

Actualización del componente cartográfico del atlas de páramos de Colombia, a escala 1:100.000

EVALUACION, SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y METODOS DE MODELAMIENTO DE DISTRIBUCION ESPACIAL POTENCIAL A NIVEL DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DEL INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT



Camilo Esteban Cadena Vargas
Contrato 11-11-103-149PS

INFORME FINAL



Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Bogotá D.C.
Diciembre de 2011

**Actualización del componente cartográfico del atlas de páramos de Colombia, a escala
1:100.000**

EVALUACION, SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y
METODOS DE MODELAMIENTO DE DISTRIBUCION ESPACIAL POTENCIAL A NIVEL
DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL
ATLAS DEL INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT

AUTOR DOCUMENTO

Camilo Esteban Cadena Vargas
Consultor
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

EQUIPO DEL PROYECTO

Coordinador:
Carlos Sarmiento, Geógrafo, MSc
Investigador
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Consultores:
María Victoria Sarmiento, Biol., MSc.
Luisa Pinzón, Ing. Ambiental, MSc
July Medina, Geog.

CITACIÓN SUGERIDA DEL DOCUMENTO: Cadena-Vargas, C.E. 2011. Actualización del componente cartográfico del atlas de páramos de Colombia, a escala 1:100.000. Componente evaluación, selección y aplicación de indicadores de biodiversidad y métodos de modelamiento de distribución espacial potencial a nivel de especies, comunidades y ecosistemas. Informe Final. Contrato 11-11-103-149PS. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. Colombia.

PALABRAS CLAVE: maxent, alta montaña, altoandino, Andes, distribución de especies

FOTOGRAFÍA DE PORTADA: Páramo de Sumapaz, sector Lagunas de Bocanegra. C.E. Cadena-Vargas.

TABLA DE CONTENIDO

PROPUESTA DE METODOS ANALITICOS PARA EL MODELAMIENTO DE LA DISTRIBUCION ESPACIAL POTENCIAL A NIVEL DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS DE PARAMOS, REVISADOS, DISCUTIDOS Y EVALUADOS PARA SU APLICACIÓN EN FUNCION DE LA ACTUALIZACION DEL ATLAS DE PARAMOS.....	7
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVO.....	8
MÉTODOS Y TÉCNICAS	8
1. Definición del área de estudio	8
2. Selección de las Especies (Énfasis en plantas).....	9
3. Acopio y evaluación de recursos de información.....	11
3.1 Registros Biológicos.....	12
3.2 Variables Bioclimáticas.....	12
4. Elaboración modelos de distribución potencial.....	12
4.1 Configuración.....	12
5. Evaluación	15
6. Integración.....	16
7. Validación.....	16
REFERENCIAS	17
BASES DE DATOS CON INFORMACION GEOGRAFICA QUE CONTENGA LAS CAPAS DE INFORMACION DE VARIABLES BIOCLIMATICAS A NIVEL NACIONAL Y PARA TODOS LOS COMPLEJOS DE PARAMOS DEL PAIS, SELECCIONADAS, DEPURADAS Y ESTRUCTURADAS PARA EJERCICIOS DE MODELAMIENTO, QUE SOPORTEN LOS METODOS PROPUESTOS EN EL PRODUCTO 1.....	21
1. Descarga	21
2. Procesamiento.....	22
3. Análisis de correlación	23
BASES DE DATOS CON INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL NACIONAL Y LOCALES PRIORIZADAS PRESENTES EN PÁRAMOS DEL PAÍS.....	25
DOCUMENTO Y BASES DE DATOS CON LOS INDICADORES BIOFÍSICOS A NIVEL DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS PRESENTES EN LOS COMPLEJOS DE PÁRAMOS DEL PAÍS, INCLUYENDO HOJAS METODOLÓGICAS,	

MÉTODOS ANALÍTICOS, FUENTES DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS	32
INFORMES DE ACTIVIDADES DE CAMPO EN DONDE SE HAYA SOLICITADO SU PARTICIPACION.....	40
MEMORIAS, ACTAS O INFORMES RESULTANTES DE LAS ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO.....	46
METADATOS DOCUMENTADOS Y RECIBIDOS A SATISFACCIÓN	54
INFORME FINAL, ESCRITO A MANERA DE ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	55
ANEXO 1	56
ANEXO 2	57
ANEXO 3	59
ANEXO 4.....	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies potenciales para realizar los modelos de distribución	10
Tabla 2. Variables bioclimáticas de la base Worldclim	21
Tabla 3. Matriz de datos para adelantar la correlación	23
Tabla 4. Fuentes de información secundaria	25
Tabla 5. Especies consultadas y número de registro recopilados	25
Tabla 6. Indicadores sobre Biodiversidad y bosques (Ideam <i>et al.</i> 2002).....	32
Tabla 7. Metas e indicadores ODM "Sostenibilidad del medio ambiente"	33
Tabla 8. Cambio de área de ecosistemas naturales en los complejos de páramo	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio propuesta (naranja), complejos de páramo (verde)	9
Figura 2. Aspectos de la herramienta Maxent, señala la opción configuración	13
Figura 3. Opción Basic de Maxent con las opciones de configuración sugeridas	14
Figura 4. Opción Advance de Maxent con los parámetros sugeridos.....	15
Figura 5. Flujo general de trabajo propuesto	16
Figura 6. Imagen de la Wordclim señalando el link de descarga de las variables	22
Figura 7. Aspecto de la opción Extract by Mask en ArcCatalog	23
Figura 8. Distribución de los registros biológicos de Flora.....	30
Figura 9. Modelo integrado de distribuciones de especies de plantas	31
Figura 10. Cambio de ecosistemas naturales en el complejo Almorzadero	39
Figura 11. Recorrido salida de campo Páramo de Anaime (Google Earth)	40
Figura 12. Páramo de Anaime, puntos de GPS 18 y 19 (Google Earth).....	41
Figura 13. Mosaico de especies de <i>Espeletia hartwegiana</i> y <i>Diplostephium bicolor</i>	42
Figura 14. Frailejonal de <i>Espeletia hartwegiana</i>. Páramo de Anaime	43
Figura 15. Bosques en cimas de las montañas aprox. a 4000 metros de altitud	44
Figura 16. Taller con la comunidad en Santa Elena (Roncesvalle-Tolima).....	45

PROPUESTA DE METODOS ANALITICOS PARA EL MODELAMIENTO DE LA DISTRIBUCION ESPACIAL POTENCIAL A NIVEL DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS DE PARAMOS, REVISADOS, DISCUTIDOS Y EVALUADOS PARA SU APLICACIÓN EN FUNCION DE LA ACTUALIZACION DEL ATLAS DE PARAMOS

INTRODUCCIÓN

El Atlas de Páramos de Colombia (Morales *et al.* 2008) se desarrolló con los objetivos de compilar y presentar información relevante alrededor de este ecosistema, actualizar su cartografía con detalles de cobertura a una determinada escala, y proponer una estructura espacial, organizada por distritos y complejos, basada en componentes biológicos. Finalmente este documento, además de aportar con la línea base de esta zona de vida, intentó suministrar datos básicos para la toma de decisiones por parte de entes locales, regionales y nacionales.

No obstante, ante la expedición de lineamientos oficiales que adjudican al Instituto Humboldt determinadas tareas (Ley 1382 de 2010) y el avance en el interés de explotación de diferentes recursos naturales en esta zona, es necesario el desarrollo de una cartografía ajustada sobre los páramos del país. Por tal razón se han promovido iniciativas como la definición de criterios para la delimitación de páramos y de lineamientos para su conservación (Convenio IAvH-MAVDT No. 09-282 de 2009), y la actualización del Atlas de Páramos, para reconocer zonas que por razón de escala no se representaron en la primera versión, así como promover diferentes análisis sobre este ecosistema.

De acuerdo con lo anterior, la actualización propuesta ha establecido el desarrollo de acciones como la definición de una metodología para la identificación y el mapeo de los ecosistemas de paramos (escala 1:100.000), respondiendo a criterios multidisciplinarios, bajo aproximaciones de modelación de límites potenciales y contribuir con elementos para su manejo y conservación. Entre los criterios identificados por Rivera *et al.* (2011) se reconocieron como relevantes para la definición del límite paramuno parámetros como los socioculturales, los morfogénicos, los climáticos, los suelos y, entre otros, los biológicos (flora y fauna). A pesar que no amerita evaluar la importancia de un criterio sobre otro, el presente documento busca proponer métodos y técnicas, que con base en datos de flora y fauna, aporten a la delimitación de los páramos.

Debido a las dificultades de tener la información del conjunto de elementos que componen la biodiversidad, diferentes metodologías han propuesto el uso de sustitutos o indicadores (surrogates) (Margules y Pressey 2000, Grooves *et al.* 2000). La identificación de los sustitutos hace parte de procesos de planificación y consiste en reconocer las características (bióticas/abióticas) que pueden representar a otras, entre los que se encuentran especies, grupos biológicos y tipos de vegetación (Rodrigues y Brooks 2007).

Los principales candidatos a ser indicadores son rasgos de la diversidad, especies, ensamblajes, patrones de paisaje o zonas de vida. Para identificar los sustitutos se han considerado diferentes criterios que pueden variar entre los ejercicios de planificación, de los cuales resaltan los siguientes: i) *papel funcional de la especie*, con referencia aquellas que son claves o más importantes que otras en procesos ecológicos; ii) *especies sombrilla*, que representan la salud del ecosistemas; iii) *especies carismáticas*, aquellas que hacen parte de una percepción cultural y son llamativas; iv) *especies amenazadas*, las categorizadas en algún nivel de riesgo; v) *por filogenia*, seleccionan aquellas especies con más deferencias filogenéticas, vi) *importancia comercial*, con un valor real comercial o potencial, y vii) *especies conspicuas*, la más vistosas del ecosistema (Andelman y Fagan 2000, Margules y Sarkar 2007).

Es importante que los sustitutos se puedan i) *cuantificar*, es decir que se puede decir cuánto de ellos ha sido representado y ii) *estimar*, refiriéndose a que se puedan obtener por recursos de campo, sensores remotos, modelos, o su combinación. Debido a esto se han incorporado modelos, como los de nicho, que permiten estimar su distribución y cuantificar su representación en las áreas planificadas (Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010).

Estos modelos de distribución también se han empleado como parte del mapeo de coberturas vegetales, como el caso de bosques de robles en México, donde la comparación de modelos de nicho para *Quercus* sp. con el mapeo realizado a través de sensores remotos mostró concordancia y resultados aceptables (Cord *et al.* 2009). De acuerdo con lo anterior, se propone identificar patrones de distribución de determinadas especies de flora y fauna que representen al ecosistema de páramo, y que su vez aporte como uno de los criterios en la delimitación de esta zona de vida.

OBJETIVO

Establecer métodos y técnicas que contribuyan con la definición de un límite inferior de los páramos de Colombia basado en modelos de distribución potencial de especies.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se sugiere para la elaboración de estos modelos los siguientes pasos:

1. Definición del área de estudio

Esta propuesta tiene alcance nacional, por lo cual se define como al territorio de Colombia como la extensión inicial de trabajo. No obstante, con el fin de maximizar la elaboración de los modelos, el equipo de trabajo propuso delimitar el área al espacio por encima de los 2000 m de altitud (Figura 1).

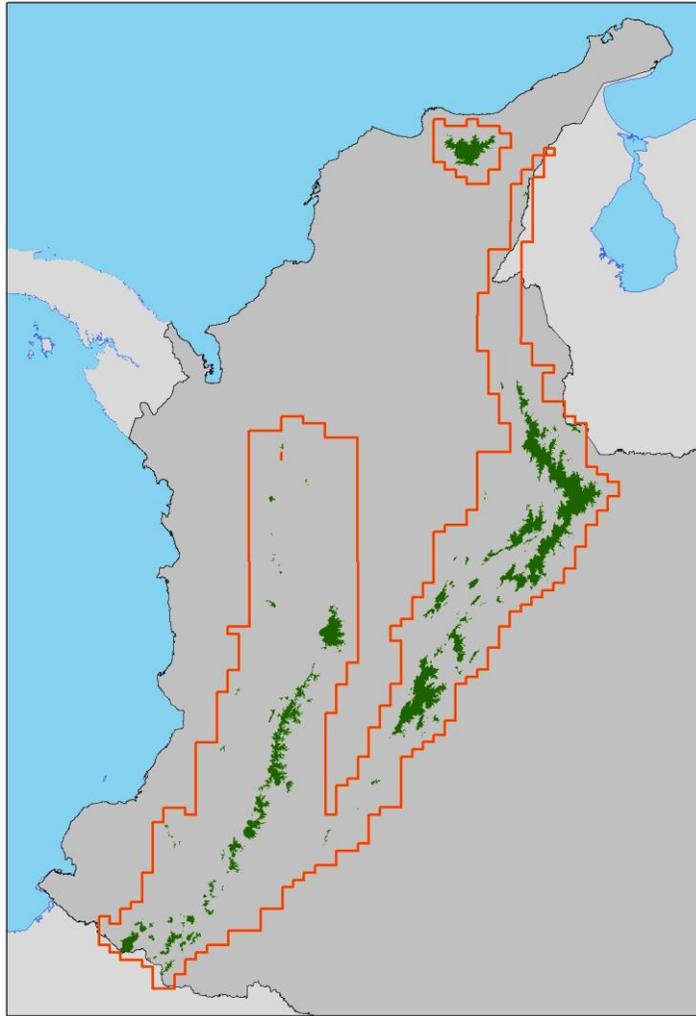


Figura 1. Área de estudio propuesta (naranja), complejos de páramo (verde)

2. Selección de las Especies (Énfasis en plantas)

Es evidente el recambio de especies conforme varía la altitud y se han identificado familias de plantas características de diversas zonas de vida (Gentry 1988, Cuatrecasas 1989). Es así como diversos estudios han detallado aspectos de la flora y vegetación paramuna, en los cuales se identifican diferentes grupos propios de la alta montaña. Por esto la propuesta inicial en la selección de las especies, que proporcionan información para el modelamiento de la extensión potencial de un ecosistema, se basa en la representatividad que éstas tengan sobre el mismo. En el caso de la región paramuna, se reporta su singular riqueza y diversidad vegetal abarcando cerca de 124 familias, 644 géneros y 4696 especies; en gran parte pertenecientes a Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae y Bromeliaceae; los géneros más ricos son *Epidendrum*, *Espeletia*, *Pleurothallis*, *Diplostephium*, *Miconia* e *Hypericum* (Rangel-Ch 2000).

Ahora bien, de acuerdo con el método de selección de sustitutos (surrogados), de los cuales se espera representatividad de gran parte de la biodiversidad adyacente, se han identificado algunas especies que pueden aportar información en el proceso de delimitación de los páramos. Se escogerán grupos de plantas de acuerdo a la zona de páramo que se busca representar (páramo y subpáramo); Sklenář *et al.* (2011) determinaron ciertos géneros exclusivos de los páramos, de los cuales son potenciales para usar en los modelos *Aragoa* y *Espeletia*. Similar a lo propuesto por Cadena *et al.* (2011) para la zona de páramo propiamente, se analizarán otras especies de la subtribu *Espeletiinae* Cuatrec. (Asteraceae) considerada característica, abundante y dominante en gran parte de los páramos (Rangel-Ch 2000); dichas especies pertenecen principalmente a los géneros *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Libanothamnus* y *Paramiflos*. Este grupo de plantas es importante por sus relaciones interespecíficas, por ejemplo con especies de los géneros *Bombus* y *Ramphomicron* que la polinizan (Zambrano 2009); presentan una considerable riqueza y endemismos (Luteyn 1999); hacen parte del proceso de sucesión ecológica (Vanegas y Rivera s.f.); proporcionan una parte de la biomasa del ecosistema y evitan la erosión; algunas de sus especies se encuentran en categorías de amenaza a nivel nacional y global e incluso pueden estar en riesgo por el cambio climático (Calderón *et al.* 2005, Diazgranados *et al.* 2009). Además se han reportado preliminarmente vacíos de conservación para algunas de sus especies (Diazgranados y Cadena 2009).

Para el sector del subpáramo y el ecotono de transición con el bosque altoandino se considerarán especies de los géneros *Diplostephium* y *Pentacalia*. De igual forma, comprendiendo la franja baja del subpáramo se incluyen especies de los géneros *Bejaria*, *Cavendishia* y *Gaultheria*. Los anteriores géneros son reconocidos por Sklenář *et al.* (2011) como Neotropicales, con distribución en páramos y zonas más bajas. Hasta el momento se proponen 79 especies de plantas para adelantar el modelamiento, sobre las cuales se deberá analizar la disponibilidad de registros suficientes (Tabla 1).

Tabla 1. Especies potenciales para realizar los modelos de distribución

Especie	Especies
<i>Aragoa abietina</i>	<i>Espeletia estanislana</i>
<i>Aragoa abscondita</i>	<i>Espeletia idroboi</i>
<i>Aragoa chingacensis</i>	<i>Espeletia incana</i>
<i>Aragoa cleefii</i>	<i>Espeletia jaramilloi</i>
<i>Aragoa corrugatifolia</i>	<i>Espeletia nemekenei</i>
<i>Aragoa cundinamarcensis</i>	<i>Espeletia oswaldiana</i>
<i>Aragoa cupressina</i>	<i>Espeletia paipana</i>
<i>Aragoa diazii</i>	<i>Espeletia perijaensis</i>
<i>Aragoa dugandii</i>	<i>Espeletia pescana</i>
<i>Aragoa funzana</i>	<i>Espeletia roberti</i>
<i>Aragoa glandulifera</i>	<i>Espeletia rositae</i>
<i>Aragoa hammenii</i>	<i>Espeletia schultesiana</i>

Especie	Especies
<i>Aragoa jaramilloi</i>	<i>Espeletia standleyana</i>
<i>Aragoa kogiorum</i>	<i>Espeletia tapirophila</i>
<i>Aragoa lycopodioides</i>	<i>Espeletia tunjana</i>
<i>Aragoa occidentalis</i>	<i>Espeletiopsis caldasii</i>
<i>Aragoa parviflora</i>	<i>Espeletiopsis funkii</i>
<i>Aragoa perez-arbelaeziana</i>	<i>Espeletiopsis garciae</i>
<i>Aragoa picachensis</i>	<i>Espeletiopsis insignis</i>
<i>Aragoa romeroi</i>	<i>Espeletiopsis purpurascens</i>
<i>Aragoa tamana</i>	<i>Espeletiopsis santande</i>
<i>Bejaria aestuans</i>	<i>Espeletiopsis sclerophylla</i>
<i>Bejaria mathewsii</i>	<i>Gaultheria anastomosans</i>
<i>Bejaria nana</i>	<i>Gaultheria erecta</i>
<i>Bejaria resinosa</i>	<i>Gaultheria foliolosa</i>
<i>Bejaria tachirensis</i>	<i>Gaultheria hapalotricha</i>
<i>Cavendishia bracteata</i>	<i>Gaultheria sclerophylla</i>
<i>Diplostephium floribundum</i>	<i>Gaultheria strigosa</i>
<i>Diplostephium revolutum</i>	<i>Libanothamnus occultus</i>
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i>	<i>Libanothamnus tamanus</i>
<i>Diplostephium schultzii</i>	<i>Paramiflos glandulosus</i>
<i>Espeletia arbelaezii</i>	<i>Pentacalia americana</i>
<i>Espeletia azucarina</i>	<i>Pentacalia arborea</i>
<i>Espeletia brassicoidea</i>	<i>Pentacalia kleinioides</i>
<i>Espeletia cabrerensis</i>	<i>Pentacalia popayanensis</i>
<i>Espeletia cayetana</i>	<i>Pentacalia sylvicola</i>
<i>Espeletia chocontana</i>	<i>Pentacalia theifolia</i>
<i>Espeletia conglomerata</i>	<i>Pentacalia trianae</i>
<i>Espeletia discoidea</i>	<i>Pentacalia weinmannifolia</i>
<i>Espeletia dugandii</i>	

3. Acopio y evaluación de recursos de información

Los modelos de distribución potencial se construirán con información que corresponde a variables ambientales, que describen el espacio en el que se encuentran las especies, y los registros biológicos de cada una de éstas. Los registros por especie se obtienen de datos de campo o de colecciones como herbarios, museos, entre otros. No obstante, también se puede acceder a dicha información a través de bases de datos de colecciones biológicas y sistemas distribuidos de información como el Sistema de Información de Biodiversidad del Instituto Humboldt (SiB). De igual forma se obtendrán registros de informes y publicaciones como los libros rojos de especies amenazadas.

3.1 Registros Biológicos

La base para la elaboración de los modelos de distribución son los registros biológicos, que en interacción con las variables bioclimáticas construyen el nicho potencial de la especie. Se identificarán especies representativas de los páramos, algunas de las cuales son amenazadas o restringidas. Se abordarán diversas fuentes de información para cada uno de los grupos biológicos (anfibios, aves, reptiles, mamíferos y plantas).

Dichos registros se reunirán en bases que tienen la estructura de formato estándar de intercambio de registros biológicos propuesto por el SiB (Anexo 1). En el caso que los registros no posean coordenadas geográficas, se georreferenciarán siguiendo la información de la localidad y se ubicarán finalmente con gaceteros digitales. Los registros con información insuficiente, en especial carentes de una localidad determinada, no se emplearán por los sesgos que pueden incorporar al modelo.

3.2 Variables Bioclimáticas

Para determinar la distribución potencial se usarán variables bioclimáticas de la base Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005). Ésta proporciona 19 variables que resumen la información de estaciones a nivel mundial, para el periodo entre 1950-2000 (detalles de descarga y manejo en la siguiente sección)

4. Elaboración modelos de distribución potencial

Con el fin de obtener la distribución de especies representativas del ecosistema de páramo, se generarán modelos basados en el concepto de nicho ecológico usando el programa *MaxEnt* (Phillips *et al.* 2006, Phillips y Dudík 2008). Este programa usa datos de presencia y predice la área potencial buscando la distribución de máxima entropía (o la distribución más cercana a la uniformidad) sujeto a la restricción que el valor esperado de cada variable predictora, coincida con las estimaciones de sus promedios empíricos (Phillips *et al.* 2006). El modelo resultante muestra la probabilidad relativa de la distribución de la especie en toda una cuadrícula de celdas en un área geográfica definida, en la cual un valor de probabilidad alto asociado a una celda en particular, indica la probabilidad de esta celda de tener las condiciones ambientales adecuadas para la especie que se está modelando (Elith *et al.* 2006).

4.1 Configuración

No hay un consenso sobre los parámetros para realizar el modelamiento en *MaxEnt*. La presente propuesta busca hacer modificaciones en la opción Settings de este programa (Figura 2).

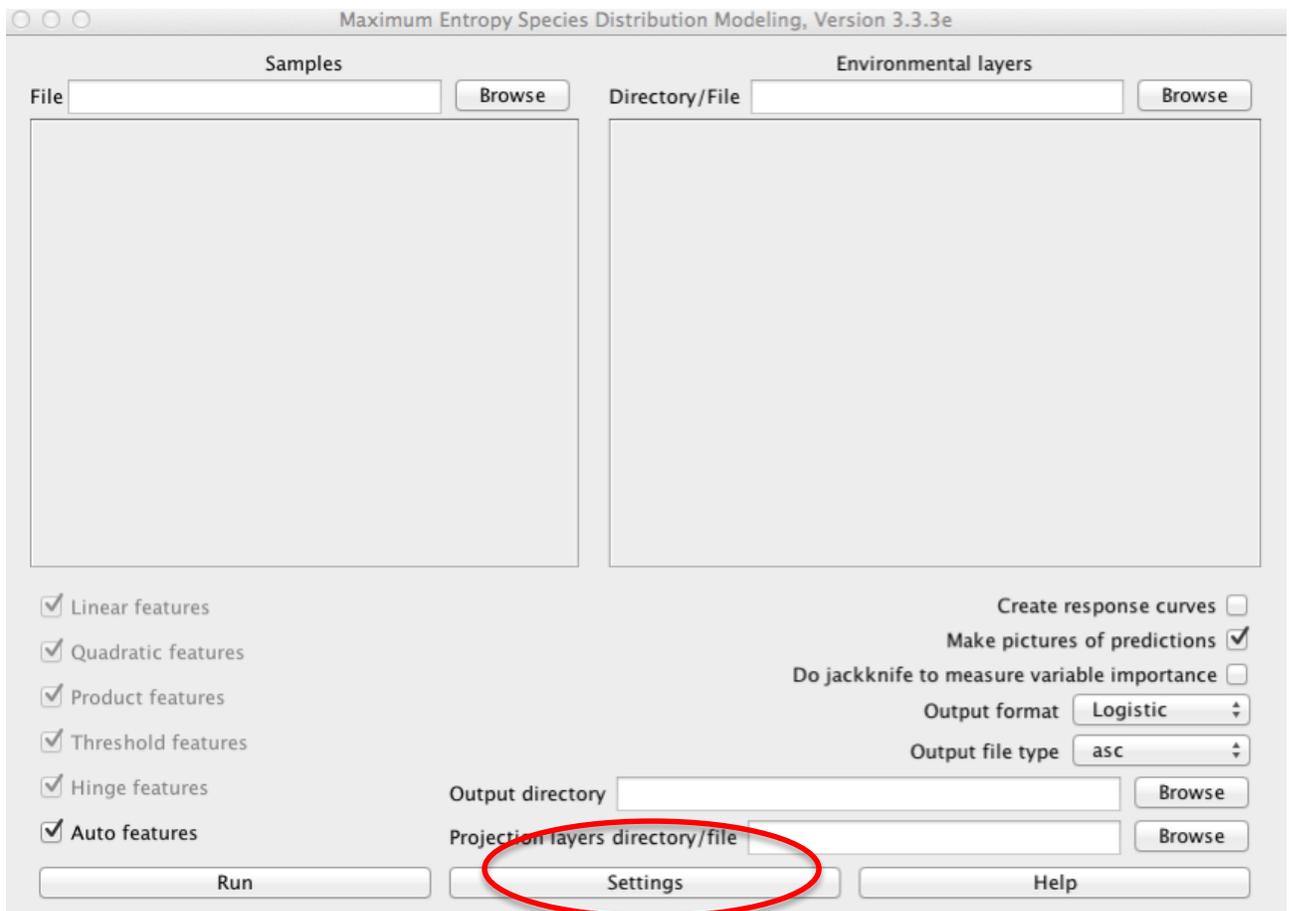


Figura 2. Aspectos de la herramienta Maxent, señala la opción configuración

Se ajustará la configuración para que use puntos de evaluación distintos cada vez que procese los mismos datos (seleccionar “Random seed”). Para alcanzar modelos robustos es necesario que se cuenten con más de 10 registros por especie, con diferente ubicación y en lo posible distribuidos de forma homogénea en el espacio. Por ahora se propone usar el 75% de los datos como datos de entrenamiento y el 25% de los datos como datos de prueba para evaluar el modelo (en este caso escribir 25 en Random test percentage). Para hacer múltiples modelos y seleccionar un consenso (average) entre los mismos, se realizarán 25 réplicas para cada especie (Figura 3).

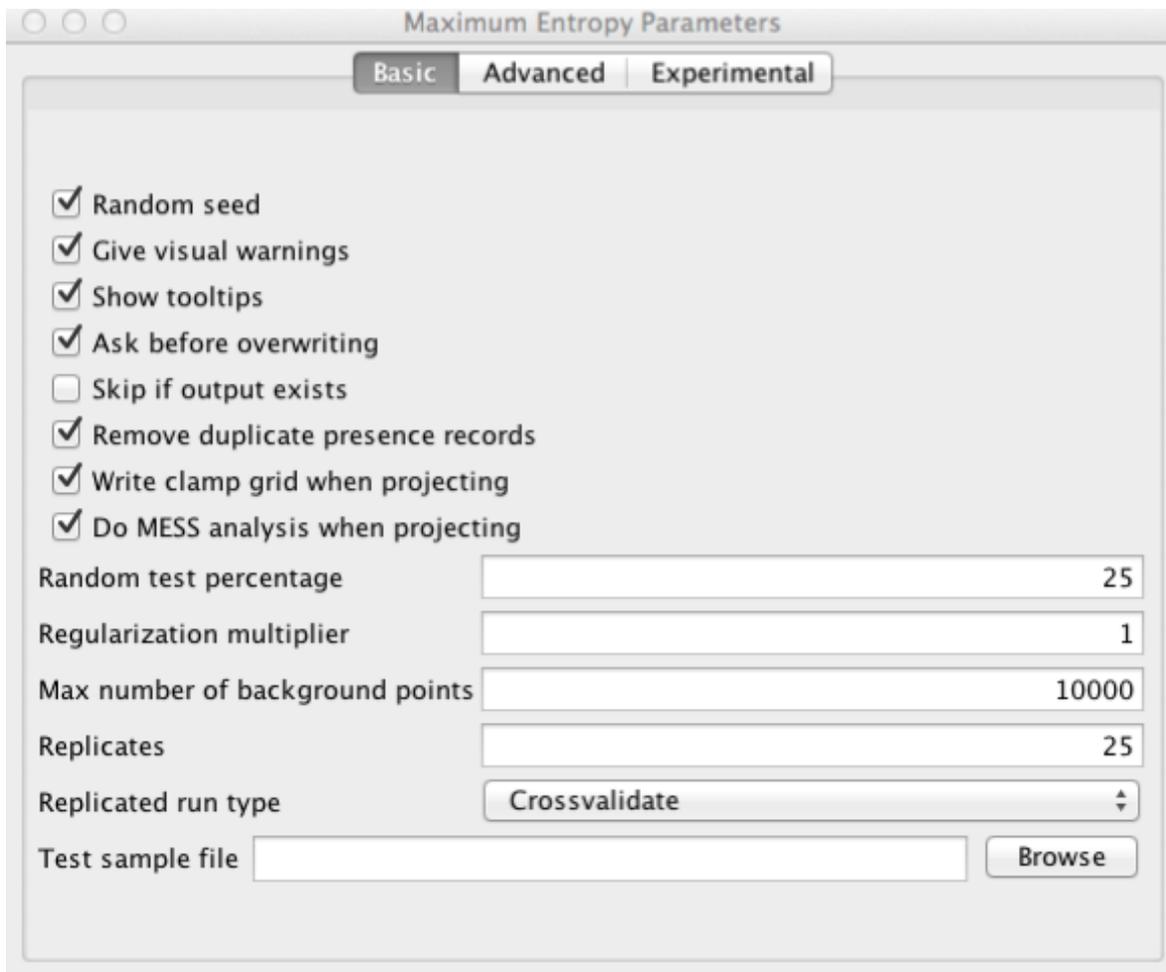


Figura 3. Opción Basic de Maxent con las opciones de configuración sugeridas

Como se realizarán replicas para cada especie se generarán igual número de salidas geográficas (.JPEG y .ASC), además de las estadísticas. Como se producen una alta cantidad de archivos para cada especie, en el caso de no contar con espacio suficiente en disco, se sugiere no seleccionar la opción "Write outputs plots"; esto permitirá solo generar las salidas .ASC estadísticas y el promedio (average), el cual es se considerará como modelo consenso (Figura 4).

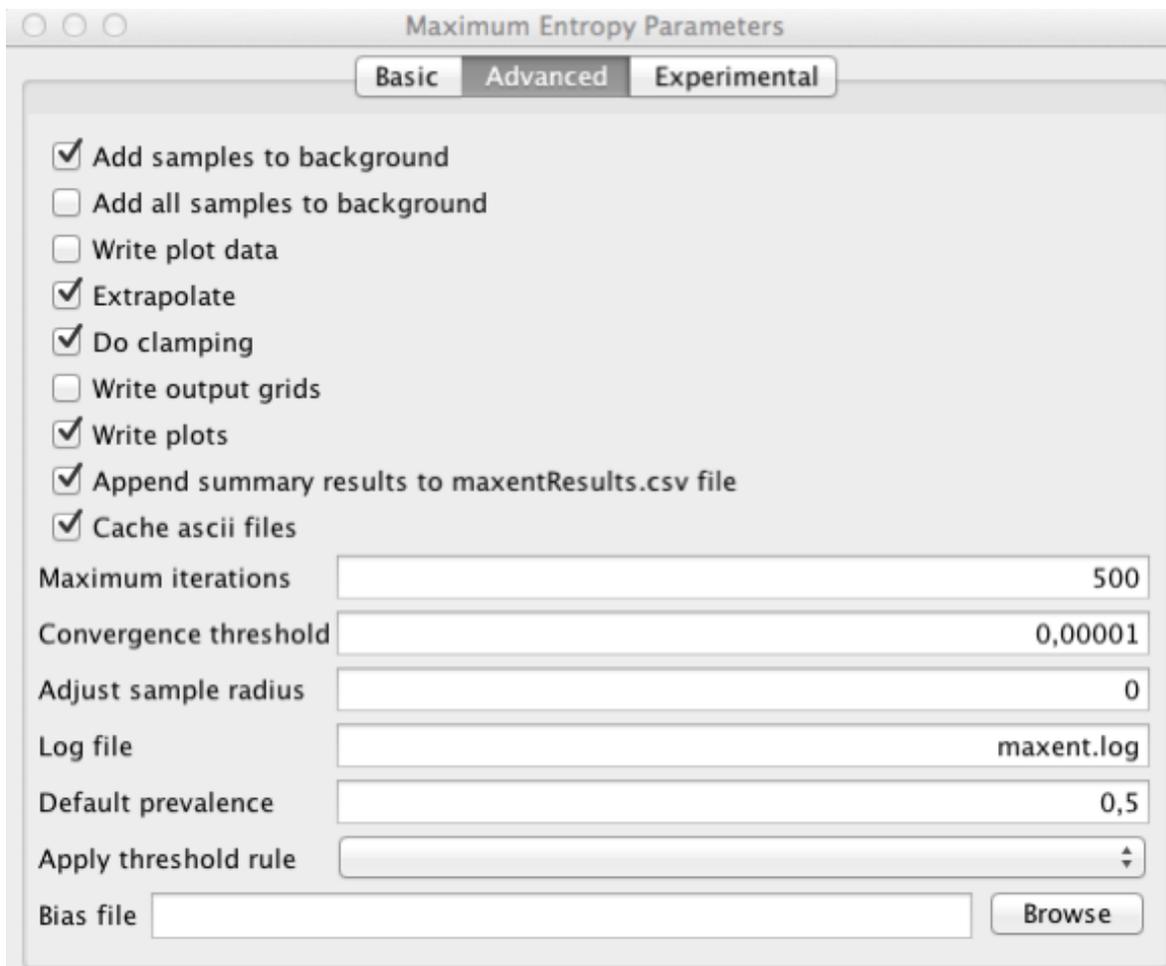


Figura 4. Opción Advance de Maxent con los parámetros sugeridos

Se escogerá el formato de salida logístico, porque es más robusto y fácil de interpretar en comparación con el formato de salida acumulativo (Phillips & Dudík 2008). Los modelos generados se reclasificarán en presencia y ausencia, utilizando un valor umbral por seleccionar.

5. Evaluación

La evaluación de cada modelo se realizará con diferentes técnicas. En primer lugar se evaluarán con las curvas ROC (receiver-operating classifier), en la que se grafica la sensibilidad (verdaderos positivos) contra 1-especificidad (verdaderos negativos); una ventaja de la curva ROC es que no depende de ningún umbral específico. Se optará por los modelos cuyo valor de AUC (área bajo la curva) de los datos de entrenamiento, sea $> 0,75$ (Elith *et al.* 2006).

De igual forma se plantea calcular el índice Cohen-Kappa que muestra el nivel de concordancia entre lo observado y lo que aparece por el azar. Este cálculo tiene en cuenta los Verdaderos positivos, Falsos positivos, Falsos negativos y Verdaderos positivos.

6. Integración

Una vez se obtengan los modelos para todas las especies analizadas y realizada la depuración a través de los umbrales seleccionados, necesario integrarlos de forma que en conjunto aporten en la delimitación del páramo. La integración propuesta inicialmente es mediante la Unión de todos los modelos.

7. Validación

La validación busca conocer la cercanía del modelo con la realidad, esto se realizará sobre la capa resultante de la integración de los modelos mediante salidas de campo. Se escogerán puntos al azar sobre dicho modelo consenso, identificando sitios para evaluar presencia y ausencia del ecosistema. Se visitarán en campo tanto zonas de páramo propio, como subpáramo y zonas de transición. La evaluación de este modelo de consenso se tratará finalmente con el estadístico Kappa.

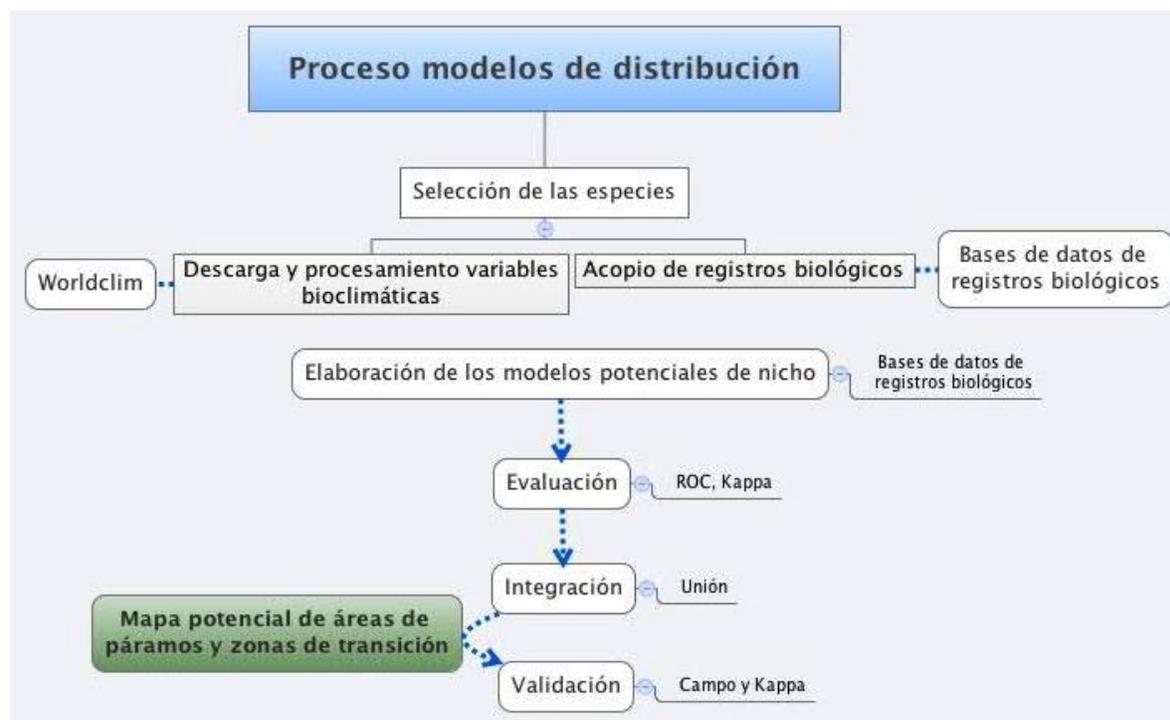


Figura 5. Flujo general de trabajo propuesto
<http://www.xmind.net/share/cecadena/process-distribution-models/>

REFERENCIAS

1. Andelman, S. J. y Fagan, W. F. 2000. Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97:5954
2. Cadena-Vargas, D. Armenteras Pascual y M. Diazgranados Cadelo. 2011. *Áreas prioritarias para conservación de las especies de la subtribu Espeletiinae Cuatrec. (Asteraceae)*. VI Congreso Colombiano de Botánica. Cali, Valle del Cauca, 11 – 15 de agosto de 2011
3. Calderón, E., G. Galeano y N. Garcia. 2005. Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, Frailejones y Zamias. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Bogotá, Colombia
4. Castaño – Mora, O. V. (Ed.). 2002. Libro Rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. Bogotá, Colombia.
5. Cord, A.; Colditz, R.R.; Schmidt, M.; Dech, S. 2009. Species distribution and forest type mapping in Mexico. German Aerosp. Center - German Remote Sensing Data Center, Wessling, Germany. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2009 IEEE International, IGARSS 2009
6. Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la Vegetación Natural en Colombia. *Revista del Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" Pérez-Arbelaezia* II (8): 155-284 pp.
7. Diazgranados, M., J. Barber y C. Cadena. 2009. Cambio climático y predicciones de distribución geográfica futura de frailejones (Heliantheae: subtribu Espeletiinae, Asteraceae). Poster. V Congreso Colombiano de Botánica 2009: abril 19 al 24, San Juan de Pasto, Colombia
8. Diazgranados, M y C. Cadena. 2009. Current protection status of Espeletia s.l. (Asteraceae: Heliantheae) species in Colombia. Poster. Conference of Botany 2009: July 25 - 29th, Snowbird, Utah, USA.
9. Elith J., Graham C. y Species Distribution Modelling Group. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129–151.
10. *Global network of herpetological collections data* (www.herokuapp.org)

11. Groves, C.B., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y B. Runnels. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación ecorregional. The Nature Conservancy, Vol. I y II, Arlington. 215 p.
12. Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. y Jarvis A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 25: 1965-1978
13. Hofstede, R., R. Copus, P. Mena Vásquez, P. Segarra, J. Wolf y J. Se ilty, S. I. y Brown, W. L. 1986. Guía de las Aves de Colombia. Publicado por American Bird Conservancy. Título Original A guide to the birds of Colombia. Traducción al español por Humberto Álvarez-Lopez. Colombia.
14. IDEAM, SINCHI, IAvH, IIAP, INVEMAR. 2002. Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC -. Colombia
15. Luteyn, J. L. 1999. Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. New York Botanical Garden Press, Bronx, N.Y
16. *Mammal Networked Information System* (<http://manisnet.org>),
17. Margules, C.R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic Conservation Planning. *Nature* 405: 243-253
18. Margules, C.R. y S. Sarkar. 2007. Systematic Conservation Planning. Cambridge University Press
19. Missouri Botanical Garden. 2008. Tropicos.org [en línea: <http://www.tropicos.org/>]. [Fecha de Consulta: Mayo 2008].
20. Ortiz N., Bernal N.R., Betancourt J.C. y López M.O. 2004. Sistema de indicadores de seguimiento de la Política de Biodiversidad en Colombia: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie indicadores de seguimiento y evaluación de la Política de Biodiversidad. 57 p.
21. Phillips, S., R. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231-259
22. Phillips, S. J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31:161–175

23. Rangel-Ch, O. 2000. Colombia diversidad biótica III. La región de vida paramuna de Colombia. Instituto Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia
24. Renjifo L. M., Franco A. M., Amaya J. D., Kattan G. H. y López-L. B. (Eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, MinAmbiente. Bogotá. Colombia. 562 p.
25. Rincón A., Armenteras D., Ortiz N., Ramírez D. y Cabrera E. 2004. Indicadores de seguimiento y evaluación de la Política Nacional de Biodiversidad en la zona cafetera occidental: avances metodológicos y resultados. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie: Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Política de Biodiversidad. 86 p.
26. Rodríguez N., Rincón A., Armenteras D., Mendoza H., Umaña A.M., Arango N. y Baptiste M.P. 2005. Corredor nororiental de robles: indicadores de estado de la biodiversidad, factores antrópicos asociados y áreas prioritarias de conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie indicadores de seguimiento y evaluación de la Política de Biodiversidad. 88 p.
27. Rodrigues, A.S.L. y T.M. Brooks. 2007. Shortcuts for biodiversity conservation planning: the effectiveness of surrogates. *Annu Rev Ecol Evol S.* 38: 38:713–37
28. Rodríguez-Mahecha., J. V., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (Eds.). 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 433 p.
29. Romero M., Sua S., Rodríguez N., Rudas G. y Armenteras D. 2004. Sistema de indicadores de seguimiento de la Política Nacional de Biodiversidad en la Amazonia colombiana: aspectos metodológicos y resultados. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie Indicadores de seguimiento y evaluación de la Política de Biodiversidad. 57 p.
30. Rodríguez-M. J.V., Alberico M., Trujillo F. y Jorgenson J. (Eds.) 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 433 p.
31. Rueda-Almonacid., J. V., J. D. Lynch, y A. Amézquita (Eds.). 2004. Libro Rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.

Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 p.

32. Sklenář, E. Dušková, H. Balslev. 2011. Tropical and Temperate: Evolutionary History of Páramo Flora. *Bot. Rev.* (2011) 77:71–108

33. Urbina-Cardona, J.N. y O. Flores-Villela. 2010. Ecological-Niche Modeling and Prioritization of Conservation-Area Networks for Mexican Herpetofauna. *Conservation Biology* 24(4): 1031-1041

34. Zambrano, D. 2009. Biología floral, sistema reproductivo y fenología de la floración de *Espeletia killipi* en el Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado Biología. Universidad Nacional de Colombia.

BASES DE DATOS CON INFORMACION GEOGRAFICA QUE CONTENGA LAS CAPAS DE INFORMACION DE VARIABLES BIOCLIMATICAS A NIVEL NACIONAL Y PARA TODOS LOS COMPLEJOS DE PARAMOS DEL PAIS, SELECCIONADAS, DEPURADAS Y ESTRUCTURADAS PARA EJERCICIOS DE MODELAMIENTO, QUE SOPORTEN LOS METODOS PROPUESTOS EN EL PRODUCTO 1

Para determinar la distribución potencial se usarán variables bioclimáticas de la base Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005). Ésta proporciona 19 variables (Tabla 2) que resumen la información de estaciones a nivel mundial, para un periodo entre 1950-2000.

Tabla 2. Variables bioclimáticas de la base Worldclim

BIO1	Annual Mean Temperature
BIO2	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
BIO3	Isothermality (P2/P7) (* 100)
BIO4	Temperature Seasonality (standard deviation *100)
BIO5	Max Temperature of Warmest Month
BIO6	Min Temperature of Coldest Month
BIO7	Temperature Annual Range (P5-P6)
BIO8	Mean Temperature of Wettest Quarter
BIO9	Mean Temperature of Driest Quarter
BIO10	Mean Temperature of Warmest Quarter
BIO11	Mean Temperature of Coldest Quarter
BIO12	Annual Precipitation
BIO13	Precipitation of Wettest Month
BIO14	Precipitation of Driest Month
BIO15	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
BIO16	Precipitation of Wettest Quarter
BIO17	Precipitation of Driest Quarter
BIO18	Precipitation of Warmest Quarter
BIO19	Precipitation of Coldest Quarter

1. Descarga

Las variables mencionadas se descargaron de la base Worldclim (<http://www.worldclim.org/current>) para el presente, con una resolución aproximada de 1 km (30 arc-segundos) (Figura 6).

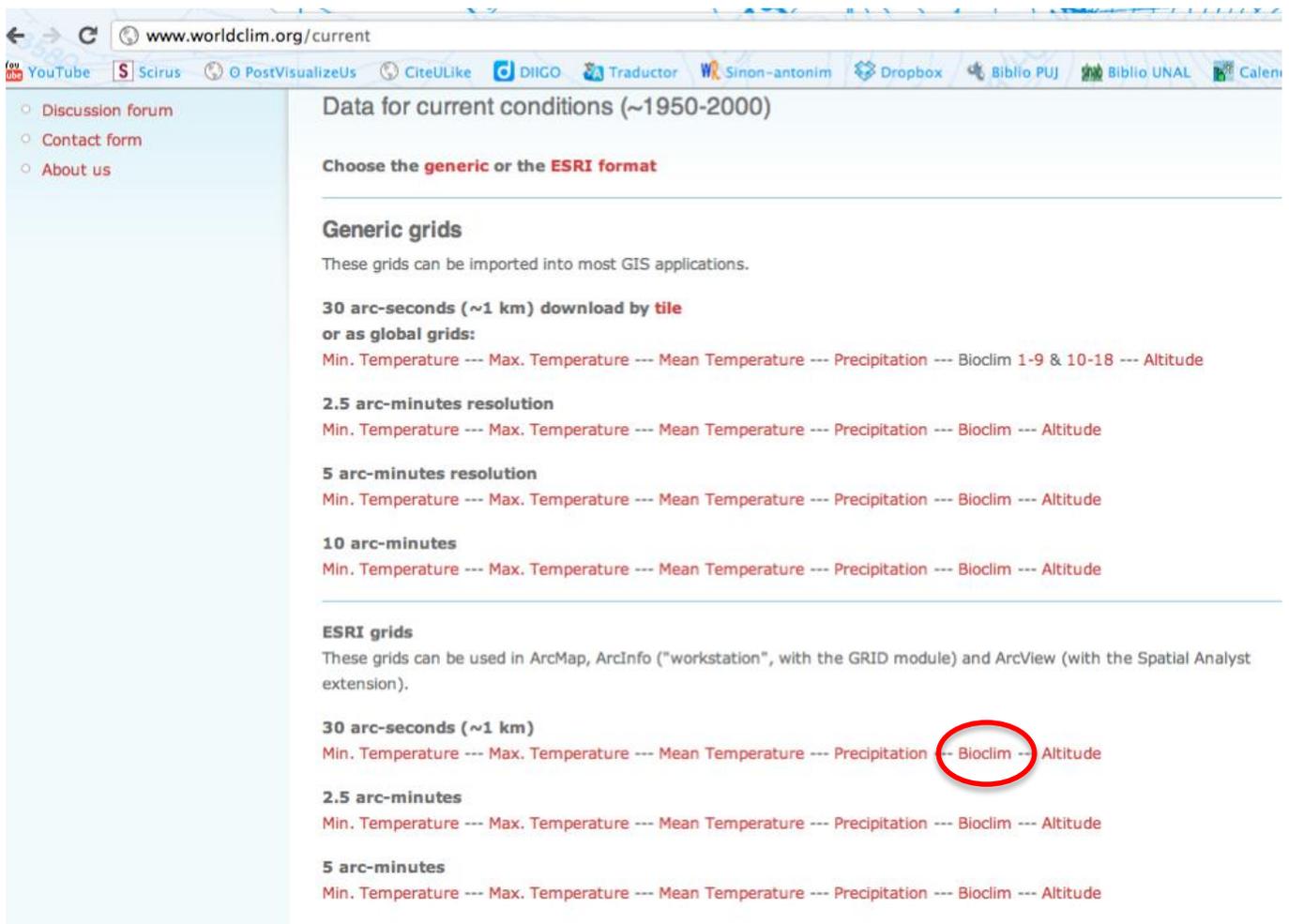


Figura 6. Imagen de la Wordclim señalando el link de descarga de las variables

2. Procesamiento

Una vez se han descargado las variables se descomprime el archivo .zip y se visualizan en un programa SIG como ArcCatalog. Debido a que las raster descargados son globales, es relevante concretar el área de estudio, para lo cual se realiza un corte de cada una de las capas con una máscara que represente la extensión propuesta (Figura 7).

Existen diferentes técnicas para extraer la información del área de interés, en este caso se propone utilizar la herramienta *Extract by Mask* de ArcCatalog (Figura XX). En este procedimiento las capas que se desean delimitar se ingresan en el campo *Input raster*, mientras que el molde se ingresa en la opción *Input raster o feature mask data*; el resultado de este paso es el conjunto de capas cortadas para el área de estudio (Anexo 2).

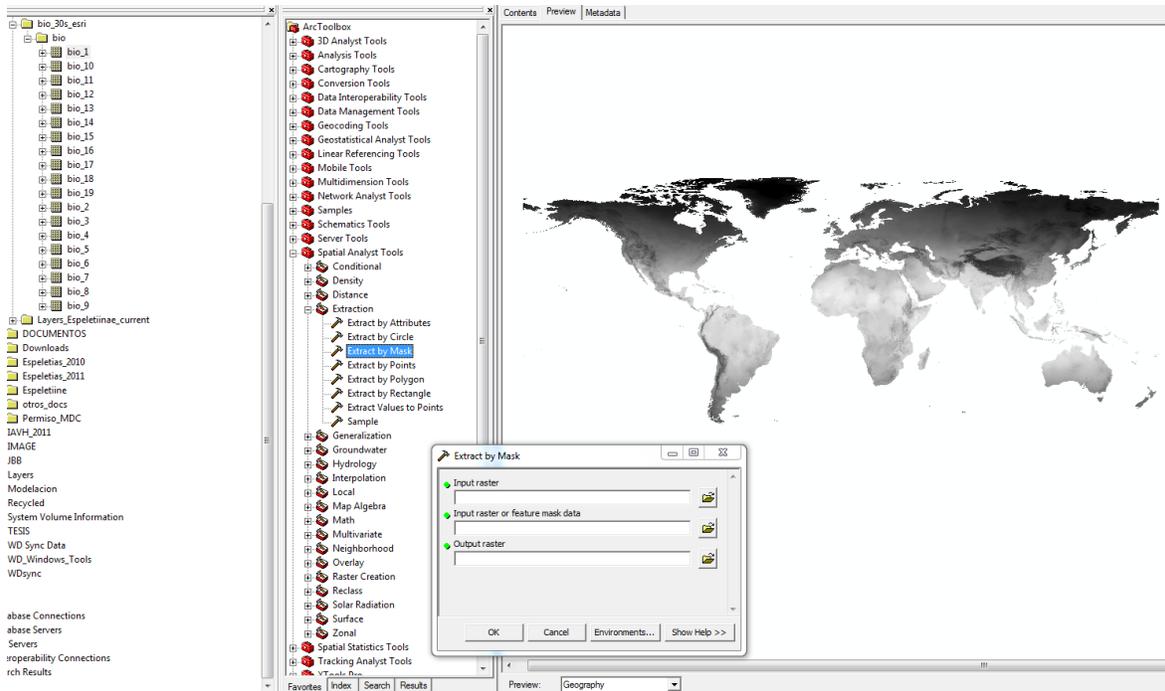


Figura 7. Aspecto de la opción Extract by Mask en ArcCatalog

3. Análisis de correlación

Debido a la redundancia que puede existir entre algunas variables es necesario adelantar análisis de correlación, del cual se seleccionarán las variables que finalmente se incorporarán en cada modelo. Esto permitirá comprender como está estructurado el conjunto de variables y saber qué relación hay entre ellas. Para esto se extraerán los valores de pixel de cada variable que corresponden con cada punto de distribución, lo cual se realiza con la herramienta *Extract values to point* de ArcCatalog. Con dichos datos se construirá una matriz para aplicar estadísticos como el coeficiente de correlación.

El análisis de relación puede realizarse en diferentes hojas de cálculo o programas estadísticos, que a manera de ejemplo adelantamos en Excel. Deberá realizarse una matriz que contenga el identificador del registros y los valores de pixel de cada capa para dicho punto (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de datos para adelantar la correlación

ID	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19
1	70	81	76	373	122	16	106	66	69	73	65	1430	162	48	32	456	204	389	425
2	109	93	77	351	168	48	120	111	108	114	105	1251	147	41	32	412	174	361	354
3	78	82	76	304	129	22	107	79	76	81	74	1307	170	46	33	416	197	388	306
4	97	88	77	300	152	39	113	98	95	101	94	1137	149	39	35	368	165	349	256
5	100	92	87	245	151	46	105	97	99	102	96	2756	356	117	33	932	414	785	563
6	94	88	77	342	150	37	113	95	93	98	89	1192	139	44	30	373	185	333	327
7	76	82	75	422	130	22	108	73	75	81	70	1581	196	48	36	554	202	417	534

A la matriz se le aplicará la opción de complemento “Análisis de Datos”, y dentro de esta seleccionar Coeficiente de correlación, para a continuación seleccionar los datos que se desean analizar. El resultado será una tabla que relaciona los coeficientes de correlación entre las variables (Anexo 3).

A partir del resultado se deberán seleccionar las variables menos correlacionadas para evitar redundancia al momento de realizar los modelos. En este caso, con los registros obtenidos hasta el momento, el análisis sugiere mantener como entradas del modelo la temperatura media anual (bio1), rango diurno medio (bio2), isothermalidad (bio3), temperatura estacional (bio4), rango de temperatura anual (bio7), precipitación anual (bio12), precipitación del mes más seco (bio14), precipitación estacional (bio15) y precipitación del cuarto más frío (bio19).

BASES DE DATOS CON INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL NACIONAL Y LOCALES PRIORIZADAS PRESENTES EN PÁRAMOS DEL PAÍS

A partir de la lista de especies propuesta se realizó la búsqueda de registros biológicos en diferentes fuentes de información (Tabla 4), los cuales se integraron en una base que tienen la estructura de formato estándar de intercambio de registros biológicos propuesto por el SiB (Anexo 1). En el caso que los registros no poseían coordenadas geográficas, se georreferenciaron siguiendo la información de la localidad y se ubicaron finalmente con gaceteros digitales. Los registros con información insuficiente, en especial carentes de una localidad determinada, no se emplearon por la incertidumbre que pueden incorporar al modelo.

Tabla 4. Fuentes de información secundaria

Grupo biológico	Fuente	Año
Plantas	SiB	2011
	IUCN	2011
	Calderón	2001
	Calderón <i>et al.</i>	2005
	Instituto Smithsonian	2007
	Missouri Botanical Garden	2011

Se encontraron 1929 registros que corresponden a cerca de 191 especies (Tabla 5). Cabe anotar que el número de registros no se relaciona con igual número de localidades.

Tabla 5. Especies consultadas y número de registro recopilados

Especie	Número de registros
<i>Aragoa abietina</i>	8
<i>Aragoa cleefii</i>	10
<i>Aragoa corrugatifolia</i>	2
<i>Aragoa cundinamarcensis</i>	6
<i>Aragoa cupressina</i>	6
<i>Aragoa kogiorum subsp. sevilleae</i>	2
<i>Aragoa lycopodioides</i>	3
<i>Aragoa occidentalis</i>	1
<i>Aragoa perez-arbelaeziana</i>	3
<i>Bejaria aestuans</i>	2
<i>Bejaria resinosa</i>	3
<i>Bejaria tachirensis</i>	4
<i>Cavendishia bracteata</i>	48
<i>Cavendishia cordifolia</i>	2
<i>Cavendishia glandulosa</i>	1
<i>Cavendishia nitida</i>	4

Espezie	Número de registros
<i>Cavendishia strobilifera</i>	1
<i>Diplostephium adenachaenium</i>	1
<i>Diplostephium alveolatum</i>	12
<i>Diplostephium baccharideum</i>	1
<i>Diplostephium bicolor</i>	7
<i>Diplostephium boyacense</i>	1
<i>Diplostephium cayambense</i>	2
<i>Diplostephium chrysotrichum</i>	1
<i>Diplostephium cinerascens</i>	1
<i>Diplostephium colombianum</i>	8
<i>Diplostephium crassifolium</i>	1
<i>Diplostephium eriophorum</i>	3
<i>Diplostephium floribundum</i>	13
<i>Diplostephium floribundum subsp. aequatoriense</i>	2
<i>Diplostephium frontinense</i>	1
<i>Diplostephium glandulosum</i>	1
<i>Diplostephium glutinosum</i>	3
<i>Diplostephium glutinosum f. microphyllum</i>	1
<i>Diplostephium grantii</i>	2
<i>Diplostephium hartwegii</i>	6
<i>Diplostephium heterophyllum</i>	6
<i>Diplostephium huertasii</i>	3
<i>Diplostephium juajibioyi</i>	2
<i>Diplostephium lacunosum</i>	4
<i>Diplostephium ochraceum</i>	8
<i>Diplostephium phyllicoides</i>	41
<i>Diplostephium pittieri</i>	1
<i>Diplostephium revolutum</i>	14
<i>Diplostephium rhododendroides</i>	2
<i>Diplostephium rhomboidale</i>	12
<i>Diplostephium rosmarinifolius</i>	9
<i>Diplostephium rupestre</i>	10
<i>Diplostephium schultzii</i>	4
<i>Diplostephium tenuifolium</i>	7
<i>Diplostephium tolimense</i>	3
<i>Diplostephium weddellii</i>	1
<i>Espeletia annemariana</i>	10
<i>Espeletia arbelaezii</i>	16
<i>Espeletia argentea</i>	45
<i>Espeletia azucarina</i>	2
<i>Espeletia barclayana</i>	18
<i>Espeletia boyacensis</i>	49
<i>Espeletia brachyaxiantha</i>	8
<i>Espeletia cabrerensis</i>	2
<i>Espeletia cayetana</i>	7
<i>Espeletia chocontana</i>	13
<i>Espeletia cleefii</i>	9

Especie	Número de registros
<i>Espeletia congestiflora</i>	47
<i>Espeletia corymbosa</i>	12
<i>Espeletia curialensis</i>	7
<i>Espeletia discoidea</i>	16
<i>Espeletia estanislana</i>	8
<i>Espeletia frontinoensis</i>	12
<i>Espeletia grandiflora</i>	182
<i>Espeletia guacharaca</i>	13
<i>Espeletia hartwegiana</i>	69
<i>Espeletia incana</i>	17
<i>Espeletia jaramilloi</i>	6
<i>Espeletia jimenez-quesadae</i>	4
<i>Espeletia killipii</i>	42
<i>Espeletia killipiii</i>	6
<i>Espeletia lopezii</i>	35
<i>Espeletia muiska</i>	24
<i>Espeletia murilloi</i>	51
<i>Espeletia nemekenei</i>	14
<i>Espeletia occidentalis</i>	2
<i>Espeletia oswaldiana</i>	9
<i>Espeletia perijaensis</i>	3
<i>Espeletia phaneractis</i>	22
<i>Espeletia pleiochasia</i>	16
<i>Espeletia praefrontina</i>	6
<i>Espeletia pycnophylla</i>	49
<i>Espeletia rositae</i>	5
<i>Espeletia schultesiana</i>	16
<i>Espeletia summapacis</i>	11
<i>Espeletia tunjana</i>	17
<i>Espeletia uribei</i>	22
<i>Espeletiopsis colombiana</i>	10
<i>Espeletiopsis corymbosa</i>	55
<i>Espeletiopsis garciae</i>	9
<i>Espeletiopsis pleiochasia</i>	10
<i>Espeletiopsis santanderensis</i>	22
<i>Gaultheria anastomosans</i>	23
<i>Gaultheria buxifolia</i>	3
<i>Gaultheria buxifolia var. elassantha</i>	11
<i>Gaultheria cordifolia</i>	4
<i>Gaultheria erecta</i>	34
<i>Gaultheria foliolosa</i>	5
<i>Gaultheria glomerata</i>	1
<i>Gaultheria hapalotricha</i>	1
<i>Gaultheria insipida</i>	4
<i>Gaultheria lanigera</i>	1
<i>Gaultheria ramosissima</i>	6
<i>Gaultheria rigida</i>	2

Especie	Número de registros
<i>Gaultheria sclerophylla</i>	1
<i>Gaultheria sclerophylla</i> var. <i>hirsuta</i>	1
<i>Gaultheria sclerophylla</i> var. <i>sclerophylla</i>	2
<i>Gaultheria strigosa</i>	5
<i>Libanothamnus glossophyllus</i>	8
<i>Libanothamnus neriifolius</i>	1
<i>Paramiflos glandulosus</i>	31
<i>Pentacalia abietina</i>	14
<i>Pentacalia albi-panquei</i>	2
<i>Pentacalia americana</i>	7
<i>Pentacalia andicola</i>	23
<i>Pentacalia andicola</i> var. <i>pseudonitida</i>	1
<i>Pentacalia breviligulata</i>	8
<i>Pentacalia cachacoensis</i>	1
<i>Pentacalia chaquiroyensis</i>	1
<i>Pentacalia cleefii</i>	10
<i>Pentacalia corymbosa</i>	9
<i>Pentacalia danielis</i>	2
<i>Pentacalia ellipticifolia</i>	1
<i>Pentacalia flosfragrans</i>	19
<i>Pentacalia gelida</i>	6
<i>Pentacalia guadalupe</i>	16
<i>Pentacalia guicanensis</i>	9
<i>Pentacalia haughtii</i>	1
<i>Pentacalia kleinioides</i>	12
<i>Pentacalia ledifolia</i>	15
<i>Pentacalia ledifolia</i> subsp. <i>lehmannii</i>	6
<i>Pentacalia ledifolia</i> subsp. <i>schlimii</i>	1
<i>Pentacalia ledifolia</i> var. <i>glabrata</i>	2
<i>Pentacalia ledifolia</i> var. <i>lanata</i>	4
<i>Pentacalia lindenii</i>	6
<i>Pentacalia nitida</i>	14
<i>Pentacalia peruviana</i> var. <i>pungens</i>	2
<i>Pentacalia popayanensis</i>	2
<i>Pentacalia popayanensis</i> var. <i>pungens</i>	3
<i>Pentacalia pulchella</i>	27
<i>Pentacalia pulchella</i> subsp. <i>guantivana</i>	6
<i>Pentacalia pulchella</i> var. <i>pungens</i>	4
<i>Pentacalia ramentosa</i>	1
<i>Pentacalia reissiana</i>	9
<i>Pentacalia robertii</i>	1
<i>Pentacalia rugosa</i>	2
<i>Pentacalia subarachnoidea</i> var. <i>pauciflora</i>	1
<i>Pentacalia summapasis</i>	1
<i>Pentacalia sylvicola</i>	5
<i>Pentacalia theifolia</i>	3
<i>Pentacalia tolimensis</i>	4

Especie	Número de registros
<i>Pentacalia tolimensis</i> var. <i>colombiana</i>	1
<i>Pentacalia tomasiana</i>	3
<i>Pentacalia trianae</i>	12
<i>Pentacalia trichopus</i>	10
<i>Pentacalia vaccinioides</i>	53
<i>Pentacalia vaccinioides</i> var. <i>microdentata</i>	2
<i>Pentacalia vernicosa</i>	11
<i>Pentacalia viridi-alba</i>	2
<i>Pentacalia weinmannifolia</i>	4
<i>Pentacalia yanetharum</i>	2
<i>Espeletia brassicoidea</i>	14
<i>Espeletia conglomerata</i>	11
<i>Espeletia dugandii</i>	3
<i>Espeletia garcibarrigae</i>	1
<i>Espeletia idroboi</i>	5
<i>Espeletia marnixiana</i>	1
<i>Espeletia miradorensis</i>	1
<i>Espeletia neriiifolius</i>	3
<i>Espeletia paipana</i>	1
<i>Espeletia petiolata</i>	11
<i>Espeletia roberti</i>	2
<i>Espeletia sclerophylla</i>	2
<i>Espeletia standleyana</i>	4
<i>Espeletia tapirophila</i>	1
<i>Espeletiopsis caldasii</i>	3
<i>Espeletiopsis glandulosa</i>	1
<i>Espeletiopsis guacharaca</i>	9
<i>Espeletiopsis jimenez-quesadae</i>	7
<i>Espeletiopsis muiska</i>	6
<i>Espeletiopsis petiolata</i>	4
<i>Espeletiopsis purpurascens</i>	3
<i>Espeletiopsis sclerophylla</i>	2
<i>Libanothammus occultus</i>	1

Además que los registros representaran la mayor parte de las especies seleccionadas, se buscó que expusieran la distribución de los páramos del país en los tres ramales andinos y en la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 8).

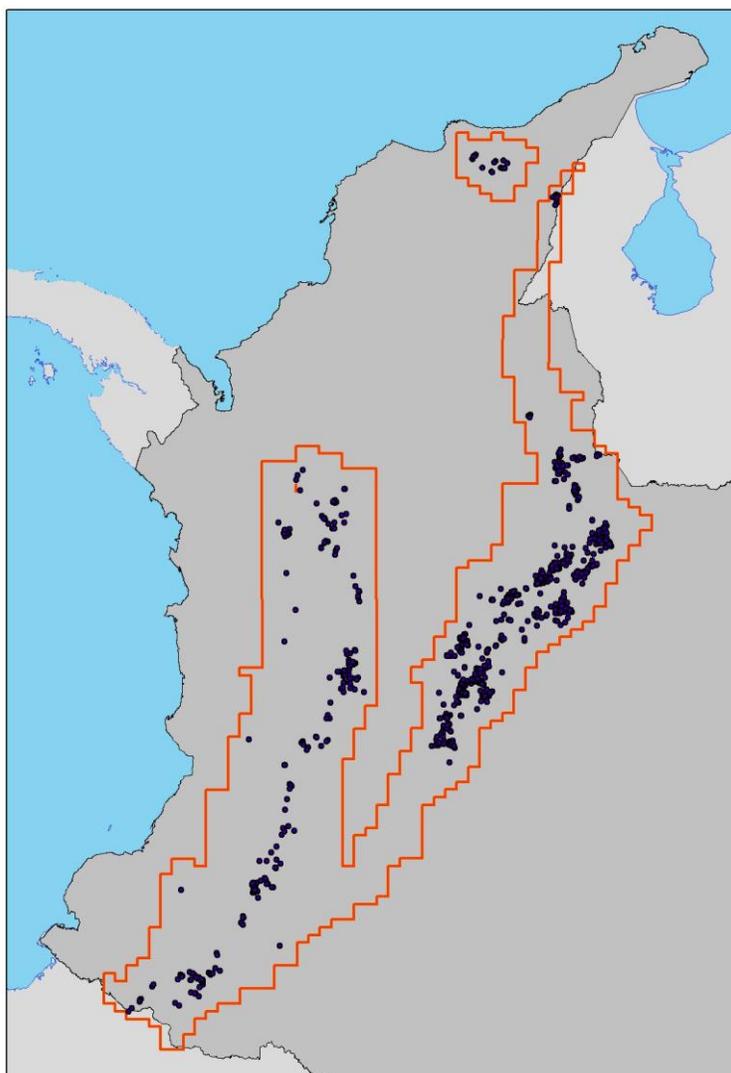
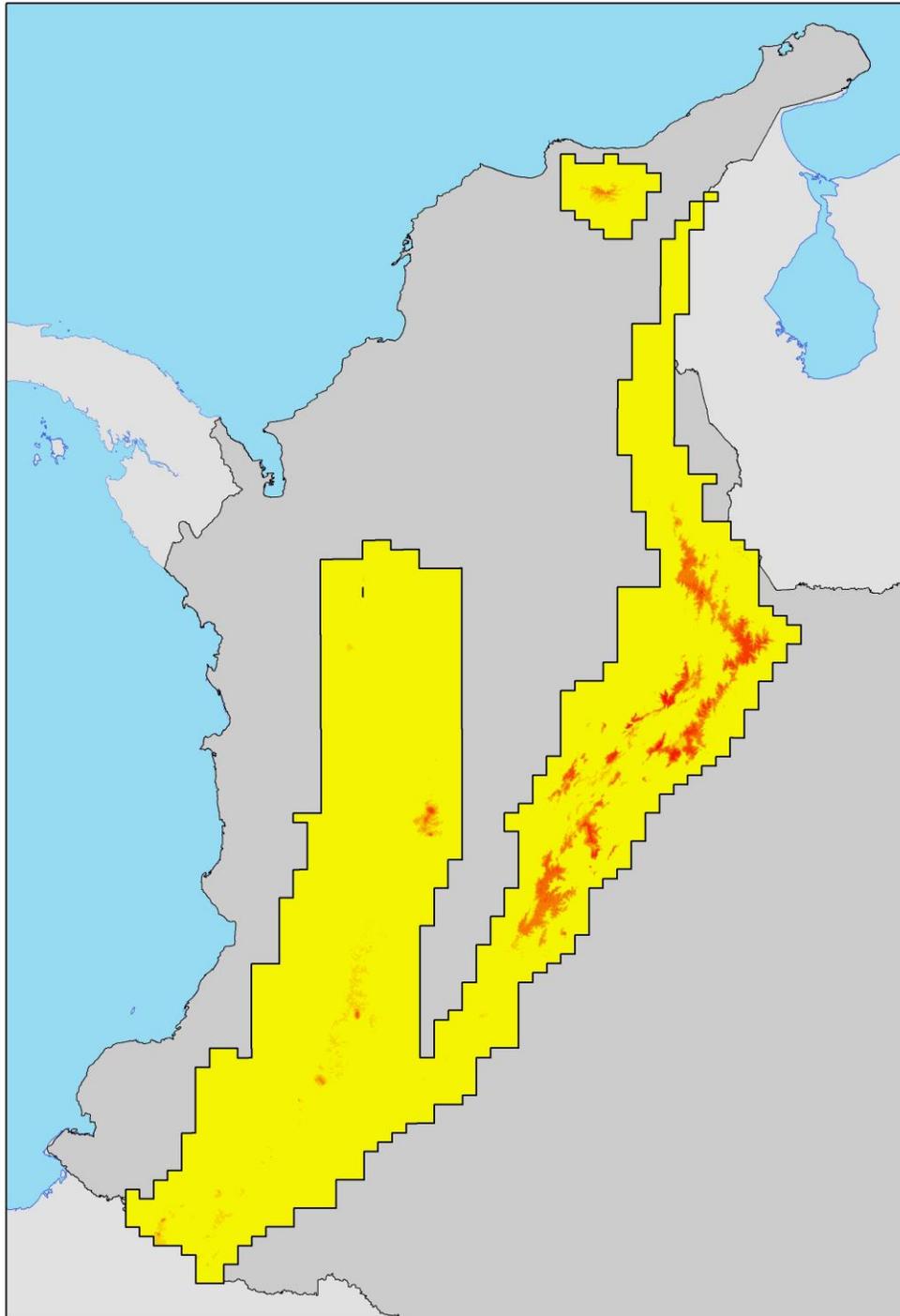


Figura 8. Distribución de los registros biológicos de Flora

En total se seleccionaron 62 especies que alcanzaban los criterios de selección como el valor de p y que se aproximaran a la distribución conocida (Anexo 4). Para conocer la distribución final de los modelos, se reclasificaron en el programa Arcmap bajo la regla del percentil diez (10 percentile training presence logistic threshold) .

Finalmente los modelos reclasificados se integraron a través de la herramienta Raster calculator de Arcmap. Este proceso consiste en una suma espacial de los modelos para generar una capa que representa áreas donde hay mayor número de distribuciones coincidentes (Figura 9).



**Figura 9. Modelo integrado de distribuciones de especies de plantas
(en rojo los sectores de mayor coincidencia)**

DOCUMENTO Y BASES DE DATOS CON LOS INDICADORES BIOFÍSICOS A NIVEL DE ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS PRESENTES EN LOS COMPLEJOS DE PÁRAMOS DEL PAÍS, INCLUYENDO HOJAS METODOLÓGICAS, MÉTODOS ANALÍTICOS, FUENTES DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

Los indicadores de biodiversidad en general tienen una formulación y desarrollo continuo, ya que algunos se basan en una línea base adecuada y el seguimiento oportuno que ofrezca el nivel de información apropiado. Lo anterior enfrenta una serie de inconvenientes porque a pesar de las numerosas investigaciones en alta montaña, éstas se encuentran disgregadas y son escasos los esfuerzos para compilar los datos resultantes.

Es relevante señalar que documentos como los desarrollados por Luteyn (1999) y Rangel *et al.* (2000) proporcionan un inicio en la compilación de datos alrededor de la biodiversidad del páramo, aunque es importante que esta trascienda en el seguimiento de dicha información y la nueva que se genere.

El planteamiento de indicadores ambientales se consolida con la “*Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental*” (Ideam *et al.* 2002), donde dan a conocer algunos indicadores relacionados con biodiversidad y bosques (Tabla 6).

Tabla 6. Indicadores sobre Biodiversidad y bosques (Ideam *et al.* 2002)

Áreas protegidas
Superficie de los ecosistemas
Tasa de cambio de los ecosistemas
Diversidad de los ecosistemas
Conservación de áreas coralinas
Extensión de áreas coralinas
Conservación de manglares
Extensión de manglares
Conservación de praderas de pastos marinos
Extensión de praderas de pastos marinos
Cambio multitemporal del área de páramos, bosques, sabanas, agroecosistemas y humedales
Fragmentación de los ecosistemas
Densidad poblacional en áreas asociadas a ecosistemas
Índice de condiciones de vida de la población – ICV–
Defunciones según principales causas
Área promedio anual de reforestación protectora

y comercial
Porcentaje del área de cobertura vegetal afectada por el
Área total utilizada en cultivos ilícitos
Balance de emisiones y capturas de CO2 por actividades silvícolas

Posterior a la formulación se desarrollaron iniciativas que hicieron revisión a algunos indicadores, en particular encaminados al seguimiento y evaluación de la política de Biodiversidad (Ortiz *et al.* 2004, Rincón *et al.* 2004, Romero *et al.* 2004, Rodríguez *et al.* 2005).

Con el planteamiento de la meta 2010, establecida por la Decisión VI/26 de la Conferencia de las Partes (COP), y la Decisión VII/30 se propone relación con indicadores para procesos internacionales como objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Dentro de los ODM el aspecto que más relación tiene con biodiversidad es el número siete “Sostenibilidad del medio ambiente” (Tabla 7).

Tabla 7. Metas e indicadores ODM "Sostenibilidad del medio ambiente"

Objetivo	Meta	Indicador
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente	Meta 9: Incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente	Indicador 25: Proporción de la superficie cubierta por bosques
		Indicador 26: Relación entre las zonas protegidas para mantener la diversidad biológica y la superficie total
		Indicador 27: Uso de energía (equivalente en kg. de petróleo) por un dólar del producto interno bruto
		Indicador 28: Emisiones del dióxido de carbono per capita y consumo de clorofluorocarburos que agotan la capa
		Indicador 29: Proporción de la población que utiliza combustibles
	Meta 10: Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento	Indicador 30: Proporción de la población con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales
		Indicador 31: Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, en zonas

Objetivo	Meta	Indicador
	Meta 11: Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios	Indicador 32: Proporción de los hogares con tenencia segura

De acuerdo con lo anterior, además de la relevancia del ecosistema paramuno es necesario sugerir indicadores relacionados con la biodiversidad que aporten información sobre su estado y tendencias, uso y amenazas. Se sugieren preliminarmente los siguientes indicadores:

- Superficie - Porcentaje de ecosistemas (por complejo)
- Cambios en la superficie de los ecosistemas (por complejo)
- Número de Especies amenazadas (flora y fauna)
- Número de Especies endémicas (flora y fauna)
- Número de Especies invasoras
- Representatividad de ecosistemas en áreas protegidas
- Fragmentación de los ecosistemas (relacionado con Conectividad)
- Integridad espacial (relación área perímetro)
- Plantas útiles (por complejo)

HOJA METODOLOGICA 1

Nombre: Cambio en la superficie de ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Definición:

El indicador propuesto busca aplicarse para cada complejo de páramo. En este caso el cambio es determinado a partir de la interpretación e identificación de ecosistemas que adelantó el Instituto Humboldt de los Andes colombianos para los años 1985, 2000 y 2005. Debido a los diversos tamaños de área de los complejos se propone presentar los resultados como porcentaje del área transformada, de forma tal que los valores estén relacionados con la extensión de cada uno de estos.

Unidad de medida:

Hectáreas (ha)
Porcentaje (%)

Finalidad:

Mostrar el cambio en la superficie cubierta por ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Pertinencia:

Uno de los indicadores que puede informar sobre la pérdida de hábitat es relacionado con el cambio de coberturas. Cabrera y Ramírez (2007) señalan para los Andes colombianos una disminución del 14,20% entre 1985 y 2005. A partir de este análisis se pueden generar información específica para los complejos de páramos e identificar las tendencias de pérdida de sus coberturas naturales, con lo cual puede producirse información que permita la acción prioritaria sobre determinadas zonas.

Relación otros indicadores:

Se relaciona estrechamente con el indicador de superficie de ecosistemas en complejos de páramos

Procedimiento:

Los datos para la medición provienen de un análisis multitemporal de ecosistemas en los complejos de páramo. Es importante que en lo posible las capas de los diferentes años de análisis se originen de una misma fuente para evitar variación en los métodos de interpretación. Se propone la siguiente relación:

$$T\% = \frac{(AE1 - AE2) \times 100}{ACP}$$

Donde:

T%, Porcentaje transformado

AE1, área total ecosistemas naturales año 1

AE2, área total ecosistemas naturales año 2

ACP, área total complejo de páramo

La solidez del cálculo se basa en que las superficies analizadas tenga la misma extensión del complejo que se estudia. En el caso que la capa de ecosistemas no se extienda a lo largo del complejo, el valor ACP deberá ser igual al valor que cubre dicha capa al interior. En

este último caso debe señalarse que el análisis no toma la extensión total del complejo.

Limitaciones

Ejemplo:

Los resultados preliminares muestran que los complejos de páramo con mayor transformación entre 1985 y 2000 son Almorzadero, Guerrero, Rabanal y río Bogotá, Farallones de Cali y Jurisdicciones-Santurbán. Para el periodo comprendido entre 2000 y 2005 los complejos de mayor transformación son Pisba, Chingaza y Guerrero (Tabla 8, Figura 10).

Tabla 8. Cambio de área de ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Complejo	Periodo 1985 - 2000		Periodo 2000 - 2005	
	Área trans. (ha)	Porcentaje transformado (ha)	Área trans. (ha)	Porcentaje transformado (ha)
Almorzadero	27,865.84	22.27	2,706.45	2.16
Belmira	22.54	2.09	0.00	0.00
Cerro Plateado	252.61	6.10	214.68	5.18
Chilí-Barragán	240.86	0.86	758.93	2.72
Chingaza	2,560.41	3.97	4,782.92	7.41
Citará	67.66	3.14	29.27	1.36
Cocuy	25,745.65	9.58	23,682.83	8.81
Cruz Verde-Sumapaz	27,906.94	10.46	5,202.09	1.95
Doña Juana-Chimayoy	125.92	0.63	31.56	0.16
Duende	55.59	3.79	55.56	3.79
Farallones de Cali	258.54	12.50	0.00	0.00
Frontino-Urrao	87.37	2.17	13.79	0.34
Guanacas-Puracé-Coconucos	4,985.59	6.89	238.45	0.33
Guantiva-Rusia	4,809.70	4.80	4,072.54	4.06
Guerrero	8,592.84	21.90	2,143.61	5.46
Iguaque-Merchán	566.05	3.49	230.76	1.42
Jurisdicciones-Santurbán	9,620.65	11.64	848.30	1.03
Las Hermosas	4,439.05	3.84	285.38	0.25
Los Picachos	24.52	0.64	0.38	0.01
Nevados	4,502.47	4.41	4,950.35	4.85
Pisba	6,740.63	8.27	7,188.65	8.82
Rabanal y río Bogotá	3,087.17	18.87	363.82	2.22
Sotará	1,218.54	3.25	269.05	0.72
Tatamá	0.00	0	12.37	0.29
Tota-Bijagual-Mamapacha	12,638.19	9.93	7,278.43	5.72
Yariguíes	0.00	0	1.73	0.21

HOJA METODOLOGICA 2

Nombre: Cambio en la superficie de ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Definición:

El indicador propuesto busca aplicarse para cada complejo de páramo. En este caso el cambio es determinado a partir de la interpretación e identificación de ecosistemas que adelantó el Instituto Humboldt de los Andes colombianos para los años 1985, 2000 y 2005. Debido a los diversos tamaños de área de los complejos se propone presentar los resultados como porcentaje del área transformada, de forma tal que los valores estén relacionados con la extensión de cada uno de estos.

Unidad de medida:

Hectáreas (ha)
Porcentaje (%)

Finalidad:

Mostrar el cambio en la superficie cubierta por ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Pertinencia:

Uno de los indicadores que puede informar sobre la pérdida de hábitat es relacionado con el cambio de coberturas. Cabrera y Ramírez (2007) señalan para los Andes colombianos una disminución del 14,20% entre 1985 y 2005. A partir de este análisis se pueden generar información específica para los complejos de páramos e identificar las tendencias de pérdida de sus coberturas naturales, con lo cual puede producirse información que permita la acción prioritaria sobre determinadas zonas.

Relación otros indicadores:

Se relaciona estrechamente con el indicador de superficie de ecosistemas en complejos de páramos

Procedimiento:

Los datos para la medición provienen de un análisis multitemporal de ecosistemas en los complejos de páramo. Es importante que en lo posible las capas de los diferentes años de análisis se originen de una misma fuente para evitar variación en los métodos de interpretación. Se propone la siguiente relación:

$$T\% = \frac{(AE1 - AE2) \times 100}{ACP}$$

Donde:

T%, Porcentaje transformado

AE1, área total ecosistemas naturales año 1

AE2, área total ecosistemas naturales año 2

ACP, área total complejo de páramo

La solidez del cálculo se basa en que las superficies analizadas tenga la misma extensión del complejo que se estudia. En el caso que la capa de ecosistemas no se extienda a lo largo del complejo, el valor ACP deberá ser igual al valor que cubre dicha capa al interior. En

este último caso debe señalarse que el análisis no toma la extensión total del complejo.

Limitaciones

Ejemplo:

Los resultados preliminares muestran que los complejos de páramo con mayor transformación entre 1985 y 2000 son Almorzadero, Guerrero, Rabanal y río Bogotá, Farallones de Cali y Jurisdicciones-Santurbán. Para el periodo comprendido entre 2000 y 2005 los complejos de mayor transformación son Pisba, Chingaza y Guerrero (Tabla 8, Figura 10).

Tabla 9. Cambio de área de ecosistemas naturales en los complejos de páramo

Complejo	Periodo 1985 - 2000		Periodo 2000 - 2005	
	Área trans. (ha)	Porcentaje transformado (ha)	Área trans. (ha)	Porcentaje transformado (ha)
Almorzadero	27,865.84	22.27	2,706.45	2.16
Belmira	22.54	2.09	0.00	0.00
Cerro Plateado	252.61	6.10	214.68	5.18
Chilí-Barragán	240.86	0.86	758.93	2.72
Chingaza	2,560.41	3.97	4,782.92	7.41
Citará	67.66	3.14	29.27	1.36
Cocuy	25,745.65	9.58	23,682.83	8.81
Cruz Verde-Sumapaz	27,906.94	10.46	5,202.09	1.95
Doña Juana-Chimayoy	125.92	0.63	31.56	0.16
Duende	55.59	3.79	55.56	3.79
Farallones de Cali	258.54	12.50	0.00	0.00
Frontino-Urrao	87.37	2.17	13.79	0.34
Guanacas-Puracé-Coconucos	4,985.59	6.89	238.45	0.33
Guantiva-Rusia	4,809.70	4.80	4,072.54	4.06
Guerrero	8,592.84	21.90	2,143.61	5.46
Iguaque-Merchán	566.05	3.49	230.76	1.42
Jurisdicciones-Santurbán	9,620.65	11.64	848.30	1.03
Las Hermosas	4,439.05	3.84	285.38	0.25
Los Picachos	24.52	0.64	0.38	0.01
Nevados	4,502.47	4.41	4,950.35	4.85
Pisba	6,740.63	8.27	7,188.65	8.82
Rabanal y río Bogotá	3,087.17	18.87	363.82	2.22
Sotará	1,218.54	3.25	269.05	0.72
Tatamá	0.00	0	12.37	0.29
Tota-Bijagual-Mamapacha	12,638.19	9.93	7,278.43	5.72
Yariguíes	0.00	0	1.73	0.21

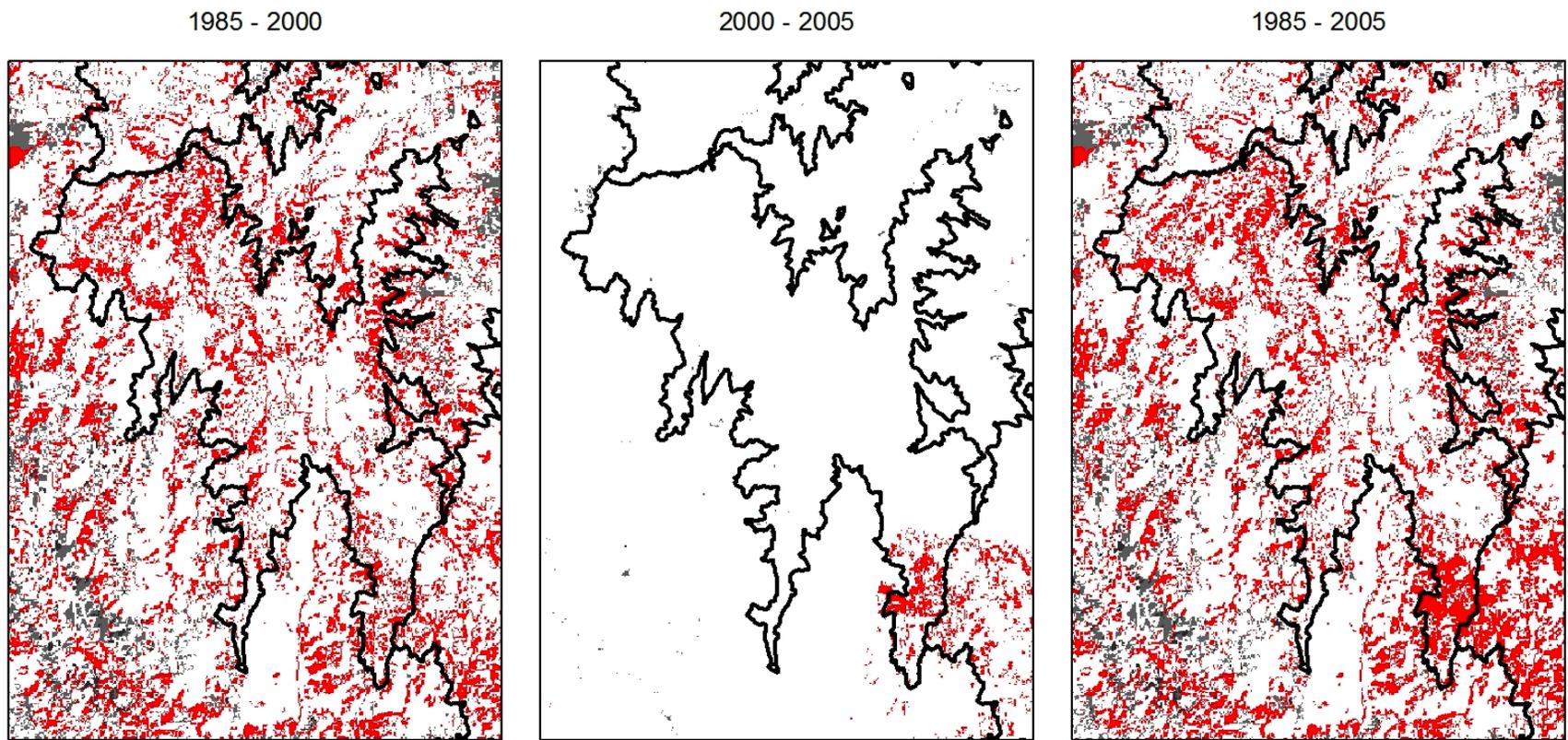


Figura 10. Cambio de ecosistemas naturales en el complejo Almorzadero

INFORMES DE ACTIVIDADES DE CAMPO EN DONDE SE HAYA SOLICITADO SU PARTICIPACION

Visita de campo Páramo de Chili

Fecha: 16 de octubre a 18 de octubre

Objetivo: Conocer el avance del proceso de delimitación propuesto para el sector de los páramos de Anaime y Chili. Toma de información de campo

Recorrido: Ibagué – Cajamarca – Anaime – Santa Helena – Playa Rica – Rovira – Ibagué (Figura 11 y 12).

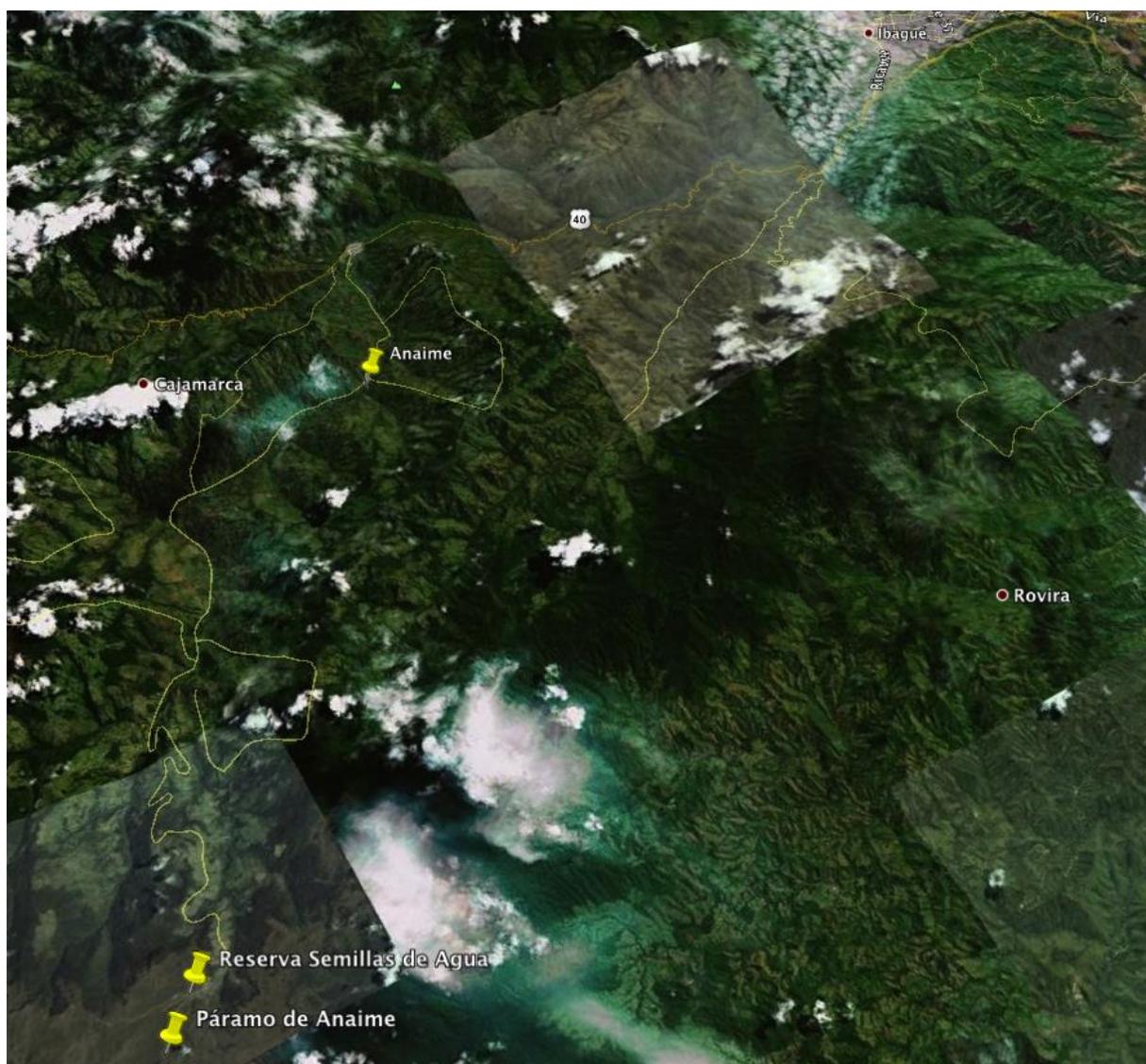


Figura 11. Recorrido salida de campo Páramo de Anaime (Google Earth)

La salida de campo parte de la invitación realizada por Ligia Mejía (Universidad del Tolima) y Jorge Rubiano (Reserva Natural Semillas de Agua) con el fin de conocer el contexto ambiental, social y económico de los "Páramos de Anaime y Chili" y el proceso de delimitación de páramo concertado en la región. De acuerdo con lo anterior, el énfasis de la salida es conocer la Reserva Semillas de Agua, hacer un recorrido por el páramo de Anaime y Chili, y participar en un taller con la comunidad relacionado con la delimitación del páramo que adelanta la Reserva y la U. Del Tolima.

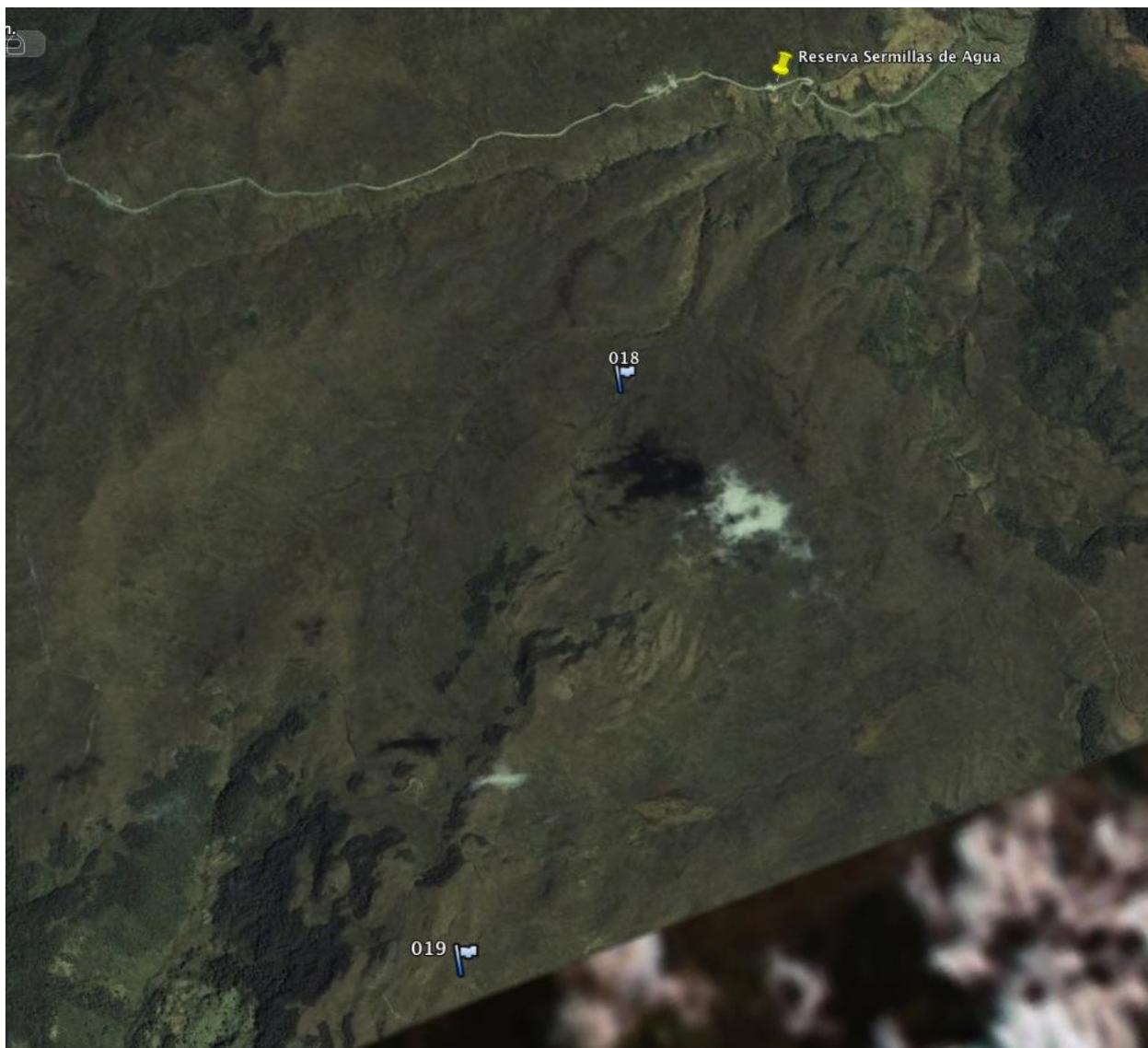


Figura 12. Páramo de Anaime, puntos de GPS 18 y 19 (Google Earth)

El recorrido en páramo inició en la reserva Semillas de Agua en el sector de Anaime. Se reconocieron coberturas de pajonal, frailejonal (*Espeletia hartwegiana*) y bosques (*Diplostephium bicolor*) (Figura 13).



Figura 13. Mosaico de especies de *Espeletia hartwegiana* y *Diplostephium bicolor*

En general, el páramo presenta sectores en buen estado y otros en recuperación. Llama la atención la presencia de coberturas boscosas por encima de la cota altitudinal a la que se encuentran los pajonales; incluso se aprecian bosques cercanos a las cimas de montaña alrededor de los 4000 m de altitud (Figuras 14 y 15).



Figura 14. Frailejonal de *Espeletia hartwegiana*. Páramo de Anaime



Figura 15. Bosques en cimas de las montañas aprox. a 4000 metros de altitud

El proceso de delimitación en este sector ha sido encargado por Cortolima a la Universidad del Tolima, en apoyo de la Reserva Semillas de Agua. Se ha planteado incorporar a la comunidad como parte de la concientización sobre los beneficios que obtienen de los páramos, explicar los alcances de las figuras de protección que se identifiquen, e intercambiar experiencia sobre el manejo del territorio e información predial (Figura 16).



Figura 16. Taller con la comunidad en Santa Elena (Roncesvalle-Tolima)

MEMORIAS, ACTAS O INFORMES RESULTANTES DE LAS ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Intercambio de ideas equipo delimitación de páramos - Carlos Pedraza (SiB)	Fecha: 22 de noviembre de 2011	

Participantes

Notas:

Carlos expone los alcances de la reunión. Explica que ahora se busca documentar procedimientos y análisis en la elaboración de modelos. En un tiempo cercano se espera tener una herramienta que proporcione los aspectos claves en la elaboración de diferentes modelos. Reconoce que las técnicas y métodos propuestos están en desarrollo y no son aplicables para nuestro ejercicio, si nos invitó a tratar de aplicarlo en el futuro, posiblemente para comparar estrategias. En general, él hablaba de una herramienta con múltiples algoritmos de modelación y estadísticos, la cual en parte se basa en R.

Procedimos a explicarle los procesos desde la colecta de registros hasta la integración de los modelos. Hubo varios aspectos donde Carlos hizo comentarios menores sobre la georreferenciación. Sobre los análisis de correlación (que ya aplicamos), sugirió otros métodos, como el análisis de componentes principales, ver otros valores y se ofreció a correrlo con nuestros datos el análisis que el sugiere con los datos organizados que le suministremos. También sugirió explorar hacer correlaciones para los sectores que se van a extrapolar.

Carlos discutió sobre la aplicación de los modelos de distribución usando las capas (Worldclim) que tienen una escala muy general (1 km), ya que debemos obtener una delimitación de páramos a escala 1:100.000. Mencionó que los modelos podrían estar más aplicados a la caracterización de los páramos para un resultado que se espera a unos 100.000, Aunque es consciente que no hay insumos con mayor resolución más detallados, si insistió en que tengamos en cuenta esa situación. Al respecto le mencionamos a Carlos que los modelos de distribución no son el único criterio para la delimitación y que tendremos en cuenta otros criterios para poder llegar a un límite a escala 1:100.000 en buscar como sostener dicha idea.

Carlos habló sobre las capas de sensores remotos que le pasó C. Graham, para que tengamos en cuenta la posibilidad de explorarlas y de incluirlas en los modelos. Adicionalmente propuso otras variables a tener en cuenta como la radiación.

Carlos también propuso explorar el tema de la regularización. En cuanto a la base de datos nos explicó que es mejor mantener los campos originales y hacer las modificaciones en campos nuevos. Además podría analizarse los outlayers

Carlos preguntó sobre cómo se está abordando el tema de sensores remotos, a lo cual respondimos que

aún no lo hemos abordado por completo y que está en trámite la solicitud de imágenes de sensores remotos.

Acuerdos /Compromisos

No se realizaron compromisos directos, no obstante Carlos manifiesta su disposición para resolver dudas, prestar algunos artículos y colaborar con un análisis de correlación en R, una vez se le puedan compartir la matriz correspondiente

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Planeación Reunión CMDDB 30 nov - 1 dic.	Fecha: 24 de noviembre de 2011	

Participantes

Notas:

En el inicio de la reunión Luisa expone la presentación preliminar empezando por los alcances del proyecto.

El grupo en general recalca que el enfoque para abordar el tema es el socio-ecosistémico.

Se discute y concluye que la mera conservación en páramos no es posible y que las figuras que se propongan deben considerar a la comunidad.

Luisa presenta los componentes biofísicos. En este aparte María V. Y Camilo comenta sobre la selección de especies y la vinculación de la Academia en el proceso. En general la mesa está de acuerdo con los expertos seleccionados y con que se explore con otros más adelante. Es importante incorporar las especies que se usaron en el ejercicio presentado. Edgar mencionó que aún no han entablado acercamientos con la UIS.

Fausto dice que Parques Nacionales tiene propuesta de aspectos socio eco sistémicos y habla sobre la presentación de una experiencia para sabana de Bogotá. Invita a una exposición del tema socioeconómico de Guillermo Rudas (Martes 29 de nov.) en Ministerio.

En la diapositiva de los criterios se proponer cambiar la ubicación del ítem servicios eco sistémicos.

Falta definir la tercera ventana, Fausto comenta que Corponariño ha expresado interés y evaluar si podría ser ventana de trabajo.

Luisa vuelve a proponer que se presente a DANE una ventana para la encuesta agropecuaria, proponen Santurbán, preguntar a Alberto Rojas y Oscar sobre interés y viabilidad. Humboldt coordinará reunión con Dane.

CMDB solicita acceso a la información recopilada por Julio Fierro.

CMDB: En la diapositiva donde se presenta la imagen ALOS es necesario sacar el límite azul

Edgar Olaya recalca que no hay información de suelos escala 25.000 y si quisieran esa etapa sería necesario levantarla de ceros y con presupuesto para lo mismo.

CMDB solicita acceso a la información de suelos de páramos del IGAC

Se expone sobre los resultados preliminares para la ventana Guerrero –Sumapaz. Fausto considera interesante los resultados de los modelos en contraste con los complejos de páramo. En el momento de mostrar el ejercicio de integración CMDB y Ministerio discuten sobre la forma en que se hizo, y dicen que debe avanzarse más allá a una sobreposición de información. Se dice que por ejemplo en trabajos de amenazas se pondera. Consideran relevante revisar la forma de integrar las capas porque lo que se está haciendo es una sobreposición de capas y es necesario profundizar como se ajustan las capas de información para que no quede limitada a la que menos extensión tiene. Se propone abrir la discusión en una reunión más adelante.

Fausto propone la siguiente Agenda para la reunión del 30 de noviembre:

Miércoles todo el día, mañana del jueves

-Socializar los criterios (los viables o más útiles) INCLUIR LOS ASPECTOS A REVISAR EN 100 MILES Y 25 MILES

-Alcances y limitaciones (INCERTIDUMBRES)

-Discusión con los jurídicos.

Se presentan propuestas de cambios en diapositiva de criterio: CAMBIAR HIDROLOGÍA POR HIDROGEOLOGÍA

MARIO PROPONE CAMBIAR A CLIMA Y PALEOCLIMA

Se edita la diapositiva sobre criterios, se proponen los siguientes aspectos:

CLIMA Y PALEOCLIMAS
GEOMORFOLOGIA
SUELOS
HIDROGEOLOGÍA
COBERTURAS VEGETALES (LEYENDA CORINE)
MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

SOCIOECOSISTEMICOS (como atributo)

Se propone mostrar avances 100 MIL Y 25 MIL

Debido al tiempo estimado de la reunión CMDB no alcanzó a presentar avances y métodos propuestos de integración.

Acuerdos /Compromisos

1. Fausto: enviar lugar y hora de la reunión del martes 29 de noviembre sobre aspectos socioeconómicos.
2. Adelantar reunión para definición de la tercera ventana
3. Luisa: averiguar a quien debe dirigirse la carta para proponer ventana a DANE.
4. Humboldt coordinará posible reunión con DANE
5. CMDB solicita acceso a información de Julio Fierro e IGAC
6. Revisar métodos de integración
7. En la presentación realizar cambios propuestos por las partes (algunas realizadas en el momento)
8. CMDB enviará criterios de “zonificación”
9. Se propone reunión de trabajo e integración de presentaciones el miércoles a primera hora (8 am antes de la reunión)
10. Socializar presentación entre los asistentes para aportar cambios o sugerencias

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Apoyo académico delimitación de páramos	Fecha: 25 de noviembre de 2011	

Notas:

Se expuso al profesor los alcances del proyecto y se tomaron sus observaciones.

En primer lugar la delimitación debe considerar las diferentes vertientes húmedas y secas a la que se exponen los páramos.

Es clave identificar la geomorfología y la herencia glaciár, la cual está muy relacionada con los servicios que prestan los páramos, entre otras características.

Es importante reconocer los páramos antrópicos resultado en gran parte de la desaparición de la cobertura de bosque, que se usa en ganadería y agricultura y que luego es colonizada por especies de páramo. Esas zonas difícilmente vuelvan a ser un páramo propiamente, sin embargo se pueden restaurar algunas de sus características, por lo cual las zonas transformadas deberían incorporarse en el límite.

Algunos sectores se caracterizan por una franja de alta biodiversidad entre páramo y su siguiente cobertura, por lo cual es posible que esta franja coincida con el límite, pero solo en algunos sectores; identificar localmente.

En cuanto a especies, el Profesor Vargas no se compromete con especies características, pero sí con formas de vida. Menciona que páramo es un mosaico de formas de vida principalmente Macollas, Arbustos y Rosetas. Y que si se busca abordar la delimitación con especies, debería ser por las formas de vida mencionadas.

Acuerdos /Compromisos

No se realizaron compromisos directos, pero el Profesor expreso su interés en la posibilidad de colaborar con el proceso de delimitación. Buscar la posibilidad la aparición del grupo que coordina en medida de la colaboración que preste.

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Apoyo académico delimitación de páramos	Fecha: 07 de diciembre de 2011	

Notas:

Se expuso al profesor los alcances del proyecto y se tomaron sus observaciones.

Examinar la pertinencia de correr modelos por ejemplo de Cavendishia que llega hasta abajo.

Conocer estructuralmente que no es páramo, matorrales de más de 4 metros ya no lo son. La estructura del sitio es más diciente de lo que es, que la misma composición.

Identificar que especies son de páramo y especies que no son de páramo para ver el punto de inflexión.

En limes superiores son más marcados los factores abióticos, son más limpios. Estructural es un criterio clave.

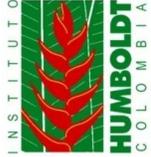
Modelar lo que no es para defender desde dos aspectos.

Mediana donde llegan todos los límites. Por grupo funcional para los modelos, o por grupos estructural subfrutice o arbustos esclerófilos.

Definir cuando no es páramo, es cuando encontramos una franja de bosque continua?

Acuerdos /Compromisos

No se realizaron compromisos directos, pero el Profesor expreso su interés en la posibilidad de colaborar con el proceso de delimitación

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Apoyo académico delimitación de páramos	Fecha: 21 de diciembre de 2011	

Notas:
 Se expuso al profesor los alcances del proyecto y se tomaron sus observaciones.

Nicolas propone evaluar los modelos a través de la desviación estándar.

Ambos mencionan que uno incorpora todas las variables cuantitativas, el mismo Maxent tiene cierta capacidad de analizar la correlación.

En caso de atributos funcionales es relevante preguntarse porque queremos representar esos caracteres funcionales para páramos.

Proponen analizar las distribuciones con procesos de clasificación y ordenación. PAE

Analizar el tema de dominios ambientales y como responde cada grupo de especies a cada variable.

Aprueban usar la regla del 10 % y los métodos y técnicas de modelación usadas.

Acuerdos /Compromisos

No se realizaron compromisos directos.

	Reunión Delimitación de Páramos	Versión 1.0
Tema: Apoyo académico delimitación de páramos	Fecha: 21 de diciembre de 2011	

Participantes

Notas:

Carlos presenta la cartilla de criterios de divulgación de 2010. Menciona sobre la ampliación del convenio

Carlos habla sobre los cambios de la delimitación debido a los conceptos jurídicos sobre la inclusión de actividades agropecuarias.

Invitación de la sociedad y la inclusión del sector económico debería estar promovido por Ministerio y este aspecto sale del desarrollo cartográfico.

Habla sobre la invitación de instituciones y la invitación a la academia de forma progresiva.

Geomorfología no estaba en los criterios, ni representado, lo cual se cubre con la capa de Geosistemas

Suelos de IGAC a escala 1:100.000, dificultad con la leyenda pero se ha trabajado.

Brigitte: Nuevas áreas de páramo que es necesario a revisar, evaluar si es efecto de la azonalidad. Por resolución y por información disponible.

En el corto plazo no es viable un algoritmo, y los talleres dicen que se aplique muchos criterios

Hernando aporta diciendo que el criterio filtro fino debe ser explicado por expertos

Ajustes diferenciales de acuerdo a los criterios, y la gradación de pesos de diferentes criterios

Considerar categorías de manejo

Acuerdos /Compromisos

Ampliar invitación de la academia.

Conformar un comité o junta técnica exclusiva para la delimitación

METADATOS DOCUMENTADOS Y RECIBIDOS A SATISFACCIÓN

Se realizó la documentación de los metadatos correspondientes a un documento final y 104 capas geográficas producidas en este contrato.

Fue comunicada la documentación de los metadatos a la persona correspondiente y se solicitó la respectiva certificación.

(CERTIFICADO ADJUNTO)

INFORME FINAL, ESCRITO A MANERA DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES, ¿ES UN ATRIBUTO PARA TOMADORES DE DECISIONES?

Camilo Esteban Cadena-Vargas

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia

RESUMEN

Ha aumentado la frecuencia en que se incluye a la biodiversidad en diferentes procesos de identificación de áreas y planificación ecorregional. Un elemento para abordar la biodiversidad es por medio del análisis de atributos como la distribución de las especies, el cual cumple con características que facilitan su inclusión en dichos procesos y su posterior monitoreo. Debido a la necesidad de promover un límite para el ecosistema de páramo determinada en la normatividad colombiana, se consideró utilizar la distribución de especies de plantas propias de este ecosistema para definir su límite inferior. Se elaboraron alrededor de 62 modelos de distribución potencial de las especies seleccionadas y aunque aportan en la delimitación por sí solas no permiten determinar una franja límite. Se recomienda utilizar otras fuentes de información como elementos abióticos característicos, así como analizar el caso páramo por páramo con las distribuciones de las especies por separado e integradas.

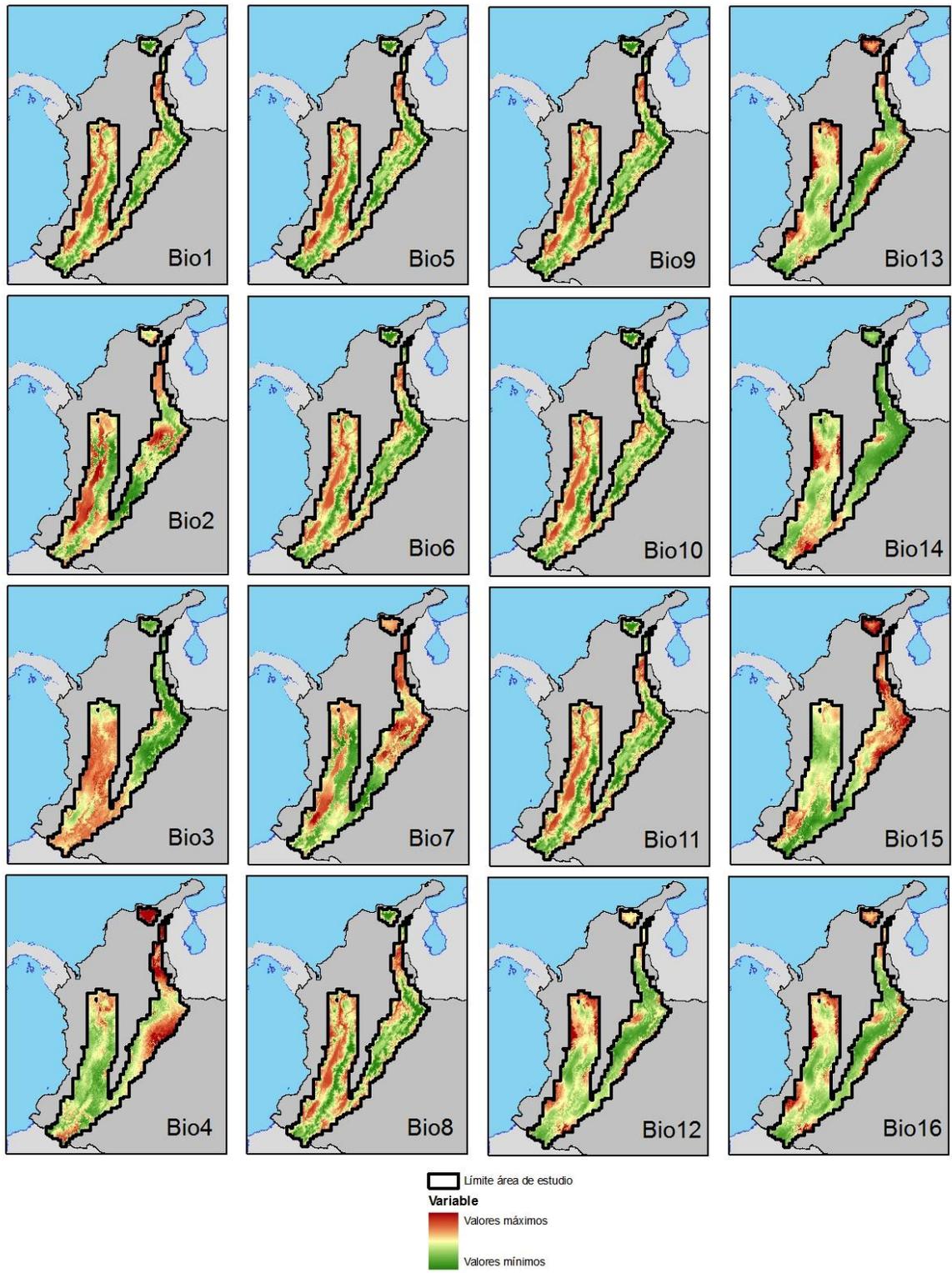
(DOCUMENTO ANEXO)

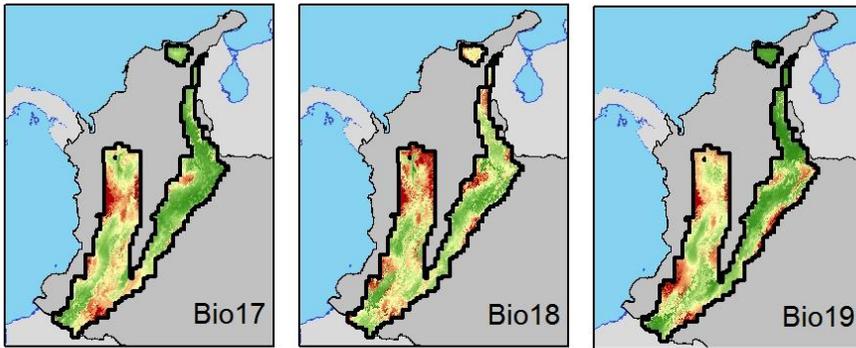
ANEXO 1

guid
reino
phylum_division
clase
orden
familia
genero
epiteto_especifico
autor_ee
epiteto_infraespecifico
autor_ei
responsable_identificacion
fecha_identificacion
tipo_evidencia
tipo_tipos
codigo_institucion
codigo_coleccion
numero_registro
colector
numero_colector

fecha_inicial
fecha_final
fecha_actualizacion
pais
departamento
municipio
localidad
latitud
longitud
datum
altura_maxima
altura_minima
profundidad_maxima
profundidad_minima
metadato
titulometadato
institucion
url
nombre
nombrecomun
ecorregion

ANEXO 2

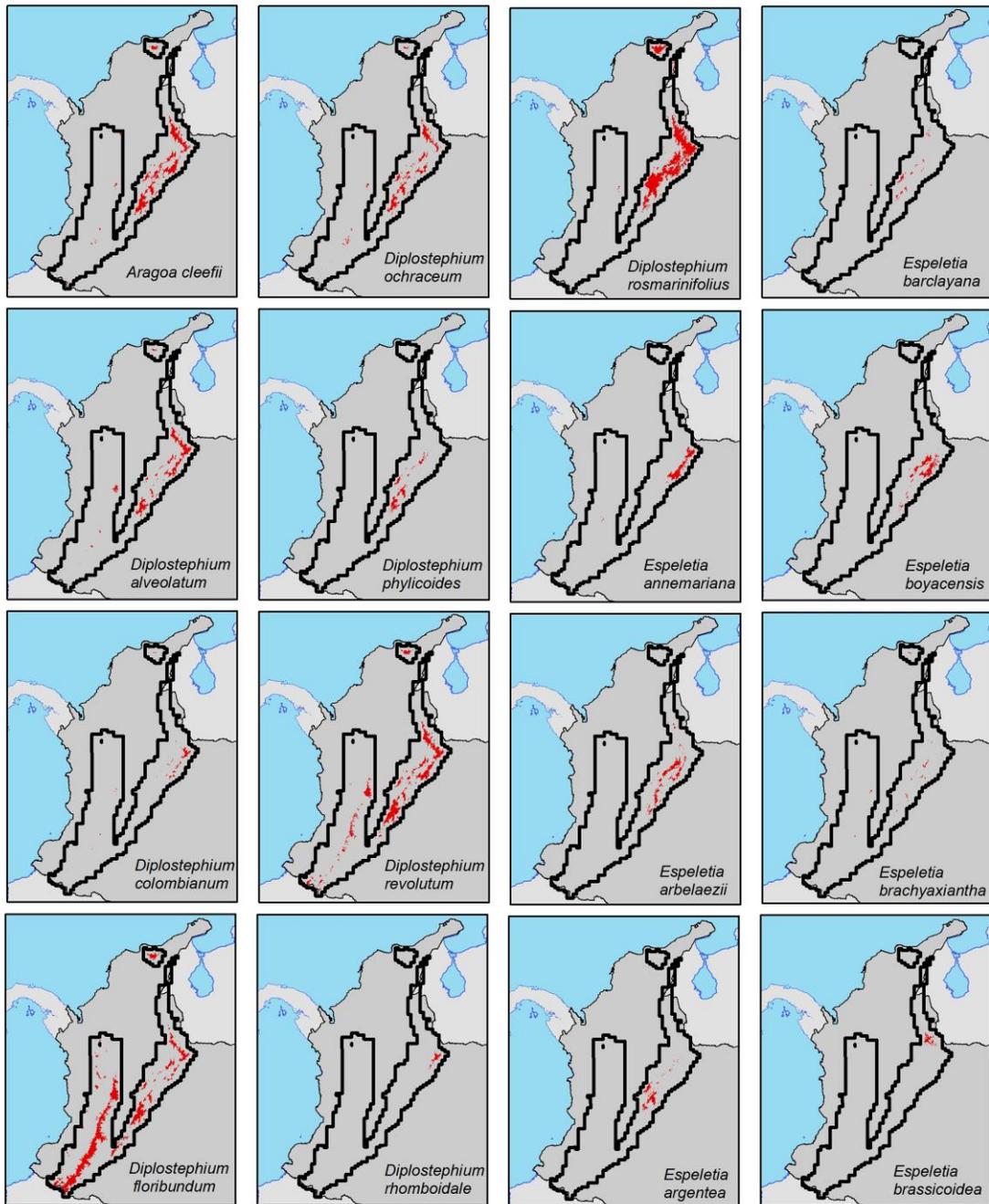




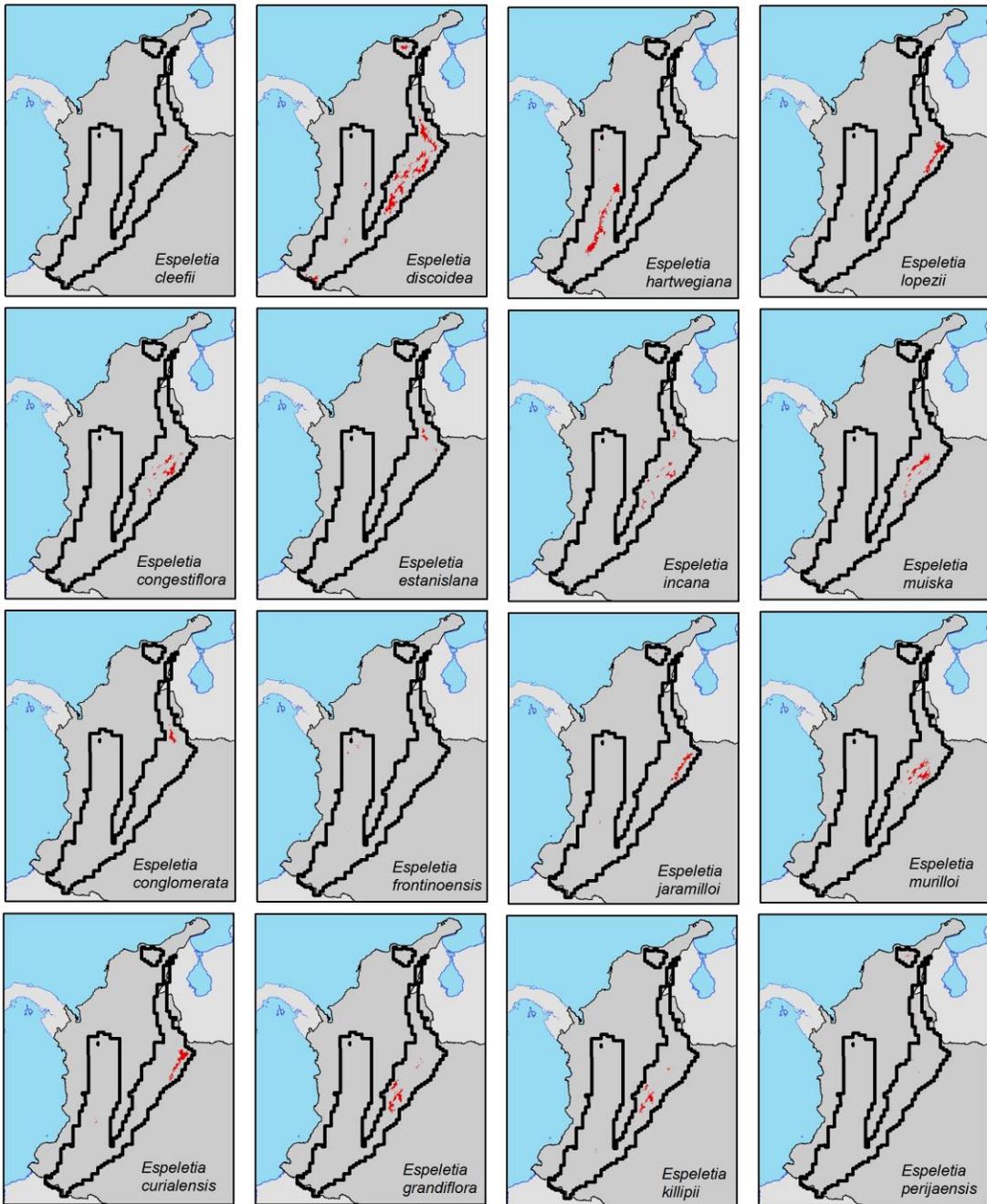
ANEXO 3

	<i>bio1</i>	<i>bio2</i>	<i>bio3</i>	<i>bio4</i>	<i>bio5</i>	<i>bio6</i>	<i>bio7</i>	<i>bio8</i>	<i>bio9</i>	<i>bio10</i>	<i>bio11</i>	<i>bio12</i>	<i>bio13</i>	<i>bio14</i>	<i>bio15</i>	<i>bio16</i>	<i>bio17</i>	<i>bio18</i>	<i>bio19</i>
bio1	1																		
bio2	0.618928	1																	
bio3	0.224221	0.114591	1																
bio4	-0.025604	0.054686	-0.460583	1															
bio5	0.991403	0.673837	0.135074	0.036982	1														
bio6	0.974302	0.483325	0.367034	-0.088446	0.945628	1													
bio7	0.337769	0.722659	-0.599774	0.356567	0.44302	0.127343	1												
bio8	0.995204	0.634541	0.208126	-0.025159	0.987896	0.961417	0.362591	1											
bio9	0.996417	0.584708	0.231075	-0.038026	0.987229	0.981712	0.304614	0.988349	1										
bio10	0.999092	0.622736	0.198081	0.009977	0.993964	0.969572	0.358615	0.99473	0.995389	1									
bio11	0.998023	0.61367	0.239178	-0.083626	0.986662	0.974194	0.323607	0.993591	0.99509	0.995405	1								
bio12	-0.267082	0.027038	0.540076	-0.129593	-0.302406	-0.205337	-0.356209	-0.293903	-0.271818	-0.279247	-0.265145	1							
bio13	-0.308576	0.092699	0.350545	0.082783	-0.313652	-0.283279	-0.175666	-0.338912	-0.318139	-0.312009	-0.317692	0.928772	1						
bio14	0.068213	-0.013818	0.845695	-0.439216	-0.020006	0.19277	-0.592356	0.064461	0.070549	0.042974	0.084362	0.616402	0.364086	1					
bio15	-0.165083	0.214449	-0.526385	0.548345	-0.080691	-0.283898	0.536463	-0.179463	-0.181723	-0.141954	-0.192054	0.02246	0.344765	-0.685547	1				
bio16	-0.342677	0.050954	0.344787	0.050061	-0.348762	-0.312678	-0.201703	-0.376062	-0.349207	-0.347181	-0.349904	0.943723	0.987931	0.363915	0.321225	1			
bio17	-0.057032	-0.092453	0.813918	-0.452732	-0.143543	0.072583	-0.637806	-0.062264	-0.050417	-0.081814	-0.038954	0.701855	0.456231	0.976048	-0.642949	0.45773	1		
bio18	-0.13892	0.067752	0.589947	-0.264852	-0.187775	-0.07703	-0.360304	-0.147001	-0.143721	-0.154413	-0.128298	0.911469	0.773809	0.702035	-0.173212	0.778028	0.782774	1	
bio19	-0.343431	-0.205339	0.261802	-0.069905	-0.350848	-0.259584	-0.354409	-0.400644	-0.316063	-0.349871	-0.342514	0.74722	0.766545	0.226479	0.209299	0.815163	0.336526	0.560564	1

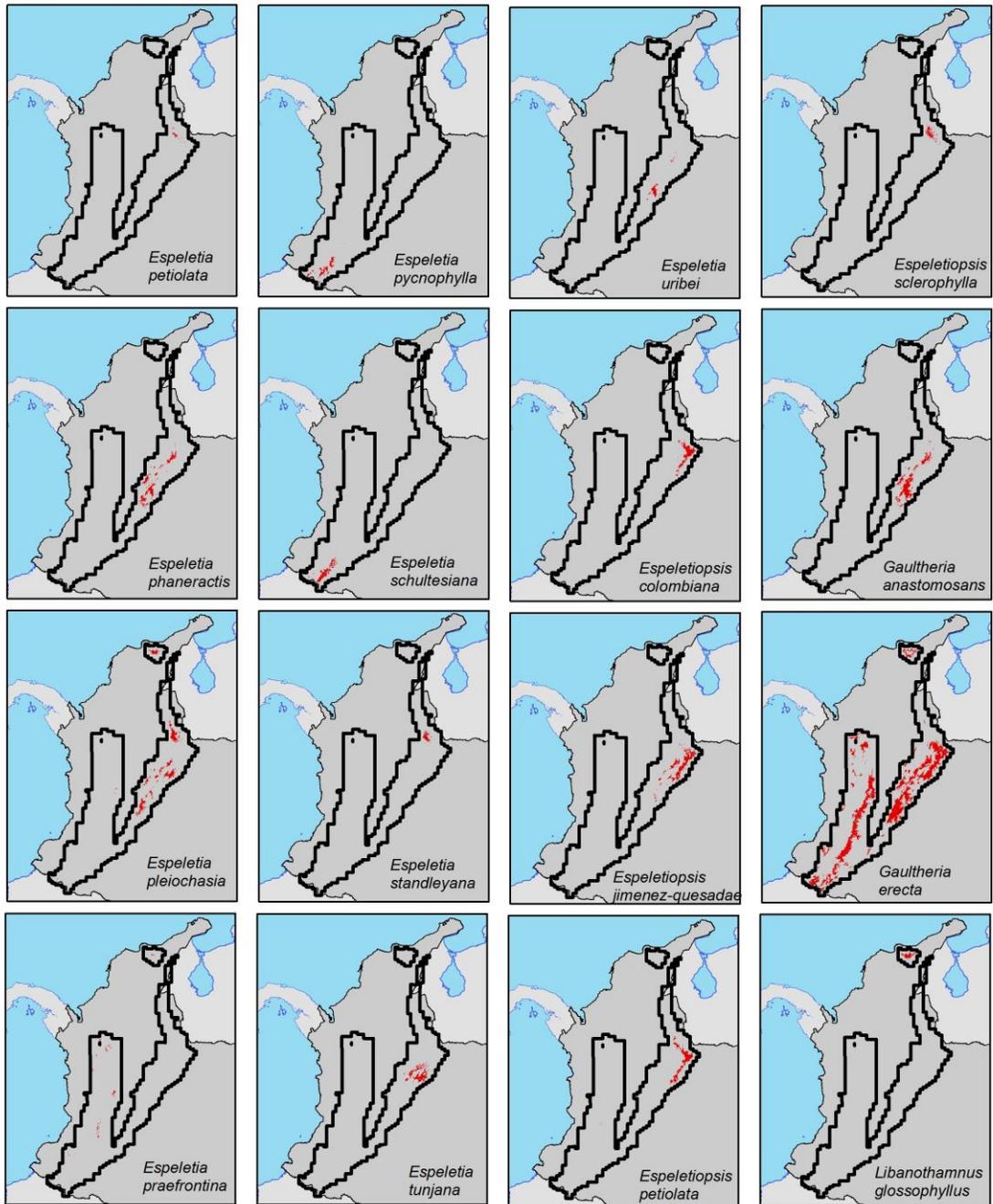
ANEXO 4



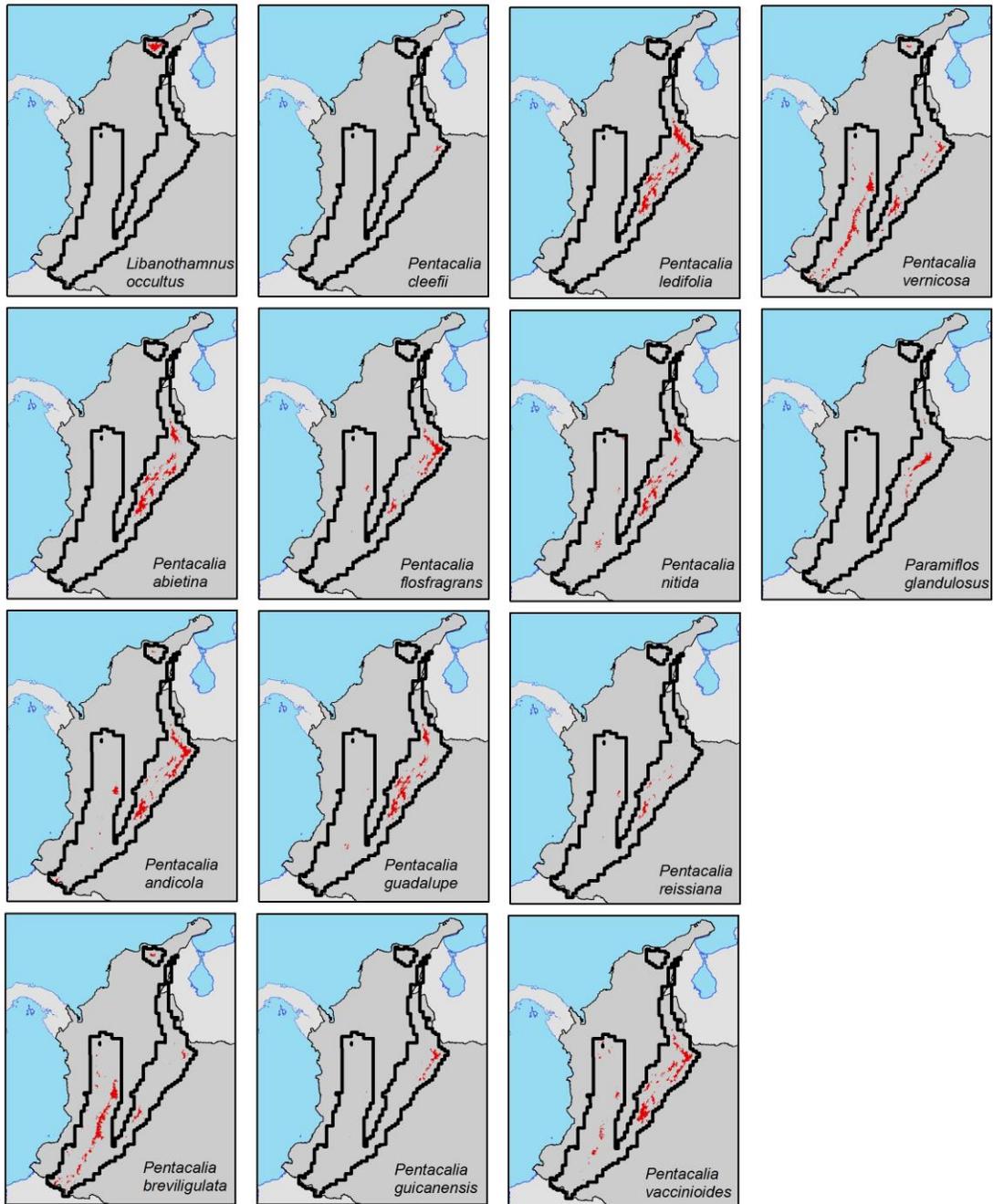
 Limite área de estudio
 Distribución predicha



 Limite área de estudio
 Distribución predicha



Limite área de estudio
 Distribución predicha



Limite área de estudio
 Distribución predicha