
Los páramos y bosques altoandinos del pantano de Monquentiva o pantano de Martos (Guatavita, Cundinamarca, Colombia): caracterización ecológica y estado de conservación

Ecological characterization and conservation status of the páramos (moors) and high Andean forests of the Monquentiva and Martos wetlands (Guatavita, Cundinamarca)

Andrés Avella-M., Selene Torres-R., Wilsón Gómez-A. y Marco Pardo-P.

Resumen

Se realizó la caracterización florística y de la estructura de los bosques altoandinos y páramos de una futura área protegida regional en el páramo de Monquentiva (pantano de Martos) en el municipio de Guatavita (Cundinamarca, Colombia). Las grandes formaciones diferenciadas incluyen a los bosques altoandinos de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*, que incluye a los bosques de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rotatii* y a los bosques de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*. En los páramos se caracterizaron los matorrales de *Arcytophyllum nitidum-Diplostegium phyllicoides* y *Aragoa abietina-Puya goudotiana*, los chuscales de *Chusquea tessellata* y *Aragoa abietina*, los frailejonales de *Oreobolus goeppingeri-Espeletia grandiflora*, *Castratella pilloselloides-Espeletia barclayana* y *Arcytophyllum nitidum-Espeletia argétea*, los pajonales de *Paepalanthus columbiensis-Calamagrostis effusa*, la turbera con un mosaico de frailejonales, pajonales, matorrales y humedales. Se realizó un análisis de estado de conservación a partir de algunos atributos ecológicos claves basados en rangos encontrados para algunos ecosistemas bien conservados en áreas protegidas cercanas. Los siete tipos de vegetación asociados a los ecosistemas presentaron un buen estado de conservación, lo cual implica que el área protegida se encuentra en un estado deseable. Se sugiere que las acciones de manejo deberían enfocarse en continuar la disminución de los tensionantes, la recuperación natural y el monitoreo participativo del proceso.

Palabras clave. Guatavita. Turberas altoandinas. Río Lagunero. Áreas protegidas.

Abstract

A floral and structural characterization of High Andean Forests and Paramos was conducted in a future protected regional area in the Paramo of Monquentiva (Martos swamp) in the Guatavita municipality (Cundinamarca, Colombia). The largest plant formations differentiated include the High Andean forests of *Weinmannia balbisiana* and *Clusia multiflora* that contain forests of *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rotatii* and forests of *Drimys granadensis* and *Weinmannia tomentosa*. In the paramos were characterized the scrublands of *Arcytophyllum nitidum-Diplostegium phyllicoides* and *Aragoa abietina-Puya goudotiana*, the chuscales of *Chusquea tessellata* and *Aragoa abietina*, the frailejonales of *Oreobolus goeppingeri-Espeletia grandiflora*, *Castratella pilloselloides-Espeletia barclayana* and *Arcytophyllum nitidum-Espeletia argétea*, the pajonales (grasslands) of *Paepalanthus columbiensis-Calamagrostis effusa*, the peatland with a mosaic of frailejonales, grasslands, scrublands and wetlands. An analysis of the conservation state was carried out using some key ecological attributes based on ranks found for well-conserved ecosystems in nearby protected areas. The seven plant formations associated with the ecosystems, had good conservation statuses, which implies that the protected area is in a desirable state. It is suggested that management actions focus on continuing the decrease in stressors, natural recuperation and participatory monitoring of the process.

Key words. Guatavita. Andean peatlands. Río Lagunero. Protected areas.

Introducción

Los ecosistemas de alta montaña se ubican desde los 2800 metros de altitud y comprenden los bosques altoandinos entre los 3200 m y 3400 m y el páramo que va hasta los 4700 m. De acuerdo con Rangel (2002), en la región paramuna de Colombia la franja con mayor expresión de la riqueza es la transición altoandino-subpáramo con 2385 especies de 487 géneros y 115 familias. Se consideran como los ambientes de montaña más ricos en especies y géneros del mundo en comparación con otras floras de alta montaña (Cleef 1979, Luteyn *et al.* 1992), y presentan en general una disminución en la riqueza y diversidad a medida que aumenta el gradiente altitudinal. Estos ecosistemas proporcionan bienestar y vivienda a una buena parte de la población y son cruciales en la regulación de los ciclos hídricos y de los caudales de las corrientes (Pedraza-Peñalosa 2005). Aunque a nivel nacional se reconoce la importancia de los páramos por los servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad, el crecimiento acelerado de las grandes ciudades, el incremento de la población y la ampliación de la frontera agropecuaria amenazan con perturbar el equilibrio dinámico del ciclo hídrico en estos ecosistemas (Mora-Osejo 2002).

De acuerdo con Rangel y Ariza (2000), uno de los núcleos más interesantes de páramo en la cordillera Oriental se localiza en los alrededores de la Sabana de Bogotá y comprende desde el macizo de Chingaza al nororiente hasta el macizo de Sumapaz al suroccidente. Entre los principales trabajos de vegetación realizados en esta región están los de Guhl (1982), Lozano y Schnetterr (1976), Cleef (1981), Vargas y Zuluaga (1980; 1985). Específicamente para la vegetación del páramo de Chingaza se encuentran los estudios de Rangel y Ariza (2000), Sturn y Rangel (1985), Vargas y Rivera (1990) y Vargas y Pedraza (2003).

Dentro del complejo de páramos de Chingaza, en el municipio de Guatavita se encuentra el páramo de Monquentiva (pantano de Martos) en una franja altitudinal que va desde los 2900 m hasta los 3500 m s.n.m. y alberga bosques altoandinos y matorrales, frailejonales, chuscales, pajonales y prados y turberas. Debido a su importancia biológica y cultural, esta

zona se encuentra en proceso de declaratoria como Parque Natural Regional (Sguerra *et al.* 2011, Cleef 2012).

De acuerdo con Gómez y Rubio (2003), la transformación de la antigua laguna que cubría el actual pantano de Martos empezó hace 400 años, seguida de una historia de transformaciones ecosistémicas para el establecimiento de sistemas agropecuarios y la explotación de maderas finas. En la década de los 90 la Gobernación de Cundinamarca, al reconocer la importancia de estos ecosistemas como múltiples prestadores de servicios ambientales para las comunidades rurales y urbanas, especialmente el servicio de regulación hídrica, adquirió este territorio con el fin de dedicarlo a su preservación y restauración.

Teniendo en cuenta los servicios ambientales que prestan los ecosistemas de alta montaña, su alto valor de existencia y la amenaza por degradación antropogénica, los estudios sobre el estado de conservación basados en el análisis de los atributos de composición, estructura y función se constituyen en una herramienta útil para identificar cuándo un sistema ecológico es viable y puede soportar y recuperarse de las perturbaciones. Sin embargo, en aquellos ecosistemas que han sido afectados por la intervención antropogénica pero que aún conservan ciertas funciones que permiten la prestación de servicios ecosistémicos claves para la sociedad, este tipo de análisis ecológicos toman más urgencia toda vez que bajo procesos de restauración ecológica tienen el potencial de mejorar sus atributos y servicios ambientales asociados. En el presente estudio se caracterizaron, a partir de un enfoque florístico estructural, los principales tipos de vegetación del pantano de Monquentiva y con base en sus principales características ecológicas, se definió el estado de conservación para orientar procesos de gestión, conservación y restauración.

Área de estudio

El páramo de Monquentiva (pantano de Martos) se ubica en las coordenadas geográficas 73°44'23,843"O y 4°54'40,05" N, en jurisdicción del municipio de

Guatavita, departamento de Cundinamarca, Colombia (Figura 1). La precipitación es de tipo unimodal-bimodal con un periodo de lluvia fuerte entre los meses de marzo y agosto. La época seca va de diciembre a febrero y en promedio la precipitación media anual es de 2000 mm (CAR 2000). Su condición hidrológica hace parte de la zona de recarga hídrica de la microcuenca del río Lagunero, la cual hace parte de la gran cuenca del río Orinoco. El área de estudio tiene 10.258 ha, en el polígono de la futura área protegida definida por Sguerra *et al.* (2011), y comprende las formaciones vegetales de páramo y turberas, bosques altoandinos y prados tremedales azonales (Figura 2).

Gómez y Rubio (2003) presentan una síntesis del proceso de intervención que ha tenido la zona de estudio a lo largo de los últimos 400 años, dividida en tres etapas: época prehispánica, intervenciones durante La Colonia y la tercera referente a la historia de transformación durante los últimos 60 años. Durante la época prehispánica el área de estudio era un sitio de culto religioso con una extensa laguna alimentada por numerosas quebradas y una planicie lacustre rodeada por bosque de niebla y vegetación de páramo. La segunda etapa inicia con la intervención de Don Gonzalo de Martos, quien en 1630 realizó una brecha en su costado oriental al igual que varios

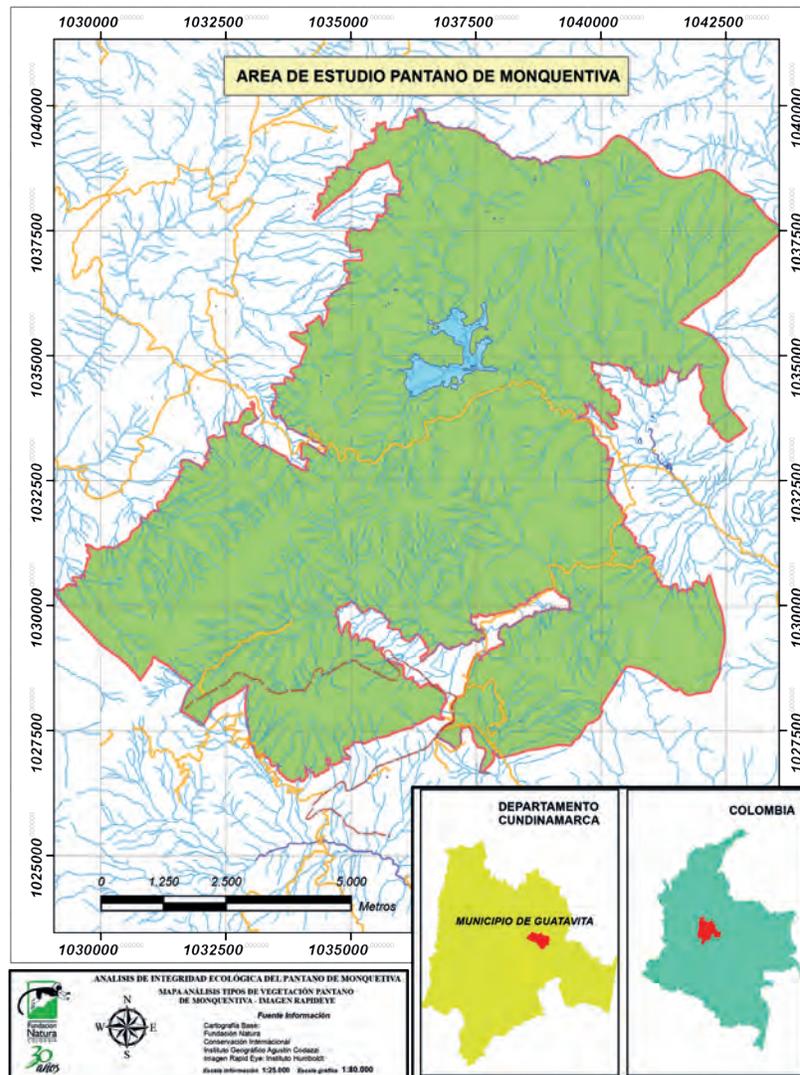


Figura 1. Ubicación geográfica del páramo de Monquentiva o pantano de Martos (Guatavita, Cundinamarca, Colombia).



Figura 2. Vista panorámica del pantano de Martos y los bosques altoandinos del sector de Monquentiva.

canales de desagüe, y la laguna perdió parte de su nivel convirtiéndose en un humedal de poca profundidad y recuperando su extensión original solo durante las épocas de invierno.

En la tercera etapa durante las décadas 50 al 70, el pantano de Martos sufrió nuevas transformaciones, donde sus propietarios hicieron excavar canales para desecarlo y adaptarlo para labores pecuarias, a la vez que se incrementaba la explotación de maderas finas en los bosques naturales cercanos. Los trabajos de adecuación de terrenos incluyeron la construcción de una extensa red de zanjias, un canal perimetral para desviar las aguas de la vertiente sur fuera del pantano, y la rectificación del río Lagunero al cual se le eliminaron sus meandros, con lo cual la planicie fue prácticamente desecada, desapareciendo el cuerpo de agua que en ella se formaba y transformando por completo el paisaje de la zona. A partir de los años 90 la Gobernación de Cundinamarca inició la compra de los predios aledaños al pantano y desde ese momento se mantiene un proceso de recuperación natural.

Material y métodos

Caracterización ecológica

La caracterización espacial de las condiciones ecológicas del pantano de Monquentiva se realizó mediante una clasificación automatizada y un ajuste a través de una interpretación visual en pantalla. Se implementó una clasificación supervisada de una imagen multiespectral del sensor Rapideye del 13 de febrero de 2010. A través del software *Erdas Image* se realizó una identificación preliminar de las áreas de entrenamiento para obtener información estadística sobre la separabilidad espectral de las coberturas. Una vez identificadas y validadas estadísticamente las muestras espectrales, se realizó la clasificación supervisada de las coberturas generales y se ajustó mediante interpretación visual para lograr separar unidades de cobertura con similitud espectral pero con diferencias ecológicas y espectrales como la textura y patrón espacial de la cobertura (Posada *et al.* 2012). Posteriormente se realizó la verificación de campo para validación y ajustes de las coberturas obtenidas.

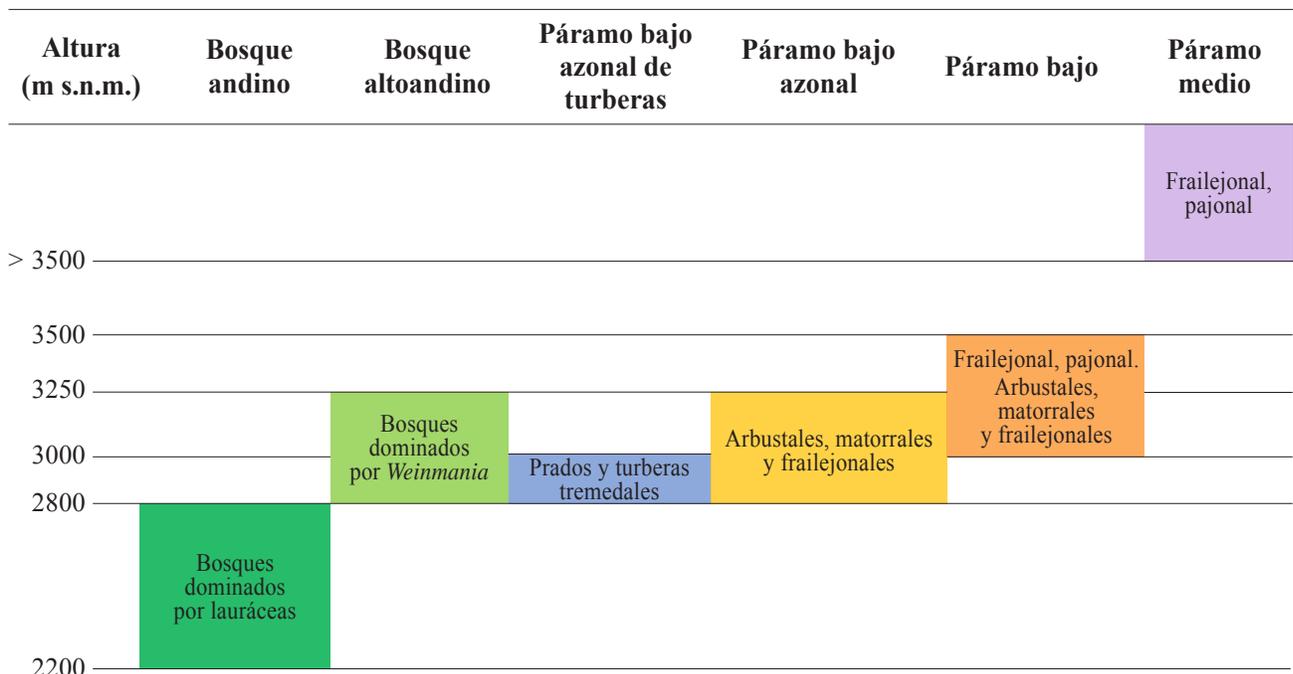
Con base en la clasificación de las coberturas obtenidas y de acuerdo con la caracterización de biotipos de vegetación en páramos descrita por Rangel (2000), se estableció la leyenda temática para definir las categorías de vegetación. El mapa de ecosistemas actuales se generó a escala 1: 25.000 de acuerdo con las unidades ecológicas propuestas por Cuatrecasas (1958), los ajustes realizados por Rangel (2000) y la validación en campo (Tabla 1). Para diferenciar las condiciones potenciales de páramo azonal y el bosque altoandino entre los rangos altitudinales desde los 3000 a 3250 m, se establecieron, además del gradiente altitudinal, las variables de pendiente y geoforma.

La clasificación de unidades de vegetación se realizó con base en la combinación del enfoque fitosociológico de la Escuela Sigmatista (Braun-Blanquet 1979) y el método estructural seguido por escuelas forestales en el cual se hace énfasis en las especies de los estratos dominantes (Cantillo y Rangel 2011, Avella y Rangel 2014). La caracterización florística y estructural para las coberturas boscosas y las de páramo se realizaron de acuerdo a la propuesta de Rangel y Velásquez (1997). En el bosque en cada

levantamiento se censaron todos los individuos con $DAP \geq 2,5$ cm y se estimaron las variables altura total, altura de fuste y cobertura. Para cada levantamiento se organizó la información según el estrato al que pertenece, diferenciando los estratos según la altura que alcanza la planta (Rangel y Lozano, 1986), así: Arbóreo superior (As) >25 m; Arbóreo inferior (Ai) 25-12 m; Arbolitos (Ar) 12-5 m; Arbustivo (ar) 5-1,5 m; Herbáceo (H) 1,5-0,25 m; Rasante (R) <0,25 m.

A través del método cuantitativo TWISPAN de los programas PC-ORD® y JUICE® (Mc. Cune y Mefford 1997), se construyeron tablas globales de vegetación, que fueron luego trabajadas de manera manual hasta obtener una diferenciación aceptable y acorde con las características observadas en el campo (Rangel y Velásquez 1997). Para el análisis estructural se procesó la información con base en el establecimiento de categorías de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro y con el número de individuos; los intervalos de clase o categorías se establecieron de acuerdo a Rangel y Velásquez (op. cit.). Para cada individuo se calculó el área basal (AB), cobertura relativa (Cobrel).

Tabla 1. Intervalos altitudinales aproximados para la zonificación ecológica ajustados para la zona de estudio.



Así mismo se calculó el índice de predominio fisionómico (IPF) y el índice de valor de importancia (IVI) para todas de acuerdo a las propuestas de (Rangel y Garzón 1994, Rangel y Velásquez 1997, Cantillo *et al.* 2004). En los bosques se realizaron nueve (9) levantamientos de 500 m², en los tipos de vegetación del páramo (arbustales, frailejonales y bosques achaparrados) se realizaron 14 levantamientos de 100 m², en los pajonales tres (3) levantamientos de 25 m² y en las turberas cinco (5) levantamientos de 25m².

Evaluación del estado de conservación

La integridad ecológica es la habilidad de un sistema ecológico para soportar y mantener una comunidad de organismos que tiene una composición de especies, diversidad y una organización funcional comparable a aquellos hábitats naturales dentro de una región. Un sistema ecológico tiene integridad o es viable cuando sus características ecológicas dominantes (elementos de composición, estructura y función-procesos ecológicos) ocurren dentro de sus rangos naturales de variación y pueden soportar y recuperarse de la mayores perturbaciones impuestas por la dinámica natural o humana (Parrish *et al.* 2003). Para el análisis de estado de conservación se realizó una adaptación de la metodología de evaluación de integridad ecológica (Parrish *et al.* 2003, Josse 2010), basada en la evaluación del estado de atributos ecológicos claves de la estructura y la composición de los páramos y bosques altoandinos del pantano de Monquentiva, con base en una comparación con ecosistemas de referencia regionales que funcionan dentro de regímenes de disturbio naturales o históricos. Con base en las propuestas de Parrish *et al.* (2003), Zambrano *et al.* (2007) y Josse (2010), la evaluación del estado de conservación se realizó a partir de las siguientes fases:

Identificación de un número limitado de atributos ecológicos claves para cada formación vegetal

Debido a que la formación de páramo contiene un variado número de tipos de vegetación como turberas y tremedales, matorrales, chuscales, prados, frailejonales, pajonales y bosques achaparrados (Rangel 2000, Vargas 2003), fue necesario establecer atributos ecológicos claves para cada uno de los tipos fisionómicos identificados en el pantano

de Monquentiva. Los atributos de estructura y composición florística seleccionados fueron: número total de especies en cada hábitat o comunidad (diversidad alpha α), presencia de especies diagnósticas o características de estados sucesionales avanzados, valores de cobertura relativa y número de comunidades de páramos presentes (atributo relacionado con β diversidad).

Para los bosques altoandinos los atributos ecológicos estructurales seleccionados fueron la altura promedio del dosel, la altura máxima de los individuos arbóreos, la cobertura relativa de los estratos arbóreos y subarbóreos, la presencia de abundante epifitismo, la presencia de juveniles de especies del dosel en el sotobosque, el número de clases diamétricas y su tipo de distribución, el número promedio de individuos por 0,1 ha. Como atributos ecológicos relacionados con la composición florística se definió el número total de especies, la presencia de especies diagnósticas o características de estados sucesionales avanzados y el número de comunidades de bosques altoandinos presentes (atributo relacionado con β diversidad).

Evaluación del estado de conservación de cada atributo ecológico clave

El estado actual de cada atributo ecológico es evaluado a partir de la comparación con su equivalente en el estado natural de los sistemas de referencia o rangos de variación natural. Según Zambrano *et al.* (2007) y Josse (2010) la calificación puede hacerse a través de una evaluación cualitativa en la cual se asignan calificación de estado excelente (valor de 5), bueno (valor de 3,73), regular (2,5) y pobre (1).

La calificación de excelente se asignó cuando el ecosistema evaluado cumplía con más del 75 % de las características del sistema de referencia. La calificación de buen estado cuando el sistema evaluado tenía más del 50 % de las características de la referencia pero no alcanza al 75 %. La calificación de regular se asignó cuando el sistema evaluado cumplía con al menos el 25 % de las características descritas para la referencia pero no alcanzaba el 50 % de éstas. Finalmente, cuando el sistema evaluado no alcanza el 25 % de las características descritas

para la referencia se le asignó una calificación de pobre (1)). Se definieron como intervalos aceptables de variación los registrados para tres sistemas ecológicos cercanos al páramo de Monquentiva y que son considerados como referentes de buen estado de conservación. Los intervalos de variación aceptables del páramo se tomaron de los estudios ecológicos realizados para el Parque Nacional Natural Chingaza (Rangel y Ariza 2000, Vargas y Pedraza 2003) y los rangos de variación aceptables para los bosques altoandinos se tomaron de los estudios realizados para la Reserva Forestal Cárpatos (Cantillo *et al.* 2004, Cantillo *et al.* 2012) y la Reserva Carpanta (Gentry 1993, Andrade 1993).

Resultados

Caracterización ecológica de los páramos y bosques de Monquentiva

El área de estudio del pantano de Monquentiva está representada por cinco formaciones vegetales: i) bosque altoandino, ii) páramo bajo, iii) páramo medio, iv) páramo bajo azonal y v) turberas-prados-tremedales azonales. Aunque la formación vegetal con mayor representatividad es el bosque altoandino (76 %), esta ha tenido el mayor grado de intervención antropogénica y por procesos de paramización actualmente se encuentran en estas áreas frailejonales-pajonales (5 %) y matorrales (15 %). La segunda formación con mayor representatividad es el páramo bajo (20 %) dominado principalmente por frailejonales-pajonales (7 %), matorrales (10 %) y bosques achaparrados (4 %). Las formaciones de menor representatividad son el páramo medio (0,6 %) y las formaciones azonales del páramo bajo y la turbera- prados-tremedales (3 %) ubicadas en la zona denominada pantano de Martos.

El pantano de Monquentiva presenta transformación de 1578 ha (15 %) producto de actividades pecuarias, agrícolas y forestales concentradas principalmente en las periferias del área de estudio. A pesar de la transformación se observa la recuperación de zonas intervenidas por la presencia de frailejonales, pajonales, matorrales y bosques achaparrados. De

acuerdo con McIntyre y Hobbs (1999) el paisaje del pantano de Monquentiva es variegado con un grado de destrucción moderado del hábitat, donde se conserva un 85 % del área en vegetación natural con ciertos grados de disturbio y degradación de los ecosistemas. A pesar de ello se identifica gran número de fragmentos de las formaciones vegetales de mayor extensión (bosque altoandino y páramo bajo), condición que evidencia tanto el proceso histórico de intervención como el proceso de regeneración natural que se ha dado gracias a la compra de predios por parte del Gobernación de Cundinamarca para su conservación. A continuación se describen los tipos de vegetación encontrados en función del gradiente altitudinal.

Los bosques andinos del pantano de Monquentiva

Estos bosques pertenecen a la gran formación *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*, la cual en esta localidad se encuentra conformada por dos subtipos de bosques, los de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rolottii*, y los de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa* (Figura 3) (Anexo 1). Se encontraron 58 especies pertenecientes a 40 géneros y 28 familias, siendo las familias más diversas Melastomataceae (10) seguida por Cunnoniaceae, Ericaceae y Lauraceae cada una con cuatro especies y Simplicaceae (3).

Gran formación de bosques de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*

Composición florística. Entre las especies diagnósticas se encuentran *Weinmannia balbisiana*, *Brunellia colombiana*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmum bonplandiamun*, *Drimys granadensis* y *Tersntroemia meridionalis*. Se encontraron 56 especies distribuidas en 28 familias y 40 géneros. La familia con mayor número de especies es Melastomataceae (10), seguida por Cunnoniaceae, Ericaceae y Lauraceae cada una con cuatro especies y Simplicaceae (3). Los géneros con mayor número de especies es *Weinmannia* (4), *Miconia* (4) y *Symplocos* (3). Estos bosques altoandinos se encuentran entre los 2800 y 3300 metros de altitud y ya se habían descrito por Cantillo *et al.* (2012) para la Reserva Forestal de Cárpatos.



Figura 3. Bosque andino dominado por *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*.

Fisionomía. Domina el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa promedio de 77 %, seguido por el estrato arbolito (Ar) con 46 %, el estrato arbóreo superior (As) con 43 % y el estrato arbustivo (ar) con 12 % (Figura 4). En el estrato arbóreo inferior (Ai) sobresalen *Clusia multiflora* (7%), *Tibouchina lepidota* (6 %), *Centronia mutabilis* (7 %), *Brunellia colombiana* (5 %) y *Axinaea macrophylla* (5 %). En el estrato arbolito (Ar) sobresalen *Clusia multiflora* (3 %), *Brunellia colombiana* (2 %), *Weinmannia tomentosa* (2 %) y *Myrsine pellucida* (2 %). En el estrato arbóreo superior (As) sobresalen *Podocarpus oleifolius* y *Clusia multiflora* cada una con 12 %. En el estrato arbustivo (ar) sobresalen *Hedyosmum bonplandiamun* (4 %) y *Weinmannia balbisiana* (3 %).

Se diferenciaron XI clases de altura, donde la clase II (2,8-5,5 m) agrupa el 24 % de los individuos y la clase III (5,6-8,3 m) el 19 % (Figura 5).

Se encontraron XI clases diamétricas, donde la clase I (0,9-30,9) el 11 %. El 92 % de los individuos se agrupan en las tres primeras clases diamétricas (0,79-41 cm) y las categorías diamétricas VII y

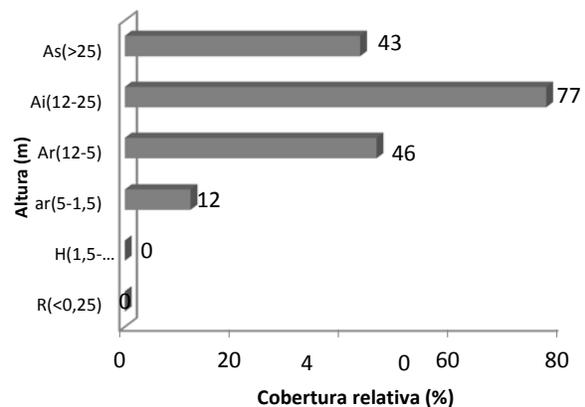


Figura 4. Cobertura relativa (%) promedio por estratos en los bosques altoandinos de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*. Rasante (R), herbáceo (H), arbustivo (ar), arbolito (Ar), arboreo inferior (Ai), arbóreo superior (As).

IX no presentan individuos (Figura 6). La baja presencia de individuos con DAP mayor a 41 cm es debido a la fuerte entresaca que ocurrió durante años, donde las comunidades locales sobreexplotaron las especies de importancia maderable como *Podocarpus oleifolius*, especies del género *Weinmannia* y *Nectandra*, entre otras.

Índices estructurales. La especie con mayor IVI (%) fue *Weinmannia balbisiana* (37 %), seguido por *Brunellia colombiana* (34 %), *Clusia multiflora* (31 %) y *Hedyosmum bonplandianum* (25 %). Se encontraron un total de 872 individuos y 59 especies (Figura 7). La relación del cociente de mezcla fue de 14:1.

Bosques de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rotatii*

Composición florística. Las especies características son *Weinmannia balbisiana*, *Brunellia colombiana*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Drimys granadensis*, *Clusia multiflora*, *Tibouchina lepidota*, *Weinmannia rotatii* y *Weinmannia pinnata*. Se encontraron 28 especies distribuidas en 17 familias y 21 géneros. Las familias con mayor número de especies son Cunoniaceae (4) y Melastomataceae (4) y Simplicaceae (3). Los géneros con mayor número de especies son *Weinmannia* (4) y *Symplocos* (3). Se distribuyen entre los 2893 y 2978 metros de altitud.

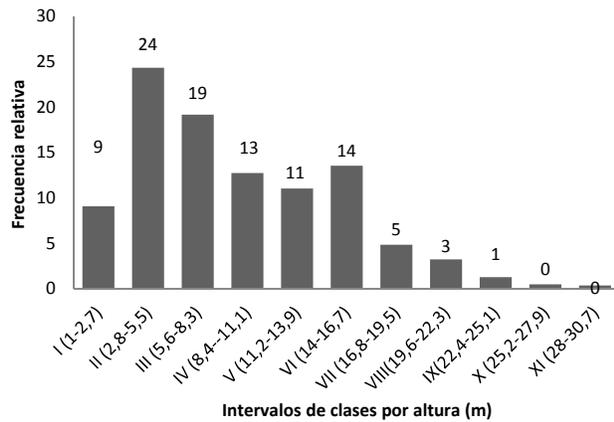


Figura 5. Frecuencia relativa (%) de alturas en los bosques altoandinos de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*.

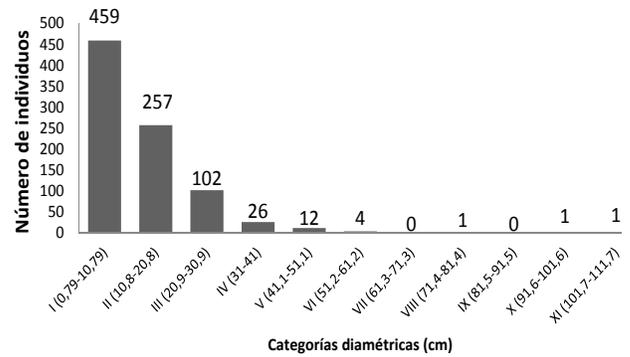


Figura 6. Frecuencia relativa (%) de DAP en los bosques altoandinos de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*.

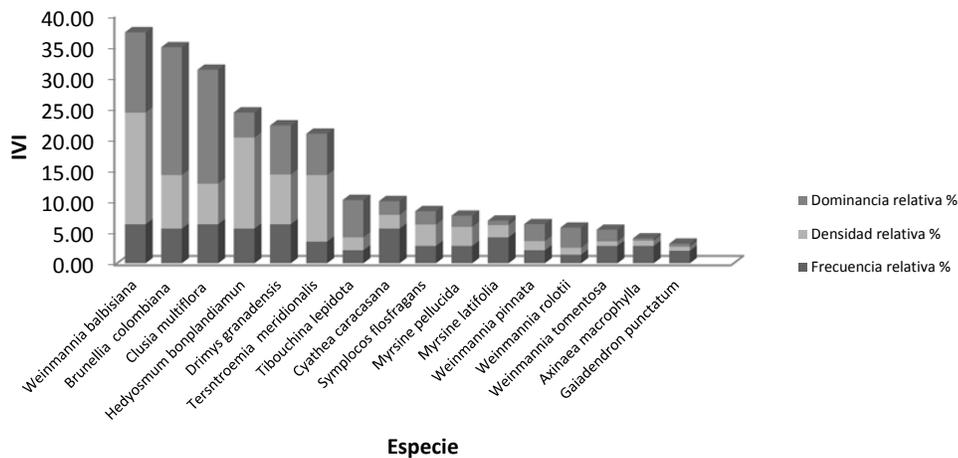


Figura 7. IVI relativo (%) para las especies que ocupan el 80 % del IVI en los bosques altoandinos de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*.

Cortes (2008), describió bosques altoandinos con una composición florística similar para la parte alta de la Sabana de Bogotá.

Fisionomía. Domina el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa promedio de 55 %, seguido por el estrato arbolito (Ar) con 24 % y el estrato arbustivo (ar) con 5 % (Figura 8). En el estrato arbóreo inferior (Ai) sobresalen *Clusia multiflora* (8 %), *Tibouchina lepidota* (6 %), *Centronia mutabilis* (6 %) y *Weinmannia rolotii* (4 %). En el estrato arbolito (Ar) sobresale *Clusia multiflora* (3 %), *Tibouchina lepidota* (2 %), *Brunellia colombiana* (2 %) y *Miconia cundinamarcensis* (2 %). En el estrato arbustivo (ar) sobresalen *Chusquea scandens* (2%) y *Cyathea caracasana* (1%). El estrato arbóreo superior (As) está ausente.

Se diferenciaron IX clases de altura, donde la clase II (4,1-6 m) agrupa el 18 % de los individuos y las clase IV (8,1-10 m) y V (10,1-12 m) el 31 % (Figura 9). Se encontraron IX clases diamétricas, donde la clase I (03-9,3cm) agrupa el 34 %, la clase II (9,4-15,6) el 30 %, y las categorías diamétricas IV (22-28,2) y V (28,3-34,5) el 23 %. El 87 % de los individuos se agrupan en las tres primeras clases diamétricas (0,79-41 cm) y la categoría diamétrica VIII no presenta individuos (Figura 10). La baja presencia de individuos con DAP mayor a 41 cm es debido a la fuerte entresaca que ocurrió durante años, donde las comunidades locales sobreexplotaron las especies de importancia maderable como *Podocarpus oleifolius* y especies del género *Weinmannia* y *Nectandra*, entre otras.

Índices estructurales. La especie con mayor IVI (%) fue *Weinmannia balbisiana* (36 %), seguida por *Brunellia colombiana* (33 %), *Hediosmum bonplandianum* (32 %) y *Weinmannia rolotii* (21 %). Se encontraron un total de 262 individuos y 28 especies (Figura 11). La relación del cociente de mezcla fue de 9:1.

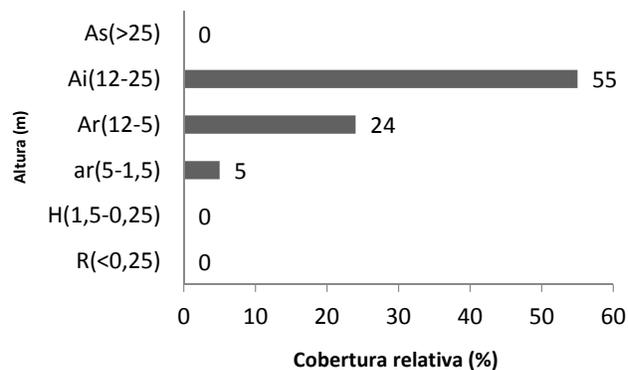


Figura 8. Cobertura relativa (%) promedio por estratos en los bosques altoandinos de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rolotii*. Rasante (R), herbáceo (H), arbustivo (ar), arbolito (Ar), arboreo inferior (Ai), arbóreo superior (As).

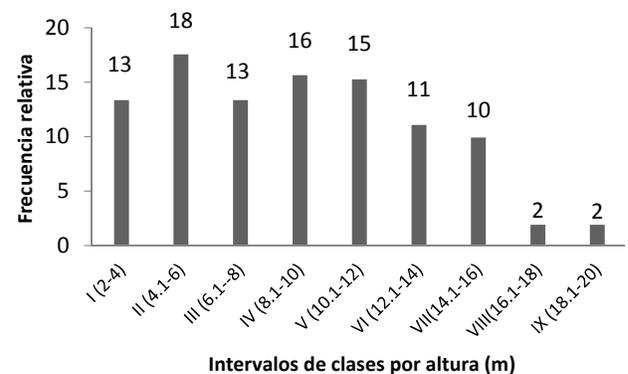


Figura 9. Frecuencia relativa (%) de alturas en los bosques altoandinos de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rolotii*.

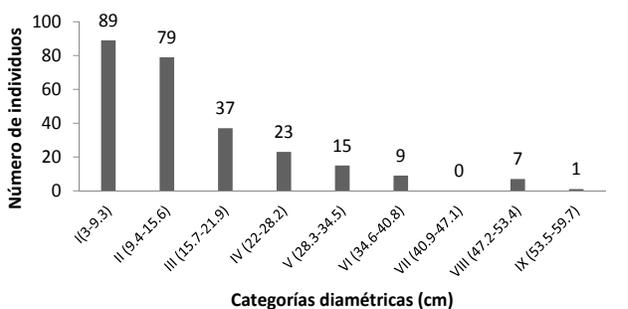


Figura 10. Frecuencia relativa (%) de DAP en los bosques altoandinos de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rolotii*.

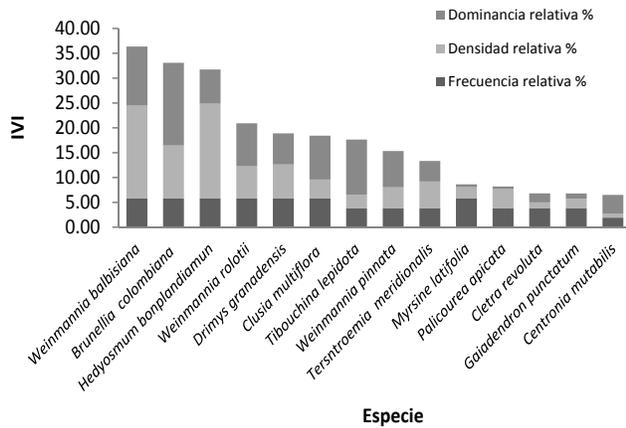


Figura 11. IVI relativo (%) para las especies que ocupan el 80 % del IVI en los bosques altoandinos de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rolotii*.

Bosques de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*

Composición florística. Las especies características son *Clusia multiflora*, *Brunellia colombiana*, *Tersntroemia meridionalis*, *Drimys granadensis*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Symplocos flosfragans* y *Weinmannia balbisiana*. Se encontraron 53 especies distribuidas en 28 familias y 39 géneros. La familia con mayor número de especies es Melastomataceae (10), seguida por Cunoniaceae, Ericaceae y Lauraceae cada una con cuatro especies y Simplicaceae (3). Los géneros con mayor número de especies son *Weinmannia* (4), *Miconia* (3) y *Symplocos* (3). Estos bosques se encuentran entre los 2893 y 3098 metros de altitud. Cortés (2008), describió bosques altoandinos con una composición florística similar para la parte alta de la Sabana de Bogotá.

Fisionomía. Domina el estrato arbóreo inferior (Ai) con una cobertura relativa promedio de 53 %, seguido por el arbóreo superior (As) con 43 %, el estrato arbolito (Ar) con 31 % y el estrato arbustivo (ar) con 10 % (Figura 12). En el estrato arbóreo inferior (Ai) sobresalen *Brunellia colombiana* (8 %), *Clusia multiflora* (7 %), *Weinmannia tomentosa* (6 %) y *Weinmannia balbisiana* (6 %). En el estrato arbóreo superior (As) sobresalen *Podocarpus oleifolius* (12 %) y *Clusia multiflora* (12 %). En el estrato arbolito

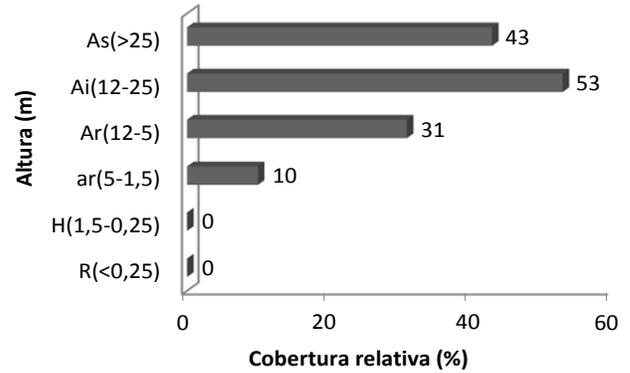


Figura 12. Cobertura relativa (%) promedio por estratos en los bosques altoandinos de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*. Rasante (R), herbáceo (H), arbustivo (ar), arbolito (Ar), arboreo inferior (Ai), arbóreo superior (As).

(Ar) sobresalen *Myrsine pellucida* (4 %), *Viburnum lehmani* (3,2 %) y *Brunellia colombiana* (3 %). En el estrato arbustivo (ar) sobresalen *Cyathea caracasana* (2 %), *Clusia multiflora* (2 %) y *Myrsine latifolia* (1 %).

Se diferenciaron X clases de altura, donde las clases I (1-3), II (3,1-6m) y III (6,1-9m) agrupan el 64 % de los individuos (Figura 13). Se encontraron X clases diamétricas, donde la clase I (0,79-11,89 cm) agrupa el 67 % y la clase II (11,9-22,9) el 21 %. El 97 % de los individuos se agrupan en las tres primeras clases diamétricas (0,79-34,9 cm) y las categorías diamétrica VI y VII no presentan individuos (Figura 14). La baja presencia de individuos con DAP mayor a 41 cm es debido a la fuerte entresaca que ocurrió durante años, donde las comunidades locales sobreexplotaron las especies de importancia maderable como *Podocarpus oleifolius* y especies del género *Weinmannia* y *Nectandra*, entre otras

Índices estructurales. La especie con mayor IVI (%) fue *Clusia multiflora* (41 %) *Brunellia colombiana* (36 %) y *Tersntroemia meridionalis* (33 %). Se encontraron un total de 435 individuos y 28 especies (Figura 15). La relación del cociente de mezcla fue de 15:1.

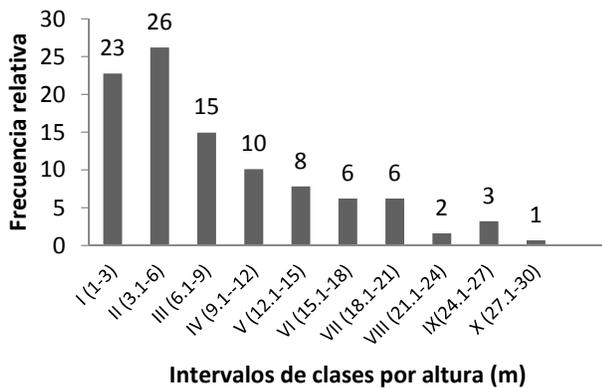


Figura 13. Frecuencia relativa (%) de alturas en los bosques altoandinos de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*.

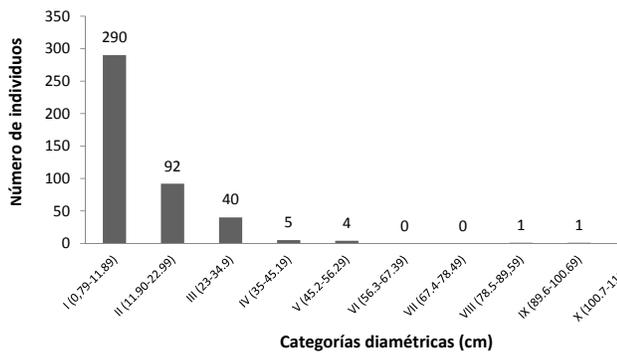


Figura 14. Frecuencia relativa (%) de DAP en los bosques altoandinos de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*.

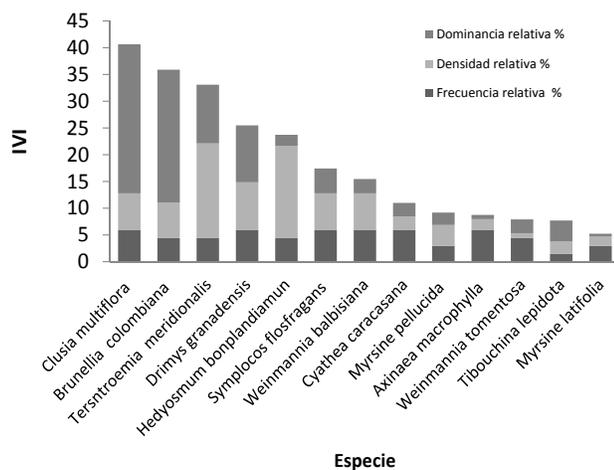


Figura 15. IVI relativo (%) para las especies que ocupan el 80 % del IVI en los bosques altoandinos de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*.

La vegetación del páramo en el pantano de Monquentiva

Se encontraron 116 especies pertenecientes a 85 géneros y 38 familias, siendo las familias más diversas Ericaceae (11), Asteraceae (11), Melastomataceae (7) y Rosaceae (5) (Anexo 2). Respecto a lo reportado por Rangel, (2000) en el PNN Chingaza, la flora encontrada en el pantano de Monquentiva representa el 50 % de las 38 familias, 34 % de los 85 géneros y 21 % de las 534 especies encontradas en el PNN Chingaza lo cual indica una baja riqueza pero también indicios de regeneración natural al presentar la mayoría de especies claves en cada tipo de vegetación encontrada.

Para la vegetación de las franjas altoandina del pantano de Monquentiva se observan los bosques de *Drimys granadensis* y *Weinmannia microphylla*; en el subpáramo se observan cuatro tipos de vegetación de matorrales agrupados en la gran formación de *Arcytophyllum nitidum* y *Diplostephium phyllicoides*, cuatro de frailejonales mixtos, uno de chuscales, dos de pajonales y dos de turberas y tremedales. Estos tipos de vegetación ya han sido descritos por Rangel y Ariza-N (2000) para el Parque Nacional Natural Chingaza.

De acuerdo con Cleef (2012) y con el trabajo de campo realizado, estos tipos de vegetación se distribuyen a modo de mosaico en el paisaje entre los 2950 y 3500 metros de altitud y algunas de ellas corresponden a estados sucesionales producto de procesos de paramización por una larga historia de intervención antrópica. De acuerdo con Vargas *et al.* (2003) en el páramo del PNN Chingaza las comunidades de la vegetación abierta que alcanzan su máximo desarrollo bajo las condiciones climáticas regionales (vegetación zonal) son los frailejonales, pajonales y chuscales, los cuales se mezclan a lo largo de toda la región dando origen a tipos de vegetación mixta como es el caso del frailejonal-pajonal y frailejonal-chuscal.

De acuerdo con el autor las comunidades de la vegetación cerrada corresponden a los llamados bosques achaparrados como los bosques de encenillo donde dominan varias especies de *Weinmannia*, bosques de rodamonte dominados por *Escallonia myrtilloides* y bosques de colorado dominados por *Polylepis quadrijuga*.

Bosques achaparrados de *Drimys granadensis* y *Weinmannia microphylla*

En estos bosques las especies características son *Drimys granadensis*, *Weinmannia rollottii*, *Aragoa abietina*, *Cyathea chimboracensis* y *Gaultheria anastomosans*. Estos bosques están conformados por 32 especies, 29 géneros y 19 familias. Sobresale el estrato arbustivo (ar) con 100 % seguido por el herbáceo (Hr) con 38 %. En el estrato arbustivo (ar) domina *Drimys granadensis* con 9 % y *Weinmannia rollottii* con 8 % con alturas hasta de 3 m. El estrato herbáceo está dominado por *Aragoa abietina* con 12 %, *Cyathea chimboracensis* con 10 % y *Gaultheria anastomosans* con 5 %. El estrato rasante tiene solo el 2 % y está dominado por *Gaultheria erecta* y algunas bromelias. Se encontraron un total de 240 individuos. Este tipo de vegetación está distribuido entre los 3137 y 3185 m de altitud.

La riqueza de este tipo de vegetación está dentro de los rangos reportados por Rangel y Ariza-N (2000) que varía entre 19 y 37. De acuerdo con los autores los elementos importantes son *Weinmannia microphylla* (Ar) y *Drimys granadensis* (Ar), que alcanzan hasta 15m de altura, sin embargo estas dos especies en el pantano de Monquetiva alcanzan alturas máximas de 3m. En el pantano de Martos no aparece *Persea ferruginea* y dominan matorrales de *Escallonia myrtilloides* pero desde un límite de distribución inferior (2956m) al reportado por los autores (3500-3600 m). Lo anterior indica un estado sucesional menos avanzado que el reportado en el PNN Chingaza dado la intensa historia de degradación antropogénica y el reciente aislamiento de estos tensionantes.

No se encuentran los bosques de colorados descritos por Vargas *et al.* (2003) en el PNN Chingaza, que corresponden a relictos que se establecen en los valles abrigados, en las laderas con inclinación intermedia, en los afloramientos rocosos y en los sitios turbosos. En estos bosques la especie dominante es *Polylepis quadrijuga* (comunidad de *P. quadrijuga*), un arbolito muy característico por su tronco retorcido de corteza rojiza y desprendible y por sus hojas verde-grisáceo. Este tipo de vegetación está fuertemente amenazada por la extracción de *P. quadrijuga* para leña y postes de cercas.

Matorrales

Los matorrales están presentes en todo el páramo y especialmente en el subpáramo donde se encontró la gran formación de *Arcytophyllum nitidum*-*Diplostephium phylicoides* que contienen los matorrales de *Aragoa abietina*-*Puya goudotiana* y los de *Hypericum goyanessi* (Figura 16). Esta vegetación ya ha sido descrita por Rangel y Ariza-N (2000) en el PNN Chingaza donde reportan tres tipos de matorrales: i) matorrales de *Arcytophyllum nitidum*, alianza *Diplostephio phylicoidis*-*Arcytophyllion nitidi* con cuatro asociaciones (*Gaylussacio buxifoliae*-*Vaccinietum*, *floribundi*, *Espeletio argentae*-*Arcytophyllietum nitidi*, *Diplostephio phylicoidis*-*Espeletietum grandiflorae* *Castratello piloselloidis*-*Arcytophyllietum nitidi*), ii) *Hypericetum goyanessi* con la alianza *Geranio siboldioidis*-*Hypericion goyanessi* y las asociaciones (*Noticastro marginati*-*Hypericetum goyanessi* y *Pernettyo prostratae*-*Pentacalietum Nitidae*) y iii) matorrales de *Aragoa abietina* con dos comunidades (*Aragoa abietinae*-*Puyetum santosi* y *Aragoa abietinae*-*Arcytophyllietum nitidi*).

Gran formación de matorrales de *Arcytophyllum nitidum* y *Diplostephium phylicoides*

Las especies características son *Diplostephium phylicoides*, *Hypericum goyanesii*, *Baccharis vacciniifolia*, *Clethra fimbriata*, *Arcytophyllum nitidum* y *Weinmannia rollottii* Se encontraron 86 especies pertenecientes a 65 géneros y 31 familias. Las familias más diversas son Ericaceae y Asteraceae cada una con 11 especies, seguidas por Melastomataceae con siete y Rosaceae con cinco. Sobresalen los estratos estrato arbustivo (ar) y rasante (Ra) con 100 % cada uno. En el estrato arbustivo (ar) sobresalen *Diplostephium phylicoides* (10 %), seguido por *Macrocarpaea glabra* (9 %), *Hypericum goyanesii*, *Baccharis vacciniifolia*, *Clethra fimbriata* y *Weinmannia rollottii* cada una con 6 %. En el estrato rasante (Ra) domina *Blechnum schomburgkii* (16 %), seguido por *Paepalanthus columbiensis* (12 %) e *Hydrocotyle* sp. (10 %). El estrato herbáceo ocupa el 51 % y está dominado por *Espeletia argentea* (26 %) y *Espeletia argentea* con 25 %. Se encontraron un total de 2 737 individuos, distribuidos entre los 3016-3389 metros de altitud.



Figura 16. Matorrales de subpáramo dominado por *Diplostegium phyllicoides*.

Dentro de esta gran formación se encuentra *Vaccinium floribundum* -*Gaultheria anastomosans* que presenta 27 especies, 25 géneros y 16 familias. Domina el estrato arbustivo con 70%, seguido por el herbáceo (60 %) y el rasante ocupa el 3 %. En el estrato arbustivo sobresalen *Macrocarpaea glabra* (20 %), seguida por *Gaultheria anastomosans* (5%) y *Drimys granadensis* (3 %). En el estrato herbáceo sobresalen *Aragoa abietina* (12 %) y *Gaultheria anastomosans* (6 %). En el estrato rasante sobresalen *Lachemilla orbiculata* (1 %) y *Gaultheria erecta* (1 %).

En los matorrales de *Aragoa abietina* y *Puya goudotiana* se encontraron 39 especies pertenecientes a 31 géneros y 15 familias. Sobresalen los estratos herbáceo (Hr) con 100 % y el arbustivo (ar) con 93 %. En el estrato herbáceo sobresalen *Puya goudotiana* (18 %), *Calamagrostis effusa* (16 %) y *Tibouchina grossa* (10 %). En el estrato arbustivo (ar) sobresalen *Gaultheria anastomosans* (38 %) seguido por *Hypericum goyanesii* (18 %). El estrato rasante ocupa el 64 % y sobresalen *Blechnum schomburgkii* (22 %), seguido por *Paepalanthus columbiensis* e

Hydrocotyle sp. con 10 % cada una. Se encontraron un total de 724 individuos, distribuidos entre los 3220-3376 metros de altitud.

Sánchez y Rangel (1990) describieron la asociación Aragoo abietinae-Puyetum santosi de los páramos de San Cayetano y de Guargua. Rangel y Ariza-N (2000) diferencian esta asociación del sintaxon de Chingaza, en donde aparece *Chusquea tessellata* al igual que en el pantano de Monquentiva y la asocian como una vegetación muy parecida en su composición florística a la asociación Aragoetum abietinae de Cleef (1981), que comparte con el pantano de Monquentiva especies características como *Puya santosii*, *Vaccinium floribundum*, *Paepalanthus karstenii*, *Sphagnum magellanicum*, *Pernettya prostrata* y *Geranium sibbaldiioides* (*Geranium multiceps*). En los matorrales de *Hypericum goyanesii* dominan *Hypericum goyanesii* con un 80 %. De acuerdo con Rangel y Ariza-N (2000), una característica importante en esta vegetación es la ausencia de *Chusquea tessellata*, la disminución en cobertura de *Calamagrostis effusa* y una marcada dominancia de *H. goyanesii*. Así como

ocurre en el PNN Chingaza, aparecen como especies características *Hypericum goyanesii* y *Geranium multiceps*.

Chuscales

En este tipo de vegetación las especies características son *Chusquea teassellata* y *Aragoa abietina*, pero dominada *Chusquea tessellata*, una bambusoide conocida como chusque o bambú de páramo. Se desarrollan en suelos especialmente húmedos y encharcados, siendo mucho más abundantes en los páramos húmedos. Se encontraron 17 especies donde domina el estrato arbustivo con 70 %, donde *Chusquea teassellata* ocupa el 50 % y *Aragoa abietina* el 20 %. La altura promedio de 1,5 m y las especies dominantes indicadoras son *Paepalanthus columbiensis*, *Gaiadendron punctatum*, *Pernettya prostrata*, *Pentacallia pulchella*, *Buchetia glutinosa*, *Calamagrostis effusa*, *Espeletia argétea*.

Rangel y Ariza-N. (2000) los definen como matorrales dominados ampliamente por *Aragoa abietina* en el estrato arbustivo (45% de cobertura promedio), en el estrato herbáceo, se disponen las cañas de

Chusquea tesellata (8% de cobertura promedio), junto con *Blechnum loxense* y *Calamagrostis effusa* y en el rasante aparecen *Paepalanthus karstenii* y *Arcytophyllum muticum*. También se registran lugares completamente dominados por *Chusquea tesellata*, cuya abundancia puede ser usada como un indicador del potencial hídrico de una región, ya que el contenido de agua de sus suelos es tres veces mayor que el de un frailejónal (Rangel- Ch. 1995).

Frailejónales

Vegetación con un estrato arbustivo emergente conformado por las caulirósulas de *Espeletia*. Este tipo de vegetación se encuentra en regeneración desde hace 15 años y no presenta disturbio actual. Se encuentra en toda la franja desde los 2956 hasta los 3498 metros de altitud (Figura 17). Se identificaron dos tipos de vegetación de frailejónal pajonal indicadoras de buen estado de conservación (*Oreobolus goeppingeri*-*Espeletia grandiflora* y *Castratella pilloselloides*-*Espeletia barclayana*) y dos de frailejónal arbustal, indicadoras de regeneración natural (*Puya goudotiana*-*Espeletopsis corymbosa* y *Arcytophyllum nitidum*-*Espeletia argétea*).



Figura 17. Frailejónal dominado por *Oreobolus goeppingeri* y *Espeletia grandiflora*.

Oreobolus goeppingeri y *Espeletia grandiflora*: Conformada por 39 especies, 32 géneros y 18 familias. Sobresale el estrato herbáceo (Hr) con 100 % y el rasante (Ra) con 40 %. El estrato herbáceo está dominado por *Espeletiopsis corymbosa* (28 %), *Espeletia grandiflora* (22 %), *Gaultheria anastomosans* (10%). El estrato rasante está dominado por *Paepalanthus columbiensis* (13 %) y *Castratella piloselloides* (12 %). El estrato arbustivo (ar) tiene una cobertura de 16 % y dominan *Arcytophyllum muticatum*, *Cavendishia bracteata* y *Symplocos theiformis*, cada una con 3 %. Se encontraron un total de 1294 individuos. Distribuidos entre los 3075-3389 metros de altitud, Rangel y Ariza-N (2000) describen las comunidades de Diplostephio phylcooidis-Espeletietum Grandiflorae, donde en el estrato arbustivo domina ampliamente *Espeletia grandiflora* (30 % de cobertura promedio) y en el herbáceo *Calamagrostis effusa* (40 % de cobertura promedio).

Castratella piloselloides y *Espeletia barclayana*: Conformada por 11 especies, 22 géneros y 10 familias. Sobresale el estrato herbáceo (Hr) con 100 % seguido por el arbustivo (ar) con 30%. El estrato herbáceo está dominado por *Aragoa abietina* (40 %) y *Calamagrostis effusa* (30 %). El estrato rasante tiene una cobertura de 25 % y está dominado por *Lachemilla orbiculata* (20%). El estrato arbustivo (ar) obtuvo una cobertura relativa de 30 % donde domina exclusivamente *Espeletia barclayana* con individuos con alturas entre 0,2 y 3 m. Se encontraron un total de 149 individuos. Este tipo de vegetación solo sobre los 3498 metros de altura (páramo propiamente dicho).

Puya goudotiana y *Espeletiopsis corymbosa*: Conformada por 32 especies, 28 géneros y 17 familias. Sobresale el estrato herbáceo (Hr) con 100 %, seguido por el arbustivo (ar) con 72 %. El estrato herbáceo está dominado por *Espeletiopsis corymbosa* (34%), seguido por *Calamagrostis effusa* (23 %) y *Puya goudotiana* (11 %). En el estrato arbustivo (ar) dominan *Gaultheria anastomosans* (30 %) e *Hypericum goyanesii* (28 %). El estrato rasante tiene una cobertura de 21 % y está dominado por *Paepalanthus columbiensis* (10 %), y *Blechnum schomburgkii* y *Lachemilla orbiculata* con 3 % cada una. Se encontraron un total de 684 individuos y se distribuyen entre los 3230 y 3376 metros de altitud.

Arcytophyllum nitidum y *Espeletia argentea*: este tipo de vegetación se encuentra alrededor del pantano de Martos, en áreas que fueron fuertemente perturbadas por actividades antrópicas como quema y pastoreo, y se han ido regenerando desde hace aproximadamente 15 años. Domina *Espeletia argentea* (80 %) y 260 individuos en 25 m²; en algunas zona se encuentra junto con *Lachemilla orbiculata* y *Arcytophyllum nitidum* y en otras zonas junto con *Espeletiopsis corymbosa* y *Calamagrostis effusa*. Distribuido a los 3017 metros de altitud.

De acuerdo con Rangel y Ariza-N. (2000) este tipo de vegetación es frecuente en sitios donde inicialmente se quema y luego se cultiva y es bastante pobre en especies dominantes del páramo como *Calamagrostis effusa* y *Espeletia grandiflora*. En Cruz Verde, Lozano y Schnetter (1976) registraron a *Espeletia argentea* en varias fitocenosis, en áreas anteriormente cultivadas con papa, y las describieron como fases del proceso de sucesión, aunque también la encontraron en vertientes escarpadas, en sitios húmedos y en áreas erosionadas, por lo cual le asignaron un papel importante en el proceso de colonización y de sucesión. Vargas *et al.* (2003) definen su carácter secundario relacionado con actividades agropecuarias.

Pajonales

Vegetación herbácea dominada por macollas de gramíneas y especialmente por el género *Calamagrostis*. Este tipo de vegetación está presente en el subpáramo. Las comunidades identificadas fueron *Paepalanthus columbiensis-Calamagrostis effusa* (60 %) con 16 especies y *Chusquea tessellata - Calamagrostis effusa* (70 %) con 10 especies. Las especies indicadoras son *Bartsia* sp., *Rynchospora macrocaeta*, *Halenia* sp., *Calamagrostis effusa*, *Jamesonia imbricata*, *Paepalanthus columbiensis* y *Chusquea tessellata*. Distribuidos entre los 3300 y 3500 metros de altitud.

Turberas

La turbera está situada en el pantano de Martos (antigua laguna) y está conformada por diferentes tipos de vegetación distribuidos a modos de mosaico (Figura 18). Dentro de la turbera se encuentran pequeños humedales dominados en los bordes por



Figura 18. Turberas del actual pantano de Martos.

Sphagnum magellanicum y *Oreobolus goeppinger*, evidencia de la antigua laguna que cubría la actual turbera. En las zonas terrizadas se encuentran diferentes tipos de vegetación como frailejonales de *Espeletia grandiflora*, *Espeletiopsis corymbosa* y *Espeletia argentea* con *Puya goudotiana*, pajonales de *Calamagrostis effusa* y parches de *Valeriana pilosa*. En el borde del pantano, colindando con la carretera, se encuentran matorrales de *Hypericum goyanesii*, *Hypericum juniperinum*, *Diplostephium phylloides*, *Baccharis vacciniifolia* e individuos de *Escallonia myrtilloides*. Está conformada por 29 especies, 17 géneros y 10 familias.

Sobresale el estrato herbáceo (Hr) con 100 % seguido por el rasante (Ra) con 84 %. El estrato herbáceo está dominado por *Espeletia argentea* (29 %), *Puya goudotiana* (14 %), *Hypericum goyanesii* (9 %), *Espeletiopsis corymbosa* (7 %). El estrato rasante está dominado por *Blechnum schomburgkii* (40 %), seguido por *Hydrocotyle* sp. (30 %), *Sphagnum magellanicum* (12 %) y *Azorella* sp. (6 %). El estrato arbustivo (ar) obtuvo una cobertura relativa de

10 % donde domina *Symplocos theiformis* (4 %) y *Monochaetum myrtoideum* (3 %). Se encontraron un total de 957 individuos, distribuidos entre los 2956 hasta los 3075 metros de altitud.

Dentro de las turberas encontramos dos tipos de vegetación de prados que se distribuyen a los 2956 m. Vegetación con predominio del estrato rasante y generalmente presente en turberas o bordes de lagunas y entre los elementos típicos están los cojines de *Geranium sibbaldioides*, *Plantago* sp. y *Azorella* sp., *Rynchospora ruiziana* y *Muhlenbergia cleefii*. Allí abundan los musgos (*Sphagnum*) y las plantas que crecen con forma de cojines o tapetes. Se encontraron dos tipos de vegetación de prados distribuidas a los 2956 m s.n.m.: i) *Rynchospora ruiziana*-*Geranium sibbaldioides* como prados de diez especies, de 40 - 50 cm de altura con tapetes de musgo, y ii) *Rynchospora oroboloidea*-*Muhlenbergia cleefii* como cojines con cinco especies dominados por especies de ciperáceas. De acuerdo con Vargas *et al.* (2003) los prados son un tipo de vegetación con predominio del estrato rasante que se encuentra en zonas perturbadas (*Lachemilla*

orbiculata) o en áreas con un alto contenido de agua en el suelo (comunidad de *Campylopus cavifolius*), y en las turberas figuran los pajonales de pantano dominados por *Calamagrostis ligulata* y varias especies de musgos.

Análisis de estado de conservación de los ecosistemas del páramo de Monquentiva

Para la definición de los intervalos aceptables de variación de cada atributo ecológico clave es importante tener en cuenta que en la región andina colombiana, históricamente los ecosistemas naturales han sufrido una intensa transformación debido a que esta parte del territorio nacional ha sido el lugar donde se ha asentado la mayor parte de la población humana (Etter 2006). Lastimosamente no se cuenta con información sistematizada sobre los intervalos de variación natural de los ecosistemas. En este sentido Parrish *et al.* (2003) recomiendan que en estas áreas que han sido afectadas por la intervención humana en diversos tipos y magnitudes, las comparaciones con otros sistemas pudieran ser especialmente informativas sobre si los límites de variación actuales podrían estar debajo de lo que se considera como riesgo de permanencia para las metas o rango aceptable de variación. En la tabla 2 se presentan los atributos ecológicos y los rangos naturales de variación de los bosques altoandinos y páramos definidos como sistemas de referencia y los atributos ecológicos de los páramos y bosques altoandinos de Monquentiva. Finalmente se evalúa el estado actual de cada atributo ecológico. En el Anexo 3 se presentan las calificaciones de cada formación de vegetación del páramo de Monquentiva de acuerdo a su comparación con los sistemas de referencia y a la escala de calificaciones descritas en la metodología.

Para el caso del pantano de Monquentiva el promedio de las calificaciones que obtuvieron los siete tipos de vegetación (metas focales de conservación) fue de 3,75 (valor que corresponde a la categoría de Bueno), lo cual significa que el área protegida se encuentra en un estado deseable de conservación (Tabla 3). Las turberas y tremedales fue el único que obtuvo una calificación mayor a 4,5, es decir la única que se considera con un excelente estado de conservación en términos de composición y estructura. Los bosques

altoandinos, los matorrales, los frailejonales y los pajonales presentaron una condición de buen estado (3,75-,17). Sin embargo, es importante resaltar que tanto los chuscales como los bosques achaparrados son unidades de vegetación que deberían considerarse como las unidades que aún deben continuar en la recuperación de atributos de composición florística y de la estructura.

Consideraciones finales

Para el caso del pantano de Monquentiva, los siete tipos de vegetación asociados a las formaciones de bosque altoandino y páramos presentaron un buen estado de conservación (promedio 3,75). De acuerdo a lo sugerido por Zambrano *et al.* (2007) y Josse (2010) un buen estado de conservación implica que el área protegida se encuentra en un estado deseable, pero es preciso mejorar los esquemas de manejo para evitar que algunos valores objeto de conservación se mantengan en riesgo, para este caso específicamente los bosques achaparrados y los chuscales. Los ecosistemas presentes y sus subtipos de vegetación no son de las mejores muestras a nivel regional, ni actual ni históricamente, sin embargo presentan características favorables con respecto a los atributos ecológicos principales y de resiliencia ante cambio antropogénico negativo. La estructura y composición de la vegetación y los tipos de comunidades vegetales presentes, así como los suelos y la hidrología están funcionando dentro de rangos aceptables de variación, se presentan especies de plantas y animales claves y las especies exóticas e invasoras están presentes en poca cantidad y tienen un impacto mínimo. Sin embargo, para completar el análisis de estado de conservación y evaluar la integridad ecológica de los páramos y bosques del pantano de Monquentiva es necesario incluir dentro de los atributos ecológicos las dimensiones de paisaje y la comparación de la configuración actual del paisaje con un modelo de la vegetación potencial. Así mismo, un reto mayor consiste en la inclusión de algunos atributos ecológicos claves desde el punto de vista funcional, derivados del análisis de diversidad funcional que se realizó para estos ecosistemas.

Tabla 2. Evaluación de cada atributo ecológico de los bosques altoandinos del páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Nombre del atributo	Descripción del estado ideal de los tipos de bosques altoandinos	Descripción del estado actual de los tipos de bosques altoandinos
Bosque altoandino dominado por <i>Weinmannia balbisiana</i> y <i>Clusia multiflora</i>	Estructura de la vegetación	Presencia de árboles con alturas máximas de 32 m formando una cobertura del dosel mayor al 90%	Subdosel (Ar y ar) con cobertura de 58 %
		Subdosel (Ar y ar) con cobertura >70%	Presencia de solo un árbol con altura máxima de 30 m. La cobertura lativa del dosel (As + Ai) del 100 %
		Presencia de juveniles de especies del dosel	Presencia de juveniles de especies del dosel de 41 de las 54 especies
		139 ind. con DAP>10 cm en 0,1 ha	96 ind. con DAP>10 cm en 0,1 ha 180 ind. con DAP>2.5 cm en 0,1 ha
		280 ind. con DAP>2,5 cm (en Carpanta)	
		J invertida en la distribución de clases diamétricas. 12 clases diamétricas	J invertida en la distribución de clases diamétricas. 11 clases diamétricas
		Abundante presencia de epífitas	Abundante presencia de epífitas
		Se encuentran ubicadas en las cimas de las montañas o en laderas altas. Suelos de textura Far y Ar. extremadamente ácidos pH 4,1. CIC alta	En las cimas y parte media de las montañas o en laderas altas. Suelos de textura A. Extremadamente ácidos pH 3,2. CIC alta (92,6)
	Composición de la vegetación	Riqueza: 47 sp. (2700 - 2920) DAP ≥ 10cm (Cárpatos)	Riqueza: 39 sp. (2893-3098) DAP ≥ 10 cm
		Riqueza: 46 sp. (2800 - 2900). DAP ≥ 2,5 cm (Carpanta)	Riqueza: 53 sp. (2893-3098) DAP ≥ 2,5 cm
	Número total de especies y presencia de especies clave	Nueve especies de Lauraceae	Cuatro especies de Lauraceae
		Especies diagnósticas y clave	Especies diagnósticas y clave
<i>Drymis granandensis</i>		<i>Drymis granandensis</i>	
<i>Gordonia fruticosa</i>		<i>Tersntroemia meridionalis</i>	
<i>Ceroxylon andicola</i> (Cárpatos y Carpanta)		<i>Axinaea macrophylla</i>	
<i>Weinmannia tomentosa</i>		<i>Weinmannia tomentosa</i>	
<i>Weinmannia balbisiana</i> (Cárpatos y Carpanta)		<i>Weinmannia balbisiana</i>	
<i>Drymis granandensis</i>		<i>Drymis granandensis</i>	
<i>Persea mutisi</i>		<i>Persea mutisii</i>	
<i>Hedyosmum bonplandianum</i> (Cárpatos y Carpanta)		<i>Nectandra laurel</i>	
<i>Brunellia colombiana</i> (Cárpatos y Carpanta)	<i>Nectandra reticulata</i>		
<i>Geonoma weberbaueri</i> (Cárpatos y Carpanta)	<i>Blakea cuatreacsii</i>		
<i>Clusia ducu</i>	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>		

Cont. **Tabla 2.** Evaluación de cada atributo ecológico de los bosques altoandinos del páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Nombre del atributo	Descripción del estado ideal de los tipos de bosques altoandinos	Descripción del estado actual de los tipos de bosques altoandinos
Bosque altoandino dominado por <i>Weinmannia balbisiana</i> y <i>Clusia multiflora</i>	Número total de especies y presencia de especies clave	<i>Nectandra mollis</i> <i>Palicourea linealiflora</i> <i>Beilschmiedia pendula</i> <i>Podocarpus oleifolius</i> <i>Styloceras laurifolium</i> <i>Axinaea macrophylla</i> <i>Ocotea calophylla</i> <i>Aiouea dubia</i>	<i>Brunellia colombiana</i> <i>Clusia multiflora</i> <i>Palicourea vaginata</i> <i>Palicourea apicata</i> <i>Styloceras laurifolium</i> <i>Symplocos flosfragans</i> <i>Podocarpus oleifolius</i> <i>Ocotea calophylla</i>
	Comunidades identificadas en los bosques altoandinos	<p>Bosque altoandino que corresponde al <i>Weinmannion</i> de Cuatrecasas (1934)</p> <p>En Cárpatos una alianza y dos asociaciones</p> <p>Alianza <i>Hedyosmo bomplandiani</i> - <i>Weinmannion pinnatae</i></p> <p><i>Ocotea calophyllae</i>-<i>Weinmannietum pinnatae</i></p> <p><i>Clusia multiflora</i>- <i>Weinmannietum balbisianae</i></p> <p>En Bogotá dos asociaciones (EcoAndes - Sumapaz):</p> <p><i>Drimys granadensis</i> - <i>Weinmannia tomentosa</i> (S. Cortés)</p> <p><i>Brunellio colombiano</i> - <i>Weinmannietum rollotii</i> (S. Cortés)</p>	<p>Bosque altoandino que corresponde al <i>Weinmannion</i> de Cuatrecasas (1934)</p> <p>Una gran formación de <i>Weinmannia balbisiana</i> y <i>Clusia multiflora</i></p> <p>Bosques de <i>Drimys granadensis</i> - <i>Weinmannia tomentosa</i></p> <p>Bosques de <i>Brunellia colombiana</i> <i>Weinmannia rollotii</i></p>

Tabla 3. Síntesis de la calificación de cada atributo ecológico de los bosques altoandinos y los tipos de vegetación de los páramos del área protegida.

Tipo de vegetación	Nombre del atributo	Estado de conservación
Páramo - frailejones	Estructura de la vegetación	Regular
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Excelente
	Total condición biótica frailejones	Bueno
Páramo - pajonales	Estructura de la vegetación	Bueno
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Bueno
	Total condición biótica pajonales	Bueno

Cont. **Tabla 3.** Síntesis de la calificación de cada atributo ecológico de los bosques altoandinos y los tipos de vegetación de los páramos del área protegida.

Tipo de vegetación	Nombre del atributo	Estado de conservación
Páramo - chuscales	Estructura de la vegetación	Bueno
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Regular
	Total condición biótica chuscales	Regular
Páramo - turberas y tremedales	Estructura de la vegetación	Excelente
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Excelente
	Total condición biótica turberas y tremedales	Excelente
Páramo - matorrales	Estructura de la vegetación	Bueno
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Bueno
	Total condición biótica matorrales	Bueno
Páramo - bosques achaparrados	Estructura de la vegetación	Regular
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Regular
	Total condición biótica bosques achaparrados	Regular
Bosque altoandino de <i>Weinmannia balbisiana</i>	Estructura de la vegetación	Bueno
	Composición de la vegetación	Bueno
	Número de comunidades identificadas	Excelente
	Total condición biótica bosques altoandinos	Bueno

Los resultados del análisis de conservación y la historia de transformación del área estudio se resalta la capacidad de recuperación de estos ecosistemas. Luego de 15 años y con intervenciones basadas en la eliminación o reducción de los efectos tensionantes que degradaban los ecosistemas, ha sido posible recuperar entre un 50 y 75 % de las características florísticas y estructurales de los páramos y bosques altoandinos presentes en las áreas protegidas de PNN Chingaza y Reserva Forestal Cárpatos. Resultados similares se han encontrado en los páramos de Venezuela

por Sarmiento *et al.* (2002). Teniendo en cuenta las trayectorias deseables de recuperación que están siguiendo estos ecosistemas, es posible sugerir que las acciones de manejo del área protegida en lo referente a los procesos de conservación y restauración ecológica deberían enfocarse en continuar con el detenimiento de efectos tensionantes, la recuperación de algunos atributos funcionales de los bosques altoandinos y los bosques achaparrados, y el monitoreo del proceso de recuperación natural. Otro aspecto fundamental para desarrollar en la gestión del área protegida debe ser

la vinculación activa de las comunidades rurales, a través de programas de monitoreo participativo, educación ambiental y promoción de estrategias de ecoturismo que les generen beneficios económicos y apropiación social.

Agradecimientos

Agradecemos a Ecopetrol que aportó los recursos financieros para ejecutar el proyecto “Análisis de los servicios ecosistémicos del pantano de Martos a partir de la integridad ecológica de los ecosistemas como línea base para orientar procesos de conservación y restauración ecológica”, en el marco de la Segunda Convocatoria Nacional a la Biodiversidad (2011); a la Fundación Natura por la cofinanciación y el apoyo técnico; al Instituto Alexander von Humboldt y a la CAR por la cooperación en el intercambio de información relevante para el proyecto; al señor Luis Enrique Peña por el apoyo en campo y los conocimientos compartidos; a los botánicos Astrid Milena Caro, Diego Cabrera y Francisco Fajardo, a Paula Guerrero por el apoyo en el trabajo comunitario.

Bibliografía

Andrade, G. I. 1993. Paisaje y biodiversidad en las selvas de los Andes. Pp. 31-48. *En*: Andrade, G. I. (Ed.). *Carpanta: selva nublada y páramo*. Fundación Natura Colombia. 256 pp.

Avella, A. y J. O. Rangel-Ch. 2014. Oak forests types of *Quercus humboldtii* and their sustainable use and conservation in the Guantiva-La Rusia-Iguaque corridor (Santander-Boyacá, Colombia). *Colombia Forestal* 17 (1): 100-116.

Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología* (bases para el estudio de las comunidades vegetales). Editorial Blume, Madrid. 820 pp.

Cantillo, E., K. J. Rodríguez y A. Avella. 2004. Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la vegetación en la reserva forestal Cárpatos, Guasca (Cundinamarca). Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 150 pp.

Cantillo, E. y J. O. Rangel. 2011. La estructura y el patrón de la riqueza de la vegetación del Parque Nacional Natural Los Nevados. Pp. 69-125. *En*: J. O. Rangel. (Ed.). *Colombia Diversidad Biótica XI. Patrones de la estructura y de la riqueza de la vegetación en Colombia*.

Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

- Cleef, A. M. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular paramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. Pp. 175-184. *En*: Larsen K. y Holm-Nielsen L. B. (Eds.). 1979. *Tropical Botany*. Academic Press, New York, Estados Unidos.
- Cleef, A. M. 1981. The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61: 1-321.
- Cleef, A. M. 2012. Field information Colombia: Andean mires. Institute of Botany and Landscape Ecology, Grimmerstr, Germany. *International Mire Conservation Group Newsletter* 1: 7-10.
- Cortés, S. P. 2008. La vegetación boscosa y arbustiva de la cuenca alta del río Bogotá. Pp. 130 – 145. *En*: T. Van der Hammen (Ed.) 2008. *Estudios de Ecosistemas Tropandinos - La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz, Ecoandes 7*. J. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- CAR - Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 2000. *Esquema de Ordenamiento Territorial Guatavita-Cundinamarca*. Bogotá, Colombia. 101 pp.
- Cuatrecasas, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trabajos del Museo Nacional Ciencias Naturales, Serie Botánica* 27. Madrid. 144 pp.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas* 10 (40): 221-268.
- Etter, A., C. MacAlpine, D. Pullar y H. Possingham. 2006. Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79: 74-87.
- Gentry, A. H. 1993. Vistazo general a los bosques nublados andinos y a la flora de Carpanta. Pp.67-79. *En*: Andrade G. (Ed.). *Carpanta: selva nublada y páramo - Ecología y conservación de un ecosistema altoandino*. Fundación Natura Colombia.
- Gómez, C. L. y D. Rubio. 2003. El pantano de Martos: estudio histórico, cultural y geográfico. Academia de Historia de Cundinamarca y Secretaria del Medio Ambiente del departamento de Cundinamarca. 103 pp.
- Guhl, E. 1982. Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Segunda Edición. Fondo FEN Colombia, Bogotá D. C., Colombia. 127 pp.
- Josse, C. 2010. Indicadores de integridad ecológica en bosques de roble. Documento interno de trabajo NatureServe. 44 pp.
- Lozano-C., G y R. Schnetter. 1976. Estudios ecológicos en el páramo de Cruz Verde, Colombia II. Las comunidades vegetales. *Caldasia* 12 (54): 53-68.

- Luteyn J. L., A. M. Cleef y J. O. Rangel. 1992. Plant Diversity in Paramo: Towards a checklist of paramo and a generic flora in paramo. Pp. 71-84. *En*: Balslev, H. y J. L. Luteyn (Eds.). 1992. Paramo: An Andean ecosystem under human influence. Academic Press, San Diego, Estados Unidos.
- McGarigal, K. y B. Marks. 1994. Fragstats - Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Oregon, State. 122 pp.
- McIntyre, S y Hobbs, R. 1999. A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology* 13 (6): 1282-1292.
- Mora-Osejo, L. E. 2002. La necesidad urgente de mantener el equilibrio dinámico del ciclo hídrico. Pp. 271-276. *En*: R. Jaramillo, C. Uribe, F. Hincapié, J. Rodríguez y C. Durán (Eds.). Memorias Congreso Mundial de Páramos. Vol. 1.
- Parrish, J. D., D. P. Braun y R. S. Unnasch. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience* 53: 851-860.
- Pedraza-Peñalosa, P., J. Betancur y P. Franco- Rosselli. 2005. Chisacá, un recorrido por los páramos andinos. Segunda edición. Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 340 pp.
- Rangel, J. O. 1995. Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de alta montaña en Colombia. Pp. 33-60. *En*: Lozano, J. A. y J. D. Pabón (Eds.). Memorias del seminario-taller sobre alta montaña colombiana. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editorial Guadalupe. Bogotá.
- Rangel, J. O. (Ed.) 2000. Colombia Diversidad Biótica III: la región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá D.C. 902 pp.
- Rangel, J. O. 2002. Biodiversidad en la región del páramo: con especial referencia a Colombia. Pp. 168-200. *En*: Jaramillo, C., C. Uribe, F. Hincapié, J. Rodríguez y C. Durán (Eds.). Memorias Congreso Mundial de Páramos. Tomo I.
- Rangel, J. O. y C. Ariza-N. 2000. La vegetación del Parque Nacional Natural Chingaza. Pp. 720-753. *En*: Rangel, J. O. (Ed.). Colombia diversidad biótica III: La región de Vida Paramuna. Editorial Unibiblos. Bogotá.
- Rangel, J. O. y H. Arellano 2010. Bosques de *Polylepis*: un tipo de bosques condenados a la extinción. Pp. 443-447. *En*: Rangel, J. O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica X: Cambio Global (Natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Rangel, J. O. y A. Velásquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp. 59-87. *En*: J. O. Rangel-Ch., P. Lowy y M. Aguilar (Eds.). Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Sánchez, R. y J. O. Rangel. 1990. Estudios ecológicos en la cordillera Oriental colombiana V: Análisis fitosociológico de la vegetación de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. *Caldasia* 16 (77): 155-192.
- Sarmiento, L., L. D. Llambí, A. Ecalona y N. Márquez. 2003. Vegetation patterns, regeneration rates and divergence in an old-field succession of the high tropical Andes. *Plant Ecology* 166: 63-74.
- Sguerra, S., F. Cantillo, O. Rodríguez, Y. Alvarado, C. Paéz, E. Rico, D. Gonzáles, J. Sarria, D. Angulo y C. Boberg. 2011. Estudios básicos para establecer la factibilidad de declarar el páramo de Monquentiva (municipio de Guatavita) como nueva área natural protegida. Conservación Internacional. 531 pp.
- Sturm, H. y J. O. Rangel (Eds.). 1985. Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada. Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, Biblioteca José Jerónimo Triana 9: 1-292.
- Tierney L. G., D. Faber-Longendoen, B. Mitchell., W.G. Shriver y J. P. Gibbs. 2009. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (6): 308-316.
- Vargas, O. y P. Pedraza. 2003. Parque Nacional Natural Chingaza. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Colciencias. Unidad de Parques Nacionales. Acueducto de Bogotá. 226 pp.
- Vargas, O. y D. O. Rivera. 1990. El páramo un ecosistema frágil. *Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural* 25: 145-163. Reimpreso en *Cuadernos Divulgativos* 2: 1-15.
- Vargas, O. y S. Zuluaga. 1980. Contribución al estudio fitoecológico de la región de Monserrate. Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de Grado. 165 pp.
- Vargas, O. y S. Zuluaga 1985. Estudio fitoecológico en la región de Monserrate. Pp. 167- 224. *En*: Sturm, H. y O. Rangel, Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada, Biblioteca Triana 9. Editorial Guadalupe. Bogotá.
- Zambrano, H. M. Pardo y L. Naranjo. 2007. Evaluación de integridad ecológica – Propuesta metodológica. Herramienta para el análisis de la efectividad en el largo plazo en áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C. Convenio WWF-Colombia, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Instituto Alexander von Humboldt. 30 pp.

Anexo 1. Arreglo florístico de la vegetación boscosa en el páramo de Monquentiva.

Levantamiento	Lev4	Lev1	Lev5	Lev7	Lev6	Lev8	Lev2	Lev3	Lev9
Altitud	2.972	3.087	2.959	2.978	3.098		2.978	2.893	2.924
Área (500 m ²)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
n especies	11	16	20	21	16	10	15	17	19
n individuos	97	119	165	54	90	84	105	95	62
Coordenada, N	1039591.1	1038076.8	1039435.8	1039387.9	1028422		1038782.9	1040647.8	1039838.5
Coordenada, W	1035276.8	1033811.6	1034381.8	1033762.7	1040357		1030643.6	1034935.9	1033043.2

Valores de abundancia absoluta

Gran formación de bosques de *Weinmannia balbisiana* y *Clusia multiflora*

<i>Clusia multiflora</i>	11	13	5	1	10	4	6	2	2
<i>Drimys granadensis</i>	1	19	6	13	6	2	2	12	4
<i>Weinmannia balbisiana</i>	4	3	13	10	27	46	30	12	7
<i>Brunellia colombiana</i>	5	11	13		4	9	16	3	9
<i>Hedyosmum bonplandiamun</i>	17	14	44		1	12	22	16	12
<i>Cyathea caracasana</i>	1	2	5	3	4	1	1		1
<i>Myrsine latifolia</i>		7		1	2		1	3	2
<i>Myrsine pellucida</i>			16	1	8	1			
<i>Tersstroemia meridionalis</i>	40	20	17					12	2

Bosques de *Drimys granadensis* y *Weinmannia tomentosa*

<i>Axinaea macrophylla</i>	2	1	1	5
<i>Psamisia</i> sp. 1 AMC 955	6	15	4	3
<i>Symplocos flosfragans</i>			1	1
<i>Weinmannia tomentosa</i>		1	2	1
<i>Chusquea scandens</i>		2	9	
<i>Palicourea vaginata</i>		1	1	
<i>Cestrum buxifolium</i>		1		2
<i>Piper perverrucosum</i>	2		12	
<i>Geissanthus andinus</i>		2		
<i>Disterigma alaternoides</i>				1
				5

Bosques de *Brunellia colombiana* y *Weinmannia rotatii*

<i>Weinmannia rotatii</i>					8	5	4
<i>Gaiadendron punctatum</i>			1			3	2
<i>Tibouchina lepidota</i>			10			2	5
<i>Weinmannia pinnata</i>					1	10	1
<i>Nectandra laurel</i>						2	1
<i>Palicourea apicata</i>						7	3
<i>Cletra revoluta</i>						2	1
<i>Miconia cundinamarcensis</i>						3	1

Cont. **Anexo 1.** Arreglo florístico de la vegetación boscosa en el páramo de Monquentiva.

Levantamiento	Lev4	Lev1	Lev5	Lev7	Lev6	Lev8	Lev2	Lev3	Lev9
Altitud	2.972	3.087	2.959	2.978	3.098		2.978	2.893	2.924
Área (500 m ²)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
n especies	11	16	20	21	16	10	15	17	19
n individuos	97	119	165	54	90	84	105	95	62
Coordenada, N	1039591.1	1038076.8	1039435.8	1039387.9	1028422		1038782.9	1040647.8	1039838.5
Coordenada, W	1035276.8	1033811.6	1034381.8	1033762.7	1040357		1030643.6	1034935.9	1033043.2
Otras especies presentes									
<i>Clethra fimbriata</i>	(Lev6/2; Lev9/1)		<i>Miconia ferruginea</i>		(Lev6/4)				
<i>Miconia elaeoides</i>	(Lev7/1; Lev8/3)		<i>Miconia AMC 1142</i>		(Lev6/8)				
<i>Bejaria resinosa</i>	(Lev7/1; Lev8/3)		<i>Monnina phyllireoides</i>		(Lev7/1)				
<i>Blakea cuatreacsii</i>	(Lev2/8)		<i>Nectandra reticulata</i>		(Lev5/1)				
<i>Blechnum cordatum</i>	(Lev2/2)		<i>Ocotea calophylla</i>		(Lev8/5)				
<i>Blechnum schomburgkii</i>	(Lev7/3)		<i>Persea mutisii</i>		(Lev7/1)				
<i>Centronia mutabilis</i>	(Lev2/2)		<i>Podocarpus oleifolius</i>		(Lev5/1)				
<i>Cybianthus iteoides</i>	(Lev4/8)		<i>Styloceras laurifolium</i>		(Lev5/2)				
<i>Diplostegium ochraceum</i>	(Lev6/4)		<i>Symplocos bogotensis</i>		(Lev3/1)				
<i>Freziera sp.</i>	(Lev9/1)		<i>Symplocos mucronata</i>		(Lev9/1)				
<i>Glossoloma ichthyoderma</i>	(Lev5/1)		<i>Tibouchina grossa</i>		(Lev7/1)				
<i>Hedyosmum colombianum</i>	(Lev1/7)		<i>Viburnum lehmani</i>		(Lev7/1)				
<i>Macleania rupestris</i>	(Lev7/1)		<i>Weinmannia sp. (AMC1145)</i>		(Lev6/1)				
<i>Macroparpea glabra</i>	(Lev5/1)		<i>Xylosma spiculifera</i>		(Lev7/1)				

Anexo 2. Arreglo florístico de la vegetación paramuna en el páramo de Monquentiva.

Levantamientos	Lev10	Lev11	Lev12	Lev13	Lev14	Lev15	Lev16	Lev17	Lev18	Lev19	Lev20	Lev21	Lev22
Altitud	3.292	3.376	3.270	3.220	3.389	3.075	3.104	3.242	3.236	3.104	3.185	3.075	3.016
Área (100 m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
n especies	20	15	16	14	14	9	13	16	13	19	20	3	3
Coordenada, N	1037052	1036915	1039189	1035417	1039587	1038389	1038614	1034175	1035901	1036283	1035147	1038389	1038151
Coordenada, W	1037246	1037817	1037343	1036202	1038305	1035686	1035923	1031069	1035953	1033263	1036371	1035686	1034661

Valores de Frecuencia relativa**Gran formación de matorrales de *Arcytophyllum nitidum* y *Diplostephium phylicoides***

<i>Arcytophyllum nitidum</i>			0,5				2,0	0,5	2,5	1,0			0,0
<i>Gaultheria anastomosans</i>	5,7	33,6					30,0	2,0	2,6	6,9	7,6		
<i>Diplostephium phylicoides</i>	0,1	2,5	6,0		3,5		0,3		1,1		3,1		
<i>Lachemilla</i> sp 1.	5,0	2,5	0,5		0,6			0,5	3,5				1,0
<i>Hypericum goyanesii</i>	0,5	17,5				10,0		3,0		2,5			4,0
<i>Calamagrostis effusa</i>	2,0	38,0		0,5	20,0			2,5	1,3				
<i>Macleania rupestris</i>	2,0				2,0						5,4		
<i>Valeriana pilosa</i>				1,2				0,5					1,0
<i>Vaccinium floribundum</i>			0,5						0,5	1,5			
<i>Castratella piloselloides</i>		0,5				11,5			0,5				
<i>Puya</i> sp. 1	3,7			4,25	2,0				1,2				

Matorrales de *Hypericum goyanesii*

<i>Gynoxys fuliginosa</i>	0,1	2,16											
<i>Blechnum schomburgkii</i>	20,0				1,5				2,5				
<i>Hypericum juniperinum</i>	0,1				0,5								
<i>Pernettya prostrata</i>		2,5	1,25			4,0							

Matorrales de *Baccharis*

<i>vaccinifolia</i> <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	0,1					2,5				0,5	5,4		
<i>Drimys granadensis</i>							1,0			1,3	6,8		
<i>Baccharis vaccinifolia</i>										3,5	8,4		
<i>Gaiadendron punctatum</i>										1,5	0,5		
<i>Macrocarpaea glabra</i>										18,0	0,0		
<i>Weinmannia microphylla</i>										3,4			
<i>Weinmannia rolloti</i>											5,4		
<i>Cyathea chimboracensis</i>											12,6		
<i>Cyperaceae</i> spp										10,0			

Cont. Anexo 2. Arreglo florístico de la vegetación paramuna en el páramo de Monquentiva.

Levantamientos	Lev10	Lev11	Lev12	Lev13	Lev14	Lev15	Lev16	Lev17	Lev18	Lev19	Lev20	Lev21	Lev22
Altitud	3.292	3.376	3.270	3.220	3.389	3.075	3.104	3.242	3.236	3.104	3.185	3.075	3.016
Área (100 m ²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
n especies	20	15	16	14	14	9	13	16	13	19	20	3	3
Coordenada, N	1037052	1036915	1039189	1035417	1039587	1038389	1038614	1034175	1035901	1036283	1035147	1038389	1038151
Coordenada, W	1037246	1037817	1037343	1036202	1038305	1035686	1035923	1031069	1035953	1033263	1036371	1035686	1034661

Valores de Frecuencia relativa

Gran formación de matorrales de *Arcytophyllum nitidum* y *Diplostephium phyticoides*

Chuscales

<i>Chusquea tessellata</i>	2,0	2,0	2,0	1,0									
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	3,9	3,0	2,0	1,5	0,5						6,0		
<i>Uncinia hamata</i>	0,0	0,7	1,5	0,5				0,5					
<i>Puya cf. santosii</i>		21,2	1,5	0,8						0,6		1,5	

Fraijejonales de *Espeletia barclayana*

<i>Paepalanthus columbiensis</i>			9,15	1,1	10,85	6,4	1,7			3,5			
<i>Espeletia barclayana</i>					34,0	22,0	23,0						
<i>Monochaetum myrtoideum</i>			0,5			1,5	0,8				0,5		
<i>Bucquetia glutinosa</i>	3,1				0,0	0,5							
<i>Symplocos theiformis</i>	2,2			0,3	0,1	2,0		1,5					
<i>Puya goudotiana</i>						0,9	0,9	3,6					
<i>Espeletopsis corymbosa</i>		30,0				39,5							

Fraijejonales de *Espeletia grandiflora* y *Oreobolus goeppingeri*

<i>Espeletia grandiflora</i>			26,0						12,2	0,2			
<i>Oreobolus goeppingeri</i>		0,5					0,5		0,5	2,5			

Fraijejonales de *Espeletia argentea*

<i>Espeletia argentea</i>												39,0	
<i>Cavendishia bracteata</i>							2,0			0,2			
<i>Disterigma alaternoides</i>			0,5									0,5	
<i>Gaultheria erecta</i>									0,5	0,4			
<i>Myrsine dependes</i>			1,5									0,4	
<i>Paepalanthus karstenii</i>		0,5						7,7					
<i>Plutarchia guascensis</i>			1,0				0,5						
<i>Tibouchina lepidota</i>	3,5											0,5	

Cont. Anexo 2. Arreglo florístico de la vegetación paramuna en el páramo de Monquentiva.

Levantamientos	Lev10	Lev11	Lev12	Lev13	Lev14	Lev15	Lev16	Lev17	Lev18	Lev19	Lev20	Lev21	Lev22
Altitud	3.292	3.376	3.270	3.220	3.389	3.075	3.104	3.242	3.236	3.104	3.185	3.075	3.016
Área (100 m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
n especies	20	15	16	14	14	9	13	16	13	19	20	3	3
Coordenada, N	1037052	1036915	1039189	1035417	1039587	1038389	1038614	1034175	1035901	1036283	1035147	1038389	1038151
Coordenada, W	1037246	1037817	1037343	1036202	1038305	1035686	1035923	1031069	1035953	1033263	1036371	1035686	1034661
Otras especies presentes													
<i>Arcytophyllum muticatum</i>	(Lev14/2)		<i>Acmispon wranglerianus</i>										(Lev22/1,5)
<i>Bejaria aestuans</i>	(Lev19/1)		<i>Miconia</i> sp.										(Lev20/2,2)
<i>Bomarea crassifolia</i>	(Lev16/1)		<i>Morella pubescens</i>										(Lev20/4,6)
<i>Puya</i> sp. 2	(Lev19/0,5)		<i>Nertera granadensis</i>										(Lev17/0,5)
<i>Clethra fimbriata</i>	(Lev20/6)		<i>Niphogeton glaucescens</i>										(Lev13/0,1)
<i>Clusia multiflora</i>	(Lev20/1,5)		<i>Orthosanthus chimboracensis</i>										(Lev13/0,3)
<i>Diplostephium tenuifolium</i>	(Lev20/3,5)		<i>Pentacalia guadalupe</i>										(Lev10/1,6)
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	(Lev19/0,5)		<i>Puya</i> sp. 3										(Lev17/4,3)
<i>Ericaceae</i> spp	(Lev10/3)		<i>Rubus acanthophyllus</i>										(Lev16/1,6)
<i>Espeletia grandiflora</i>	(Lev13/4)		<i>Rubus bogotensis</i>										(Lev17/0,5)
<i>Gaylussacia buxifolia</i>	(Lev19/0,8)		<i>Tibouchina grossa</i>										(Lev12/5)
<i>Halenia cuatrecasasii</i>	(Lev14/0,1)		<i>Ugni myricoides</i>										(Lev20/0,01)
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	(Lev10/5)		<i>Viburnum tryphillum</i>										(Lev20/1)
<i>Hypericum</i> sp.	(Lev18/0,5)		<i>Weinmannia</i> sp. 1										(Lev20/0,4)
<i>Jamesonia</i> sp.	(Lev17/0,5)		<i>Xyris</i> sp. 1										(Lev17/0,5)

Anexo 3. Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - turberas y tremadales	<p>Estructura</p> <p>Vegetación en cojines con coberturas esperadas y formando comunidades típicas de turberas y tremadales</p> <p>Cobertura del estrato herbáceo en >%</p>	<p>Vegetación de pantanos y turberas: esta se desarrolla usualmente sobre cubetas glaciares, en suelos con el nivel freático muy superficial. Allí abundan los musgos (<i>Sphagnum</i>) y las plantas que crecen con forma de cojines o tapetes</p> <p>Prados: vegetación con predominio del estrato rasante y generalmente presente en turberas o bordes de lagunas. Entre los elementos típicos están los cojines de <i>Plantago rigida</i>, <i>Xenophyllum humile</i> y <i>Distichia muscoides</i></p> <p>Geranio conferti-Calamagrostietum ligulatae-Breuteliotosum. Pastizal de 30 a 60 cm de altura con tapetes de musgo. Se distribuye entre los 3.400 y 3.580 m.</p> <p>Oritrophio peruviana - Oreoboletum venezuelensis. Cojines dominados por especies de cyperáceas. Se distribuye entre los 3.575 y 3.790 m e inclusive puede subir hasta 4.400 m.</p>	<p>Vegetación de pantanos y turberas: esta se desarrolla usualmente sobre cubetas glaciares, en suelos con el nivel freático muy superficial. Allí abundan los musgos (<i>Sphagnum</i>) y las plantas que crecen con forma de cojines o tapetes</p> <p>En la turbera domina 100% por el estrato herbáceo por <i>Espeletia argentea</i> (29 %), <i>Puya goudotiana</i> (14 %) e <i>Hypericum goyanesii</i> (9 %)</p> <p>Prados: vegetación con predominio del estrato rasante y generalmente presente en turberas o bordes de lagunas. Entre los elementos típicos están los cojines de <i>Geranium sibbaldioides</i>, <i>Plantago</i> sp. y <i>Azorella</i> sp., <i>Rynchospora ruiziana</i> y <i>Muhlenbergia cleefii</i></p> <p>Rynchospora ruiziana-Geranium sibbaldioides. Prados de 40 - 50 cm de altura con tapetes de musgo. Se distribuyen a los 2.956 m.</p> <p>Rynchospora oroboloidea-Muhlenbergia cleefii. Cojines dominados por especies de cyperáceas. Se distribuyen a los 2.956 m.</p>
	<p>Composición de la vegetación</p> <p>Número total de especies en turberas y tremadales del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas</p>	<p>Alianza de Gentiano-Oritrophion</p> <p>Número total de especies (5-17 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Geranio conferti-Calamagrostietum ligulatae-Breuteliotosum.</i> (8-17 sp.). - <i>Oritrophio peruviana-Oreoboletum venezuelensis.</i> (5-13 sp.) <p>Número de especies indicadoras (9)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Geranium confertum</i> - <i>Calamagrostis ligulata</i> - <i>Breutelia chrysea</i> - <i>Marchantia plicata</i> - <i>Oritrophium peruvianum</i> - <i>Oreobolus venezuelensis</i> - <i>Rhancocarpus purpurace</i> - <i>Werneria humilis</i> var. <i>angustifolia</i> - <i>Bartsia laniflora</i> 	<p>Turberas y tremadales: 29 especies</p> <p>Número total de especies en prados del páramo: 15 sp.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Rynchospora ruiziana - Geranium sibbaldioides</i> (10 sp.) - <i>Rynchospora oroboloidea - Muhlenbergia cleefii</i> (5 sp.) <p>Número de especies especies indicadoras (8)</p> <p><i>Geranium sibbaldioides, Oreobolus venezuelensis, Rynchospora oroboloidea, Bartsia</i> sp., <i>Rynchospora ruiziana, Muhlenbergia cleefii, Sphagnum magellanicum</i> y <i>Orthrosanthus chimboracensis</i></p>

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - turberas y tremadales	Comunidades identificadas en las turberas y tremadales del páramo	<p>Vegetación de pantano: una alianza y dos asociaciones</p> <p>Alianza de <i>Gentiano-Oritrophion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Geranio conferti</i>-<i>Calamagrostietum ligulatae</i>-<i>Breutelietosum</i> - <i>Oritrophio peruviana</i>-<i>Oreoboletum venezuelensis</i> 	<p>Vegetación de pantano: dos tipos de vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Rynchospora ruiziana</i>-<i>Geranium sibbaldioides</i>. Prados de 20 cm de altura con tapetes de musgo. Se distribuyen a los 2.956 m. - <i>Rynchospora oroboloidea</i>-<i>Muhlenbergia cleefii</i>. Cojines dominados por especies de ciperáceas. Se distribuyen a los 2.956 m.
	<p>Estructura</p> <p>Frailejones en densidades esperadas y formando comunidades típicas del páramo</p> <p>Cobertura del estrato arbustivo en >%</p>	<p>Frailejones: vegetación con un estrato arbustivo emergente conformado por las caulirósulas de <i>Espeletia</i>. Aunque se encuentra en toda la franja, es más frecuente en el páramo propiamente dicho. Las comunidades identificadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Espeletio argenteae</i>-<i>Arcytophyllletum nitidi</i> (50%). Carácter secundario. - <i>Diplostephio phylicoidis</i>-<i>Espeletietum grandiflorae</i> (30%). Suelos bien drenados y sin disturbio. - Comunidad de <i>Espeletia uribei</i>. Altura de 4 a 5 m. Estrato arbustivo 30% 	<p>Frailejones: vegetación con un estrato arbustivo emergente conformado por las caulirósulas de <i>Espeletia</i>. Vegetación en regeneración desde hace 15 años y sin disturbio actual. Se encuentra en toda la franja desde los 2.956 hasta los 3.498 metros de altitud. Las comunidades identificadas fueron:</p> <p>Tipos de vegetación indicadores de buen estado de conservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Oreobolus goeppingeri</i>-<i>Espeletia grandiflora</i> (22 %) <p>Tipos de vegetación indicadores de regeneración:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Puya goudotiana</i> y <i>Espeletiopsis corymbosa</i> (34 %) - <i>Arcytophyllum nitidum</i>- <i>Espeletia argentea</i> (80 %). Carácter secundario.
Páramo - frailejones	<p>Composición de la vegetación</p> <p>Número total de especies en frailejones y número total de especies indicadoras o diagnósticas</p>	<p>Frailejones</p> <p>Número total de especies (10 - 41 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Espeletio argenteae</i>-<i>Arcytophyllletum nitidi</i> (10 - 17 sp.). - <i>Diplostephio phylicoidis</i>-<i>Espeletietum grandiflorae</i> (11- 35 sp.). - Comunidad de <i>Espeletia uribei</i> (27-41 sp.). 	<p>Frailejones (5 - 39 sp.)</p> <p>Tipos de vegetación indicadores de buen estado de conservación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Oreobolus goeppingeri</i>-<i>Espeletia grandiflora</i> (39 sp.) - <i>Castratella pilloselloides</i>-<i>Espeletia barclayana</i> (11 sp.) <p>Tipos de vegetación indicadores de regeneración:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Espeletiopsis corymbosa</i> y <i>Puya goudotiana</i> (32 sp.) - <i>Arcytophyllum nitidum</i>- <i>Espeletia argentea</i> (5 sp.)

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - frailejonales	Composición de la vegetación Número total de especies en frailejonales y número total de especies indicadoras o diagnósticas	Número de especies indicadoras (7): - <i>Espeletia argentea</i> - <i>Arcytophyllum nitidi</i> - <i>Pentacalia abietina</i> - <i>Diplostephium phyllicoides</i> - <i>Espeletia grandiflora</i> - <i>Blechnum loxense</i> (<i>B. schomburgkii</i>) - <i>Espeletia uribei</i> (<i>E. barclayana</i>)	Número de especies indicadoras (7): - <i>Espeletia argentea</i> - <i>Arcytophyllum nitidi</i> - <i>Pentacalia abietina</i> - <i>Diplostephium phyllicoides</i> - <i>Espeletia grandiflora</i> - <i>Blechnum loxense</i> - <i>Espeletia barclayana</i>
	Comunidades identificadas en los frailejonales	Frailejonales y pajonales: cinco asociaciones - <i>Espeletio argenteae-Arcytophyllum nitidi</i> - <i>Diplostephio phyllicoidis-Espeletietum grandiflorae</i> - Comunidad de <i>Espeletia uribei</i>	Frailejonales: cuatro asociaciones - <i>Oreobolus goeppingeri-Espeletia grandiflora</i> - Comunidad de <i>Espeletia barclayana</i> - <i>Espeletiosis corymbosa</i> y <i>Puya goudotiana</i> - <i>Arcytophyllum nitidum-Espeletia argentea</i>
Páramo - pajonales	Estructura Pajonales en densidades esperadas y formando comunidades típicas del páramo	Pajonales: vegetación herbácea dominada por macollas de gramíneas y especialmente por el género <i>Calamagrostis</i> . Este tipo de vegetación está ausente en el subpáramo. Las comunidades identificadas fueron: - <i>Bartsio santolinifoliae-Calamagrostietum effusae</i> . 48% de cobertura relativa en el estrato herbáceo. - <i>Jamesonio imbricatae-Calamagrostietum bogotensis</i>	Pajonales: vegetación herbácea dominada por macollas de gramíneas y especialmente por el género <i>Calamagrostis</i> . Este tipo de vegetación está presente en el subpáramo. Los tipos de vegetación identificadas fueron: <i>Paepalanthus columbiensis - Calamagrostis effusa</i> (60 %). Cobertura del estrato herbáceo (80 %)
	Composición de la vegetación Número total de especies en Pajonales del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas	Pajonales Número total de especies (9-39 sp.) - <i>Bartsio santolinifoliae-Calamagrostietum effusae</i> (16-39 sp.). - <i>Jamesonio imbricatae-Calamagrostietum bogotensis</i> . (9-21 sp.)	Pajonales Número total de especies (20 sp.) - <i>Paepalanthus columbiensis-Calamagrostis effusa</i> (16 sp.) - <i>Chusquea tesellata - Calamagrostis effusa</i> (10 sp.)

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - pajonales	Comunidades identificadas en los pajonales del páramo	<p>Número de especies indicadoras (9):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bartsia santolinifolia</i> - <i>Rynchospora macrocaeta</i> - <i>Halenia asclepianea</i> - <i>Gentianella corymbosa</i> - <i>Calamagrostis effusa</i> - <i>Dyctionema pavonia</i> - <i>Jamesonia imbricata</i> - <i>Senecio formosoides</i> - <i>Calamagrostis bogotensis</i> 	<p>Número de especies indicadoras (7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bartsia</i> sp. - <i>Rynchospora macrocaeta</i> - <i>Halenia</i> sp. - <i>Calamagrostis effusa</i> - <i>Jamesonia imbricata</i> - <i>Paepalanthus columbiensis</i> - <i>Chusquea tessellata</i>
		<p>Pajonales: dos asociaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bartsia santolinifoliae</i> - <i>Calamagrostietum effusae</i> - <i>Jamesonia imbricatae</i> - <i>Calamagrostietum bogotensis</i> 	<p>Pajonales: dos tipos de vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Paepalanthus columbiensis</i> - <i>Calamagrostis effusa</i> - <i>Calamagrostis effusa</i> - <i>Chusquea tessellata</i>
Páramo - chuscales	<p>Estructura</p> <p>Chuscales en densidades esperadas y formando comunidades típicas del páramo</p>	<p>Chuscales: completamente dominados por <i>Chusquea tessellata</i>, una bambusoide conocida como chusque o bambú de páramo. Se desarrollan en suelos especialmente húmedos y encharcados, siendo mucho más abundantes en los páramos húmedos. Las comunidades identificadas fueron:</p>	<p>Chuscales: completamente dominados por <i>Chusquea tessellata</i>, una bambusoide conocida como chusque o bambú de páramo. Se desarrollan en suelos especialmente húmedos y encharcados, siendo mucho más abundantes en los páramos húmedos</p>
	<p>Cobertura del estrato arbustivo en >%</p>	<p><i>Paepalantho karsteni</i> - <i>Chusquion tessellatae</i> all. nov.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chusqueo tessellatae</i> - <i>Aragoetum abietinae</i> (45 %). - <i>Sphagno magellanici</i> - <i>Chusquetum tessellatae</i> (63 %) 	<p><i>Chusqueo tessellatae</i> (50 %) - <i>Aragoetum abietinae</i> (20 %). Altura promedio de 1,5 m, dominado por el estrato arbustivo (70 %)</p>
<p>Composición de la vegetación</p>	<p>Chuscales</p> <p>Número total de especies (8-39 sp.)</p> <p><i>Paepalantho karsteni</i> - <i>Chusquion tessellatae</i></p> <p>Chusqueo tessellatae- Aragoetum abietinae (8-18 sp.)</p> <p><i>Sphagno magellanici</i>- <i>Chusquetum tessellatae</i> (7-39 sp.)</p>	<p>Chuscales (17 sp.)</p> <p>Número total de especies (17 sp.)</p> <p><i>Chusqueo tessellatae</i> -<i>Aragoetum abietinae</i> (17 sp.)</p>	

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - chuscales	Composición de la vegetación Número total de especies en chuscales del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas	Número de especies indicadoras (11): - <i>Paepalanthus karstenii</i> - <i>Chusquea tessellata</i> - <i>Aragoa abietina</i> - <i>Metzgeria</i> sp. (r) - <i>Oritrophium peruvianum</i> (r) - <i>Polytrichum juniperinum</i> (r) - <i>Campylopus pittieri</i> (r) - <i>Sphagnum magellanicum</i> (r) - <i>Everniastrum cirrhatum</i> (ep) - <i>Campylopus</i> sp. (r)	Número total de especies (17 sp.) - <i>Chusquea tessellata</i> - <i>Paepalanthus columbiensis</i> - <i>Aragoa abietina</i> - <i>Gaiadendron punctatum</i> - <i>Pernettya prostrata</i> - <i>Pentacallia pulchella</i> - <i>Buchetia glutinosa</i> - <i>Calamagrostis effusa</i> - <i>Espeletia argentea</i>
	Comunidades identificadas en los chuscales del páramo	Chuscales: una alianza y dos asociaciones <i>Paepalantho karsteni-Chusquion tessellatae</i> all. nov. - <i>Chusqueo tessellatae</i> - <i>Aragoetum abietinae</i> - <i>Sphagno magellanicum</i> - <i>Chusquetum tessellatae</i>	Chuscales: un tipo de vegetación - <i>Chusqueo tessellatae</i> - <i>Aragoetum abietinae</i>
Páramo - matorrales	Estructura Vegetación cerrada de la franja altoandina y subpáramo (bosques y matorrales) Estrato arbustivo con cobertura >60%	Matorrales: vegetación arbustiva presente en todo el páramo y especialmente en el subpáramo donde se destacan los arbustales dominados por <i>Castilleja</i> , <i>Diplostephium</i> , <i>Hypericum</i> y <i>Pentacalia</i> . Las comunidades identificadas fueron: <i>Diplostephio phylicoidis-Arcytophyllion nitidi</i> all.nov. - <i>Gaylussacio buxifoliae</i> - <i>Vaccinietum floribundi</i> (Arbustivo con 40-70 %). Suelos sueltos - <i>Castratello piloselloidis</i> - <i>Arcytophyllum nitidi</i> (38% de cobertura relativa) y <i>Calamagrostis effusa</i> (40 %)	Matorrales: vegetación arbustiva presente en todo el páramo y especialmente en el subpáramo donde se destacan los arbustales dominados por <i>Hypericum</i> , <i>Arcytophyllum</i> y <i>Aragoa</i> Los tipos de vegetación identificados fueron: <i>Arcytophyllum nitidum</i> y <i>Diplostephium phylicoides</i> - <i>Vaccinium floribundum</i> - <i>Gaultheria anastomosans</i> (arbustivo con 70 %) <i>Aragoa abietina</i> y <i>Puya goudotiana</i> (18%). Matorral bajo. Domina estrato herbáceo con 100% dominado por <i>Puya goudotiana</i> (18 %). Estrato arbustivo 93 % dominado por <i>Gaultheria anastomosans</i> (38 %)

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
	Estructura Vegetación cerrada de la franja altoandina y subpáramo (bosques y matorrales) Estrato arbustivo con cobertura >60%	<i>Geranio siboldioidis-Hypericion goyanessi all. nov.</i> - <i>Noticastro marginati-Hypericetum goyanessi.</i> Matorral bajo con un estrato dominado por <i>Hypericum goyanensis</i> con cobertura 50 % y <i>E. grandiflora</i> 5-18 % de cobertura. Sitios inclinados suelos secos a húmedos inclinados <i>Pernettyo prostratae-Pentacalietum nitidae.</i> Matorral bajo con un estrato dominado por <i>Pentacalia nitida</i> acompañada por <i>Hypericum goyanensis</i> . Sitios con buen contenido de agua en el suelo con pendientes bajas o medias	Matorrales de <i>Hypericetum goyanessi.</i> Matorral bajo con un estrato dominado por <i>Hypericum goyanensis</i> con cobertura promedio de 80 %
Páramo - matorrales	Composición de la vegetación Número total de especies en los matorrales del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas	Matorrales del páramo Número total de especies (9-36 sp.) - <i>Gaylussacio buxifoliae-Vaccinietum floribundi</i> (9-37 sp.) - <i>Castratello piloselloidis-Arcytophyllum nitidi</i> (15-23 sp.) - <i>Noticastro marginati-Hypericetum goyanessi</i> (12-21 sp.) - <i>Pernettyo prostratae-Pentacalietum nitidae</i> (15-27 sp.) Número de especies indicadoras (32 sp.) - <i>Vaccinium floribundum</i> (ar) - <i>Cladonia confusa</i> (r) - <i>Brachyotum strigosum</i> (ar) - <i>Gaylussacia buxifolia</i> (ar) - <i>Gaultheria anastomosans</i> (h) - <i>Lycopodium clavatum</i> (h) - <i>Weinmannia microphylla</i> (ar) - <i>Bucquetia glutinosa</i> (ar) - <i>Hypericum juniperinum</i> (h) - <i>Castratella piloselloides</i> (r) - <i>Castilleja fissifolia</i> (ar) - <i>Disterigma empetrifolium</i> (r) - <i>Niphogeton glaucescens</i> (h)	Matorrales del páramo Número total de especies (32-85 sp.) - <i>Arcytophyllum nitidum</i> y <i>Diplostephium phyllicoides</i> (85 sp.) - <i>Vaccinium floribundum - Gaultheria anastomosans</i> (27 sp.) - <i>Aragoa abietina</i> y <i>Puya goudotiana</i> (39 sp.) Número de especies indicadoras (24 sp.) - <i>Vaccinium floribundum</i> (ar) - <i>Brachyotum strigosum</i> (ar) - <i>Gaylussacia buxifolia</i> (ar) - <i>Gaultheria anastomosans</i> (h) - <i>Gaultheria erecta</i> (h) - <i>Lycopodium clavatum</i> (h) - <i>Weinmannia microphylla</i> (ar) - <i>Bucquetia glutinosa</i> (ar) - <i>Hypericum juniperinum</i> (h) - <i>Hypericum juniperinum</i> (h) - <i>Castratella piloselloides</i> (r) - <i>Disterigma empetrifolium</i> (r) - <i>Niphogeton glaucescens</i> (h)

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - matorrales	Composición de la vegetación	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Rhynchospora paramorum</i> (h) - <i>Campylopus richardii</i> (r) - <i>Geranium lainzii</i> (r) - <i>Arcytophyllum nitidum</i> (ar) - <i>Noticastrum marginatum</i> (r) - <i>Leptodontium acutifolium</i> (r) - <i>Excremis coarctata</i> (h) - <i>Lobelia tenera</i> (r) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Rhynchospora macrochaeta</i> (h) - <i>Geranium multiceps</i> (r) - <i>Arcytophyllum nitidum</i> (ar) - <i>Paepalanthus karstenii</i> (r) - <i>Paepalanthus columbiensis</i> (r) - <i>Acaena cylindrostachya</i> (h) - <i>Pernettya prostrata</i> (ar) - <i>Hypericum goyanesii</i> (ar)
	Número total de especies en los matorrales del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Paepalanthus dendroides</i> (r) - <i>Bidens triplinervia</i> - <i>Acaena cylindrostachya</i> (h) - <i>Pernettya prostrata</i> (ar) - <i>Hypericum goyanesii</i> (ar) - <i>Arcytophyllum muticum</i> (r) - <i>Pentacalia nitida</i> (ar) - <i>Solanum flauhaulti</i> (h) - <i>Viola veronicifolia</i> (r) - <i>Hypnum amabile</i> (r) - <i>Oxalis</i> sp. (r) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Arcytophyllum muticum</i> (r) - <i>Pentacalia nitida</i> (ar) - <i>Arcytophyllum nitidum</i> (ar)
	Comunidades identificadas en los matorrales del páramo	<p>Matorrales del páramo: dos alianzas y cuatro asociaciones</p> <p><i>Diplostephio phyllicoidis</i> - <i>Arcytophyllion nitidi</i> all. nov.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gaylussacio buxifoliae</i> - <i>Vaccinietum floribundi</i> - <i>Castratello piloselloidis</i> - <i>Arcytophyllietum nitidi</i> <p><i>Geranio sibbaldoidis</i>-<i>Hypericion goyanessi</i> all. nov.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Noticastro marginati</i>-<i>Hypericetum goyanessi</i> - <i>Pernettyo prostratae</i>-<i>Pentacaliatum nitidae</i> 	<p>Matorrales del páramo: tres tipos de vegetación y un gran grupo</p> <p>Gran formación de <i>Arcytophyllum nitidum</i> y <i>Diplostephium phyllicoides</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Vaccinium floribundum</i> - <i>Gaultheria anastomosans</i> - <i>Aragoa abietina</i> y <i>Puya goudotiana</i> <p>Matorrales de <i>Hypericetum goyanessi</i>.</p>
	Vegetación cerrada de la franja altoandina y subpáramo (bosques y matorrales) Estrato arbustivo con cobertura > 60 % Abundante presencia de epifitas y trepadoras	<p>Bosques achaparrados: este tipo de cobertura incluye bosquecitos mixtos con ejemplares de rodamonte (<i>Escallonia myrtilloides</i>), mortiño (<i>Hesperomeles obtusifolia</i>), encenillo (<i>Weinmannia spp</i>) y diferentes especies de Asteraceae y Ericaceae Dentro de este grupo también se pueden considerar otras formaciones vegetales cerradas como los bosques más bien uniformes de coloradito (<i>Polylepis quadrijuga</i>)</p>	<p>Bosques achaparrados: este tipo de vegetación incluye bosquecitos mixtos con ejemplares de rodamonte (<i>Escallonia myrtilloides</i>), mortiño (<i>Hesperomeles obtusifolia</i>), encenillos (<i>Weinmannia rollotti</i> y <i>Weinmannia microphylla</i>) y diferentes especies de Asteraceae y Ericaceae Este tipo de cobertura vegetal está fragmentada y puede alcanzar hasta 5 m de altura.</p>

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - bosques achaparrados	<p>Vegetación cerrada de la franja altoandina y subpáramo (bosques y matorrales)</p> <p>Estrato arbustivo con cobertura > 60 %</p> <p>Abundante presencia de epífitas y trepadoras</p>	<p>Con frecuencia este tipo de cobertura vegetal está fragmentado y puede alcanzar hasta 8 a 12 m de altura en sitios resguardados. Las comunidades identificadas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Drymis granadensis</i> - <i>Weinmannietum microphyllae</i> Estrato arbóreo <i>W. microphylla</i> y <i>D. granadensis</i> que alcanzan 15 m. con cobertura entre 25 - 50 % - Se distribuyen a manera de parches en terrenos escarpados con pendientes fuertes. - <i>Vicio andicolae</i>-<i>Ageratinetum tinifoliae</i>. Estrato arbustivo dominado por <i>Ageratina tinifolia</i> y <i>Baccharis prunifolia</i> (60-80%) junto con <i>Hypericum goyanesii</i> - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i> - Bosquecitos de <i>Polylepis quadrijuga</i> 	<p>El tipo de vegetación identificado fue:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Drimys granadensis</i> y <i>Weinmannia microphylla</i> Estrato arbustivo <i>W. microphylla</i> y <i>D. granadensis</i> que alcanzan 3 m con coberturas entre 8 -9 %. Se distribuyen a manera de parches en terrenos escarpados con pendientes fuertes - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i> distribuidos desde el límite entre la turbera y los matorrales de subpáramo a los 2.956 m
	<p>Composición de la vegetación</p> <p>Número total de especies en los bosques achaparrados del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas</p>	<p>Vegetación cerrada y bosques achaparrados</p> <p>Número total de especies (19-39 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Drymis granadensis</i> - <i>Weinmannia microphyllae</i> (19-38 sp.) - <i>Vicio andicolae</i> - <i>Ageratinetum tinifoliae</i> (24-36 sp.) - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i> - Bosquecitos de <i>Polylepis quadrijuga</i> <p>Número de especies indicadoras (20 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Weinmannia microphylla</i> (Ar) - <i>Drimys granadensis</i> (Ar) - <i>Persea ferruginea</i> - <i>Escallonia myrtilloides</i> (ar) - <i>Myrsine dependens</i> (ar) - <i>Ilex kunthiana</i> (ar) - <i>Macleania rupestris</i> (ar) - <i>Thibaudia grantii</i> (ar) - <i>Chusquea spencei</i> (ar) - <i>Ageratina tinifolia</i> (ar) - <i>Baccharis prunifolia</i> (ar) 	<p>Vegetación cerrada y bosques achaparrados</p> <p>Número total de especies (32 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Baccharis vacciniifolia</i> y <i>Weinmannia microphylla</i> (32 sp.) - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i> <p>Número de especies indicadoras (10 sp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Weinmannia microphylla</i> (Ar) - <i>Weinmannia microphylla</i> (Ar) - <i>Drimys granadensis</i> (Ar) - <i>Escallonia myrtilloides</i> (ar) - <i>Myrsine dependens</i> (ar) - <i>Macleania rupestris</i> (ar) - <i>Chusquea tessellata</i> (ar) - <i>Baccharis prunifolia</i> (ar) - <i>Carex bondplandii</i> (h) - <i>Carex bomplandii</i> (h)

Cont. **Anexo 3.** Evaluación de cada atributo ecológico de los tipos de vegetación de páramo en el páramo de Monquentiva.

Meta focal de conservación	Dimensión del atributo ecológico	Descripción del estado ideal de la vegetación de páramo	Descripción del estado actual de la vegetación en el páramo
Páramo - bosques achaparrados	Composición de la vegetación	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Carex bondplandii</i> (h) - <i>Vicia andicola</i> (t) - <i>Calceolaria mexicana</i> (h) - <i>Rubus gachetensis</i> (h) - <i>Sibtorphia repens</i> (r) - <i>Cardamine albertii</i> (h) - <i>Berberis goudotii</i> (ar) - <i>Carex jamesonii</i> (h) - <i>Polylepis quadrijuga</i> 	
	Número total de especies en los bosques achaparrados del páramo y número total de especies indicadoras o diagnósticas		
	Comunidades identificadas en los bosques achaparrados del páramo	Vegetación cerrada y bosques achaparrados: cuatro asociaciones <ul style="list-style-type: none"> - <i>Drymis granadensis</i> - <i>Weinmannia microphyllae</i> - <i>Vicio andicolae</i> - <i>Ageratinetum tinifoliae</i> - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i> - Bosquecitos de <i>Polylepis quadrijuga</i> 	Vegetación cerrada y bosques achaparrados: dos tipos de vegetación <ul style="list-style-type: none"> - <i>Baccharis vacciniifolia</i> y <i>Weinmannia microphylla</i> - Bosquecitos de <i>Escallonia myrtilloides</i>

Andrés Avella-M.
Fundación Natura
Subdirección de Investigación y Conservación
Programa de Doctorado - Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
eaavella@yahoo.com - aavella@natura.org.co

Selene Torres-R.
Fundación Natura
Subdirección de Investigación y Conservación
Programa de Maestría en Gerencia Ambiental
Universidad de los Andes, Colombia
storres@natura.org.co

Wilson Gómez-A.
Fundación Natura
Subdirección de Investigación y Conservación
wgomez@natura.org.co

Marco Pardo-P.
Fundación Natura
Subdirección de Investigación y Conservación
Programa de Doctorado Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia
mpardo@natura.org.co

Los páramos y bosques altoandinos del pantano de Monquentiva o pantano de Martos (Guatavita, Cundinamarca, Colombia): caracterización ecológica y estado de conservación

Cítese como: Avella-M, A., S. Torres-R., W. Gómez-A. y M. Pardo-P. 2014. Los páramos y bosques altoandinos del pantano de Monquentiva o pantano de Martos (Guatavita, Cundinamarca, Colombia): caracterización ecológica y estado de conservación. *Biota Colombiana* 15 (Supl. 1): 3-39.

Recibido: 17 de diciembre de 2013
Aprobado: 4 de febrero de 2015