

Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar – Ecuador.

Silvia Salgado, Franz Betancourt, y Francisco Cuesta C.

Unidad de Ecología Espacial
Laboratorio de SIG & SR
EcoCiencia



Para: Round River Foundation, Cleveland Metroparks Zoo, Fundación Cordillera Tropical



Quito, enero de 2007

Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar – Ecuador.

Salgado S[†], F. Betancourt^{†£}, F. Cuesta[†]

[†] Unidad de Ecología Espacial, EcoCiencia. P.O. Box. 17-12-257. Correo electrónico: salgado@yahoo.com, andes@ecociencia.org

[£] Laboratorio de Sistemas de Información y Sensores Remotos, EcoCiencia. Correo electrónico: sig@ecociencia.org

Resumen

El mapeo de la cobertura vegetal y el uso del suelo es un factor crítico para delinear posibles escenarios de conservación. En la cuenca alta del río Mazar, el entender las relaciones de la vida silvestre con los patrones del uso del suelo es una necesidad urgente con el fin de generar una herramienta de planificación que permita identificar áreas prioritarias de protección en la región. Así, en este estudio generamos un mapa actual de cobertura vegetal y uso del suelo con base a sensores remotos y un levantamiento de vegetación (composición y estructura) realizado en campo. El análisis de los datos muestra claramente la presencia de cuatro formaciones vegetales además de cinco clases de vegetación en diferentes estados de intervención y tres coberturas dominantes de uso del suelo. Las formaciones vegetales presentes son el bosque de neblina montano, el bosque siempre-verde montano alto, páramo arbustivo y el páramo herbáceo. Los pastos plantados, el maíz y las papas son los principales elementos que componen el paisaje en los límites inferiores del área de estudio. El páramo herbáceo es la cobertura de vegetación dominante del paisaje cubriendo cerca del 31% seguida por el bosque de neblina montano (15%). Por el contrario, el páramo arbustivo es la cobertura vegetal más restringida con apenas el 9% del área de estudio.

El análisis del paisaje muestra que el área de estudio mantiene un alto grado de conectividad entre los ecosistemas de páramo y el bosque altoandino en la porción norte. Sin embargo, el área está severamente fragmentada entre el norte y sur a lo largo de la carretera que sigue la cuenca del río Dudas. Por otra parte, la alta tasa de conversión del bosque de neblina interrumpe la conectividad vertical entre las distintas formaciones vegetales. Este hecho puede tener serias implicaciones en la salud de las poblaciones de mamíferos de montaña debido al uso estacional de recursos a lo largo de la gradiente altitudinal por lo que es posible que recursos críticos para la especie se encuentren localmente extintos o aislados a fragmentos inaccesibles. Adicionalmente, el gran efecto de borde que tienen las zonas antrópicas con el bosque de neblina, redundan en un incremento en la incidencia de conflictos entre campesinos y carnívoros de montaña por eventos de depredación de ganado o competencia por espacio. En este escenario debemos entender que la identificación y creación de áreas de conservación es un proceso complejo que requiere de un entendimiento de los factores sociales, políticos e institucionales preponderantes de una región.

1. Introducción

La pérdida y fragmentación de hábitat son dos de las principales causas que afectan la supervivencia de especies silvestres a escala global (Myers *et al.* 2000). Debido a los amplios requerimientos de extensas áreas de hábitats muy particulares, los esfuerzos de conservación enfocados en grandes mamíferos requieren de un enfoque a escala de paisaje. El mapeo del hábitat a través de sensores remotos (SR) es una técnica ampliamente utilizada en la investigación de vida silvestre (p.ej. Turner *et al.* 2001; Liu 2001; Salvatori *et al.* 2001; Parra *et al.* 2004) debido a su capacidad en procesar gran cantidad de datos en áreas extensas con resultados altamente confiables. Las aplicaciones de los SR en la conservación y manejo de vida silvestre son muy diversos. Comúnmente han sido empleados en identificar áreas de conservación (p.ej. corredores), delinear los nichos potenciales de algunas especies silvestres (Anderson *et al.* 2003; Raxworthy *et al.* 2003), cartografiar la idoneidad del hábitat de una especie en particular (Apps 2002; Cuesta *et al.* 2003), e incluso en predecir los cambios en las distribuciones de especies debido a efectos de cambio climático (Peterson *et al.* 2001; Thuiller *et al.* 2005).

La cuenca alta del río Mazar es una región caracterizada por un complejo mosaico de páramos y bosques andinos en diferentes estados de salud, intercalados con diferentes usos del suelo y regímenes de propiedad (p.ej. tierras comunales, estatales y privadas). Esta región colinda con el límite sur-occidental del Parque Nacional Sangay y constituye una de las áreas de la sierra central oriental más importantes para la preservación de ecosistemas de montaña en esta porción del país. Más aun, existe un grupo de instituciones (ONG y comunas) encabezadas por la Fundación Cordillera Tropical interesadas en apoyar al manejo del Parque Nacional Sangay (PNS) y lograr que esta región sirva como una real zona de amortiguamiento para el Parque. Más aun, se espera que los procesos de gestión y manejo impulsados por este grupo de instituciones permita la conservación de grandes mamíferos tales como el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*). Así, de acuerdo a las perspectivas de gestión para el manejo de esta zona (S. White com. Pers.), es necesario realizar un análisis del estado de conservación de los ecosistemas presentes con el fin de generar una herramienta de planificación que permita identificar áreas prioritarias de protección en la región.

En este contexto, un primer enfoque adecuado para promover procesos de conservación de fauna silvestre en la Cuenca alta del río Mazar, puede estar sustentado en evaluar las condiciones del paisaje y sus ecosistemas asociados que mantienen las poblaciones de oso andino y tapir de montaña presentes en la región. La racionalidad detrás de este enfoque es la de usar posteriormente esta información para determinar las relaciones espaciales de las características del paisaje y sus ecosistemas con estas especies. El entendimiento de estas relaciones son cruciales para desarrollar una estrategia adecuada para la conservación de la fauna silvestre en la cuenca del río Mazar.

El objetivo primordial de nuestro estudio fue evaluar el estado actual de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar con base a sensores remotos y un levantamiento de vegetación (composición y estructura) realizado en campo. Los resultados de este estudio serán posteriormente utilizados como insumos básicos para diseñar estudios subsiguientes sobre el oso andino y su hábitat en la región.

2. Métodos

2.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en la provincia de Cañar en el flanco este de la cordillera oriental de los Andes centrales, dentro de las microcuencas de los ríos Mazar, Dudas y Llavircay, sur occidente del Parque Nacional Sangay. Cubre una extensión de 31.190 ha, entre los 9°732.407 N y 9°707.147 S y entre 746632 O y 767362 E incluye terrenos que van desde los 2.000 m hasta los 4.040 m de altitud (Figura 1). El área de estudio es parte de dos parroquias: Ribera y Pindilig y en su interior residen aproximadamente 4.043 personas (SIISE 2003).

En el centro-sur del Ecuador, la mayoría de los bosques montanos están localizados en la cordillera oriental donde comúnmente se distribuyen entre los 2.100 y 3.500 m.s.n.m. Los bosques montanos orientales de la provincia del Cañar reciben entre 2.500 y 3.000 mm de precipitación por año y experimentan una estación seca que dura entre uno y tres meses (noviembre a enero). La temperatura media mensual varía entre los 8 y 20° C (Jokisch et al. 2002) en los bosques montanos y oscila entre los 4 y 6° C en las zonas mayores a los 3000 metros.

Los bosques de la región andina en el austro ecuatoriano, y en el Cañar en general se encuentran bastante fragmentados y aislados debido a una acelerada dinámica de cambio en la cobertura del suelo producto de las actividades agrícolas y productivas propias de los Andes ecuatorianos. Como resultado, la conversión a usos agrícolas ha sido generalizada en los valles interandinos y las vertientes interiores de las dos cordilleras. La cuenca del Río Mazar no es la excepción en donde la mayoría de los asentamientos humanos se encuentran en los valles de los ríos Yavircay, Dudas y Mazar entre los 2000 y 2800 m lo que ha originado una profunda transformación de los bosques andinos. Por otra parte, la quema continua en el páramo para el pastoreo y los cultivos de altura como la papa y la cebolla, han originado una disrupción en la continuidad del páramo y los bosques andinos, lo cual ha generado alteraciones en los límites naturales del paramo, el cual se ha desplazado considerablemente hacia las partes bajas (White et al. 1991; Jokisch et al. 2002). Además, la apertura de carreteras en áreas aisladas, ha permitido la extracción de madera con mayor agresividad y facilidad.

Si bien estudios realizados en la zona indican que ha incrementado la declinación de los bosques a tasas no tan altas como sucede en otras áreas montañosas del país, en 20 años (1963 a 1983) se ha generado una reducción promedio de 0,7% anual de la cobertura original de la zona (Davis 1989; Wunder 2000). El hecho es incluso más grave, de acuerdo a Laso and Guerrón (1994) 95% de la superficie cultivada en el área de estudio proviene de lugares originalmente cubiertas por bosques andinos, mientras que apenas el 5% provienen de zonas de páramo.

2.2 Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo

La generación de este mapa requiere de dos procesos, la realización de un estudio de caracterización vegetal y el desarrollo de una clasificación supervisada de imágenes

satelitales de la zona. La clasificación supervisada utiliza como insumo principal la información colectada en campo durante la caracterización vegetal.

2.2.1 Caracterización vegetal

Las propuestas de clasificación vegetal para la Sierra del Ecuador (Valencia *et al.* 1999; Baquero *et al.* 2004) sugieren la ocurrencia de tres formaciones vegetales en la cuenca alta del río Mazar: Páramo herbáceo, Bosque siempre-verde montano alto, y Bosque neblina montano. Estas formaciones fueron consideradas como referencia para seleccionar los sitios de muestreo y su posterior clasificación. Adicionalmente, con la ayuda de una clasificación no-supervisada (ver más adelante) y la cartografía base de la zona realizamos la selección de los sitios de muestreo además de la identificación de una formación vegetal adicional, páramo arbustivo.

En cada formación vegetal realizamos 14 transectos de caracterización. En cada uno de ellos tomamos datos de ubicación geográfica (UTM) y altitud con un GPS Garmin 12 XL (Figura 2). En el caso de las formaciones de bosque, los transectos los dispusimos cada 100 m de altitud desde el límite ecotonal del páramo hasta el límite inferior del bosque, determinado por la presencia de cultivos y pastizales en los valles de cada una de las sub-cuencas estudiadas. Durante la caracterización no distinguimos entre los dos tipos de bosque sino que esperamos que las diferencias en la gradiente altimétrica nos determine la distribución espacial de cada tipo de formación boscosa.

Los transectos dispuestos en páramo consistieron de sendas de 50 x 2 m mientras que las de bosque de 50 x 4 m. En cada uno de ellos registramos datos de frecuencia y abundancia para cada una de las especies presentes. Adicionalmente, en el caso del páramo herbáceo, para la identificación de especies herbáceas utilizamos cuadrantes de 1m² cada 5 metros a lo largo del transecto, en los cuales estimamos la frecuencia, abundancia y cobertura de cada especie. En el caso de los dos tipos de Bosque y el páramo arbustivo se identificaron únicamente las especies vegetales con un DAP > 10 cm. Para cada árbol o arbusto medido se estimó también la altura de cada individuo. La identificación de los individuos la realizamos en dos fases, la primera en el sitio de muestreo y la segunda en el Herbario de la Universidad Católica, QCA. Las muestras colectadas fueron depositadas por triplicado en dicho herbario.

Estratificación y Perfil de vegetación

La estructura de la vegetación la definimos siguiendo el método sugerido por Richards (1996), el cual fue modificado y adecuado para el páramo y el bosque andino. Este método elabora un diagrama de perfil separando varios estratos de acuerdo a la altura de los árboles, con un fin enteramente descriptivo y sujeto a cierta arbitrariedad porque no siempre se puede diferenciar con facilidad cada uno de ellos.

Los estratos consisten en cinco categorías nominadas con las letras: A, B, C, D y E; el estrato A es el superior y E el más basal. Los tres primeros corresponden a los individuos más altos del bosque (> 6 metros de altura). En el estrato D se ubican los individuos jóvenes, palmas pequeñas, arbustos y herbáceas altas que oscilan entre 1 y los 6 metros de altura. En el estrato E se localizan los individuos encontrados a nivel del suelo como hierbas y plántulas de especies de mayor tamaño. Este estrato no fue tomado en cuenta porque solo se registraron individuos > 10 cm de DAP.

Análisis de Datos

Para la clasificación de las formaciones vegetales realizamos un análisis jerárquico de agrupamiento de los 42 transectos para datos binarios (matriz de presencia/ausencia). Utilizamos un índice de Sørensen como métrica de similitud y la vinculación inter-grupos como método de agrupamiento. El índice de Sørensen (Dice) relaciona el duplo de especies comunes con la suma del número de especies de las dos muestras (de los dos transectos en este caso), no toma en cuenta las ausencias comunes y las concordancias se ponderan por duplicado:

$$S_{1,2} = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Donde;

a= Número de especies comunes a ambos sitios

b= Número de especies que ocurran en el sitio 1

c= Número de especies que ocurran en el sitio 2

Ambos coeficientes de comunidad, S_1 , y S_2 equivalen a 1 si todas las especies son comunes, es decir si los dos transectos son idénticos; S_1 , y S_2 equivalen a 0 si no existen especies comunes, es decir si ambos transectos son distintos. Este es un índice que da igual peso a especies comunes y raras (Sánchez 2004).

Para determinar la dominancia o representatividad de las especies de las diferentes formaciones vegetales, utilizamos la fórmula de Curtis y McIntosh, (1951) para el calculo del Índice de Valor de Importancia para las especies (IVI).

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Donde:

Abundancia relativa = Número de Individuos de una especie x 100 / Número total individuos en la muestra.

Dominancia relativa = Área basal de una especie x 100 / Área basal total de la muestra.

Frecuencia relativa = Número subunidades donde se encuentra la especie x 100 / Suma de todas las frecuencias.

Para la obtención del área basal en m^2 , transformamos los valores del DAP mediante la siguiente fórmula: $AB = \pi * r^2$; los valores relativos alcanzan de 0 a 100%, por consiguiente los índices de valor de importancia alcanzarán de 0 a 300%.

2.2.2 Mapa de vegetación y uso del suelo

La generación del mapa de vegetación y uso del suelo requiere de cinco pasos secuenciales: adquisición y generación de la información, corrección geométrica, procesamiento digital, clasificación no supervisada, y clasificación supervisada (Figura 3).

a. Adquisición y generación de información

Obtuvimos la información cartográfica base del Instituto Geográfico Militar (IGM) a una escala cartográfica 1:50.000 en formato digital; sobre la base de las cuales se generó la cartografía temática (p.ej. DEM) para el área de estudio. Adicionalmente, utilizamos una imagen ASTER adquirida el 1ro de septiembre de 2004 con una resolución espectral de 15 x 15 m. Adicionalmente, para complementar la información del área de la imagen perdida por cobertura de nubes (< 25%), utilizamos una imagen Landsat 7 ETM+ adquirida el 3 de noviembre del 2001.

b. Corrección geométrica y georeferenciación

Las imágenes fueron georeferenciadas y geoméricamente corregidas utilizando la cartografía base del Instituto Geográfico Militar (IGM) y el sistema de referencia Universal Transversal de Mercator (UTM), en la zona 17 S, y Datum Psad 56 para el Ecuador. La georeferenciación de las imágenes satelitales la realizamos a partir de ajustar puntos evidentes de la imagen a un conjunto de puntos evidentes en el vector de referencia.

Transformamos los datos de un sistema de grilla (imagen), a otro usando una transformación afín. El valor residual promedio de georeferenciación utilizado para este proyecto es de 15m. Adicionalmente, se sometieron imágenes a una geocodificación, lo cual quiere decir alinear la información obtenida con la grilla de coordenadas (Norte del mapa), utilizando el algoritmo del vecino más cercano.

c. Procesamiento digital

Realizamos un procesamiento digital de las imágenes con el fin de mejorar la capacidad de interpretación de la combinación RGB estándar de las bandas espectrales. Para esto se aplicaron dos filtros radiométricos: Transformación *Tasseled Cap* y Componentes Principales. El primero de los dos permite obtener nuevas bandas por combinación lineal de las originales con el objeto de realzar algunos rasgos de interés en la escena utilizando las 6 bandas principales de las imágenes Landsat. Este método distingue tres componentes que son brillo, verdor y humedad, representados en bandas distintas, que al ser combinadas distingue elementos que no son discernibles fácilmente con una combinación RGB directa. El filtro Componentes Principales, al igual que el anterior, permite obtener nuevas bandas denominadas Componente Principal 1, Componente Principal 2, etc. Se seleccionan los tres primeros componentes principales, en Rojo el Componente Principal 1, en Verde el componente Principal 2, y en Azul el Componente Principal 3. Así, se puede distinguir elementos que no se distinguen en la combinación RGB directa.

d. Clasificación No Supervisada

La clasificación no supervisada fue realizada empleando un análisis Isodata de agrupamiento. El método Isodata utiliza la distancia espectral mínima para formar los grupos de píxeles que representan los diferentes tipos de cobertura y uso del suelo (ERDAS 2003). El análisis repite el proceso de agrupamiento hasta que un número máximo de iteraciones ha sido alcanzado, o hasta que un máximo porcentaje de píxeles agrupados no modificados entre dos iteraciones ha sido alcanzado.

Posteriormente, con base a la clasificación obtenida y con referencia a las clasificaciones previas consultadas (ver sección 2.2.1) realizamos el diseño de trabajo de campo, el cual nos permitió realizar los transectos de caracterización de la vegetación así como la toma de puntos de control para los diferentes tipos de uso del suelo. Así, generamos los archivos de firmas espectrales para la posterior clasificación supervisada.

e. Clasificación Supervisada

La clasificación supervisada fue realizada utilizando la regla paramétrica “maximum likelihood classifier”. El comportamiento de este algoritmo emplea una regla de decisión de la probabilidad de que un píxel pertenezca a una clase en particular. Esta regla de agrupamiento se basa en el supuesto de que dichas probabilidades son iguales para todas las clases y que las bandas espectrales tienen una distribución normal (ERDAS 2003). Este supuesto es correcto para la mayoría de las clases pre-definidas que ocurren en el área de estudio. Sin embargo, pequeñas unidades productivas como maíz o papas, rodeadas de una matriz de bosque no tienen una distribución normal. Estas clases específicas deben y fueron identificadas por medio de entrenar al algoritmo con firmas espectrales no paramétricas derivadas de la información de campo.

Una vez concluida la interpretación de las imágenes se somete cada nueva cobertura a un proceso de edición. Aplicamos un filtro de reducción de ruido para eliminar el efecto “pimienta” resultante de la interpretación en formato raster. Luego, transformamos los archivos raster resultantes de la etapa anterior a archivos vector, a los cuales se les somete a un proceso de suavizado y eliminación de polígonos islas. Para nuestra escala de interés se eliminaron polígonos menores a 0.5Ha. Decidimos trabajar en formato vector, ya que estos una vez editados, garantizan la precisión en el cálculo de superficies.

El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo finalmente pasa por un último proceso de edición de su tabla de atributos. La edición la realizamos con base a la leyenda de vegetación propuesta por los técnicos del proyecto con referencia a las propuestas de clasificación previas consultadas.

3. Resultados

Propuesta de clasificación vegetal y uso del suelo para la subcuenca alta del Río Mazar

El análisis de los datos de los transectos y la interpretación de las imágenes satelitales muestra claramente la presencia de cuatro formaciones vegetales además de cinco clases de vegetación en diferentes estados de intervención y tres coberturas dominantes de uso del suelo (Tabla 1). De acuerdo al dendrograma de agrupación las formaciones vegetales presentes son el bosque de neblina montano, el bosque siempre-verde montano alto, páramo arbustivo y el páramo herbáceo (Figura 4). Los pastos plantados, el maíz y las papas son los principales elementos que componen el paisaje en los límites inferiores del área de estudio (Tabla 1, Figura 5).

La similitud entre los transectos de vegetación de un mismo tipo de formación vegetal pocas veces fue menor al 50%. Esto se puede explicar a que existe una alta diversidad β de estos tipos de vegetación, es decir, la mayoría de especies son comunes y pocas especies tienden a ser raras, contrario a lo ocurre en los bosques amazónicos en donde existe una alta diversidad α en que la mayoría de las especies se registran en densidades muy bajas (Jørgensen *et al.* 1995). No obstante, este dato puede estar un tanto sesgado debido a la fuerte intervención humana en algunas de las formaciones vegetales; especialmente en el caso del Bosque de neblina montano, en donde casi la totalidad de esta formación está transformada y muchas de sus especies localmente extintas.

3.1.1 Clasificación vegetal

Bosque de neblina montano

Baquero *et al.* (2004) define a esta formación como típica de los Andes ecuatorianos, tanto estructural como florísticamente; en el centro y sur de las estribaciones orientales se encuentra en un rango altitudinal aproximado que va desde los 1.800 a 2.800 – 2.900 m.s.n.m. Este tipo de bosque se caracteriza por tener árboles entre ocho y 25 m de alto dependiendo de la orografía local. Los troncos están cubiertos por una densa vegetación epífita de musgos, bromelias, orquídeas, helechos, licopodios, entre otros; mientras que las lianas y los bejucos no son abundantes (Ulloa y Jørgensen 1993). En estos bosques Familias como Araceae y Gesneriaceae están bien representadas (Ståhl *et al.* 1997). Este bosque está sujeto a continuos deslizamientos de suelo, los cuales crean claros naturales que son colonizados por especies pioneras (Báez *et al.* 1999). Debido a esta dinámica, el bosque es heterogéneo en cuanto a su composición florística.

En el área de estudio la mayor porción de este bosque se encuentra transformada a pastizales, cultivos y poblados por lo que la mayoría de su superficie se encuentra relegada a las porciones superiores del área de estudio. De acuerdo a la propuesta de clasificación este bosque se encuentra entre los 2.040 a los 3.200 m.s.n.m. (media = 2999; Sd = 134). Producto de esto, la composición florística de esta formación vegetal está muy relacionada con la del bosque montano alto porque comparten especies similares (Figura 4), las cuales no encontramos por encima de los 3.200 metros.

La estructura de este bosque está compuesta por dos estratos de vegetación: dosel y subdosel; el primero incluye los árboles de un promedio de 13 metros de alto de

especies como *Nectandra* sp., *Myrsine andina*, *Styloceras laurifolia*, entre otras. El segundo estrato tiene aproximadamente 4 metros de alto y está compuesto por árboles y arbustos de las familias Rubiaceae, Piperaceae, Cyatheaceae, Elaeocarpaceae. En este bosque registramos 57 especies (Tabla 2), siendo las más representativas en orden de importancia (según el IVI): *Styloceras laurifolia* (Buxaceae), *Hedyosmum cumbalense* (Cloranthaceae), *Clusia multiflora* (Clusaiceae), *Cyathea* sp. (Cyatheaceae), *Palicourea* sp. (Rubiaceae) y Asteraceae sp. 1 (Tabla 3).

Bosque Siempre-verde Montano Alto

A escala regional este bosque se encuentra a ambos lados de la Cordillera Oriental desde los 2.900 hasta los 3.400 a 3.600 m.s.n.m (Baquero *et al.* 2004). Es más extenso en el flanco interno de la Cordillera por efectos climáticos y orográficos e incluye la vegetación de transición entre el bosque y el páramo llamada Ceja Andina (Valencia *et al.* 1999). En estos tipos de bosques muchas veces falta el estrato emergente y la diferencia entre los estratos arbóreos superior e inferior es menos clara, mientras que se observa estratos herbáceos y terrestres bien diferenciados (Cleef *et al.* 1983). Su fisonomía es muy similar al bosque nublado; la alta humedad dentro del bosque genera un microclima ideal para el crecimiento de epifitas (especialmente orquídeas y especies de la familia Araceae) y gran cantidad de musgos, tanto en el piso del bosque como en los árboles, incluyendo una capa densa de briofitas. Los árboles alcanzan una altura de 15 m con troncos y copas bien definidos. Esto da lugar a la formación de dos estratos bien marcados: el estrato arbóreo y el estrato arbustivo. El primer estrato, con copas densas que impiden en gran medida el paso de la luz, está típicamente conformado por especies de los géneros *Escallonia*, *Weinmannia*, *Buddleja*, *Miconia*, *Oreopanax*, y varias especies de la familia Asteraceae. El estrato inferior generalmente está compuesto por arbustos de las familias Rubiaceae, Solanaceae, Piperaceae y algunas hierbas que llegan a los 3 m de altura. Es común encontrar especies de *Solanum*, *Ribes* y *Fuchsia* (Ståhl *et al.* 1997).

En la cuenca alta del río Mazar este bosque se desarrolla entre los 3.150 y 3.800 m.s.n.m (media = 3.278; Sd = 87) y está muy relacionado con el páramo arbustivo ya que comparten varias especies que se desarrollan en ambos ambientes (Figura 4). En esta formación vegetal registramos 45 especies (Tabla 2), siendo las más representativas en orden de importancia según el (IVI): *Myrsine dependens* (Myrsinaceae), *Weinmannia fagaroides* (Cunnoniaceae), *Hedyosmum cumbalense* (Cloranthaceae) y *Miconia crocea* (Melastomataceae) (Tabla 4). Una característica importante de estos bosques en el área de estudio es que existen muchos lugares donde el bosque tiende a ser mono-específico como por ejemplo los de *Weinmannia fagaroides*, y en algunos casos permiten el crecimiento de otras especies formando bosques mixtos como en el caso especies de *Miconia* (Melastomataceae).

Los derrumbes son bastante frecuentes debido a una topografía muy accidentada. Esta particularidad hace que la dinámica del bosque sea muy activa por efectos de los claros producidos, lo cual origina muchos parches dispersos de bosques en diferentes estadios de regeneración. En algunos casos, los derrumbes o deslizamientos de tierra son de poca intensidad, ocasionando poco impacto en el estrato arbóreo pero mucha alteración en el sotobosque. Como resultado de esto dentro de este tipo de bosque existen zonas extensas en regeneración en lugares que han sido influenciados por este fenómeno y han permitido el crecimiento de especies colonizadoras como *Chusquea* spp. y *Aulonemia*

spp. (Poaceae) conocidas localmente como surales. Estos parches mono-específicos suelen estar asociados a zonas de pendientes pronunciadas y fueron clasificados en el mapa de vegetación como Bosques siempre-verde montano alto en regeneración (Figura 4).

Páramo Arbustivo

Esta formación es un área de transición (ecotono) entre el Bosque siempre-verde montano alto y el páramo herbáceo. Este ecotono es definido por Körner (2004) como la transición de la parte más alta de los bosques montanos y la vegetación de páramo; esta transición no es comúnmente una línea abrupta, sino la fragmentación gradual de los bosques que aumenta en un determinado gradiente. De acuerdo a León-Yáñez (2000), el límite natural entre el bosque y el páramo ha sido modificado casi en su totalidad por efectos de la ocupación humana de varios siglos, el cual debería ser más alto y gradual de lo que es actualmente. Sin embargo, en aquellos lugares que no han sido disturbados el límite se ve como una transición más pausada: a medida que aumenta la altitud va desde un bosque de árboles altos, en este caso el Bosque siempre-verde montano alto, a una vegetación de árboles cada vez más pequeños mezclada con grupos de arbustos, el denominado Páramo arbustivo, y después a una vegetación herbácea con pequeños arbustos esparcidos.

Según Keating (1998), el ecotono de bosque y páramo cubre alrededor de 20 metros en lugares como en Cajanuma (Prov. Loja) y esta característica es muy típica de la cordillera oriental de los Andes. En la Cuenca del Río Mazar, por la presión ejercida por la quema durante muchos años se observa un efecto de invasión del páramo dentro del bosque y un decrecimiento del límite altimétrico del bosque. Esto es especialmente evidente en la cuenca del río Yavircay. Por el contrario, en la región de Tamiamanga y Quimsacocha es evidente como la supresión de quemas y pastoreo por un período mayor a 15 años ha provocado un crecimiento del límite del bosque en detrimento del páramo herbáceo, además de una mayor continuidad del páramo arbustivo el cual forma un verdadero ecotono en esta zona (F. Cuesta observación personal). De acuerdo al mapa de vegetación y uso del suelo, esta formación vegetal se distribuye entre los 2958 m.s.n.m. y los 4040 m.s.n.m. (media = 3444; Sd = 155).

Estructuralmente, este bosque tiene dos estratos: arbóreo de aproximadamente 10 m de altura y arbustivo de 1,5 m con el suelo cubierto por hierbas de hasta 40 cm. Es un bosque muy denso caracterizado por árboles con troncos torcidos y ramificados (Hofstede 1998). Generalmente, el estrato arbóreo está representado por especies de las familias Ericaceae, Myricaceae y Proteaceae. El estrato de sotobosque cuenta con especies tolerantes a la sombra como helechos arborescentes del género *Cythea* spp., *Puya* spp., *Gregia* spp., *Blechnum* spp. y gran cantidad de arbustos pequeños como *Calceolaria* sp., *Ribes* sp., *Berberis* sp., *Bracchyotum* spp. y *Miconia* spp. Ambos estratos están cubiertos por gran cantidad de briofitas tanto en el suelo como en los árboles.

En el área de estudio se registraron 56 especies (Tabla 2), siendo las más representativas en orden de importancia según el (IVI) *Valeriana hirtella* (Valerianaceae), *Gaiadendron punctatum* (Loranthaceae), *Weinmannia fagaroides* (Cunnoniaceae) y *Baccharis macrantha* (Asteraceae) (Tabla 5). Muchas de estas especies son características también

del Bosque siempre-verde montano alto por lo que en el análisis de agrupamiento conforman un solo grupo (Figura 4).

Páramo Herbáceo

Los páramos de la cordillera oriental son más húmedos que los de cordillera occidental y se caracterizan por la capacidad de almacenar agua y distribuirla hacia las partes bajas (Valencia et al. 1999). A escala regional el páramo herbáceo se distribuye en la cordillera oriental entre los 3.400 y 4.000 m.s.n.m., limita en la parte baja con el páramo arbustivo o áreas cultivadas. En el área de estudio el páramo herbáceo se distribuye entre los 3.110 y 4040 m.s.n.m. (media = 3606; Sd = 172), y por su composición y estructura forma un grupo apartado de la de bosque y arbustos (Figura 4).

En el área de estudio, el páramo herbáceo conforma una matriz heterogénea de comunidades de plantas, la cual cambia conforme variaciones locales topográficas. Sin embargo, la vegetación presenta una clara dominancia de la gramínea *Calamagrostis intermedia*, aunque en algunas zonas es común encontrar *Puya* cf. *clava-herculis* en altas concentraciones y algunos arbustos ocasionales. En esta formación registramos 129 especies (Tabla 2) siendo las más representativas en orden de importancia según el (IVI) *Calamagrostis intermedia*, *Graminea* sp., *Cortaderia nitida*, *Puya* cf. *clava-herculis* (Bromeliaceae), *Werneria* sp. (Asteraceae) y *Morella parvifolia* (Myricaceae) (Tabla 6).

Especies endémicas

Valencia et al. (2000) reportan 255 especies endémicas para la provincia del Cañar, de las cuáles en el área de estudio se registraron 13. En las dos formaciones de bosque (montano alto y neblina) se registró la presencia de *Brunellia ovalifolia* (Brunelliaceae), *Clusia multiflora* (Clusiaceae) y *Miconia hexamera* (Melastomataceae). En el páramo arbustivo, *Oreopanax avicenniifolius* (Araliaceae), *Gynoxys acostae* (Asteraceae), *Gynoxys halli* (Asteraceae), *Hypericum quitense* (Clusiaceae) y *Bracchyotum confertum* (Melastomataceae). En el páramo herbáceo registramos a *Hypochaeris sonchoides* y *Aetheolaena lingulata* (Asteraceae) (Tabla 7).

Vegetación intervenida

Producto de la interpretación de las imágenes satelitales y el trabajo en campo discriminamos 5 clases de vegetación en distintos grados de intervención (entre 25% y 75%): bosques plantados de pino (*Pinus radiata*), bosque de neblina montano intervenido, bosque siempre-verde montano alto intervenido, remanentes de bosques riparios y áreas de quema en páramos (Tabla 1, figura 5). Es muy difícil describir la composición de estos bosques para el área de estudio debido a que la presencia y abundancia de especies varía mucho entre sitios. La composición de los mismos está determinada por muchos factores, incluidos las presiones de uso, que influyen sustancialmente en la velocidad de regeneración y en su composición florística.

Áreas sin vegetación nativa

La clasificación vegetal y uso del suelo discriminó áreas en las que existe una transformación mayor al 90% de la vegetación natural en áreas de cultivos y pastos. Los

pastos ocupan cerca del 15% del área de estudio mientras que los cultivos de maíz, papa y haba cerca del 3%. Casi el 90% de las áreas de cultivos y pastos provienen de áreas originalmente cubiertas por el bosque de neblina montano a excepción de la cuenca del río Dudas (población Las Queseras) en donde la expansión de la frontera agrícola ha originado una transformación de zonas extensas del bosque siempre-verde montano alto (Figura 5).

3.2 Mapa de vegetación y uso del suelo

La cuenca alta del río Mazar tiene una remanencia del 71%; el 29% restante se divide entre los frentes de colonización, pastizales, cultivos y áreas sin vegetación (p.ej. zonas urbanas). El paisaje del área de estudio muestra consistentemente una mayor integridad en las zonas de páramo que en los valles de las tres subcuencas, donde la gran mayoría de las zonas productivas se concentran (Figura 5). Sin embargo, este dato puede estar sobredimensionado debido a que extensas zonas de páramo están sujetas a quemaduras periódicas y pastoreo en diferentes grados de intensidad. No obstante, estructuralmente el páramo mantiene valores similares de reflectancia a zonas de páramo sin uso por lo que es muy difícil discernir entre estas dos categorías en la clasificación de la imagen satelital.

La cuenca del río Mazar es la más conservada y la del Llavircay la más degradada aunque esta es la cuenca que mayor superficie boscosa mantiene pero la que tiene el mayor frente de intervención. En las tres cuencas los pastizales son consistentemente el tipo de uso del suelo que mayor superficie ocupa (Figura 6).

El páramo herbáceo es la cobertura de vegetación dominante del paisaje cubriendo cerca del 31% seguida por el bosque de neblina montano (15%). Por el contrario, el páramo arbustivo es la cobertura vegetal más restringida con apenas el 9% del área de estudio. En cuanto a las coberturas del frente de intervención el Bosque de neblina es el más afectado debido a ser la formación con mayor accesibilidad a las zonas pobladas. También es la formación vegetal con mayor cantidad de recursos forestales disponibles y es el que colinda con muchas de las zonas del frente de expansión agrícola. Las zonas de páramo quemado tienen una temporalidad menor a 3 años pero responden solo a aquellas quemaduras que fueron delineadas por medio de la interpretación visual de las imágenes satelitales. Esto quiere decir que muchas otras zonas de páramos se encuentran a regímenes constantes de quemaduras pero que no han sido mapeadas por diferencias de temporalidad con las imágenes adquiridas. Es probable entonces que las zonas de páramo en regímenes de quema continua sean mucho más extensas que las mapeadas en este estudio. En cuanto a las áreas de uso humano, los pastos plantados para fines pecuarios (ganado vacuno y alpacas) son considerablemente mayores (15%) que las áreas destinadas a cultivos de maíz (2%) en las partes bajas y los cultivos de haba y papas (1%) en las zonas altas del área de estudio. Esto sugiere una mayor dependencia de la región a la ganadería (ganado vacuno y bovino principalmente) que a la agricultura.

El 51% del área de estudio se encuentra en áreas del Parque Nacional Sangay sin embargo, existen a su interior extensiones considerables de pastos plantados y bosque de neblina montano intervenido (extracción maderas principalmente). Esto es especialmente evidente en el flanco norte del Río, hacia el norte de la comunidad de Colepato, en la cuenca del Río Mazar, y en la localidad de Monay, flanco oriental del

Río Llavircay donde se encuentran cultivos de papa y haba, pasto plantado y una importante intervención del Bosque de neblina montano. Curiosamente, estas tres zonas se encuentran en áreas relativamente accesibles por la construcción de vías de acceso que llevan a ningún lado.

4. Discusión

4.1 La clasificación de vegetación y uso del suelo

Los resultados de este estudio indican la efectividad del empleo de imágenes satelitales y puntos de entrenamiento de campo para generar mapas de vegetación y uso del suelo a escalas locales. Pese a la ausencia de puntos de verificación para evaluar la exactitud del mapa generado, la evaluación cualitativa realizada en un taller de expertos en la ciudad de Cuenca confirma la validez de nuestros resultados.

Sin embargo, los resultados generados deben ser considerados como una clasificación preliminar del área de estudio. Un análisis de exactitud con el empleo de puntos de verificación y control es fundamental para validar el producto generado. Idealmente, una muestra de 200 puntos por cada tipo de cobertura vegetal y uso del suelo presente en el área de estudio, es necesaria para realizar un análisis discriminante (Forsythe and Wheate 2003) o pruebas estadísticas similares tales como un Kappa test o una matriz de convolución (Lui et al. 2004).

4.2 El paisaje de la cuenca alta del río Mazar

Las zonas medias y altas en el norte y noreste del área de estudio mantienen casi la totalidad de su cobertura vegetal, lo que deriva en un alto grado de conectividad entre los ecosistemas de páramo y el bosque altoandino en la región norte del área de estudio. Sin embargo, el área está severamente fragmentada entre el norte y sur a lo largo de la carretera que sigue la cuenca del río Dudas entre el poblado de Las Queseras y San Pedro. El páramo herbáceo y el bosque de neblina montano constituyen la matriz dominante del paisaje, mientras que el resto de formaciones vegetales ocurren en formaciones mucho más pequeñas y restringidas.

El Bosque de neblina montano es la vegetación más amenazada dentro del área de estudio debido a la continua presión de las actividades humanas localizadas en los valles siguiendo los cauces de los tres ríos principales. Este bosque incluso se encuentra presente casi exclusivamente al interior del PNS debido a la alta tasa de conversión que ha sufrido. Esta realidad es particularmente grave en la conservación del oso andino por tres razones principales.

Primero, la alta tasa de conversión del bosque de neblina interrumpe la conectividad vertical entre las distintas formaciones vegetales. Este hecho puede tener serias implicaciones en la salud de las poblaciones de mamíferos de montaña debido al uso estacional de recursos a lo largo de la gradiente altitudinal (Cuesta et al. 2003; Kattan et al. 2004). Los patrones globales en la declinación de especies depende en cómo estos patrones de disturbios humanos en los sistemas naturales, interactúan con el tamaño, forma y la estructura interna de los rangos de vida de las especies silvestres (Rodríguez *et al.* 2003). Segundo, el bosque de neblina ha sido reportado como la principal fuente de recursos alimenticios para el oso andino (Rodríguez et al. 2003; Troya et al. 2003)

durante la época de fructificación (Junio a septiembre) por lo que es posible que recursos críticos para la especie se encuentren localmente extintos o aislados a fragmentos inaccesibles. Finalmente, otro problema derivado es el gran efecto de borde que tienen las zonas antrópicas con el bosque de neblina. Esto redundaría en un incremento en la incidencia de conflictos entre campesinos y carnívoros de montaña (Goldstein et al. 2006) tales como una frecuencia mayor en eventos de depredación de ganado y la consecuente muerte de los osos “culpables”. Este es un tema con complicaciones adicionales pues las percepciones locales sobre los “beneficios” que la conservación de zonas naturales genera en las economías familiares son seriamente cuestionadas.

En este escenario debemos entender que la identificación y creación de áreas de conservación es un proceso complejo que requiere de un entendimiento de los factores sociales, políticos e institucionales preponderantes de una región. En este contexto, es necesario considerar al menos dos aspectos fundamentales. La creación de tales áreas podría derivar en la restricción de ciertas actividades productivas y usos del suelo que afectan la salud de los sistemas naturales (p. ej. ganadería), lo cual podría resultar en una competencia entre la conservación y otros usos del suelo que derivan beneficios económicos directos (Nortongriffiths and Southey 1995; Faith and Walker 2002). En segundo lugar, la disponibilidad de recursos para la identificación, creación y manejo de áreas de conservación es limitada. Por lo tanto, es necesario priorizar áreas que son particularmente valiosas en términos de sus atributos de biodiversidad o en el mantenimiento de poblaciones de especies focales (Margules *et al.* 2002).

5. Literatura Citada

- Anderson, R. P., Lew, D., Peterson, A. T., 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162, 211-232.
- Apps, C. 2002. Grizzly bear habitat suitability modeling in the Central Purcell Mountains, British Columbia. Aspen Wildlife Research, Calgary, AB. Prepared for Ministry of Water, Land and Air Protection, Victoria, British Columbia, Canada.
- Báez, S., F. Cuesta y M. Peralvo. 1999. Caracterización vegetal de la Cuenca Alta del Río Oyacachi, Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Investigación, Educación y Capacitación Ambiental para la Conservación del oso Andino. *EcoCiencia*, Quito.
- Baquero, F., R. Sierra, L. Ordóñez, M. Tipán, L. Espinosa, M. B. Rivera y P. Soria. 2004. La vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. *Ecociencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAPRO/ CDC-Jatun Sacha/División Geográfica-IGM*. Quito.
- Bernis, V. y F. Betancourt. 2006. Análisis multitemporal y modelo prospectivo del parque nacional Llanganates (1991 – 2004). *EcoCiencia*, Programa Parques en Peligro. Quito, Ecuador. Pp:
- Chuvieco, E. 1996. *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Ediciones Rialp, Madrid – España.
- Cleef, A.M., J.O. Rangel y S. Salamanca. 1983. Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Los Nevados. En: Hofstede, R., Lips, J. y Jogsma, W. 1998. *Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. Abya-Yala. Quito, Ecuador. Pp. 54-242.
- Cuesta, F., Peralvo, M. F., Van Manen, F. T., 2003. Andean bear habitat use in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 14, 198-209.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 34: 741-757.
- Davis, R. 1989. Changing Land Use in the Mazar watershed, Ecuador- Its Impact on Soil Erosion. M.S. thesis, University of Tennessee. In: Jokisch, B. & Lair, B. 2002. One last stand?. *Forests and change on Ecuador's eastern cordillera*. *The Geographical Review* 92 (2): 235-256.
- ERDAS. 2003. *ERDAS Field Guide, Seventh Edition*. Leica Geosystems GIS and Mapping, LLC. Atlanta, Georgia. USA. Pp: 1-655.
- Faith, D. P., and P. A. Walker. 2002. The role of trade-offs in biodiversity conservation planning: linking local management, regional planning and global conservation efforts. *Journal of Biosciences* 27: 393-407.

- Forsythe, K. W., and R. D. Wheate. 2003. Utilization of Landsat TM and Digital Elevation Data for delineation of avalanche slopes in Yoho National park (Canada). *IEEE Transactions on geo-science and remote sensing* 41: 2678–2682.
- Goldstein, I., S. Paisley, R. Wallace, J. Jorgenson, F. Cuesta, A. Castellanos. 2006. Andean bear-livestock conflicts: a review. *Ursus* 17: 8-15.
- Hofstede, R., Lips, J. y Jogsma, W. 1998. Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Abya-Yala. Quito, Ecuador. Pp. 54-242.
- Jørgensen P., C. Ulloa, J. Mandsen y R. Valencia. 1995. A Floristic Analysis of the High Andes of Ecuador. In: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. & Luteyn, J.L. (Eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, Nueva York. Pp. 221-237
- Jokisch, B. and B. Lair. 2002. One last stand? Forests and change on Ecuador's eastern cordillera. *The Geographical Review* 92: 235-256.
- Kattan, G., I. Goldstein, R. Rojas, O. L. Hernández, O. Murillo, C. Gómez, H. Restrepo, F. Cuesta. 2004. Range fragmentation in the spectacled bear *Tremarctos ornatus* in the northern Andes. *Oryx* 38: 155–163.
- Keating, P.L. 1998. Effects of anthropogenic disturbances on páramo vegetation in Podocarpus National Park, Ecuador. *Physical Geography*. 19: 221-238.
- Körner, C. and J. Palusen. 2004. A worl-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of Biogeography* 31: 713-732.
- Lægaard, S. (1992). Influence of fire in the grass páramo vegetation off Ecuador. In: Balslev, H. and J.L. Luteyn, eds., *Páramo: An Andean ecosystem under human influence*. London, UK: Academic Press. Pp: 151-170.
- Laso, E.G. and F.Guerrón 1994. Comercialización y mercadeo de especies maderables nativas y usos energéticos de los bosques nativos andinos. Informe interno preliminar, Quito: PROBONA-IUCN.
- Lauer, W. 1981. Ecoclimatological conditions of theparamo belt in the tropical high mountains. *Mountain Research and Devolopment* 1: 209-221.
- León-Yáñez, S.2000. La Flora de los páramos ecuatorianos. En: *La Biodiversidad de los páramos*. Serie Páramo 7. GTP/ASbya-Yala. Quito. Pp. 6-95.
- Liu, J., 2001. Integrating ecology with human demography, behavior, and socioeconomics: Needs and approaches. *Ecological Modelling* 140: 1-8.
- Liu, X., J. Qiang, L. Jihong, and S. Zhang. 2004. Landscape's change detection in the southern slope of the Qinling mountains, China. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Conference* 20: 854–860.

- Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A primer on methods and computing*. Willey & Sons publishers. Nueva York. Pp. 340.
- Lunetta, R. y C. Elvidge. 1998. *Remote sensing change detection, Environmental monitoring methods and applications*. Sleeping Bear Press Inc., United States of America.
- Margules, C. R., R. L. Pressey, and P. H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences* 27: 309–326.
- Mena-Vásquez, P. y D. Ortiz. 2003. *Páramos y Bosques Andinos. Serie Páramo No.13*.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Nortongriffiths, M., and C. Southey. 1995. The opportunity costs of biodiversity conservation in Kenya. *Ecological Economics* 12: 125–139.
- Parra, J. L., C. H. Graham, J. F. Freile. 2004. Evaluating alternative data sets for ecological niche models of birds in the Andes. *Ecography* 27: 350-360.
- Peterson, A. T., V. Sanchez-Cordero, J. Soberon, J. Bartley, R. W. Buddemeier, A. G. Navarro-Siguenza. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144: 21-30.
- Raxworthy, C. J., E. Martinez-Meyer, N. Horning, R. A. Nussbaum, G. E. Schneider, M. A. Ortega-Huerta, and A. Townsend Peterson. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426: 837–841.
- Richards, P. W. 1996. *The Tropical Rain Forest*. Cambridge University Press. London.
- Rodríguez, D., F. Cuesta, I. Goldstein, A. E. Bracho, L. G. Naranjo, and O. L. Hernández (Eds). 2003. *Ecoregional strategy for the conservation of the spectacled bear in the Northern Andes*. WWF Colombia, Fundación Wii, EcoCiencia, Wildlife Conservation Society. Cali, Colombia.
- Sánchez, J. 2004. *Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado*. Quito, Ecuador. Pp. 84-276.
- Salvatori, V., F. Corsi, E. J. Milton, and L. Boitani. 2001. Use of satellite images for regional modeling of conservation areas for wolves in the Carpathian Mountains, central Europe. Report for WWF-International “Large carnivore initiative for Europe, aimed at modeling conservations areas for bear, lynx, and wolf in the Carpathians. WWF-International, Ginebra, Switzerland.
- Sistema de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE V. 3). 2003. Frente Social, Gobierno del Ecuador.

- Ståhl, B., B. Øllgaard, R. Resl. 1997. Vegetation. Pp. 15-23. Oyacachi - People and Biodiversity- Technical Report 2. DIVA.
- Tarazona, J, 2005, "Utilización de imágenes de satélite ASTER en la interpretación de las variables vegetación y usos de la tierra en estudios de cuencas hidrográficas: La experiencia en la cuenca del Río Canoabo, Municipio Bejuma, Estado Carabobo", ESRI de Venezuela.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C., 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102, 8245-8250.
- Troya, V., F. Cuesta, and M. Peralvo. 2004. Food habits of Andean bears in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus* 15:59-62.
- Turner, W., E. J. Sterling, and A. C. Janetos. 2001. Contributions of remote sensing to Biodiversity Conservations: a NASA approach. *Conservation Biology* 15: 832-834.
- Ulloa, C. y P. Jørgensen. 1993. Arboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. AAU Reports 30.
- Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios y R. Sierra. 1999. Los Sistemas de Clasificación de la Vegetación Propuestos para el Ecuador. Pp. 19-28 en: Sierra, R. (ed.) Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito
- Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yáñez & P.M. Jørgensen (eds.). 2000. Libro de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Walter, H. 1977. Vegetationszonen und Klima. Die Ökologische Gliederung der Biogeosphäre. UTB (Ulmer), Stuttgart. In: Lauer, W. 1981. Ecoclimatological conditions of the páramo belt in the tropical high mountains. *Mountain Research and Development*. 1 (3-4). Pp. 210-221.
- White, S. y Maldonado, F. 1991. The use and conservation of natural resources in the Andes of Southern Ecuador. *Mountain Research and Development*. 11 (1). 37-55.
- Wunder, S. 2000. The Economics of deforestation: The Example of Ecuador. New York: St. Martin's Press. In: Jokisch, B. & Lair, B. 2002. One last stand? Forests and change on Ecuador's eastern cordillera. *The Geographical Review* 92 (2): 235-256.

6. Tablas y figuras

6.1 Tablas

Tabla 1. Propuesta de clasificación vegetal y uso del suelo para la subcuenca alta del Río Mazar

Cobertura de vegetación y uso del suelo			2006	
			Área (Ha)	Porcentaje (%)
1. Vegetación natural*	Bosque	de Neblina montano	4707	15,09
		siempre-verde montano alto	3528	11,31
		siempre-verde montano alto en regeneración (sural)	1421	4,56
	Páramo	Arbustivo	2892	9,27
		Herbáceo	9570	30,68
<i>Subtotal</i>			<i>12463</i>	<i>39,9</i>
2. Frente de intervención**	Bosque	Bosque plantado de pino	60	0,19
		de Neblina montano intervenido	2556	8,2
		siempre-verde montano alto intervenido	170	0,54
		Remanentes de bosques riparios	367	1,18
	Páramo	Páramo quemado en los últimos 3 años	255	0,82
<i>Subtotal</i>			<i>3408</i>	<i>10,93</i>
3. Intervención antrópica***	Uso del suelo	Cultivos de maíz	604	1,94
		Cultivos de papas, habas	255	0,82
		Pastos plantados	4581	14,69
<i>Subtotal</i>			<i>5440</i>	<i>17,44</i>
4. Áreas sin vegetación****	Causa natural	Cuerpos de agua	22	0,07
		Suelo desnudo	187	0,6
	Causa antrópica	Zona urbana	14	0,05
		<i>Subtotal</i>		
Total			31191	100

* *Vegetación natural*: Se refiere a la vegetación exenta de intervención humana evidente, e inclusive incluye algunos bosques o páramos con muy bajo nivel de intervención (entre el 0% y el 25%) o en procesos de regeneración natural.

***Frente de intervención*: Se caracteriza principalmente por la presencia de bosques que poseen algún nivel de intervención, entre 25% y 75%.

****Intervención antrópica*: Incluye áreas con un alto nivel de intervención antrópica (>75%) y se caracterizan principalmente por la presencia de cultivos y pastizales.

*****Sin vegetación - causa natural*: Incluye aquellos elementos naturales que no poseen cobertura vegetal, p.ej. ríos y lagunas.

*****Sin vegetación - causa antrópica*: Se refiere a las zonas pobladas, y a aquellas áreas que, actualmente, presentan un suelo desnudo por efectos de maquinaria pesada que se encuentra trabajando en la construcción de carreteras e infraestructura vial en general.

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas para la formación de Bosque de neblina montano.

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Styloceras laurifolia</i>	8.28	5.30	0.61	14.20
<i>Hedyosmum cumbalense</i>	9.06	3.79	0.08	12.93
<i>Clusia multiflora</i>	5.95	3.03	0.35	9.33
<i>Cyathea</i> sp.	5.44	3.03	0.24	8.70
<i>Palicourea</i> sp.	5.44	3.03	0.04	8.51
Asteraceae sp. 1	4.14	3.79	0.10	8.03
<i>Clibadium laxum</i>	3.96	3.79	0.07	7.82
<i>Miconia hexamera</i>	3.62	3.79	0.03	7.44
sp. 5	0.26	0.76	6.16	7.17
<i>Weinmannia fagaroides</i>	3.62	3.03	0.34	7.00
<i>Myrsine dependens</i>	3.11	3.03	0.05	6.19
cf. <i>Maytenus</i>	1.55	4.55	0.09	6.19
Melastomataceae sp. 1	2.59	3.03	0.34	5.96
<i>Asplenium</i> sp.	2.33	3.03	0.41	5.77
<i>Oreopanax avicennifolius</i>	2.33	3.03	0.25	5.61
<i>Miconia crocea</i>	3.11	1.52	0.11	4.73
<i>Miconia pseudocentrophora</i>	3.88	0.76	0.04	4.68
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1.04	3.03	0.19	4.26
<i>Gaiadendron punctatum</i>	1.81	2.27	0.02	4.11
<i>Meliosma</i> sp.	1.55	2.27	0.03	3.86
<i>Prunus huantensis</i>	1.29	2.27	0.10	3.66
<i>Clusia elliptica</i>	2.07	1.52	0.07	3.66
<i>Nectandra</i> sp.	1.55	1.52	0.46	3.53
<i>Myrsine andina</i>	1.81	1.52	0.15	3.48
<i>Hedyosmun luteynii</i>	2.59	0.76	0.04	3.38
<i>Solanum asperolanatum</i>	1.04	2.27	0.03	3.34
<i>Piper andreanum</i>	1.04	2.27	0.02	3.33
<i>Baccharis arbutifolia</i>	1.04	1.52	0.25	2.80
<i>Symplocos</i> sp.	1.04	1.52	0.22	2.77
<i>Gaultheria reticulata</i>	0.78	1.52	0.06	2.35
<i>Berberis engleriana</i>	1.55	0.76	0.02	2.33
<i>Viburnum triphyllum</i>	0.78	1.52	0.02	2.31
<i>Ocotea infraeveolata</i>	0.26	0.76	1.23	2.24
<i>Clusia</i> sp.	0.52	1.52	0.09	2.13
<i>Oreocallis grandiflora</i>	0.52	1.52	0.05	2.08
<i>Brunellia ovalifolia</i>	0.52	1.52	0.05	2.08
<i>Nectandra membranacea</i>	1.04	0.76	0.07	1.86
<i>Vallea stipularis</i>	1.04	0.76	0.03	1.82
<i>Myrcyanthes rhopaloides</i>	1.04	0.76	0.02	1.81
<i>Cervantesia ferruginea</i>	0.52	0.76	0.10	1.37
<i>Psychotria</i> sp.	0.52	0.76	0.08	1.35
<i>Palicourea aragmatophylla</i>	0.52	0.76	0.02	1.30
<i>Styrax</i> sp.	0.26	0.76	0.25	1.26
<i>Schefflera</i> sp.	0.26	0.76	0.20	1.22
<i>Plutarchia</i> sp.	0.26	0.76	0.09	1.11

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Hedyosmun racemosum</i>	0.26	0.76	0.06	1.08
<i>Saurauia</i> sp.	0.26	0.76	0.06	1.08
<i>Macleania rupestris</i>	0.26	0.76	0.05	1.07
<i>Gynoxys halli</i>	0.26	0.76	0.04	1.05
<i>Berberis</i> sp.	0.26	0.76	0.03	1.04
<i>Morella</i> cf.	0.26	0.76	0.03	1.04
<i>Piper lacunosum</i>	0.26	0.76	0.01	1.03
<i>Lyabum</i> sp.	0.26	0.76	0.00	1.02

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas para la formación de Bosque Siempre-verde Montano Alto.

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Myrsine dependens</i>	9.78	6.10	0.30	16.19
<i>Weinmannia fagaroides</i>	6.11	4.88	0.28	11.27
<i>Hedyosmun cumbalense</i>	6.11	4.88	0.14	11.14
<i>Miconia crocea</i>	7.34	3.66	0.06	11.05
<i>Clusia multiflora</i>	6.52	2.44	0.33	9.29
<i>Myrcyanthes rhopaloides</i>	4.08	3.66	0.61	8.34
<i>Meliosma</i> sp.	4.89	2.44	0.62	7.95
<i>Oreopanax avicennifolius</i>	2.45	4.88	0.11	7.43
<i>Miconia hexamera</i>	3.67	3.66	0.11	7.43
<i>Myrsine andina</i>	3.67	2.44	0.25	6.35
<i>Miconia ligustrina</i>	3.26	2.44	0.13	5.83
<i>Clusia</i> sp.	2.04	3.66	0.08	5.78
<i>Ocotea infraveolata</i>	2.85	2.44	0.35	5.64
<i>Cyathea</i> sp.	2.45	2.44	0.25	5.14
<i>Gynoxys acostae</i>	3.67	1.22	0.24	5.13
<i>Prumnopytis montana</i>	1.22	3.66	0.09	4.97
Melastomataceae sp. 1	1.22	2.44	0.71	4.37
<i>Clibadium laxum</i>	1.75	2.44	0.04	4.24
<i>Schefflera</i> sp.	1.63	2.44	0.06	4.13
<i>Morella parviflora</i>	2.85	1.22	0.04	4.11
<i>Bejaria resinosa</i>	2.45	1.22	0.39	4.05
<i>Symplocos</i> sp.	1.22	2.44	0.20	3.86
<i>Gaultheria glomerata</i>	0.82	2.44	0.53	3.79
<i>Hedyosmun racemosum</i>	2.45	1.22	0.05	3.71
<i>Styloceras laurifolia</i>	0.82	2.44	0.16	3.41
<i>Brunellia ovalifolia</i>	0.82	2.44	0.08	3.33
<i>Palicourea</i> sp.	0.82	2.44	0.07	3.32
<i>Gaiadendron punctatum</i>	1.22	1.22	0.53	2.97
<i>Gaultheria reticulata</i>	1.63	1.22	0.04	2.89
<i>Solanum asperolanatum</i>	0.41	1.22	1.23	2.85
sp. 5	0.41	1.22	0.93	2.56
<i>Prunus huantensis</i>	1.22	1.22	0.11	2.55
<i>Weinmannia elliptica</i>	0.41	1.22	0.92	2.54
<i>Psychotria</i> sp.	1.22	1.22	0.04	2.49
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1.22	1.22	0.03	2.47
cf. <i>Maytenus</i>	0.41	1.22	0.82	2.44

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Vallea stipularis</i>	0.82	1.22	0.21	2.24
<i>Cervantesia ferruginea</i>	0.82	1.22	0.04	2.07
<i>Miconia cf. loxensis</i>	0.82	1.22	0.03	2.06
<i>Nectandra sp.</i>	0.41	1.22	0.17	1.80
<i>Piper andreanum</i>	0.41	1.22	0.12	1.75
<i>Nectandra membranacea</i>	0.41	1.22	0.11	1.73
<i>Morella cf.</i>	0.41	1.22	0.09	1.72
<i>Styrax sp.</i>	0.41	1.22	0.05	1.68
<i>Macleania sp.</i>	0.41	1.22	0.04	1.67

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas para la formación de Páramo Arbustivo.

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Valeriana hirtella</i>	3.96	2.33	35.37	41.65
<i>Gaiadendron punctatum</i>	17.62	2.33	0.06	20.01
<i>Weinmannia fagaroides</i>	13.86	3.49	0.06	17.41
<i>Baccharis macrantha</i>	1.58	2.33	9.85	13.76
<i>Miconia ligustrina</i>	6.14	3.49	0.04	9.67
<i>Escallonia myrtilloides</i>	5.94	2.33	0.04	8.31
<i>Lyabum sp.</i>	5.94	1.16	0.07	7.18
<i>Gaultheria reticulata</i>	3.76	2.33	0.03	6.12
<i>Myrsine dependens</i>	2.18	3.49	0.04	5.71
<i>Berberis engleriana</i>	1.39	3.49	0.02	4.89
<i>Weinmannia elliptica</i>	3.56	1.16	0.05	4.78
<i>Miconia hexamera</i>	1.19	3.49	0.10	4.77
<i>Ocotea infraeveolata</i>	0.99	3.49	0.04	4.52
<i>Baccharis arbutifolia</i>	0.99	3.49	0.02	4.50
<i>Gynoxys cf. acostae</i>	1.58	2.33	0.02	3.93
<i>Gynoxys cf. halli</i>	1.58	2.33	0.01	3.92
<i>Cyathea sp.</i>	1.39	2.33	0.14	3.86
<i>Hedyosmun cumbalense</i>	1.39	2.33	0.07	3.79
<i>Gaultheria glomerata</i>	2.57	1.16	0.03	3.77
<i>Gaultheria strigosa</i>	1.19	2.33	0.03	3.54
<i>Morella parviflora</i>	1.19	2.33	0.02	3.53
<i>Miconia salicifolia</i>	0.99	2.33	0.03	3.35
<i>Miconia bracteolata</i>	0.79	2.33	0.03	3.15
<i>Morella cf.</i>	0.79	2.33	0.03	3.14
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	1.78	1.16	0.06	3.01
<i>Gynoxys sp.</i>	0.59	2.33	0.01	2.93
<i>Oreopanax avicennifolius</i>	0.40	2.33	0.04	2.76
<i>Clethra fimbriata</i>	1.39	1.16	0.02	2.57
<i>Miconia cf. loxensis</i>	1.19	1.16	0.05	2.40
<i>Baccharis cf. obtusifolia</i>	1.19	1.16	0.03	2.38
<i>Monnina cestrifolia</i>	1.19	1.16	0.02	2.37
<i>Prunus huantensis</i>	0.59	1.16	0.53	2.29
<i>Macleania rupestris</i>	0.99	1.16	0.02	2.17
<i>Asplenium sp.</i>	0.59	1.16	0.24	2.00
<i>Clusia sp.</i>	0.79	1.16	0.03	1.99

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Symplocos</i> cf.	0.79	1.16	0.03	1.98
<i>Gynoxys</i> cf. <i>minifila</i>	0.79	1.16	0.02	1.98
<i>Desfontainia spinosa</i>	0.59	1.16	0.03	1.79
<i>Symplocos quitensis</i>	0.20	1.16	0.28	1.64
<i>Solanum asperolanatum</i>	0.40	1.16	0.04	1.60
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0.40	1.16	0.02	1.58
<i>Gynoxys minifila</i>	0.40	1.16	0.02	1.58
<i>Gaultheria rigida</i>	0.40	1.16	0.02	1.58
<i>Myrsine andina</i>	0.40	1.16	0.02	1.58
Asteraceae sp 2	0.20	1.16	0.06	1.42
<i>Senecio</i> cf. <i>andina</i>	0.20	1.16	0.06	1.42
<i>Baccharis</i> sp.	0.20	1.16	0.03	1.40
sp. 3	0.20	1.16	0.03	1.40
Asteraceae sp. 1	0.20	1.16	0.03	1.39
<i>Gynoxys halli</i>	0.20	1.16	0.02	1.38
<i>Ceratostema alatum</i>	0.20	1.16	0.01	1.37
<i>Greigia</i> sp.	0.20	1.16	0.01	1.37
<i>Hedyosmum cumbalense</i>	0.20	1.16	0.01	1.37
<i>Vallea stipularis</i>	0.20	1.16	0.01	1.37
<i>Gynoxys buxifolia</i>	0.20	1.16	0.01	1.37
Myrsinaceae sp.	0.20	1.16	0.01	1.37

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia de las especies registradas para la formación de Páramo Herbáceo.

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
<i>Calamagrostis intermedia</i>	8.93	1.31	51.70	61.94
Graminea sp.	0.84	0.87	49.27	50.99
<i>Cortaderia nitida</i>	0.23	0.44	44.67	45.33
<i>Puya</i> cf. <i>clava-herculis</i>	2.75	1.31	19.06	23.12
<i>Werneria</i> sp.	0.08	0.44	21.00	21.51
<i>Morella parviflora</i>	0.92	1.31	18.42	20.64
<i>Paspalum</i> sp.	8.17	1.31	10.51	19.99
<i>Rhynchospora</i> cf. <i>hyeronymi</i>	2.60	1.31	14.18	18.08
<i>Arcytophyllum capitatum</i>	0.15	0.87	13.00	14.03
<i>Werneria nubigena</i>	0.15	0.44	12.50	13.09
Musgo sp.1	0.69	0.87	11.44	13.00
<i>Valeriana plantaginea</i>	0.61	0.44	10.75	11.80
<i>Hypericum quitense</i>	0.31	0.44	11.00	11.74
<i>Juncus procerus</i>	0.08	0.44	11.00	11.51
<i>Carex jamesonii</i>	4.96	1.31	5.02	11.29
<i>Diplostephium empetrifolium</i>	0.31	0.87	9.75	10.93
<i>Blechnum</i> sp.	1.45	1.31	7.83	10.59
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	4.05	1.31	4.79	10.15
<i>Bracchyotum confertum</i>	2.75	1.31	5.53	9.59
<i>Miconia</i> cf. <i>pernettyfolia</i>	3.28	1.31	4.42	9.01
<i>Gynoxys minifila</i>	0.46	1.31	7.17	8.93
Poaceae sp. 1	0.15	0.44	8.00	8.59
<i>Disterigma empetrifolium</i>	2.90	1.31	3.34	7.55

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
Lamiaceae sp. 1	0.08	0.44	7.00	7.51
<i>Tropaeolum</i> sp.	4.05	1.31	2.08	7.43
<i>Elaeochaeris albibracteata</i>	0.38	0.44	6.20	7.02
<i>Valeriana mycrophylla</i>	2.90	1.31	2.24	6.45
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	0.31	0.87	5.25	6.43
cf. <i>Usnea</i>	1.45	0.44	4.37	6.26
<i>Jamesonia</i> cf. <i>goudotii</i>	0.99	1.31	3.92	6.23
<i>Chrysactinium acaule</i>	3.44	1.31	1.36	6.10
<i>Lycopodium clavatum</i>	2.60	1.31	2.18	6.08
<i>Halenia weddelliana</i>	1.68	1.31	2.86	5.85
<i>Ascidogyne</i> sp.	0.61	1.31	3.75	5.67
<i>Dorobaea pinpinelifolia</i>	0.15	0.44	5.00	5.59
<i>Marchantia</i> sp.	0.23	0.44	4.67	5.33
<i>Pinguicula calyptrata</i>	0.53	1.31	1.00	2.84
<i>Lachemilla</i> sec. <i>sublachemilla</i>	0.46	0.87	1.50	2.83
<i>Hypericum aciculare</i>	0.69	0.87	1.11	2.67
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0.15	0.44	2.00	2.59
<i>Cotula australis</i>	0.53	0.87	1.14	2.55
<i>Geranium reptans</i>	0.23	1.31	1.00	2.54
Hepática sp. 4	0.15	0.87	1.50	2.53
<i>Lasciocephalus lingulatus</i>	0.15	0.87	1.50	2.53
<i>Bidens andicola</i>	0.08	0.44	2.00	2.51
cf. <i>Psammisia</i>	0.08	0.44	2.00	2.51
<i>Gynoxys halli</i>	0.08	0.44	2.00	2.51
Hepática sp. 1	0.08	0.44	2.00	2.51
Hepática sp. 2	0.08	0.44	2.00	2.51
<i>Lobelia tenera</i>	0.08	0.44	2.00	2.51
<i>Pentacalia vaccinioides</i>	0.08	0.44	2.00	2.51
<i>Taraxacum</i> cf.	0.08	0.44	2.00	2.51
<i>Gentiana sedifolia</i>	0.61	0.87	1.00	2.48
<i>Lupinus revolutus</i>	0.61	0.87	1.00	2.48
<i>Oxalis phaeotricha</i>	0.23	0.87	1.33	2.44
<i>Gamochaeta</i> sp.	0.46	0.44	1.50	2.39
<i>Hypochaeris sonchoides</i>	0.53	0.44	1.29	2.26
<i>Monnina cestrifolia</i>	0.38	0.87	1.00	2.26
<i>Pteridium</i> sp.	0.31	0.44	1.50	2.24
<i>Baccharis arbutifolia</i>	0.46	0.44	1.33	2.23
<i>Plantago linearis</i>	0.31	0.87	1.00	2.18
<i>Festuca</i> sp.	0.23	0.87	1.00	2.10
<i>Sibthorpia repens</i>	0.23	0.87	1.00	2.10
<i>Baccharis obtusifolia</i>	0.15	0.44	1.50	2.09
<i>Lophosoria cudripinnata</i>	0.15	0.44	1.50	2.09
<i>Niphogeton</i> sp.	0.23	0.44	1.33	2.00
<i>Sterocaulon</i> sp.	0.23	0.44	1.33	2.00
<i>Sysyrinchium</i> sp.	0.23	0.44	1.33	2.00
<i>Hypericum lancioides</i>	0.23	0.44	1.00	1.67
<i>Lachemilla</i> cf. <i>uniflora</i>	0.23	0.44	1.00	1.67
<i>Muehlenbeckia</i> sp.	0.23	0.44	1.00	1.67
<i>Berberis engleriana</i>	0.15	0.44	1.00	1.59

Especie	Dom R	Frec R	Cob R	IVI
Hepática sp. 5	0.15	0.44	1.00	1.59
Asteraceae sp. 1	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Castilleja</i> sp.	0.08	0.44	1.00	1.51
Clusiaceae sp. 1	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Epilobium denticulatum</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Gaultheria glomerata</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
Hyeracium sp.	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Lupinus pubescens</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Plutarchia</i> cf. <i>ecuadoriensis</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Rumex acetosella</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Senecio</i> cf. <i>andicola</i>	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Stellaria</i> sp.	0.08	0.44	1.00	1.51
<i>Vicia</i> sp.	0.08	0.44	1.00	1.51

Tabla 7. Especies endémicas registradas en la cuenca alta del río Mazar.

Familia	Especie	Categorías UICN			
		VU	NT	LC	DD
Araliaceae	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.		X		
Asteraceae	<i>Aetheolaena lingulata</i> (Schltdl.) B. Nord		X		
Asteraceae	<i>Baccharis arbutifolia</i> (Lam.) Vahl		X		
Asteraceae	<i>Gynoxys acostae</i> Cuatrec.			X	
Asteraceae	<i>Gynoxys halli</i> Hieron.			X	
Asteraceae	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	X			
Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> cf. <i>sonchoides</i> Kunth			X	
Brunelliaceae	<i>Brunellia ovalifolia</i> Bonpl.		X		
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Diels				X
Clusiaceae	<i>Hypericum quitense</i> R. Keller			X	
Ericaceae	<i>Ceratostema alatum</i> (Hoerold) Sleumer			X	
Melastomataceae	<i>Bracchyotum confertum</i> (Bonpl.) Triana			X	
Melastomataceae	<i>Miconia hexamera</i> Wurdack	X			

Categorías UICN: VU= Vulnerable, NT = Casi Amenazada, LC = Preocupación Menor, DD = Datos Insuficientes.

6.1 Figuras



Figura 1 Área de estudio

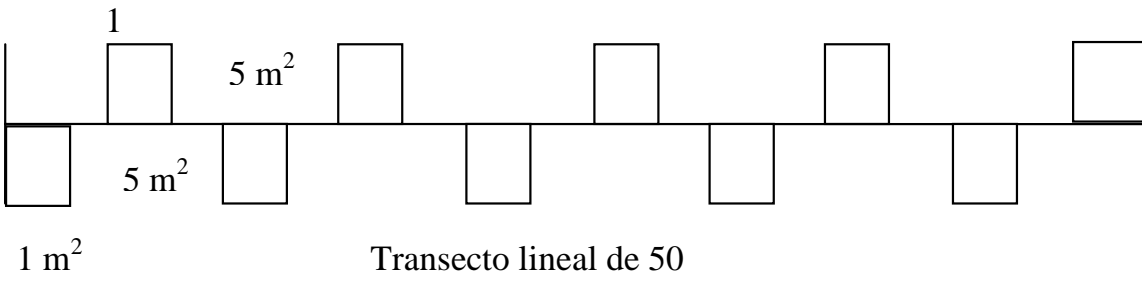


Figura 2. Metodología para la caracterización de Páramo herbáceo.

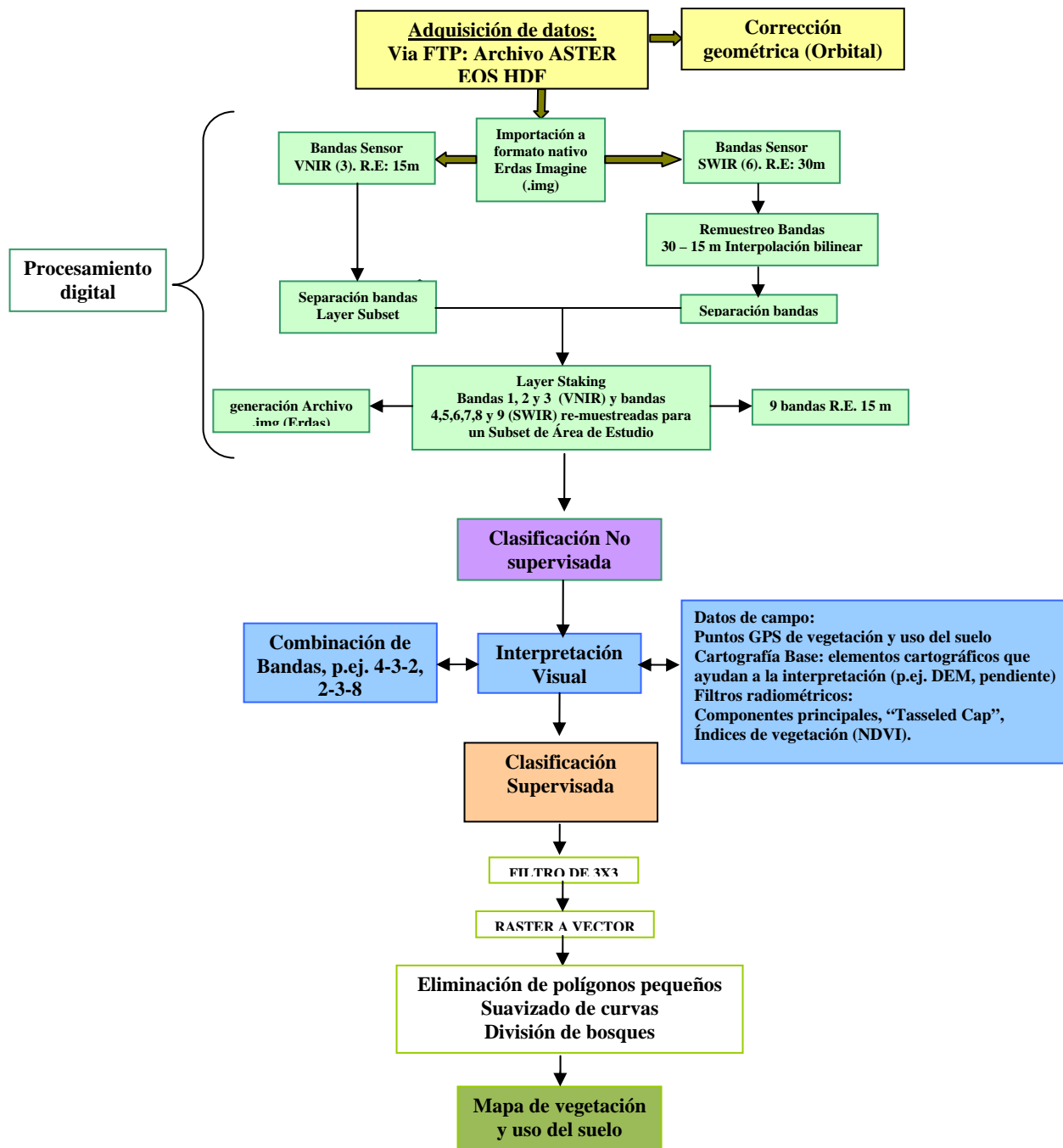


Figura 3. Esquema del proceso metodológico aplicado para la generación del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca alta del río Mazar.

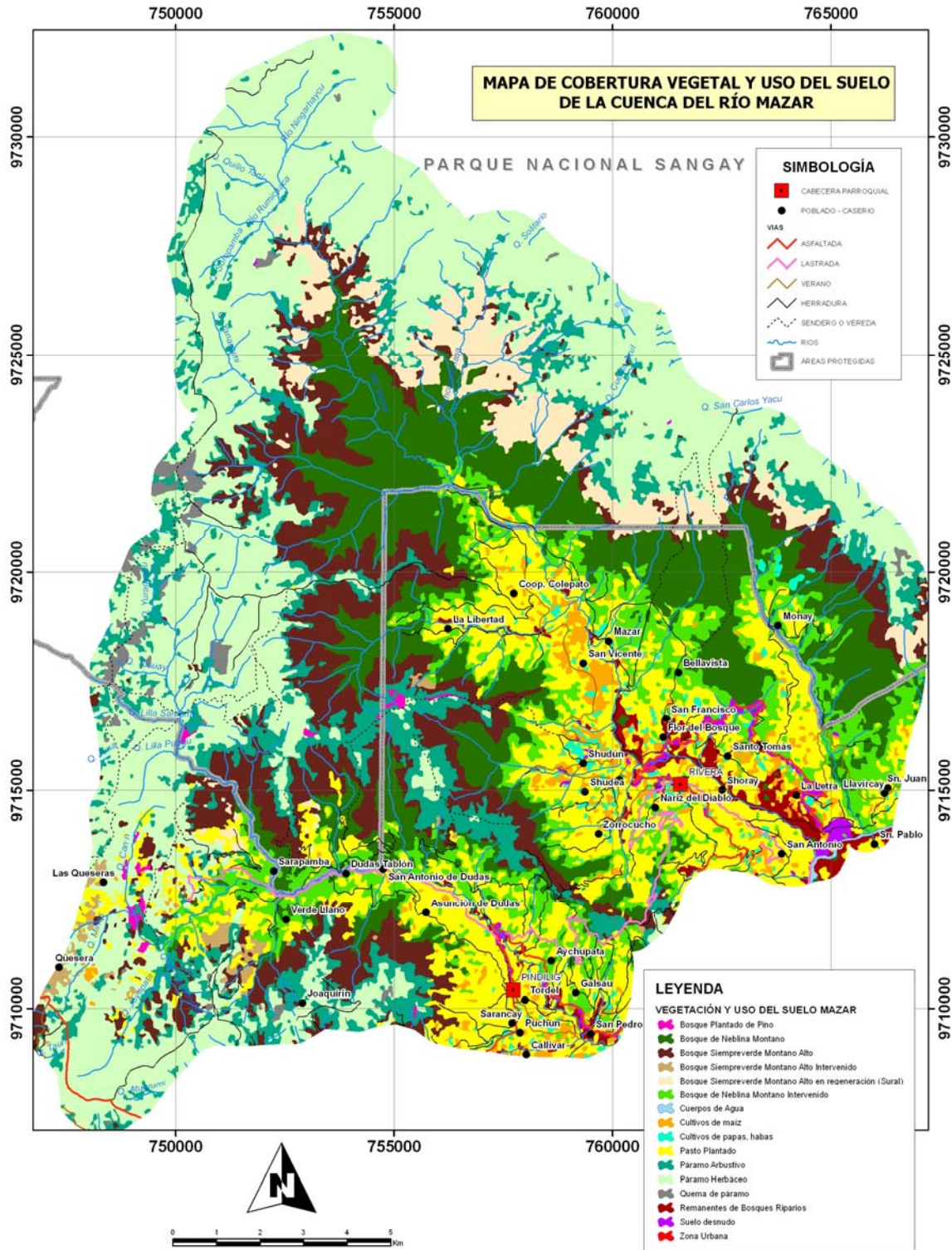


Figura 5. Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca alta del río Mazar

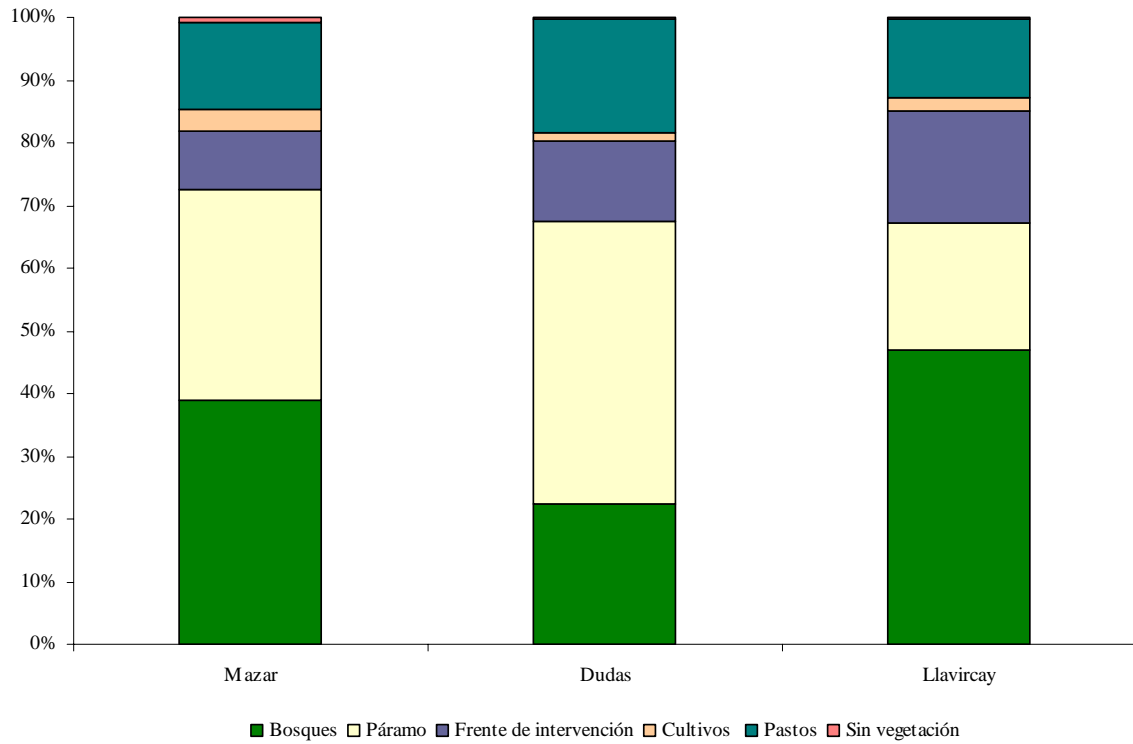


Figura 6. Importancia relativa (porcentaje) de cada cobertura de vegetación y uso del suelo en las tres subcuencas en el área de estudio.