e inventarios de mastofauna (e.g., ALBUJA y ARCOS, 2007). En el noroccidente de la provincia de Pichincha, donde la presencia de esta especie está confirmada, su estado de conservación y las áreas donde habita son desconocidas (TIRIRA, 2011, pp: 71–72). Esta falta de conocimiento toma especial importancia en la parroquia de Gualea, en el Distrito Metropolitano de Quito, donde la incidencia de varios factores como el avance de la frontera agrícola y ganadera, la expansión de los asentamientos humanos, la cacería (agravada por la ausencia de mamíferos grandes) y las malas prácticas inmersas en el aprovechamiento forestal; amenazan la conservación de los bosques donde *C. albifrons* subsp. *aequatorialis* habita en poblaciones que se creen cada vez más reducidas. La disminución de las áreas de actividad de *C. albifrons* lo obliga a buscar nuevas zonas de vida, usando las áreas antrópicas únicamente como zonas de paso o alimentación en determinadas épocas del año (TIRIRA, 2007, pp.: 37–40).

En ciertas localidades, el mono es incluso considerado una plaga porque consume los productos cultivados en las chacras, siendo así objeto de caza. Todos estos factores hacen que el estudio de *C. albifrons* sea importante en esta zona del país, pese a lo limitado del conocimiento de los aspectos ecológicos y biogeográficos que existen sobre esta especie. Además, la amplitud geográfica de estas amenazas hace que *C. albifrons* se considere amenazado no sólo en el área de estudio sino también en casi todas las áreas donde se distribuye. De hecho, la especie es considerada como vulnerable y ocupa el apéndice II de CITES, que corresponde a especies amenazadas por la fragmentación de su hábitat (TIRIRA, 2011, pp.: 71–72).

Esta disertación, mediante el uso de herramientas y criterios biogeográficos, aporta con importantes datos sobre el estado de conservación del hábitat del mono machín, *Cebus albifrons aequatorialis*, para contribuir así a su conservación en el área. Aspiro que los datos de esta disertación sirvan para realizar estudios científicos más profundos sobre esta especie en estos ecosistemas.

## 1.1 Objetivos

### Objetivo general

- Analizar y evaluar el estado de conservación del hábitat del mono machín, *Cebus albifrons aequatorialis*, en la localidad de Las Tolas, parroquia de Gualea, en el noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito.

### Objetivos específicos

- Caracterizar la cobertura vegetal y uso de suelo en el área de Las Tolas a nivel de paisaje, en base a la imagen LANDSAT-7 del año 2010.
- Determinar las principales amenazas antrópicas que soporta el hábitat de *Cebus albifrons aequatorialis* en el área de Las Tolas.
- Definir áreas de conservación para la subsistencia a largo plazo de *Cebus albifrons aequatorialis* en el área de Las Tolas.

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1 Biología y ecología de *Cebus albifrons aequatorialis*

Entre los primates del Nuevo Mundo, el género *Cebus* es el de mayor distribución después del género *Alouatta*, por lo que ambos son considerados los géneros de primates neotropicales más exitosos en términos ecológicos y evolutivos (TIRIRA, 2011, pp.: 71–72). El género *Cebus* se considera endémico de zonas tropicales y subtropicales de algunos países de América del Sur, como Trinidad, Brasil, Perú, Venezuela, Bolivia, Colombia y Ecuador.

Dentro del género *Cebus*, la especie *Cebus albifrons*, conocida comúnmente como “mono machín”, es la única que se encuentra a los dos lados de la cordillera de los Andes (de 0 a 2.500 m), aunque es más común encontrarlo en altitudes <900 m (TIRIRA, 2007, pp.: 119–121). Esta especie habita en los bosques húmedos tropicales y subtropicales del noroccidente y bosques secos del suroccidente (ALBUJA y ARCOS, 2007, pp.: 58–67). Los estudios realizados son pocos y se limitan a un estudio sobre la densidad poblacional en bosques secos del suroccidente del país (ALBUJA y ARCOS, 2007), y una evaluación de las poblaciones en la zona de Las Tolas, al noroccidente de la provincia de Pichincha (ARCOS y RUIZ, 2004). La subespecie que se restringe al occidente del país corresponde a *aequatorialis* (TIRIRA, 2007, pp.: 119–121).

*C. albifrons* es una de las más pequeñas especies del género *Cebus*, con unalongitud de 36 a 46 cm, y con una cola que puede alcanzar entre 40 a 47 cm. La cabeza es más pequeña que el cuerpo y las extremidades son largas y estrechas. El pelaje es de color marrón a blanco cremoso, largo y suave en el dorso y corto y grueso en el vientre. No existe un dimorfismo sexual, aunque el tamaño del macho es mayor que el de la hembra. El macho puede alcanzar 3.4 kg, mientras que las hembras pueden llegar a 2.9 kg. La expectativa de vida es de 44 años (TIRIRA, 2007, pp.: 37–40).

*C. albifrons*, que tiene hábitos diurnos, arborícolas y gregarios, suele encontrarse en grupos de 7 a 35 individuos, aunque raramente se han observado grupos compuestos por una sola pareja o individuos solitarios. Cada grupo utiliza una área de vida de 110–200 ha. El área de vida de un grupo puede traslaparse con otros grupos de la misma especie hasta en 20–30 ha. Pueden formar grupos con monos de la especie *Saimiris ciureus*, los mismos que se asocian para obtener beneficio alimenticio y mayor vigilancia antipredatoria.

En cuanto a su dieta, la especie es omnívora, con una dieta amplia principalmente basada en frutos e insectos. Entre las familias de plantas más consumidas están incluidas Moraceae (por ejemplo *Ficus*, el género de los higos), Annonaceae (familia de la chirimoya), Arecaceae (familia de las palmas) y Fabaceae (por ejemplo *Inga*, género de las guabas). Entre la dieta carnívora de esta especie omnívora se incluyen aves, lagartijas y mamíferos pequeños.

En cuanto a la biología reproductiva de la especie, el sistema sexual es de poligamia (varios machos pueden copular con las hembras fértiles), con un macho dominante, de gran tamaño y apariencia saludable, que es el que suele llegar a las hembras fértiles. Las hembras dan a luz una cría cada dos años, con un periodo de gestación de 150 a 160 días. El cuidado paternal no solo lo da la madre, sino también otras hembras del grupo hasta que la cría cumpla los dos años (MADDEN y ALBUJA, 1989, pp.: 113–157).

### **1.2.2 Ecología del paisaje**

Según FORMAN y GODRON (1981), “la ecología del paisaje abarca como objeto de estudio, la identificación de los patrones de heterogeneidad espacial, su caracterización y los cambios a través del tiempo”. La ecología de paisajes estudia el efecto de la configuración espacial de los mosaicos terrestres y acuáticos sobre una amplia variedad de fenómenos ecológicos y sociales, a múltiples escalas espaciales y temporales. Es una

ciencia interdisciplinaria donde interactúa la biología, la geografía, sociología, antropología, entre otras ciencias. Sus campos de aplicación son igualmente amplios: manejo y gestión de espacios y ecosistemas, planificación del uso de los recursos, ordenamiento territorial, conservación genética, conservación de especies, ecosistemas y regiones, prospección de los efectos de obras de infraestructura, evaluación de impacto ambiental adaptativo, propagación de plagas y enfermedades, entre otros (MATTEUCCI, 2007, pp.: 125–139).

### **1.2.2.1 Conceptos útiles en la ecología de paisajes**

**Hábitat**—Es el ambiente que ocupa una población biológica, en un espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

**Cambios de cobertura**—Son cambios ocasionados en los ecosistemas terrestres, que en su mayoría se deben a la conversión en la cobertura del terreno, degradación e intensificación en el uso de la tierra (LAMBIN, 1994, pp.: 25–30). Los cambios en el uso del suelo son resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico que actúan sobre un amplio rango de escalas espaciales y temporales. Entender las transformaciones en el uso de la tierra, y las fuerzas sociales que las manejan es de mucha importancia para comprender, modelar, predecir, manejar y adaptarse al cambio (MEYER y TUMER, 1994, pp.: 75–82).

**Espacio geográfico**—Es donde se desenvuelven y organizan los grupos humanos en su interrelación con el medio ambiente para responder a un acontecimiento o a las necesidades de la comunidad local. El análisis del espacio geográfico presenta ante la globalización de la sociedad una interesante dicotomía: por un lado el espacio mundial, caracterizado por redes y flujos globales, y por otro, los espacios de las regiones, ciudades e identidades. Así, el espacio geográfico se observa entre lo global y lo local, entendiéndose como una instancia de hecho social (SÁNCHEZ, 1990, pp.: 11–23).

**Estado de conservación**—Es el indicador que refleja la probabilidad que tiene una especie de seguir existiendo en el corto o largo plazo. Se basa en las características de la población actual y en las tendencias exhibidas a lo largo del tiempo. Constituye así en uno de los indicadores más utilizados para evaluar el estado de los ecosistemas y su

biodiversidad; asimismo, es una importante herramienta en la definición de prioridades para la conservación de las especies (COX, CHARSON & STUARD, 2007, pp.: 9–10).

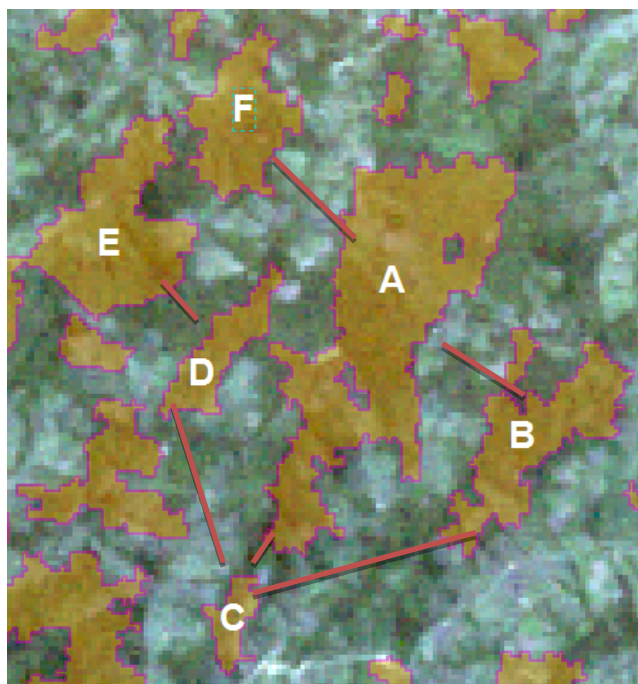
**Paisaje geográfico**—Es el sistema natural determinado por las interacciones entre los elementos bióticos y abióticos. También, puede considerarse como el resultado de la interacción que existe entre el hombre y la naturaleza que se desarrolla en un determinado espacio geográfico, donde se reflejan los aspectos sociales, físicos, culturales y económicos.

### **1.2.3 Fragmentación: definición y procesos**

La fragmentación se define como la división de un hábitat continuo, por ejemplo un bosque, en pedazos más pequeños y aislados, resultando en la reducción del área total, la reducción del tamaño de los parches o fragmentos de hábitat y el aumento del aislamiento de las poblaciones que los habitan (ECOTONO, 1996, pp.: 26-27). Según PRIMACK (1998, pp.: 660), el proceso de fragmentación es más común en las áreas más accesibles, de topografía poco accidentada y alta productividad; estas tierras son las primeras en ser destinadas para agricultura, extracción forestal o asentamientos humanos.

En bosques, el proceso de fragmentación de origen antrópico comúnmente se inicia con la formación de un claro de bosque (“gap” en inglés) que durante un tiempo no afecta los hábitats más comunes dentro de la matriz, que sigue estando compuesta por vegetación natural con especies que mantienen su abundancia natural. Sin embargo, a medida que los claros aumentan de tamaño y se hacen más numerosos, éstos terminan abarcando amplias áreas y así la conectividad de la vegetación se rompe generando un paisaje biogeográfico fragmentado (Figura 1) que ya no puede ser habitado por ciertas especies.

Esto evidentemente conlleva a alteraciones micro-climáticas dentro y alrededor del remanente, alteración del régimen hidrológico, cambios en los ciclos biogeoquímicos de los elementos, alteración de los procesos edafológicos (e.g., formación de suelo, erosión), efectos negativos sobre la biota nativa (e.g., pérdida de biodiversidad, extinción local o regional de especies, pérdida de recursos genéticos, estrés ecofisiológico), aumento de plagas, falta de polinización efectiva, entre otros efectos (BUSTAMANTE y GREZ, 1995, pp.: 58-63; SANTOS, 2006, pp.: 3-12).



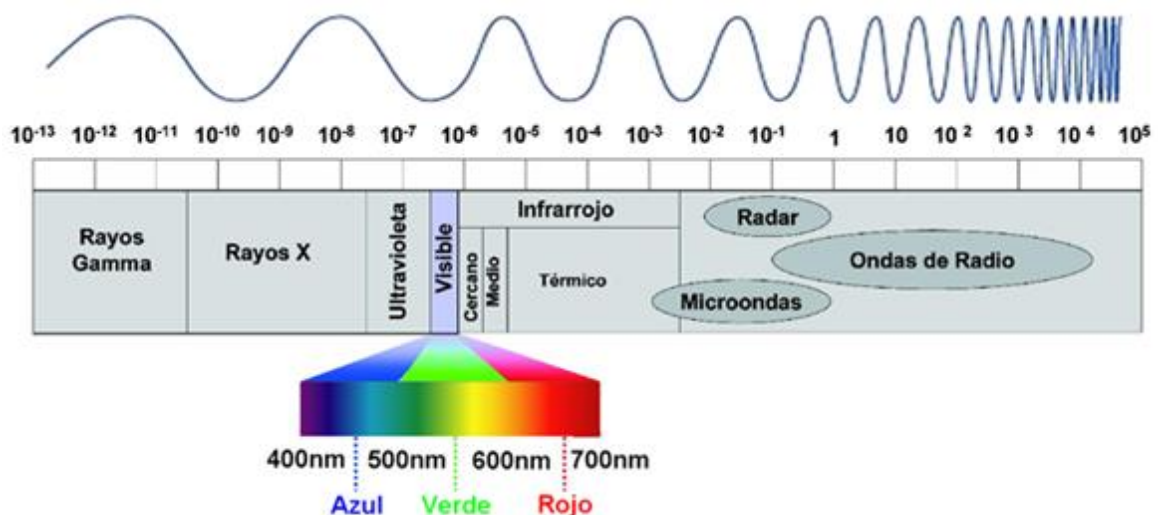
**Figura 1.** Procesos de fragmentación dentro las áreas amenazas identificadas

#### **1.2.4 Teledetección: conceptos y aplicaciones**

La teledetección es una de las principales herramientas para el análisis de procesos dinámicos como la fragmentación y el cambio temporal en la cobertura vegetal y usos del suelo de un área. La teledetección, también llamada percepción remota, es la técnica de observación de objetos sin necesidad de un contacto físico. Esto es posible gracias a la interacción entre un objeto y un sensor, que en la práctica se basa en la captación por parte del sensor de propiedades de radiación electromagnética desde el objeto (LABRADOR y ÉVORA, 2012, pp.: 13-21). Todos los elementos de la naturaleza tienen una respuesta espectral propia, siendo así posible estudiar las características terrestres mediante el análisis de las variaciones espectrales en el espacio y en el tiempo. La teledetección aprovecha la tecnología espacial para ubicar sensores en satélites en órbita. Entre los satélites más conocidos se encuentran, en orden alfabético, DMC (Disaster Monitoring Constellation), EARTH OBSERVING-1 (EO-1), EROS-A/EROS-B (Earth Resources Observation Satellite), FORMOSAT-2 (Astrium-EADS), GEOEYE-1 (National Geospatial Intelligence Agency NGA), IKONOS, KOMPSAT-2 (Korea Multi-Purpose), LANDSAT-7-8 (NASA-USGS), QUICKBIRD (Digital Globe), RAPIDEYE (Rapideye AG), RESOURCESAT-2 (Indian Remote Sensing), SPOT-5 (Système Probatoire

d'Observation de la Terre), TERRA-EOS-AM 1 (Earth Observing System), THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) y WORLDVIEW-2 (Digital Globe).

Para comprender la teledetección, es necesario comprender dos fenómenos físicos básicos: (1) el espectro electromagnético, que es el conjunto de radiaciones (energía electromagnética) organizadas según su longitud de onda (CHUVIECO, 2002, pp.: 256-297) (Figura 2); y (2) la reflectancia espectral definida como la proporción de energía incidente reflejada por una superficie terrestre, y que suele conocerse como “firma espectral”. Más precisamente, la reflectancia espectral es la proporción de la luz incidente que la superficie refleja en un rango de longitudes de onda según lo determinado por el sensor. El rango de longitudes de onda se conoce como “banda” y usualmente suele estar dentro del espectro de luz visible (LABRADOR y ÉVORA, 2012, pp.: 13-21).



**Figura 2.** Según E. Chuvieco. Espectro electromagnético

La representación visual de la información recogida por un sensor en órbita es lo que suele llamarse “imagen satelital”. Los datos contenidos en una imagen satelital pueden ser manipulados digitalmente con la finalidad de extraer diferente tipo de información. La imagen está representada por una matriz de celdas donde cada celda es un pixel (la unidad mínima) que debe estar georeferenciado y que contiene información de la cantidad de reflectancia espectral en las diferentes bandas. Para el análisis adecuado de una imagen satelital, es necesario primero comprender los diferentes tipos de resoluciones: (1) la resolución espacial, que es la medida de la distancia angular o lineal más pequeña que puede captar un sensor remoto de la superficie de la Tierra, es decir, es el tamaño del pixel;

(2) la resolución temporal, que es el ciclo de repetición, o intervalo de tiempo, entre dos adquisiciones de imágenes sucesivas de una misma porción de la superficie por parte de un sensor, y que obviamente depende de las características orbitales del satélite; (3) la resolución espectral, que está representada por el conjunto de firmas espectrales específicas de cada superficie; y (4) la resolución radiométrica, que es la cantidad mínima de energía requerida para incrementar el valor de un píxel en un nivel digital. Las imágenes satelitales son una herramienta valiosa para estudiar los procesos o fenómenos que se producen en la superficie terrestre, como por ejemplo el ciclo estacional de las cubiertas de nubes, catástrofes naturales, alteraciones del paisaje de origen humano, entre otros (ORMEÑO VILLANOS.2006, pp: 50–59).

Para procesar una imagen satelital, es necesario clasificar sus píxeles. El proceso de clasificación es el método por el cual se asocian grupos de píxeles dentro de una categoría de acuerdo a sus valores de reflectancia. En esta etapa del procesamiento de la imagen, se busca corregir las distorsiones que causen ruido en los datos, analizando escenas multiespectrales aplicando distintas técnicas. El método tradicional de clasificación involucra dos alternativas: clasificación no supervisada y clasificación supervisada.

**Clasificación no supervisada**—Este método crea agrupaciones espectrales o “clusters” que no tienen mayor significado desde el punto de vista del usuario, por lo que en un ejercicio *a posteriori* debe asociarse una clase temática determinada (e.g., bosque, pastizal, río, carretera, etc.) a cada uno de dichos grupos. De los numerosos algoritmos que se han propuesto para crear los clusters, el algoritmo ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) es uno de los más comunes y consiste en un método iterativo donde el analista debe especificar: (1) número máximo de clusters, (2) máximo porcentaje de píxeles, (3) máximo número de iteraciones, (4) número mínimo de miembros de un cluster, (5) máxima desviación standard, y (6) valores mínimos para las distancias entre los centros de los clusters.

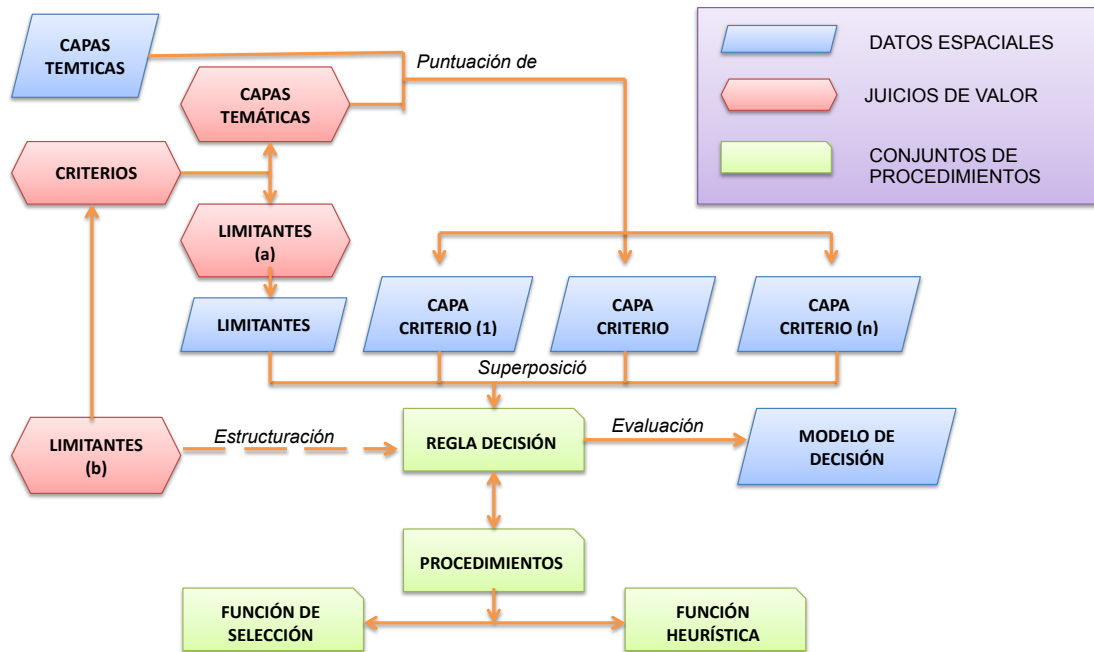
**Clasificación supervisada**—En este método, el usuario supervisa el proceso de categorización de píxeles mediante la especificación *a priori* de un código de algoritmos o interpretación numérica que describe los atributos espectrales para cada cobertura de interés (CHUVIECO, 2002, pp.: 256-297). Para desarrollar dicho código, se requiere primero muestreos de sitios representativos con cobertura conocida, llamadas áreas de entrenamiento. Estas áreas pueden identificarse personalmente mediante muestreos *in situ*,

o con ayuda de otros insumos como fotografías aéreas, datos de terreno, cartas topográficas, entre otros (WILKIE y FINN, 1996, pp.: 11-36), La clasificación supervisada, en otras palabras, consiste en usar pixeles de identidad conocida ubicados dentro de las áreas de entrenamiento para clasificar pixeles de identidad desconocida. Este proceso involucra las siguientes etapas: (1) etapa de entrenamiento, donde el analista selecciona de la cubierta terrestre de interés áreas de identidad conocida (e.g., cultivos, forestaciones, suelos, etc.) delineándolas sobre la imagen digital bajo formas de polígonos cuyos pixeles contienen los datos de entrenamiento; (2) la selección de un algoritmo de clasificación adecuado (clasificación por mínima distancia, por paralelepípedos, o por máxima probabilidad); y (3) la operación post-clasificación, donde finalmente a cada uno de los grupos de pixeles se le adjudica una clase temática determinada.

### **1.2.5 Evaluación multicriterio**

La evaluación multicriterio (EMC) se define como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones. El objetivo de una EMC es determinar un número de alternativas considerando múltiples criterios y objetivos en conflicto, llegando así a la generación de soluciones y jerarquizaciones de las alternativas de acuerdo a su grado de atracción. Este método puede entenderse como un conjunto de conceptos, aproximaciones, modelos y métodos, para auxiliar a los tomadores de decisiones a describir, evaluar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos, en base a una nueva evaluación de acuerdo a varios criterios (GOMEZ & BARREDO, 2005, pp.: 121-135),(Figura 3) muestras una visión global de los elementos que constituyen un EMC en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Una EMC requiere un método para jerarquizar las opciones de decisión, y así determinar prioridades. En este sentido, un método reconocido es el método de las jerarquías analíticas de SAATY, que se basa en el juicio comparativo y síntesis de las prioridades del problema de decisión. El SAATY tiene como principio el proceso de descomposición, donde el problema de decisión se descompone en una jerarquía que capta sus elementos esenciales, y donde se comparan por pares los elementos en cada nivel de jerarquía. Se construye así una escala de prioridades para cada nivel de jerarquía, y se determina un conjunto de prioridades globales cuando se llega al último nivel de la jerarquía, lo cual es utilizado para evaluar las distintas alternativas de decisión (LABRADOR y ÉVORA, 2012, pp.: 13-21).



**Figura 3.** Según Gómez, Sistema de integración entre un GIS y EMC

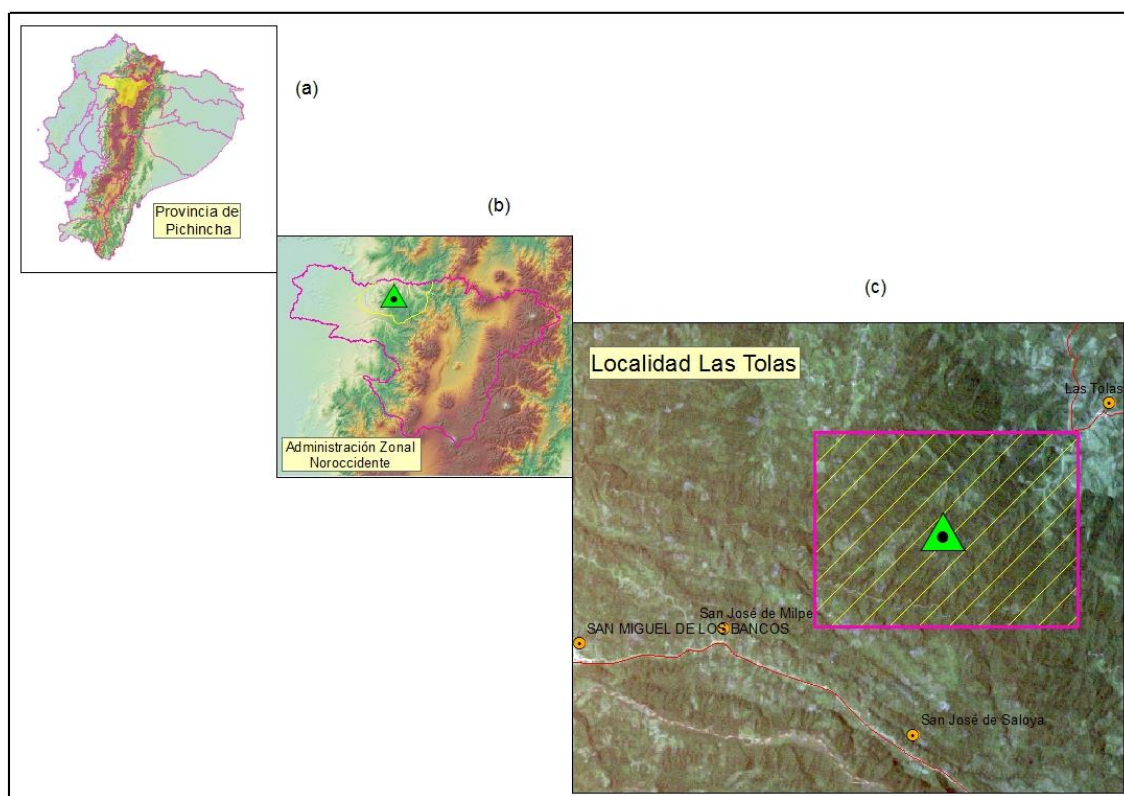
Específicamente, el método de SAATY aplica las siguientes fases:

- Identificación de los criterios de decisión asociados al problema (un paso muy común en todo procedimiento de EMC).
- Estructuración de los factores de una forma jerárquica, descendiendo desde los más generales hasta los más concretos, evidentemente conectados nivel a nivel y debidamente ponderados.
- Establecimiento de la importancia relativa de los elementos de cada jerarquía a partir del método de comparación por pares. Cuando el número de alternativas es elevado, el procedimiento de jerarquías analíticas terminaría al nivel de atributo (procesamiento en un entorno SIG).
- Agregación de los pesos de los niveles obtenidos en cada jerarquía, obteniendo así pesos compuestos. Para ello se multiplican los pesos relativos de la primera matriz por los pesos relativos de las demás matrices.
- Finalmente, ordenación de las alternativas en función del valor alcanzado, siendo la más adecuada la que obtenga el valor más alto.

## CAPÍTULO II:

### 2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en la localidad de Las Tolas, ubicada en la parroquia de Gualea, en la región noroccidental de la provincia de Pichincha, a 80 km de la ciudad de Quito (Figura 4). Las Tolas se encuentra en la cuenca del Río Pachijal, una zona boscosa con una superficie de 1350 ha limitada por la vía a Los Bancos al Occidente, y por pastizales y zonas agropecuarias al Norte y al Sur (DMA, 2005, pp.: 61–70). Hacia el Este, el área ha venido sufriendo una continua tala selectiva, lo que ha determinado la presencia de muchos claros de bosque (ARCOS y RUIZ, 2006, pp.: 42–48). El presente estudio se concentró mayormente en las áreas naturales y antrópicas de propiedad de las Cooperativas Rumiñahui, Pichincha y Rancho Buitrón.



**Figura 4.** Ubicación del área de estudio, (a) Ubicación de la provincia de Pichincha, (b) Ubicación de la administración zonal noroccidente, (c) Ubicación de la localidad Las Tolas

La localidad de Las Tolas se encuentra entre las áreas prioritarias de diversidad biológica del Distrito Metropolitano de Quito. El sector se caracteriza por frecuentes neblinas, con un bosque con gran número de epífitas. La presencia de *Cebus albifrons*

*aequatorialis*, el “mono machín”, en Las Tolas se reportó en un estudio que se enfocó en el “mono aullador” *Alouatta palliata* (ARCOS y RUIZ, 2006).

La presencia del mono en Las Tolas se confirmó mediante visitas preliminares al área de estudio, en compañía de dos biólogos mastozoólogos (María Fernanda Solorzano y Edwin Carrillo).

## **2.1 Aspecto bio-físico**

La parroquia de Gualea se encuentra caracterizada por un relieve escarpado a montañoso, propio de la Cordillera Occidental, con pendientes que oscilan entre 50–80% y valles paralelos profundos de montañas altas. El desnivel es de 1200 m; la parte más alta es la cota de 1800 m, ubicada al Sur, y la más baja es las riberas del río Guayllabamba al Norte, a 700 m (PDOT-GAD-GUALEA, 2010, pp.: 15–18). Por su ubicación en la Cordillera Occidental, está sometida a los típicos procesos geológicos que caracterizan esta zona, en particular la constancia de un basamento oceánico con formaciones volcánicas (vulcano–sedimentarias y sedimentarias) del Cretácico–Eoceno donde se han sobrepuesto formaciones volcánicas del arco Oligoceno–Actual. La parroquia se encuentra en uno de los característicos valles interandinos que generalmente corren Norte–Sur, en la formación geológica Cayo de la Sierra, que se encuentra expuesta alrededor del Río Alambi donde se puede evidenciar la presencia de lutitas, cuarzo, areniscas y chers. Adyacente, se encuentra la falla Calacali-Pallatanga, con la formación Macuchi subyacente y caracterizada por la presencia de lavas basálticas, tobas y brechas. Al norte del territorio de Gualea, aparece la formación San Tadeo litológicamente compuesta por piroclastos, lahares y flujos de lava. En el área, existe también afloramientos de rocas intrusitas—granodioritas, dioritas y pórfidos—particularmente en las zonas metavolcánicas e intrusivas de permeabilidad media a baja, con suelos residuales del Terciario y Cuaternario de estabilidad variada (regular a inestable) (PDOT-GAD-GUALEA, 2010, pp.: 15–18).

El área de estudio de Las Tolas corresponde, según ALBUJA *et al.* (1980), al Piso Zoogeográfico Subtropical de la Cordillera Occidental, mientras que según CAÑADAS (1983), que utiliza un sistema de zonas de vida, el área se considera Bosque muy húmedo montano bajo, y según SIERRA (1999), el área se considera como Bosque siempreverde montano bajo. En la parroquia de Gualea, se encuentra el Bosque Protector Tulipe-Pachijal, también ubicado en el sector de las Tolas, que tiene una extensión de 70 ha y se

encuentra en el piso ecológico de Bosque muy húmedo montano bajo (PDOT-GAD-GUALEA, 2010, pp.: 33–88). Esta zona del país forma parte de la región Tumbes-Choco-Magdalena, formalmente llamada Choco-Darién-Este de Ecuador, que tiene una longitud total de 1500 km y una superficie de 274597 km<sup>2</sup>, y que va desde el valle de Magdalena en el Noreste de Colombia hasta Tumbes en Perú. La región se considera como una de las 18 regiones de mayor biodiversidad y endemismo del mundo.

En cuanto al clima, en la zona noroccidental de la provincia de Pichincha se han instalado varias estaciones meteorológicas a lo largo de los años, pero que lamentablemente en su mayor parte se encuentran inactivas. Por esta razón, datos referenciales sobre temperatura, humedad, dirección de vientos o heliofanía son escasos (PDOT-GAD-GUALEA, 2010, pp.: 30). Las únicas que registran datos para el sector son dos estaciones que por su tipología solo presentan datos de precipitación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio

Estación	Código	Tipo	Altura
San José de Minas	(M337)	Estación pluviográfica - PG	2440 msnm
Nanegalito	(M339)	Estación pluviográfica - PG	1633 msnm

Fuente: PDOT-GAD-GUALEA, INAMHI, 2010.

Si bien la población en general identifica que el clima ha variado en los últimos años, es posible de todas maneras identificar dos temporadas: la temporada de lluvias (usualmente de diciembre a mayo) y la temporada seca (usualmente de junio a noviembre). El mes más lluvioso es abril donde se ha llegado a registrar hasta 77 mm de precipitación en 24 horas. El promedio de precipitación mensual es de 227.31 mm.

## 2.2 Aspecto socio-económico

En los pocos espacios donde se ha conservado el bosque nativo, usualmente en áreas de difícil acceso, se han desarrollado proyectos de ecoturismo tanto privados como comunitarios, como es el caso de la Cascada El Rosario, proyecto turístico de la Comunidad de Guanábana, o los proyectos que se desarrollan en el sector de Las Tolas en torno al Bosque Protector Tulipe-Pachijal (DMQ, 2010, pp.: 47–51). Aunque en la actualidad no hay una actividad forestal intensa (tala de bosque o extracción de especies maderables), la zona vive con las consecuencias de la deforestación de las últimas cuatro décadas debido a la expansión agrícola y ganadera.

Dentro de la agricultura, los principales cultivos tradicionales de la zona son: caña de azúcar, plátano, yuca, zanahoria blanca, maíz, fréjol, aguacate, café, naranja, limones, mandarina, papaya, naranjilla, guayaba y pitahaya, entre otras. También se producen en pocas cantidades legumbres y hortalizas. La caña de azúcar, el limón, la mandarina y la zanahoria blanca son de producción permanente durante todo el año y están mayormente destinados al comercio local (PDOT-GAD-GUALEA, 2010, pp.: 46). La producción de la zanahoria blanca sufre el rápido agotamiento del suelo, lo que obliga a rotar este cultivo con otro cada dos años. Existen además problemas de plagas que no han sido controlados, especialmente en los monocultivos.

La ganadería, o actividad silvopastoril, es importante en la dinámica de Las Tolas. Esto es evidente por las grandes extensiones de pasturas existentes, donde variedades de pasto introducido como el pasto miel, dalis, elefante, saboya y gramalote, han sido sembradas. Pasturas nativas como la chillinilla ya no existen. El pasto miel, una variedad baja en nutrientes, es la que mejor se adapta a las características de la zona y es la más resistente a la época de sequía. La población utiliza sal mineral, melaza y balanceado para complementar la alimentación del ganado. La raza de bovinos de leche que predomina son cruces de Holsteín, y en menor número cruces con Brow Swiss y Jersey. El ganado de carne es traído principalmente de Santo Domingo de los Tsáchilas, mientras que el de leche proviene de varias provincias del país. La producción de leche y la crianza de ganado de carne son permanentes durante todo el año; sin embargo, la cantidad de producción se ve afectada en la época seca lo que hace que los precios de estos productos se modifiquen conforme al mercado. El sector lechero no cuenta con procesamiento de derivados con equipos industriales, por lo que estos productos son destinados al consumo doméstico.

En áreas seleccionadas de la parroquia, se han iniciado procesos de reforestación con cedro. En Las Tolas además existen programas de aforestación con caña guadua y plantas nativas. Sin embargo, para la caña de azúcar, un monocultivo de 20–30 años, la población no cuenta con recursos para su renovación.

## CAPÍTULO III:

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Muestreo de *Cebus albifrons aequatorialis* en el campo.

La población de monos machín (*Cebus albifrons aequatorialis*) en la localidad de Las Tolas fue muestreada de manera directa. Las áreas de bosque nativo donde se llevaron a cabo los avistamientos fueron determinadas antes de salir al campo con ayuda de análisis geográficos preliminares, tomando en cuenta el estudio previo realizado por ARCOS Y RUIZ (2006) y los reportes hechos por personas de la comunidad. Además, para confirmar la presencia de individuos en los bosques visitados, se consideró como evidencia la presencia de monos en cautiverio en los poblados cercanos. Las coberturas de distribución actual de la vegetación se determinaron a través de la interpretación y análisis de imágenes satelitales e información cartográfica. Para crear las coberturas y visualizar los puntos de las localidades, se utilizó el programa ArcGIS 10.1. Antes de salir al campo, la información geográfica fue validada por los moradores.

La técnica de muestreo empleada fue diseñada para abarcar la mayor parte del territorio en el menor tiempo posible (Figura 5).

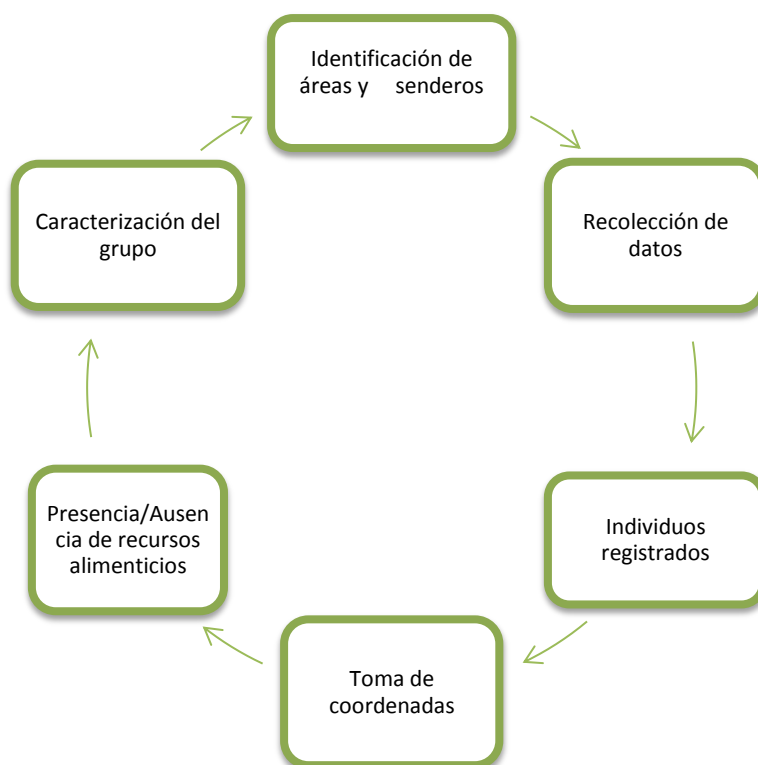


Figura 5. Estructura de la fase de campo

Se realizaron caminatas libres por los senderos usados por cazadores y por las trochas usadas para extracción de madera, con la asistencia de pobladores locales (GONZÁLES y SOLÍS, 2001, pp.: 167–182). Las caminatas se realizaron dos veces al día, a las 6:00 y a las 18:00 horas, a una velocidad constante de 1 km/h, con paradas ocasionales de cinco minutos cada 200 metros con el objetivo de agudizar la capacidad de detección durante estos minutos (ALBUJA y ARCOS 2002, pág.: 58–67). Una vez que se avistaba un grupo de primates, se los ubicó sobre cartas topográficas con la ayuda de un GPS y se procedió a registrar los siguientes datos: (1) número de individuos en el grupo, (2) estructura grupal (número de hembras, machos y juveniles), (3) altura en el bosque donde se encontraban los animales (preferencia de uso vertical del bosque), (4) observaciones de comportamiento y dieta, y (5) características particulares de algún grupo o animal en particular para no recontar los grupos avistados. Este método ha sido empleado para estudios rápidos de primates en otros países (HEYMANN. 2002; NAVARRO-FERNÁNDEZ, 2003; URBANI, 2006). La técnica de muestreo se apoyó en el método de “sombreado” (EISENBER, 1981), el cual consiste en realizar un censo un grupo de monos por un período de tiempo lo más prolongado posible. Además, en los recorridos, la abundancia de los recursos alimenticios fue censada con el fin de conocer si la presencia o ausencia de recursos condiciona la probabilidad de tener encuentros (MADDEN y ALBUJA, 1989, pp.: 113–157).

El trabajo de campo se llevó a cabo durante tres salidas de campo de dos días de duración.

### **3.2 Procesamiento de información geográfica secundaria**

La recopilación de información geográfica secundaria incluyó las siguientes fuentes:

- Cartografía a escala 1:25000 correspondiente al noroccidente de Pichincha proporcionada por la Dirección de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito (DAM, 2005) y el Proyecto Mapa de Vegetación del Ministerio del Ambiente (MAE, 2012).
- Carta topográfica del sector del noroccidente de Pichincha, escala 1:25000 análoga, escaneada en formato TIFF y obtenida en el Instituto Geográfico Militar.

- Obtención de la imagen satelital LANDSAT-7 del año 2010, descargada de forma gratuita del portal de USGS (Servicio Geológico de Estados Unidos). Las características de la resolución espectral de la imagen pueden consultarse en la (Tabla 2).

**Tabla 2.** Resolución espectral LANDSAT 7 ETM+

ETM+ y JSS56 Bandas espectrales								
Anchura de bandas (µm) y (nm) Anchura Mínima – Anchura Máxima								
Sensor	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7	Banda 8
ETM+	0.45-0.52	0.52-0.61	0.63-0.69	0.76-0.90	1.55-1.75	10.4-12.5	2.08-2.35	0.52-0.90
Región	Visible Azul	Visible Verde	Visible Rojo	Infrarojo Próximo	Infrarojo Lejano	Térmico Lejano	Infrarojo Medio	Visible

Fuente: Arce, 2006.

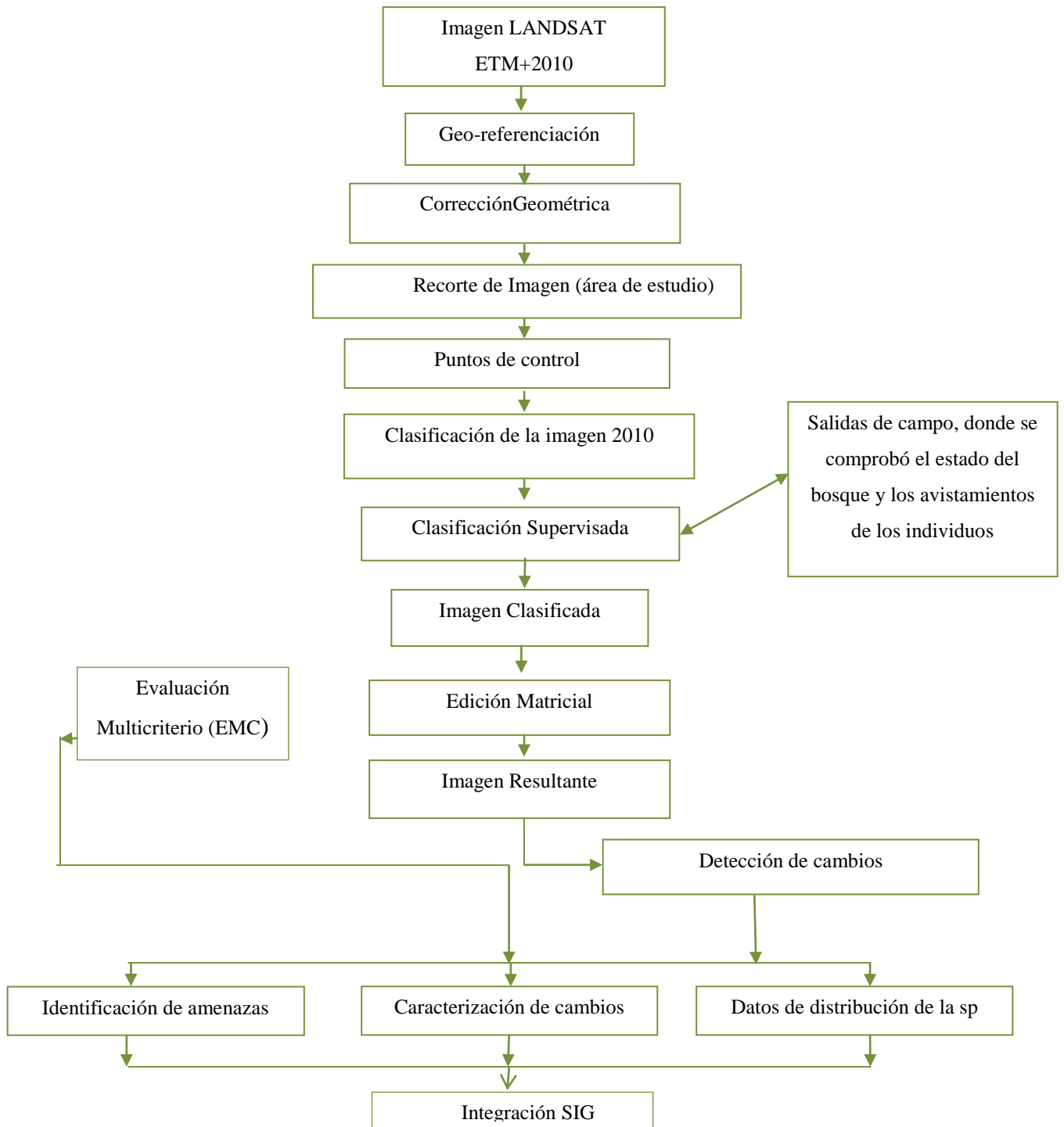
- LANDSAT produce imágenes de 185 km de barrido, con una resolución espacial de 30 metros para las bandas 1–7, una resolución espacial de 60 metros para la banda térmica, y una resolución espacial de 15 metros para la banda pancromática. La resolución temporal es de 16 días. El sensor de este satélite es el Enhancement Thematic Mapper ETM+, el cual tiene una serie de aplicaciones (Tabla 3).

**Tabla 3.** Aplicaciones de las bandas LANDSAT-7ETM+

Banda	Longitud de onda (um)	Características
1	0.45 - 052	Azul-Verde: máxima penetración en el agua (útil para hacer cartografía batimétrica en aguas poco profundas). Útil para distinguir suelo de vegetación y coníferas de árboles de hoja caduca.
2	0.52 - 0.60	Verde: ajustado al pico de reflectancia de la vegetación en el verde, útil para evaluar el vigor de las plantas.
3	0.63 - 0.69	Rojo: coincide con una banda de absorción de la clorofila, importante para discriminar tipos de vegetación.
4	0.76 - 0.90	IR reflejado: útil para determinar contenido de biomasa y para cartografía de costas.
5	1.55 - 1.75	IR reflejado: indica contenido de humedad de suelo y vegetación, penetra en nubes finas. Da buen contraste entre tipos de vegetación.
6	10.4 - 12.50	IR térmico: las imágenes nocturnas son útiles para cartografía térmica y estimación de la humedad de suelos.
7	2.08 - 2.35	IR reflejado: coincide con banda de absorción causada por iones hidroxilo en minerales. El cociente de las bandas 5 y 7 se usa para destacar rocas alteradas hidrotérmicas asociadas con depósitos minerales

- Fuente: (Arce y Ortega 2005).

Toda esta información geográfica secundaria se analizó para crear una cartografía temática mediante la caracterización biofísica y socioeconómica del área de estudio. Los parámetros cartográficos utilizados correspondieron al Datum WGS84, proyección TMQ, Zona 17N (Figura 6).



**Figura 6.** Procesamiento metodológico

### 3.3 Procesamiento de información geográfica primaria: imagen LANDSAT-7 ETM+

Una imagen de satélite está sometido a una serie de interferencias que hacen que la información que quiere obtenerse aparezca perturbada por una serie de errores (Figura 7), como por ejemplo:

- Fallos en los sensores, lo cual genera píxeles incorrectos o distorsiones en la imagen global resultante.
- Alteraciones en el movimiento del satélite.
- Alteraciones debido a la interferencia de la atmósfera, que alteran de forma sistemática los valores de los píxeles.

Para solventar estos potenciales problemas, se requiere un adecuado tratamiento de la imagen, el cual se describe a continuación.

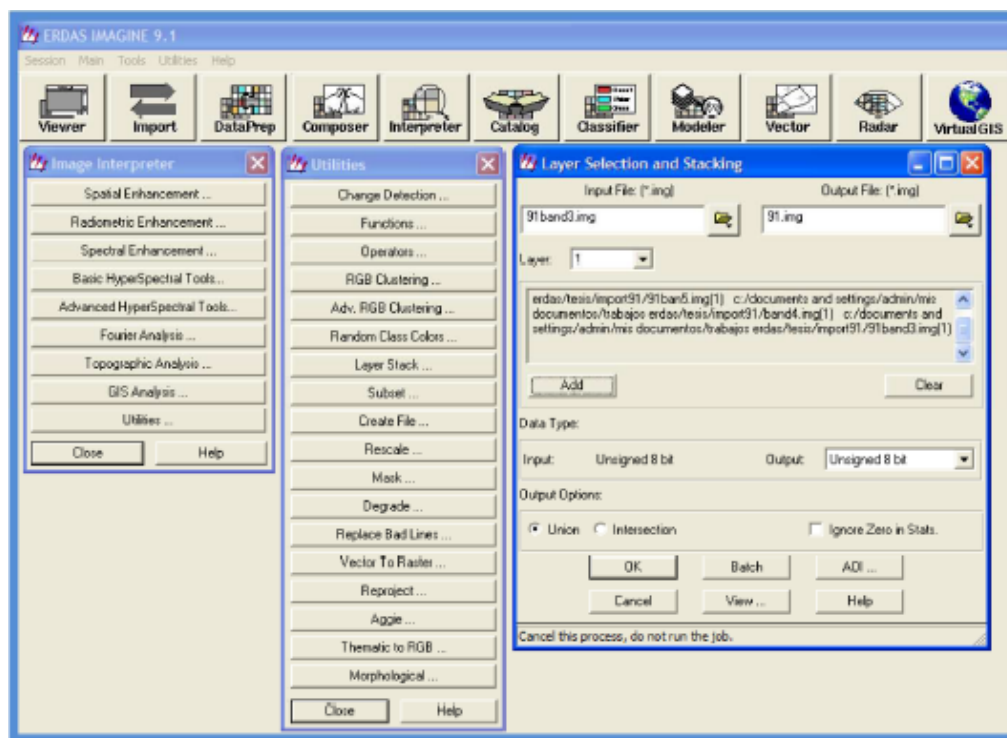


**Figura 7.** Procesamiento de la información geográfica

**Importación de la imagen**—La importación de las bandas satelitales consiste en la transformación de los datos que se encuentran en un formato (X) y (Y). La imagen del año 2010 del satélite LANDSAT-7 ETM+ del área de estudio fue importada al programa

ERDAS IMAGINE 9.1, con un formato binario genérico (Generic Binary). La imagen fue posteriormente exportada en formato \*.img.

**Combinación de bandas**—Las imágenes satelitales están compuestas por varias bandas espectrales las cuales presentan características especiales de acuerdo al sensor. La composición de estas bandas en una sola imagen permite juntar las características de cada una de ellas facilitando la interpretación. En este estudio, para conformar una sola imagen, se unieron las bandas de la imagen en formato \*.img mediante el módulo Interpreter y la opción Utilities/LayerStacken ERDAS IMAGINE 9.1 (Figura 8).



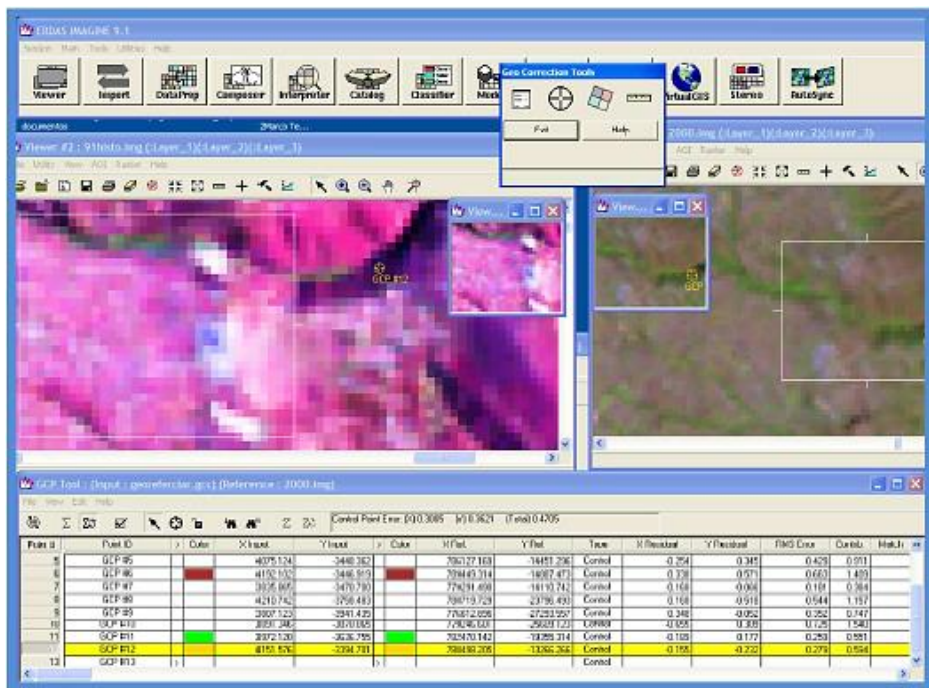
**Figura 8.** Composición de bandas (Proceso realizado en el software ERDAS)

**Corrección Geométrica**—La corrección geométrica consiste en la realización de cambios en la posición que ocupan los píxeles en la imagen, es decir, se asigna un sistema de proyección a la imagen (CHUVIECO, 2002, pp.: 256–297). La corrección geométrica básicamente se realiza por dos motivos (Tabla 4): (1) por variaciones espaciales ocurridas en el proceso de captura de información, y (2) por ajustar la imagen a un sistema de referencia determinado.

**Tabla 4.** Parámetros usados en la imagen LANDSAT-7 ETM+

Parámetros	Detalle
Coordenadas	Coordenadas Planas
Tipo de Proyección	Universal TransverseMercator
Datum	WorldGeodeticSystem 1994, WGS-84
Zona Cartográfica	Zona 17 SUR

En este estudio, la corrección geométrica de la imagen \*.imgse realizó utilizando una imagen control ya geo-referenciada del área de estudio sobre la cual se tomaron puntos de control mediante la opción Raster/Geometric correction/polynomial en ERDAS IMAGINE 9.1 (Figura 9).

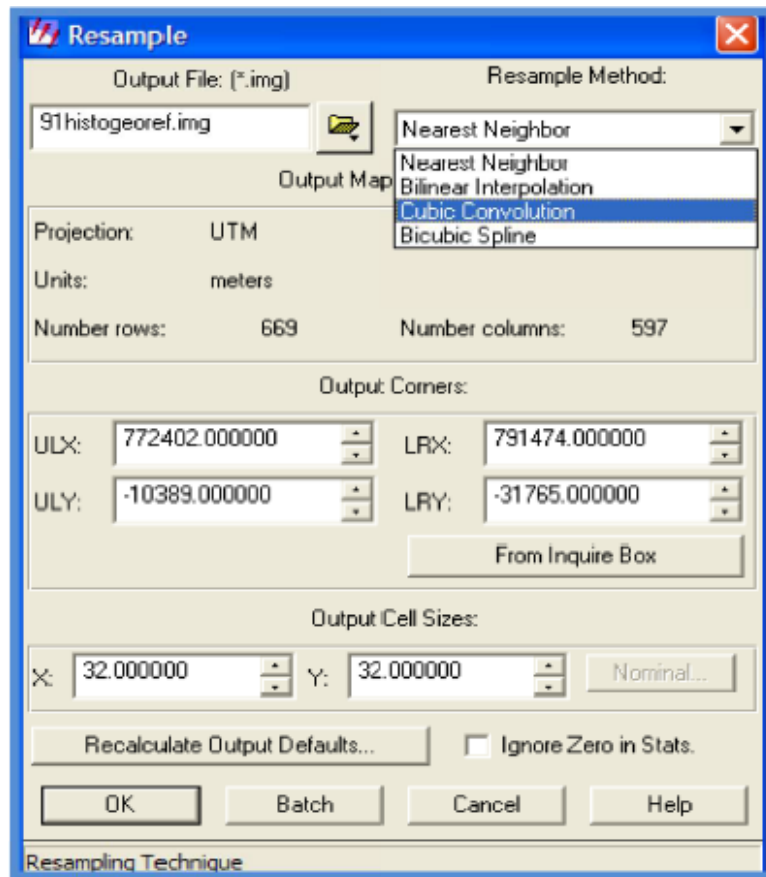


**Figura 9.** Corrección geométrica de la imagen LANDSAT-7 ETM+

Tras la georreferenciación se obtiene una nueva capa en la que cada columna corresponde con un valor de longitud y cada fila con un valor de latitud. En este caso la imagen no sufrió ningún tipo de distorsión, por lo cual se usaron puntos de control para automatizar la información mediante ecuaciones de transformación como un procedimiento de regresión.

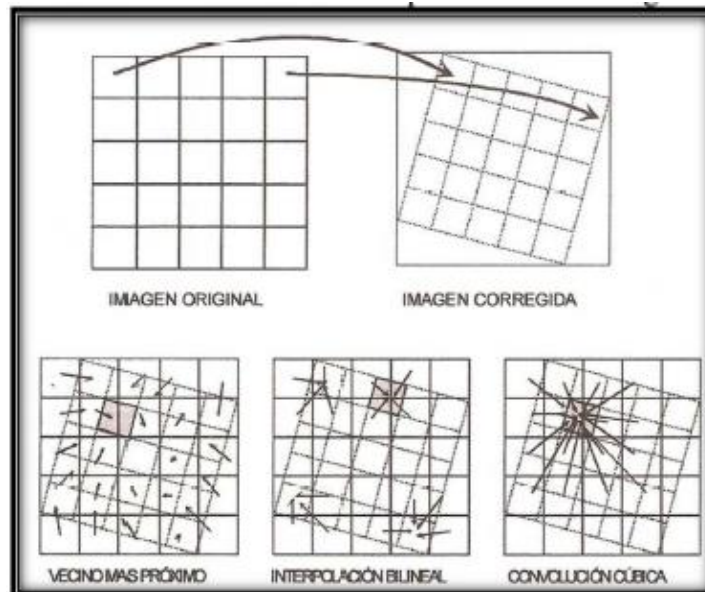
**Re-muestreo de niveles digitales**—El re-muestreo consiste en interpolar los valores de niveles digitales de los píxeles de una grilla original a una de salida (WILKIE y

FINN, 1996, pp.: 11–36) para ganar un efecto visual más correcto de la imagen (Figura 10).



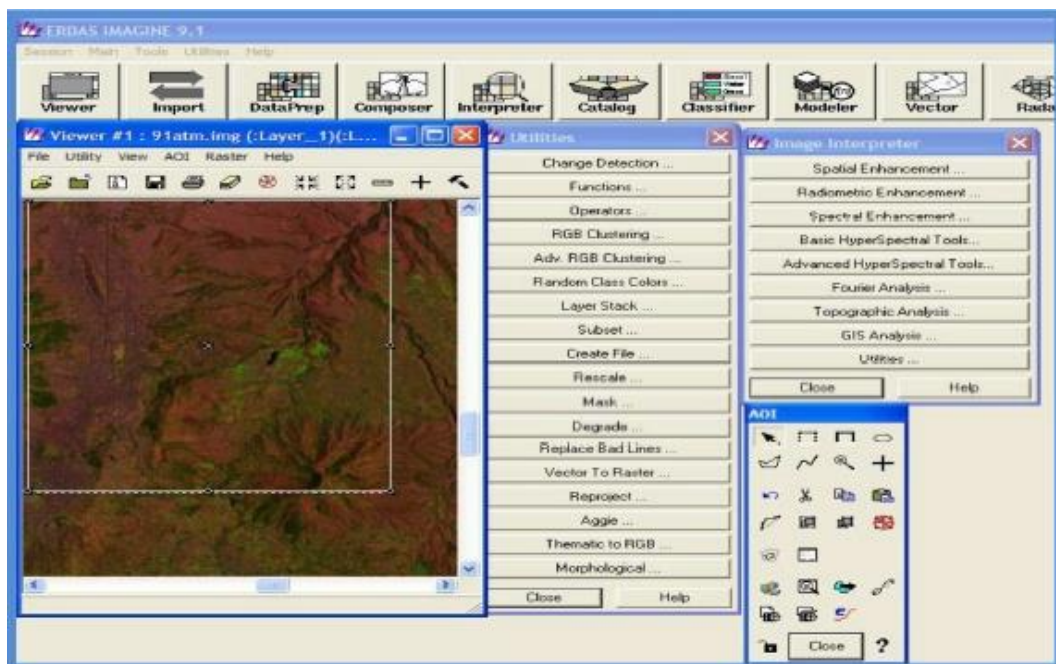
**Figura 10.** Re-muestreo de la imagen, método de convolución cúbica

En el presente estudio, la imagen \*.img se remuestreó utilizando el método de convolución cúbica en ERDAS IMAGINE 9.1 que consiste en la utilización de los valores de brillantes de los 16 píxeles más cercanos para asignarlo al píxel de salida (Figura 11). Esto resulta en el cálculo de coeficientes a partir de las coordenadas de los puntos de control establecidos (WILKIE y FINN, 1996, pp.: 11–36).



**Figura 11.** Métodos de interpolación de la imagen Fuente: Chuvieco, 2002

**Corte de la imagen**—El corte de la imagen consiste en delimitar el área de interés dentro de la imagen satelital. En este estudio, se cortó el área de Las Tolas de la imagen original se mediante la opción Utilities/Subset en ERDAS IMAGINE 9.1 (Figura 12).



**Figura 12.** Identificación de áreas de interés

**Combinación de bandas**—La combinación de bandas es necesaria para definir detalles que no sobresalen en la interpretación visual original. Al realizarse este proceso se genera una representación falso color de la imagen que permite realzar el uso de las bandas

3,4 y 5 en las combinaciones 4-5-3 y 5-4-3, de acuerdo a las características y aplicaciones que se requieran (Tablas 5 y 6).

**Tabla 5.** Diferencias básicas entre combinación de bandas espectrales utilizadas.

Combinación de Bandas	
Bandas 5-4-3	Bandas 4-5-3
Esta combinación contiene una banda de cada una de las tres regiones reflexivas espectrales importantes (infrarrojo de onda corta, infrarrojo cercano y visible). La combinación de banda, y la infrarroja de onda corta pueden mostrar el stress de la vegetación y mortalidad.	Esta variación todavía contiene una banda de las tres regiones espectrales importantes. Sin embargo; desplegando la banda TM4 en rojo, aparece más como una fotografía a color infrarroja

En este estudio las combinaciones se obtuvieron mediante la opción Raster/Band Combination en el software ENVI (ENVI USER'S GUIDE, 2004, pp.: 575–617).

**Tabla 6.** Características y aplicaciones de las bandas espectrales del LANDSAT 7 ETM+

Bandas	Banda Espectral (um)	Aplicaciones
1	0.45-0.52 (azul)	Aguas costeras Diferenciación entre suelo y vegetación Diferenciación entre vegetación conífera y decidua
2	0.52-0.60 (verde)	Mapeo de vegetación Calidad de agua
3	0.63-0.90 (rojo)	Absorción de la clorofila Diferenciación de especies vegetales Áreas urbanas y uso del suelo Agricultura Calidad del agua
4	0.76-0.90 (infrarrojo cercano)	Delimitación de cuerpos de agua Mapeo geomorfológico y geológico Identificación de áreas de incendios y áreas húmedas Agricultura y vegetación
5	1.55-1.75 (infrarrojo termal)	Uso del suelo Medición de la humedad en la vegetación Diferenciación entre nubes y nieve, Agricultura y Vegetación
6	10.4-12.5 (infrarrojo termal)	Mapeo de stress térmico en plantas Corrientes marinas Propiedades termales del suelo
7	2.08-2.35 (infrarrojo medio)	Identificación de minerales Mapeo hidrotermal

**Clasificación no supervisada**—Utilizando los parámetros por “default” del algoritmo ISODATA en el software ENVI, se realizó la clasificación no supervisada que identificó clases de coberturas de uso del suelo.

**Clasificación supervisada en base a sitios de entrenamiento**—Es el proceso de clasificación con el objetivo de definir coberturas de interés dentro de la imagen, previo a un ejercicio de validación de las áreas de entrenamiento definidas desde la imagen en el campo. En la imagen se identificaron tres áreas de entrenamiento perfectamente distinguibles: pasto-cultivos, pasto-bosque, bosque. En este estudio, se utilizó la herramienta de AOI (Área de interés) y la herramienta Classification/Signature editor en el software ENVI. Una vez realizado el proceso de clasificación, se procedió a etiquetar las clases, para luego homogeneizar o suavizar la imagen clasificada con un filtro del vecino más próximo; para este proceso, denominado “Sal&Pimienta”, se utilizó la opción Interpreter (GIS Analysis/Neighborhood) en ArcGIS 10.1.

Por último, se procedió a realizar una post-clasificación, donde se corrieron filtros para la eliminación del ruido en las clasificaciones finales, dando como resultado seis clases finales que fueron el insumo para los análisis del estado de conservación del hábitat del mono machín. Los nombres de las clases fueron tomados de la leyenda del Mapa de Uso y Ocupación del Suelo del Ecuador (MAE, 2008), los cuales son reguladas por el Consejo Nacional de Geo-información (Tabla 7).

**Tabla 7.** Clases de cobertura vegetal y uso del suelo

Clase	Tipo
1	Bosque Nativo
2	Vegetación Arbustiva
3	Tierras Agropecuarias (Asociación pasto/cultivos)
4	Cultivos
5	Pastizales
6	Áreas Pobladas

### 3.4 Jerarquización de amenazas según la evaluación multicriterio (EMC)

Para la evaluación del cambio del paisaje dentro del área de estudio, se optó por la aplicación del método de comparación de áreas, a través de la aplicación de una

Evaluación Multicriterio donde se evalúa el cambio del uso del suelo. En las observaciones realizadas en cada uno de los recorridos, se identificaron áreas amenazadas que fueron migradas al software ArcGIS 10.1. Las amenazas identificadas fueron ponderadas en una matriz de evaluación que fue validada por los habitantes de Las Tolas.

El método básicamente consiste en: (1) Ponderar las características en forma global, es decir sin tomar en cuenta el factor (categoría de amenaza) al cual pertenecen en la clasificación jerárquica; esto se logró mediante la valorización prudente de cada característica dentro de las matrices de comparación de pares, reflejando la dominación relativa entre elementos y tomando en cuenta las siguientes consideraciones en la resolución del problema: análisis de distancias entre parches, incidencia de centros poblados, infraestructura (vías), y susceptibilidad de los remanentes de bosque frente a los pastizales; y (2) Para cada factor (categoría de amenaza), sumar las ponderaciones de las características que lo componen. Los pesos resultantes de cada factor (categoría de amenaza) se usaron en la construcción de estructuras jerárquicas que representaran los aspectos considerados relevantes en el proceso de resoluciones, construcción de los escenarios y determinación de áreas prioritarias.

## CAPITULO IV:

### 4. RESULTADOS

Los resultados de esta disertación se organizan según los objetivos planteados.

#### 4.1 Caracterización de la cobertura vegetal y uso de suelo en el área de Las Tolas

##### 4.1.1 Determinación de clases resultantes de la imagen

La clasificación no supervisada resultó en una imagen donde puede observarse la segmentación que presenta el bosque (Figura 13), en un rango de clasificación de 15–20 clases (Tabla 8).

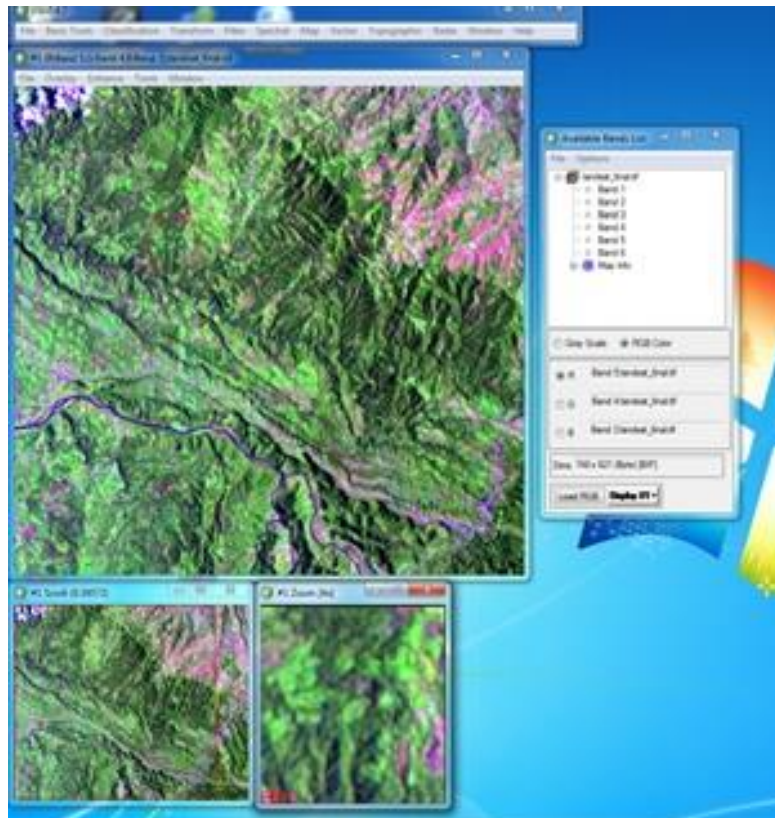
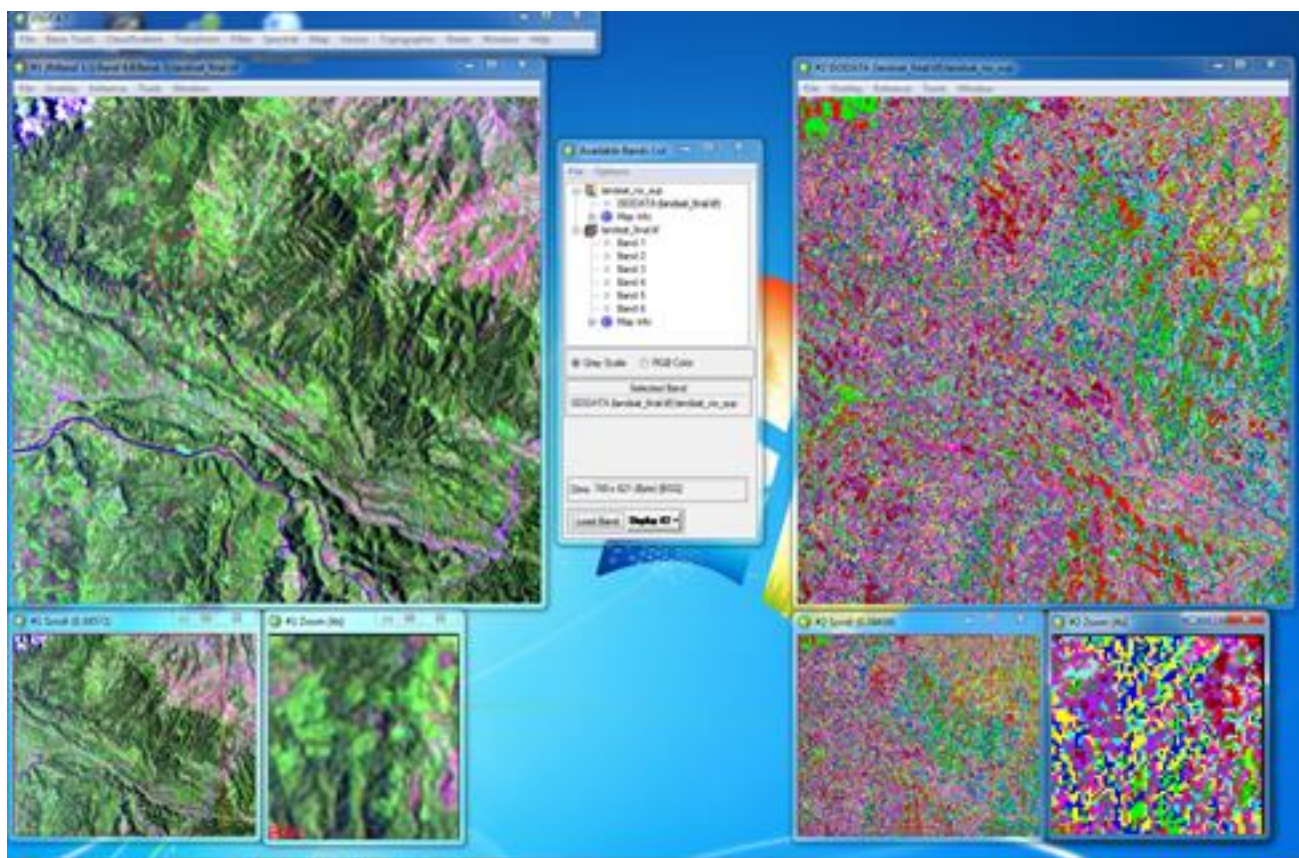


Figura 13. Despliegue de información en el software ENVI

**Tabla 8.** Clases resultantes de la clasificación no supervisada

Clases	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Clase 1	1828.62	4.40
Clase 2	4137.66	9.96
Clase 3	3845.61	9.26
Clase 4	3493.71	8.41
Clase 5	3735.63	9.00
Clase 6	3157.02	7.60
Clase 7	2395.89	5.77
Clase 8	2807.46	6.76
Clase 9	2886.21	6.95
Clase 10	2271.87	5.47
Clase 11	1503	3.62
Clase 12	885.06	2.13
Clase 13	1037.97	2.50
Clase 14	403.92	0.97
Clase 15	2312.64	5.57
Clase 16	1608.84	3.87
Clase 17	1362.69	3.28
Clase 18	108.18	0.26
Clase 19	875.52	2.11
Clase 20	871.65	2.10
<b>TOTAL</b>	<b>41529.15</b>	<b>100.00</b>

En cambio, el resultado del proceso de clasificación supervisada(Figura 14) resultó en una imagen de seis clases que son: bosque nativo, vegetación arbustiva, tierras agropecuarias (asociación pasto/cultivos anuales y semipermanentes), cultivos, pastizales y áreas pobladas.



**Figura 14.**Clases resultantes de la clasificación no supervisada

#### **4.1.2 Zonificación del área**

Según encuestas realizadas a la población de la localidad de Las Tolas (Tabla 9), y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia de Guala, dió como resultado que la actividad principal del área de estudio es la producción agrícola, el pastoreo de ganado bovino y la recolección de leña para consumo y venta a los centros poblados cercanos.

**Tabla 9.** Moradores encuestados en los recorridos

Nombre	Actividad
Enrique Inga	Guía (reportó varios encuentros en los últimos meses y reporto haber cazado a los monos), dueño de tierras, tiene ganado y zonas de cultivo
Marcelo Delgado	Guía (reportó varios encuentros en los últimos meses)
Galo Buitron	Dueño de Tierras en la zona (reportó varios encuentros en sus tierras)
Wilson Pozo	Dueño de Quinta
Livio Vinuesa	Guía (reportó varios encuentros mientras trabaja en sus tierras)
Fernando Muñoz	Morador
Oliva Galarza	Morador tiene Ganado y trabaja en la hacienda “carbón”
Jovanny España	Morador trabaja en sus tierras tiene cultivos
Jovanny Silva	Guía
Nectali Alarcon	Dueño de Tierras en la zona
Fredy Nastul	Morador (reportó que cazó una hembra de Cebus) trabaja en su propiedad

La validación de los resultados llevada a cabo con los habitantes de la localidad confirmarla existencia de primates dentro las zonas de bosque y de transición de bosque a pastos/cultivos (Tabla 10).

**Tabla 10.** Uso del suelo en el área de estudio

Tipo de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Nativo	18591.32	45.45
Vegetación Arbustiva	957.60	2.34
Tierras Agropecuaria (Asociación pasto/cultivos)	17878.50	43.71
Cultivos	351.97	0.86
Pastizales	3057.37	7.47
Áreas Pobladas	69.12	0.17
<b>TOTAL</b>	<b>40905.88</b>	<b>100</b>

Esta información sirvió de insumo para construir la zonificación del territorio de Las Tolas, con las siguientes cuatro zonas:

**Bosque nativo**—Esta zona comprende toda la parte alta del territorio de la comunidad. Esta área se caracteriza por ser un área con predominancia de vegetación nativa del lugar. La zona es aprovechada por los habitantes de las comunidades como área de recolección de productos no maderables.

**Zona de transición**—Esta zona representa la transición entre bosque y otros usos del suelo. En esta zona se realizan prácticas agrícolas con un sistema de rotación de cultivos que permite el descanso del terreno. Entre los principales cultivos encontramos cacao, yuca y plátano, los cuales son destinados principalmente al autoconsumo.

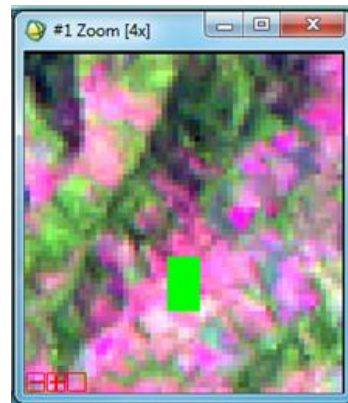
**Zona intermedia**—Esta zona se encuentra en la parte intermedia entre las zonas altas (descritas anteriormente) y la zona baja (descrita a continuación). Aquí se practica el pastoreo y los cultivos en los claros existentes. La zona también se caracteriza por su alta densidad vegetal y por áreas reforestadas.

**Zonas bajas**—En esta zona se realizan actividades agrícolas intensivas, por lo cual es considerada como la más importante para la economía del lugar. La producción es destinada al autoconsumo y venta en los poblados cercanos.

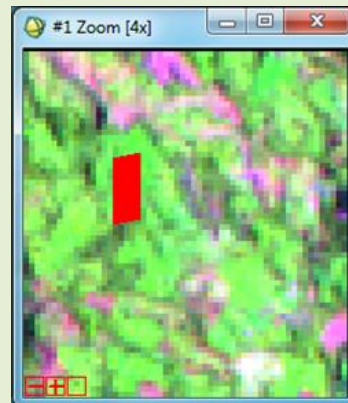
#### **4.1.3 Estado de fragmentación del bosque**

La fragmentación de las áreas de bosque nativo en Las Tolases es el resultado de los cambios relacionados a la forma y tamaño de superficie de los parches de bosque existentes. La fragmentación ha provocado un “*efecto de borde*” en el bosque; es decir, existe una presión sobre el ecosistema por parte de una vegetación distinta a la original (Figura 15).

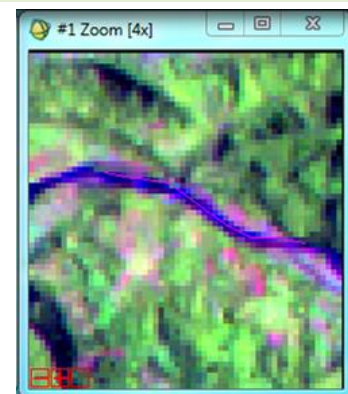
Muestra de Cultivos



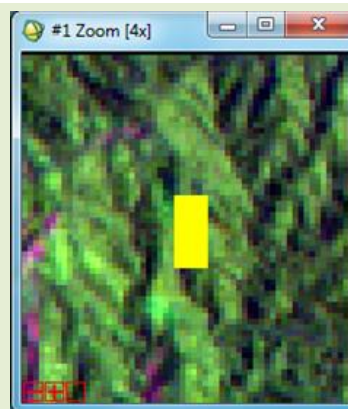
Muestra de Pasto



Muestra de Cuerpos de Agua

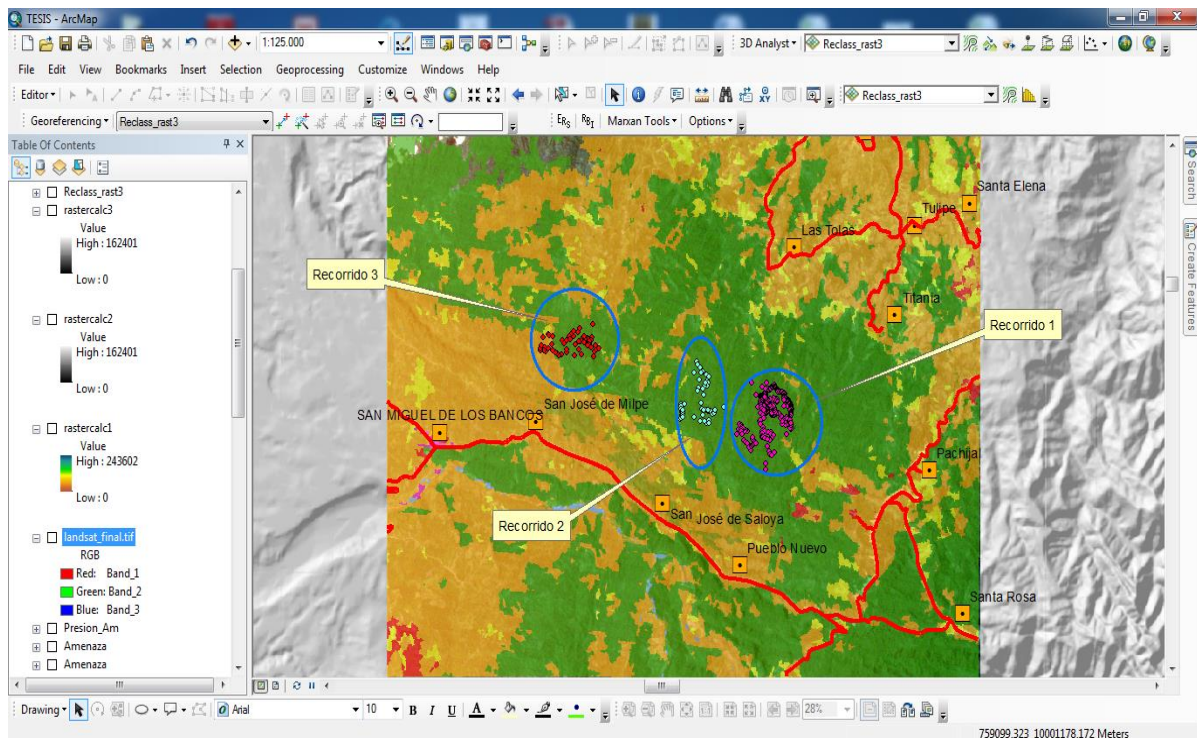


Muestra de Bosque Intervenido



**Figura 15.** Toma de muestras espectrales

La diferenciación en la cobertura vegetal provocada por la fragmentación ha resultado en bosques mejor conservados, con alta biodiversidad, en las partes altas con pendientes fuertes, mientras que en las zonas bajas, como resultado de la presión por el recurso, los bosques han sido altamente intervenidos por la expansión y la sobreexplotación del uso de la tierra con fines agropecuarios que han cambiado la cobertura del suelo (Figura 16).



**Figura 16.** Recorridos y procesos de fragmentación del bosque

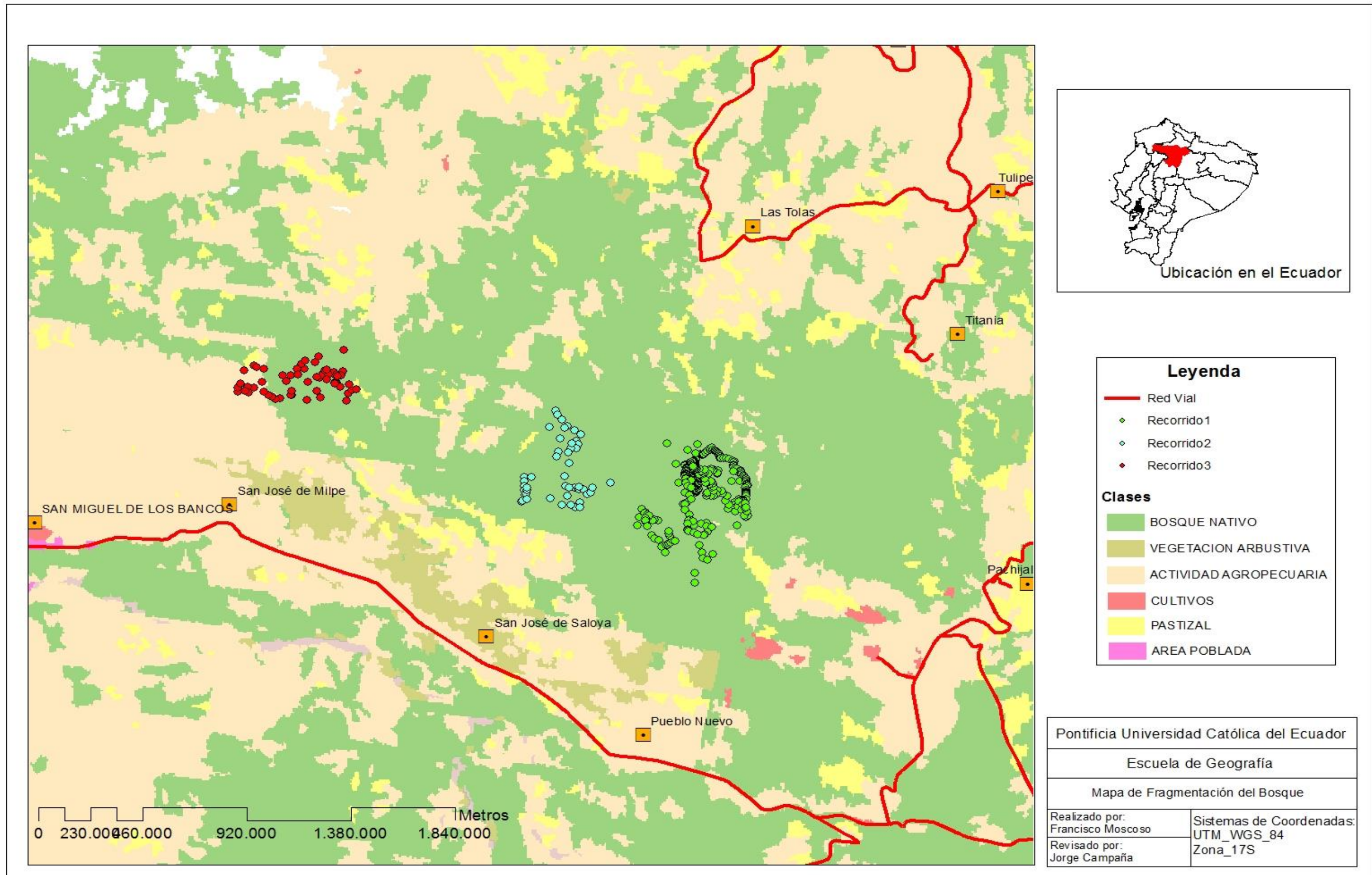
La actividad agropecuaria es el factor económico más importante de crecimiento y desarrollo de la localidad de Las Tolas y sus alrededores (Tabla 11).

**Tabla 11.** Superficie de los parches efecto de procesos de fragmentación

Parche	Superficie (Ha)	Forma	Distancia entre Parches
A	166.68	Alargada	Entre 1 – 5 Km
B	56.07		
C	11.43		
D	24.12		
E	83.97		
F	43.92		

El crecimiento económico ha contribuido a su vez al crecimiento demográfico (Figura 17).

**Figura 17.** Mapa resultado del análisis de fragmentación del Bosque frente a otros Usos del Suelo



## 4.2 Principales amenazas antrópicas que soporta el hábitat del mono machín (*Cebus albifrons aequatorialis*)

Las ponderaciones y procesos señalados en la sección 3.4 (Figura 18) identificaron una serie de amenazas para la conservación del mono machín que se describen a continuación.

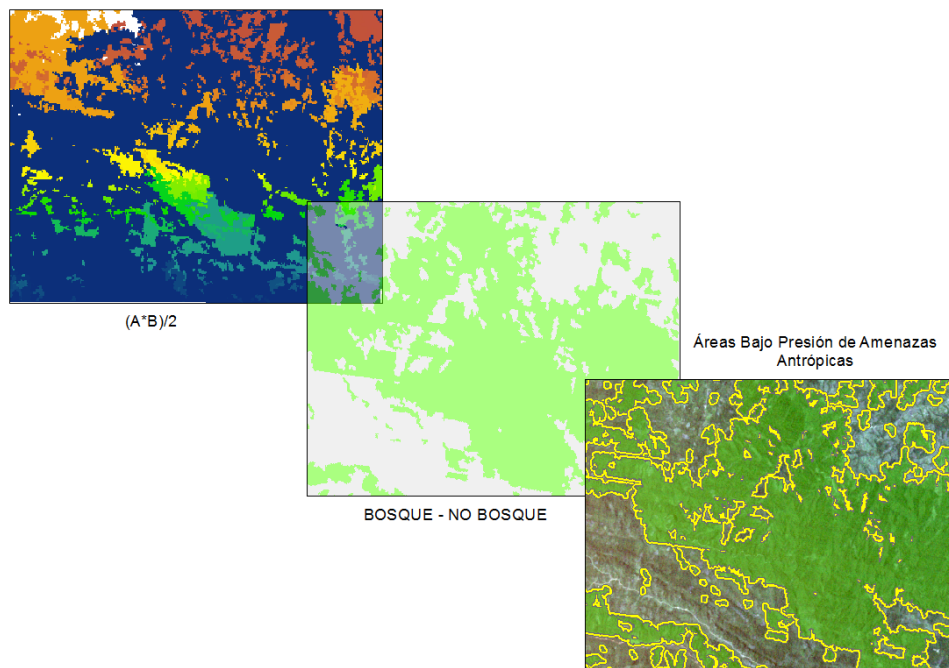
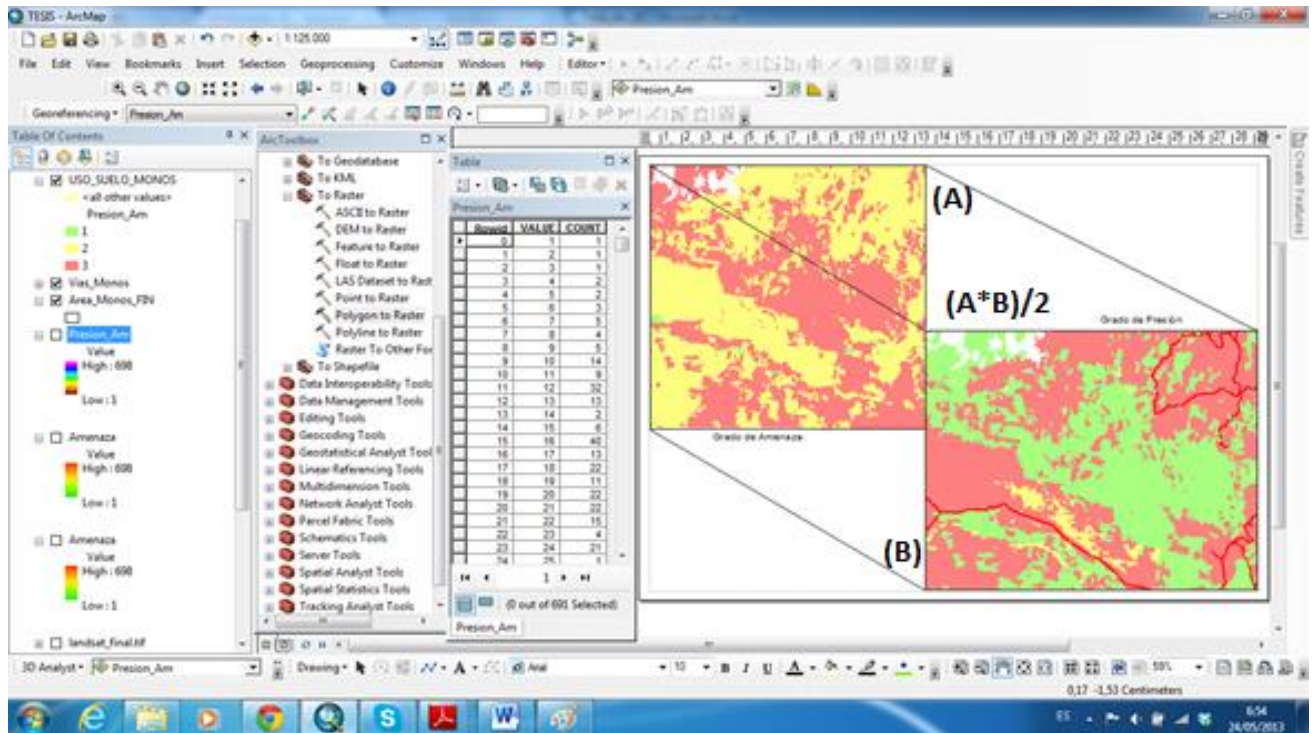


Figura 18. Grado de amenaza y presión

#### 4.2.1 Amenazas a la población del mono machín en Las Tolas

**Aislamiento geográfico**—La fragmentación del paisaje en la localidad de Las Tolas ha tenido como consecuencia la reducción del área del hábitat disponible para el mono machín (*Cebus albifrons aequatorialis*), con posibles decrementos en la densidad de la fauna que se encuentra en los remanentes. Otra consecuencia es que los remanentes de bosque se han aislado en diferentes grados, dando como resultado áreas sin conectividad entre ellas, disminuyendo así la capacidad de respuesta de la biota frente a los procesos de fragmentación (Tabla 12). Los remanentes tienen una distancia entre sí de aproximadamente 1–5 km.

**Tabla 12.** Ubicación de parches con menor extensión de superficie

Parches			
X	Y	Altura	Tipo de cobertura
744834	4090	1280	Bosque secundario
744745	4584	1291	Bosque secundario
744669	4377	1366	Zona Boscosa con Extracción de Madera
744729	4074	1287	Bosque maduro
747418	3961	1531	Bosque maduro
747427	4169	1497	Bosque maduro
747354	4192	1579	Vegetación Natural
739806	6685	1175	Zona Boscosa con Extracción de Madera

**Aislamiento genético**—Los parches pequeños de bosque tienen influencia directa en el aislamiento genético que podría sufrir el mono machín, ya que su supervivencia está cada vez más presionada por el efecto de borde que cada vez más, conlleva hacia la desaparición de estos pequeños parches, imposibilitando el intercambio genético entre las poblaciones aisladas.

**Prácticas humanas inadecuadas**—Las zonas conservadas de bosques maduros, que generalmente se encuentran lejos de las vías de comunicación o en zonas con difícil acceso, contrastan con las zonas deterioradas, que generalmente se encuentran en zonas bajas con pendientes no muy fuertes y donde el fenómeno de segmentación de ambientes

imposibilita la continuidad de espacios boscosos. De hecho, las tierras agropecuarias ocupan el 43.71% del área de estudio. Esta realidad se explica por las presiones provocadas por determinadas prácticas humanas, muy comunes en estas localidades, y que se describen a continuación.

**(1) Prácticas agropecuarias incorrectas**

Dentro de la localidad de Las Tolas, las prácticas agroforestales tradicionales como la asociación de cultivos y pastos con árboles, o las llamadas fronteras vivas, se han venido perdiendo con el pasar de los años. En la actualidad, la actividad agropecuaria se desarrolla de manera extensiva, arrasando con los bosques para transformarlos en áreas de cultivos y pastos. Esta práctica es llevada a cabo tanto entre los pequeños propietarios de tierras como entre los grandes. Este tipo de uso del suelo se refiere a la dinámica temporal de cultivos transitorios a pastos: con el pasar del tiempo, o las necesidades de los habitantes, las zonas que fueron inicialmente utilizadas con fines agropecuarios se han destinado para pastizales o cultivos semi-permanentes (Tabla 13).

**Tabla 13.** Superficies de clases de cobertura vegetal y uso del suelo.

Clase	Tipo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
1	Bosque Nativo	18591.32	45.45
2	Vegetación Arbustiva	957.60	2.34
3	Tierras Agropecuarias (Asociación pasto/cultivos)	17878.50	43.71
4	Cultivos	351.97	0.86
5	Pastizales	3057.37	7.47
6	Áreas Pobladas	69.12	0.17
<b>TOTAL</b>		<b>40905.88</b>	<b>100</b>

**(2) Tala selectiva de madera**

En la localidad de Las Tolas, como en la mayor parte del país, se ha generalizado el ver a los bosques como un recurso prioritariamente de extracción de madera, sin tomar en cuenta los beneficios que la integridad de los ecosistemas ofrecen. La falta de control forestal afecta sobre todo a las áreas remanentes de bosque nativo que se encuentran alrededor de Las Tolas debido que están sujetos a procesos de desmembramiento del bosque (Tabla 14).

**Tabla 14.**Ubicación de áreas de extracción de madera

Áreas de Tala			
X	Y	Altura (metros)	Tipo de Cobertura
739806	6685	1175	Zona boscosa con extracción de madera
740379	6252	1004	Zona boscosa con extracción de madera
739034	6048	972	Zona boscosa con extracción de madera
738860	6123	933	Zona boscosa con extracción de madera
738554	6041	909	Zona boscosa con extracción de madera
738549	6128	1012	Zona boscosa con extracción de madera
738599	6221	993	Zona boscosa con extracción de madera
746783	4180	1372	Zona boscosa con extracción de madera
744488	5668	1552	Zona boscosa con extracción de madera
744873	4888	1364	Zona boscosa con extracción de madera
744782	4891	1383	Zona boscosa con extracción de madera
744650	4319	1336	Zona boscosa con extracción de madera
744677	4113	1317	Zona boscosa con extracción de madera
744610	3741	1167	Zona boscosa con extracción de madera
744385	3871	1222	Zona boscosa con extracción de madera
743911	4030	1281	Zona boscosa con extracción de madera
743937	3962	1243	Zona boscosa con extracción de madera
743956	3857	1232	Zona boscosa con extracción de madera
743956	4036	1213	Zona boscosa con extracción de madera
740617	6019	1132	Zona boscosa con extracción de madera
744783	3727	1356	Zona boscosa con extracción de madera
744707	3918	1237	Zona boscosa con extracción de madera
740345	6450	1057	Zona boscosa con extracción de madera
740278	5756	1102	Zona boscosa con extracción de madera
740395	6405	985	Zona boscosa con extracción de madera
740472	6154	1099	Zona boscosa con extracción de madera
740410	6360	1082	Zona boscosa con extracción de madera

### ***(3) Conflictos de tierra***

Son varias las modalidades mediante las cuales los dueños de espacios naturales han accedido a las tierras. Una de las prácticas más comunes es la ocupación y la posesión ilegal. Al noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, los conflictos por invasiones y

tráfico de tierras han abatido el bosque, atentando incluso a la integridad de los habitantes asentados en centros poblados legalmente constituidos. Los conflictos también se presentan por la falta de claridad en los linderos y superficies de los entornos, incluyendo los linderos con áreas protegidas.

#### ***(4) Caza y tráfico de especies silvestres***

Las prácticas de caza, tráfico de animales y tráfico de plantas silvestres son efectuados por pobladores locales y foráneos en varias zonas rurales del Distrito Metropolitano de Quito. En las áreas protegidas y de amortiguamiento cercanas a la localidad de Las Tolas, se han registrado casos de caza y captura con fines de comercialización de varias especies de vertebrados. Asimismo, plantas como orquídeas, bromelias y musgos son extraídas principalmente de aquellos bosques nativos que carecen de protección.

De acuerdo a las encuestas, pocas personas admitieron haber cazado algún ejemplar de *Cebus*. Sin embargo, en conversaciones informales con los lugareños, ellos platicaban abiertamente la caza de animales. Esto es preocupante dado que en la zona el mono machín comparte su hábitat con otros animales como el burricón (*Leopardus tigrinus*), el puma (*Puma concolor*) y el mono aullador (*Alouatta palliata*), todos los cuales son considerados como especies en categoría vulnerable (VU). La actividad de caza es muy común en la zona noroccidental de la provincia de Pichincha; de hecho, varios de los caminos por donde se realizaron los recorridos eran empleados para la actividad de caza y transportación de madera por arrastre.

#### ***(5) Ineficiente capacitación y organización de las habitantes***

Uno de los factores que ha influido en el desarrollo de las actividades de impacto negativo arriba descritas es la precaria información, conocimiento y sensibilidad de la población respecto a la protección ambiental. Esto está relacionado con la poca capacidad de organización y de articulación que tienen los actores locales. En general, en las comunidades visitadas se identificó una débil capacitación sobre la importancia de conservar el ambiente, así como también la falta de iniciativas para establecer acuerdos y alianzas entre actores locales y con instituciones externas que garanticen los procesos a largo plazo. Por ejemplo, en la actualidad una comunidad se encuentra incursionando en

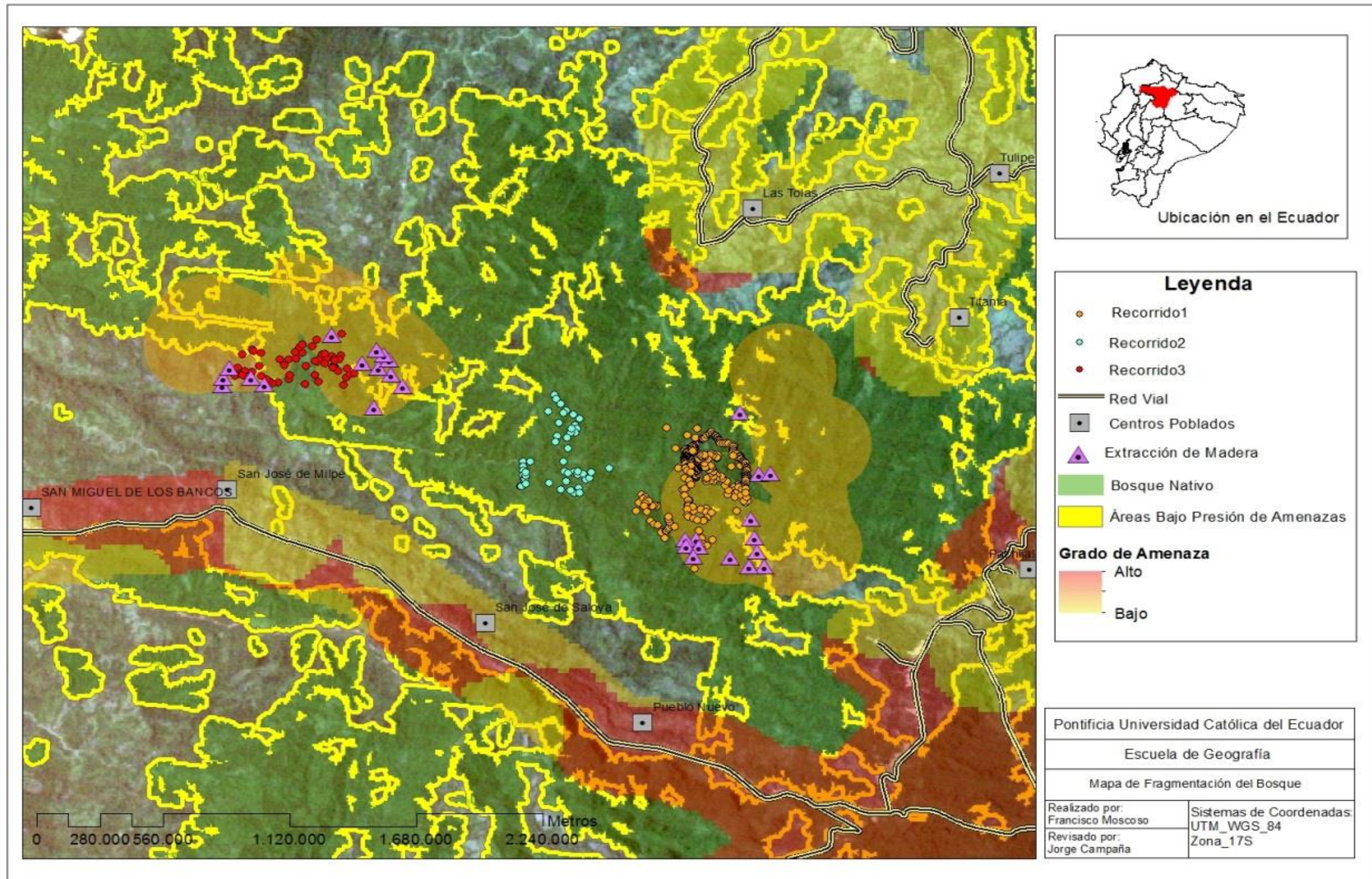
iniciativas de turismo sustentable, pero sin ningún plan de manejo que los guie a plasmar sus deseos.

Este conjunto de amenazas antrópicas y su grado de importancia (Tabla 15), junto con los análisis de distancias y áreas de influencia de vías, sitios de extracción de madera, y ubicación de centros poblados, contribuyeron al análisis que dio como resultado la ubicación de las amenazas antrópicas que soporta el hábitat del mono machín (Figura 19).

**Tabla 15.** Amenaza en grado de importancia

Importancia	Valor
Extremadamente Importante	5
Muy Importante	4
Importante	3
Medianamente Importante	2
Poco Importante	1

Figura 19. Mapa resultado del análisis de amenazas antrópicas



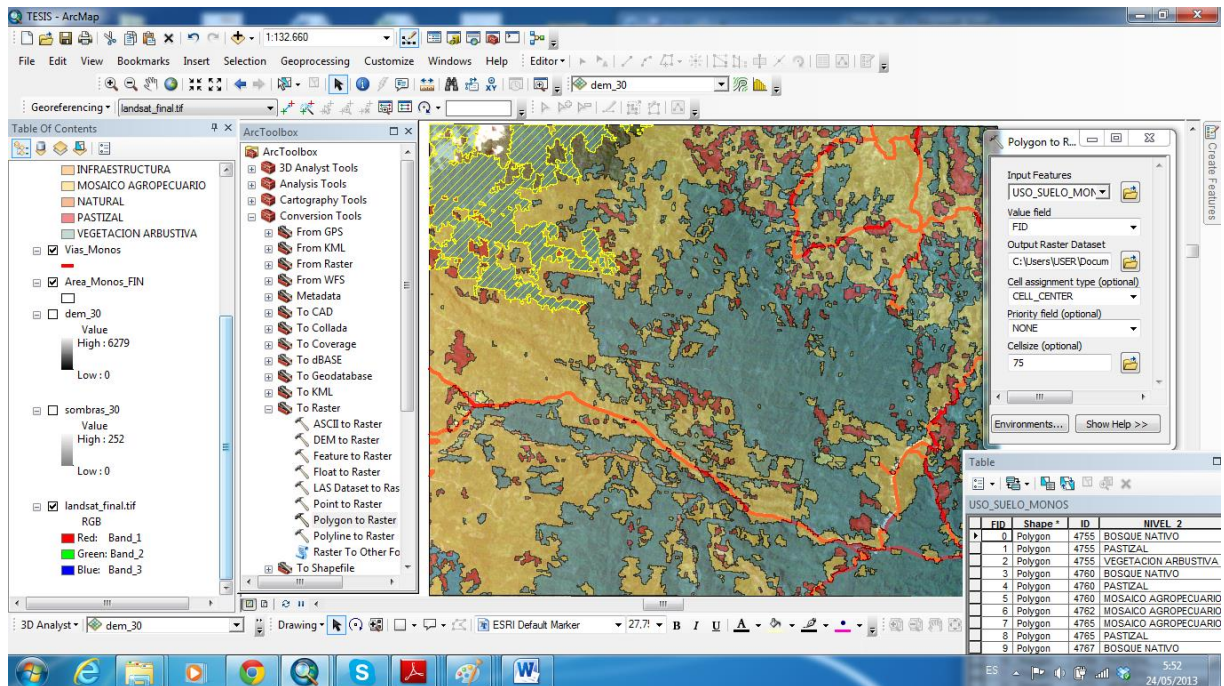
### 4.3 Definición de áreas prioritarias de conservación para la subsistencia de *Cebus albifrons aequatorialis* en el área de Las Tolas.

Teniendo en cuenta el patrón de comportamiento del *Cebus albifrons aequatorialis*, (Tabla 16), los resultados de dinámica en el cambio de uso del suelo y estado de fragmentación (Objetivo 1) y los resultados de la identificación de las amenazas latentes que sufre el mono machín (Objetivo 2), se pudo identificar áreas prioritarias de conservación que mayormente son las zonas altas con vegetación boscosa continua con un grado bajo a moderado de fragmentación.

**Tabla 16.** Puntos GPS de encuentros con *Cebus albifrons aequatorialis*

Grupo	Lugar	N-S	E-O	Altitud	Tipo de Vegetación
Cebus 1	Tierras Wilson Pozo	744834	4090	1280	Zona de pendiente, área en buen estado
Cebus 1	Cooperativa Rumiñahui	744745	4584	1291	Remanente de bosque nativo
Cebus 1	Tierras Wilson Pozo	744669	4377	1366	Remanente de bosque, extracción de madera
Cebus 2	Tierras Galo Buitrón	744729	4074	1287	Bosque nativo
Cebus 2	Tierras Galo Buitrón	747418	3961	1531	Bosque nativo
Cebus 2	Tierras Galo Buitrón	747427	4169	1497	Bosque nativo
Cebus 2	Tierras Galo Buitrón	747354	4192	1579	Bosque nativo
Cebus 3	Pachijal (Tierras Livio Vinuesa)	739806	6685	1175	Áreas de extracción de madera y paso de ganado

Las zonas destinadas a actividades agrícolas evidentemente no se toman en cuenta para el análisis de áreas prioritarias de conservación debido a los conflictos de territorio que podrían producirse (Figura 20).



**Figura 20.** Localización de áreas de bosque mejor conservadas

### 4.3.1 Ponderación de amenazas

Para la ponderación de amenazas, se tomaron en cuenta los avistamientos de los individuos de mono machín registrados en los recorridos, tanto en el área de bosque y en áreas de transición entre bosque y otro uso (Tabla 17).

**Tabla 17.** Recorridos, grupo observado

Recorrido/Grupo	Hembras	Machos	Actividad	Total Individuos
1	3	2	Alimentación	5
2	9	6	Traslado / Alimentación	15
3	3	1	Traslado	4

El resultado del análisis realizado por el equipo de campo y los moradores de Las Tolas utilizando las matrices de calificación (Tabla 18) dieron valores altos a las zonas de bosque ubicadas en las partes altas, estableciéndolas como áreas de priorización para la conservación del hábitat del mono machín (Tabla 19).

**Tabla 18.** Calificación promedio, según SAATY

Escala Cualitativa	Calificación Promedio (A)
Extremadamente Importante	Mayor de 4.5
Muy Importante	Mayor de 3.5 y menor o igual a 4.5
Importante	Mayor de 2.5 y menor o igual a 3.5
Medianamente Importante	Mayor de 1.5 y menor o igual a 2.5
Poco Importante	Menor o igual 1.5

**Tabla 19.** Amenazas localizadas dentro del área de estudio

Amenazas	Valor (B)
Ampliación de la frontera agrícola	5
Ampliación de la frontera ganadera	5
Extracción de madera selectiva	4
Expansión de área antrópica	3
Cacería	4
Senderos y caminos	3

El análisis de ponderación y ubicación de amenazas facilitó la aplicación de numeración booleana en el proceso de clasificación de la vegetación en Bosque y No Bosque, con el fin de combinar criterios para obtener áreas bajo presión de amenazas dentro del hábitat del mono machín *Cebus albifrons aequatorialis*. Se determinó que las áreas con mayor nivel de amenaza por su importancia ecosistémica son las áreas dentro del bosque natural que soportan los embates de la presión por los recursos; estas áreas cumplen la función de amortiguar y no dejar que avance la frontera agrícola, y regulan la sobre- y sub-utilización del suelo y las fuentes hídricas. Es en estas áreas donde el mono machín tiene sus áreas de forrajeo y reproducción. Se denotó además que las áreas que ejercen presión ante el bosque son los pastizales, zonas de cultivos y otras áreas de origen antrópico (Tabla 20).

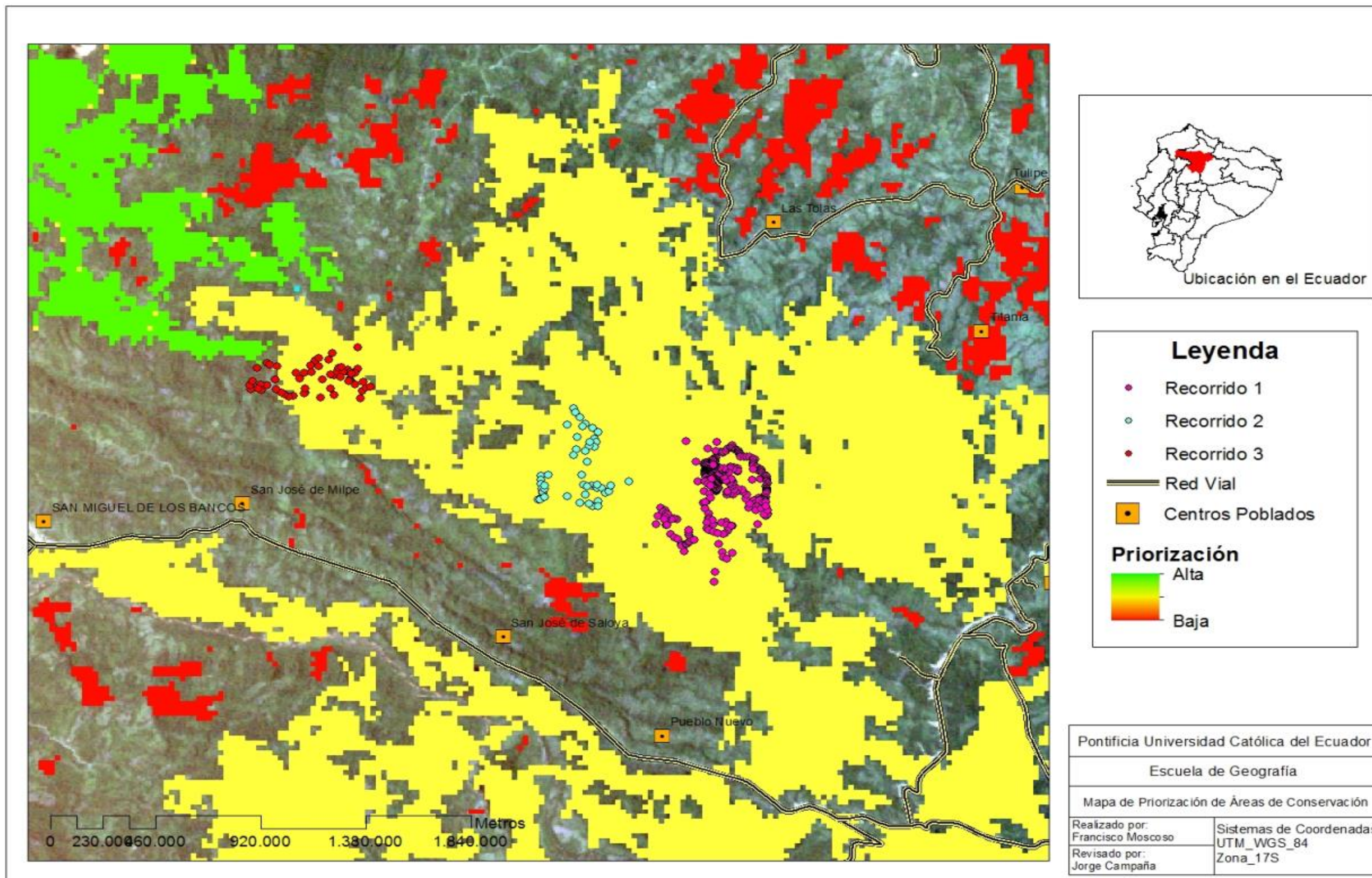
**Tabla 20.** Áreas amenazadas y áreas que ejercen presión sobre el bosque

Tipo de Uso	Superficie (ha)	Área Amenazada (A)	Presión de Amenaza (B)
Bosque Nativo	18591.32	3	1
Vegetación Arbustiva	957.60	2	2
Tierras Agropecuarias (Asociación pasto/cultivos)	17878.50	2	3
Cultivos	351.97	1	3
Pastizales	3057.37	2	3
Áreas Pobladas	69.12	1	3

### 4.3.2 Caracterización de priorización

Las áreas boscosas alrededor de Las Tolas se caracterizan por encontrarse en la ceja de la cordillera, estas áreas están formadas por remanentes de bosque nativo en buen estado. Las formaciones vegetales que se presentan son bosque siempre verde montano bajo y bosque siempreverde piemontano; estas áreas de priorización son remanentes constituidos por bosques secundarios con pequeños fragmentos en proceso de sucesión natural, y a sus alrededores grandes extensiones de pastos y cultivos agrícolas. Debido a la presencia de especies nativas de flora y fauna, estas áreas fueron las que en el análisis espacial fueron determinadas como áreas prioritarias de conservación para la subsistencia de las poblaciones de *Cebus albifrons aequatorialis*, en la localidad de Las Tolas (Figura 21).

Figura 21. Mapa resultado de áreas prioritarias de conservación



## CONCLUSIONES

En general, el área donde se llevaron a cabo los recorridos, presenta un proceso de fragmentación, mismo que ha puesto en evidencia el aislamiento que existen entre grupos de *Cebus albifrons aequatorialis*. En las zonas altas disminuye el grado de fragmentación y amenaza, debido a la orografía que hace que los pobladores no incursionen muy seguidos en estas áreas.

Mediante las observaciones realizadas en el campo se pudo determinar que las causas de fragmentación del hábitat del *Cebus albifrons aequatorialis* en la localidad de Las Tolas, y una de las amenazas principales que presiona estas áreas de importante diversidad biológica, es la expansión de la agricultura. En las áreas donde se concentraron los recorridos y avistamientos del *Cebus albifrons aequatorialis*, se apreció que esta especie cuenta con un hábitat en buenas condiciones. Lo preocupante es la presencia de áreas deforestadas, dando como resultado parches de bosque donde algunos grupos se están quedando aislados. Esta situación se agrava porque la población en general considera a estos primates como plaga, debido que al no encontrar alimento, muchos de estos grupos de primates se alimentan en los sembríos, lo cual causa que sus poblaciones disminuyan a causa de la caza.

Al desarrollar este estudio, nos encontramos con la presencia de especies nativas amenazadas como el burricón (*Leopardus tigrinus*), el puma (*Puma concolor*) y el mono aullador (*Alouatta palliata*), las mismas que son consideradas especies vulnerables. Estas especies comparten las áreas prioritarias de conservación que se identificaron para el *Cebus albifrons aequatorialis*.

Es de suma importancia llevar a cabo un plan de manejo participativo al noroccidente de la provincia de Pichincha, donde se integren procesos culturales, de conservación y productivos con el fin de dinamizar la economía local. Dichas actividades que integran de forma directa a la comunidad se deben difundir a través de los medios masivos de comunicación y del mismo FONSAL o el GAD Provincial de Pichincha.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar planes de manejo participativos, actualizando los registros de especies amenazadas, nativas y endémicas de los bosques con mayor grado de amenazas antrópicas al noroccidente de la provincia.

Nombrar a las áreas prioritarias de conservación como bosques protectores.

Capacitar a los pobladores en alternativas productivas y de conservación. Se debe incidir dentro del proceso de toma de decisiones en cuanto a la construcción de infraestructura, con el fin de no fraccionar los bosques. Realizar actividades de reforestación con especies nativas en zonas degradadas y donde haya una amenaza evidente del avance de la frontera agrícola.

Exigir a las autoridades correspondientes un mayor control o cumplimiento de las normas establecidas en materia forestal, evitando así el tráfico de madera.

Realizar estudios sobre corredores biológicos que unan las áreas de conservación que se encuentran al noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, teniendo como normativa la creación de cercas vivas alrededor de áreas ganaderas y agrícolas.

## BIBLIOGRAFÍA

ALBUJA, L Y R. ARCOS. 2007. “**Evaluación de las Poblaciones de *CebusalbifronsAequatorialis*** en los bosques Suroccidentales Ecuatorianos”. Politécnica, 27(4), Biología 7.,pp. 58–67.

ALBUJA, L. M. IBARRA, J. ÚRGELES Y R. BARRIGA. 1980. “**Estudio preliminar de los Vertebrados del Ecuador**”. Edit. Escuela Politécnica Nacional, Quito.,pp. 42–54

ARCE M, Ortega, G. 2005. “**Actualización cartográfica con imágenes satelitales**”, Tesis de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile Dep. Geografía. Santiago-Chile., pp: 10–58.

ARCOS, R., Y A. RUIZ. 2004. “**Estado Poblacional de cuatro especies de primates en los remanentes boscosos del noroccidente ecuatoriano**”. En: Memorias de las XXVIII Jornadas Nacionales de Biología. Universidad de Guayaquil., pp 81

ARCOS, R., Y A. RUIZ. 2006. “**Uso del Hábitat y Patrones Conductuales de mono aullador (*Allouattapalliata*) en la Cuenca del Río Pachijal, Noroccidente de la Provincia de Pichincha**”. Tesis Doctoral, Universidad Central del Ecuador, Quito., pp: 42–48

BUSTAMANTE, R. Y A. GREZ. 1995. “**Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos**”. Ciencia y ambiente., pp: 58–63.

CAÑADAS, L. 1983. “**El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador**”.MAG-PRONAREG. Quito-Ecuador.

CHUVIECO, E. 2000. “**Fundamentos de Teledetección Espacial**”, Ed. Rialp. Madrid-España., pp: 38–75 / 256–297

COX, N; CHANSON, J & STUART S. 2007.“**El Estado de Conservación y la Distribución Geográfica de Reptiles y Anfibios de la Cuenca del Mediterráneo**”, Programa de Especies de la UICN, S/F., pp.: 9–10.

DMA. 2005. “**Atlas Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito**”, Dirección Metropolitana Ambiental. Quito-Ecuador.,pp: 61–70

DMQ. 2010. “**Áreas Naturales del distrito Metropolitano de Quito: Diagnóstico Bio-ecológico y Socio-ambiental**”. Distrito Metropolitano de Quito. Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales., pp: 47–51.

ECOTONO. 1996. “**Fragmentación y Metapoblaciones**”. Centro para la Biología de la Conservación. Ed Invierno., pp: 26–27.

EMMONS, L. Y F. FEER. 1999. “**Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical**”, Una Guía de Campo. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra Bolivia.

ENVI, 2004. “**User’s Guide**”. Research Systems Inc. 4.1 Edition. pp.: 575–617.

GOMEZ & BARREDO. 2005. “**Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio**”. 2da edición. Madrid-España., pp: 121–135.

GONZÁLEZ - SOLÍS ET AL. 2001. “**Densidad de Población de Primates en un Gran Fragmento de la Selva Atlántica de Brasil**”. Biodiversidad y Conservación., pp: 167–182

HEYMANN, W., ENCARNACIO, C. y CANAQUIN, E., 2002. “**Primates of the Río Curaray, northern Peruvian Amazon**”. Int. J. Primatol 23(1)., pp: 191–201

LABRADOR, M. & ÉVORA, J. 2012. “**Satélites de Teledetección para la Gestión del Territorio**”. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias.. pp: 13–21

LAMBIN, E. 1994. “**Modelling Deforestation Processes. A Review. Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites (TREES)**”. TREES Series: Research Report No. 1. Publicado por la Comisión Europea, Luxemburgo., pp: 58–63.

MAE, 2012. “**Proyecto Mapa de Vegetación**”. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural.

MAE, 2012. “**Proyecto Mapa Histórico de Deforestación**”. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural.

MADDEN, R. L. ALBUJA. 1989. “**Estado actual de Ateles fusciceps en el Noroccidente Ecuatoriano**”. Rev. Politecnica, Voll. XIV: No. 2, pp: 113–157.

MATTEUCCI S., 2007. **“Panorama de la Ecología de Paisajes en Argentina y Países Sudamericanos”**. Grupo GEPAMA. Buenos Aires-Argentina., pp: 125–139.

MEYER. W., Y TUMER B., 1994. **“Global land-use and land-cover change: report of working group A”**. Tumer II Edi. Changes in land use and land cover: a perspective. Cambridge University Press., pp: 75–80.

NAVARRO-FERNANDEZ, E., C. POZO. DE LA TIJERA y E. ESCOBEDO. 2003. **“Afinidad Ecológica y Distribución Actual de Primates (Cebidae) en Campeche”**. México. Rev. Biol. Trop. 51(2)., pp: 591–600.

ORMEÑO VILLANOS.2006; **“Teledetección Fundamental”**; 3ra edición; E.U.; pp: 50–59.

PDOT-GAD-GUALEA. 2010. **“Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Gualea”**. SENPLADES., pp: 6–12,15–18, 30 –38, 46–58

PRIMACK. 1998. **“Fundamentos de la Biología de la Conservación”**. 2da edición. Massachusetts-USA., pp: 660.

SÁNCHEZ J., 1990. **“Espacio, economía y sociedad”** Economía y demografía. Siglo Veintiuno de España Editores S.A., pp: 11–23.

SANTOS. J., 2006. **“Pérdida y Fragmentación del Hábitat: efecto sobre la conservación de las especies”**. Ed, Ecosistemas., pp: 3–12.

SIERRA, R. (Ed). 1999. **“Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental”**. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco Ciencia. Quito-Ecuador.

TIRIRA, D, 2007. (a)**“Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador 6”**Edit. Murciélago Blanco, Quito-Ecuador., pp: 37–40

TIRIRA, D. 2007. (b) **“PRIMENET”**. Edit, Murciélago Blanco & Terra Incógnita. Quito-Ecuador., pp: 119–121.

TIRIRA, D. (ED.). 2011. **“Libro rojo de los mamíferos del Ecuador”**. SIMBIOE/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serio Libros Rojos del Ecuador, Tomo 1. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador 4. Quito., pp: 71–72

WILKIE D. Y FINN J. 1996. **“Remote Sensing Imagery for natural resources Monitoring”**.Columbia University ERDAS Field Guide” NY-USA., pp: 11–36.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Encuesta realizada a los pobladores de los alrededores del área de estudio, modelo de encuesta tomado del registro de primates (Primanet).

1. Detalle:

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_ Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

2. Describa la localidad de su observación:

Nombre del sitio dónde observó el(los) primate(s): \_\_\_\_\_

Describa el lugar (tipo de bosque, zona protegida, intervenida, poblado, etc.):

\_\_\_\_\_

Cerca de (poblado más cercano): \_\_\_\_\_

3. Describa su observación:

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ (am / pm)

Nombre de la especie observada (nombre común o científico):

\_\_\_\_\_

Número de individuos: total \_\_\_\_\_

Estado: silvestre \_\_\_\_\_ cautivo \_\_\_\_\_

Actividad (que hacía el animal): \_\_\_\_\_

Comentarios adicionales: \_\_\_\_\_

**Anexo 2.** Fotografía tomada dentro del perímetro de una de las fincas del área de estudio, Mono Machín *Cebus albifrons aequatorialis*.



Fotografía tomada por: Francisco Moscoso

**Anexo 3.**Evidencia de Fragmentación del Bosque, por incidencia de pasturas y cultivos.



Fotografía tomada por: Francisco Moscoso