

TALLER DE EXPERTOS EN EL TEMA DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y MONITOREO DE CARBONO EN PÁRAMOS Y HUMEDADES

**Proyecto Páramos:
Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte**



TABLA DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO GENERAL	1
1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
2. PARTICIPANTES	1
4. MEMORIAS DE CARBONO	1
4.1 Agenda del evento.....	3
4.2 Exposiciones.....	4
4.2.1 Contexto sobre la captura de carbono desarrollado en el MADS.....	4
4.2.2 Contexto general del Proyecto Páramos.....	5
4.2.3 Ecuaciones alométricas disponibles para la estimación de la biomasa aérea en la vegetación de páramo....	7
4.2.4 Tratamiento de datos estructurales de vegetación generados por el proyecto.....	7
4.2.5 Propuesta preliminar para la estimación de biomasa aérea en los ecosistemas de páramo.....	10
4.2.6 Propuesta para la consolidación de información Red Gloria oportunidades y desafíos.....	11
5. Mesa de trabajo en el tema de carbono en biomasa área de páramos	13
6. Mesa de trabajo estimación y monitoreo de carbono en suelos	17
7. Observaciones del documento de relatoría	19

1. OBJETIVO GENERAL

Socializar el avance en la propuesta técnica y resultados preliminares de estimación y monitoreo de las reservas de carbono para la gestión de los ecosistemas de páramo y humedales en Colombia.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los resultados de la depuración de la base de datos generada durante la caracterización florística y estructural de los complejos de páramo realizada en el proyecto para la identificación del límite inferior del páramo del Fondo Adaptación (2013-2016).
- Presentar los avances desarrollados en el proceso de estimación de las reservas de carbono almacenadas en la biomasa aérea y en los suelos en páramos.
- Socializar el avance en la propuesta de hoja de ruta, procedimientos y diseño de muestreo para estimar y monitorear las reservas de carbono en la biomasa aérea y suelos en páramos
- Retroalimentar la metodología propuesta para estimar y monitorear el carbono almacenado en la biomasa y suelos en páramos a escala nacional.
- Identificar lineamientos para viabilizar el carbono como una fuente de financiación de gestión

3. PARTICIPANTES

NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Laura Sofía Palacios	UPTC-Tunja - Investigadora	lasopalacios@gmail.com
Carlos Fernández Pérez	IGAC - Contratista	carlosj.fernandez@igac.gov.co
Catalina Camacho	IGAC - Contratista	leidy.camacho@igac.gov.co
Arturo Chávez T	IGAC - Contratista	arturo.chavez@igac.gov.co
Diana Querubin	IGAC - Contratista	dianaquerubin@igac.gov.co
Ruby Hernández	IGAC - Contratista	ruby.hernandez@igac.gov.co
Nikolay Aguirre	Universidad Nacional de Loja – Ecuador, Docente e Investigador	nikolay.aguirre@gmail.com
William Andrés Cardona	Corpoica – Profesional investigador	wcardona@corpoica.org.co
Joan Gutierrez	IGAC - Contratista	joan.gutierrez@igac.gov.co
Sebastian Molina Acosta	IGAC - Funcionario	johans.molina@igac.gov.co
Francisco Escobedo	Universidad del Rosario - Profesor Titular	franciscoj.escobedo@urosario.edu.co

Ana María Aldana	Universidad de los Andes - Asistente de investigación	am.aldana262@uniandes.edu.co
Eloisa Lasso	Universidad de los Andes - Profesora asociada	e.lasso@uniandes.edu.co
Dora Elena Estrada	UAESPNN - Profesional SIG	dlnaeg@gmail.com
Francisco Cuesta	Condesan – GEF - EcoAndes	francisco.cuesta@condesan.org
Martín Baruffol	I.Humboldt - Investigador	mbaruffol@humboldt.org.co
Deyanira Lobo L.	Universidad Central de Venezuela - Profesora e Investigadora	lobo.deyanira@gmail.com
Juan Carlos Rey B.	Universidad Central de Venezuela - Profesor e Investigador	jcreyb@hotmail.com
Mariana Rojas L.	MADS – Directora de Ecosistemas	marrojas@minambiente.gov.co
Martín Pérez	MADS - Profesional	mperez@minambiente.gov.co
Carlos Sarmiento	Conservación Internacional	csarmiento.altamontana@gmail.com
Germán E. Cely R.	UPTC - Docente	german.cely@uptc.edu.co
Maria Teresa Becerra	IDEAM - Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental	mtbecerra@ideam.gov.co
Yamid Manuel Moreno	IGAC - Contratista	yamidmoreno@igac.gov.co
Silvia M. Caguasango E.	IGAC - Contratista	silvia.caguasango@igac.gov.co
Ignacio Arias	IGAC – Contratista	ignacio.arias@igac.gov.co
Napoleón Ordoñez	IGAC - Coordinador	nordonez@igac.gov.co
Erika A. Medina C.	IGAC - Contratista	erikamedina@igac.gov.co
Adriana Bolívar G.	IGAC - Profesional	adriana.bolivar@igac.gov.co
Milena Segura M.	Universidad del Tolima - Docente	masegura@ut.edu.co
Hernan J. Andrade	Universidad del Tolima - Docente	hjandro@ut.edu.co
Juan Carlos Benavides	Universidad Javeriana - Docente	jubenavides@javeriana.edu.co
Laura Ospina Gómez	Universidad Javeriana - Estudiante	lauosgom@gmail.com
Edgar Herrera	I.Humboldt - Contratista	edgarestebanhc@gmail.com
Diana Isabel Jiménez R.	I.Humboldt - Contratista	dianaijimenezr@gmail.com
Viviana Guzmán	I.Humboldt – Profesional Administrativa	vguzman@humboldt.org.co
Marcela Celis	I.Humboldt- (Coordinadora	mgalvis@humboldt.org.co
	Proyecto Páramos - Unión Europea	

Leonardo Bocanegra	I.Humboldt – Investigador, Asuntos Internacionales, Política y Comercio	jbocanegra@humboldt.org.co
Juan Pablo Romero	Proyecto Páramos Unión Europea - Incentivos a la Conservación	jromero@humboldt.org.co

4. MEMORIAS DE CARBONO

Se presentaron los resúmenes de las dos primeras exposiciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Marcela Galvis del Proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, coordinado por el Instituto Humboldt. También se incluyen aportes de las demás exposiciones y aportes dados por los expertos y las conclusiones para cada temática evaluada, estimación y monitoreo de carbono en biomasa aérea y en suelos, tanto a lo largo del taller como en las dos mesas de trabajo respectivas.

4.1 Agenda del evento

RESPONSABLE	TEMA	INSTITUCIÓN
Mariana Rojas y Martín Pérez	Objetivos de país en el tema de carbono.	MADS
Marcela Galvis	Articulación interinstitucional	Proyecto Páramos Instituto Humboldt
Presentación de asistentes		
Diana Jiménez	Ecuaciones alométricas disponibles para estimar la biomasa aérea en páramos de Colombia: estado del arte, vacíos y retos.	Instituto Humboldt
Edgar Herrera	Datos estructurales de la vegetación utilizados para la estimación de biomasa.	Instituto Humboldt
Juan Fernando Phillips	Resultados preliminares de la estimación de carbono en biomasa de páramo.	IDEAM
Diana Jiménez	Propuesta metodológica para la generación de información primaria en campo para la estimación y monitoreo de biomasa en páramo.	Instituto Humboldt
Adriana Bolívar	Propuesta metodológica para mejorar el monitoreo de carbono en suelos en páramos y humedales colombianos.	IGAC

Sebastián Gutiérrez	Resultados preliminares de la estimación de carbono en los suelos de los páramos y humedales colombianos	IGAC
Almuerzo		
Jorge Jácome	Propuesta para la consolidación de información Red Gloria oportunidades y desafíos.	PUJ
Discusión temática biomasa aérea y suelos		
Martín Baruffol y Sebastián Gutiérrez	Discusión temática de experiencias y definición de criterios para mejorar las propuestas expuestas	Instituto Humboldt e IGAC
Moderadores	Conclusiones	
Marcela Galvis y María Teresa Becerra	Clausura del evento y agradecimiento a los participantes	Instituto Humboldt e IDEAM

4.2 Expocisiones

Se dio inicio al taller de expertos en estimación y monitoreo de carbono en los ecosistemas de páramo con la presentación por parte del Ministerio en representación de Mariana Rojas, Directora de Cambio Climático en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, quien abrió el espacio:

4.2.1 Contexto sobre la captura de carbono desarrollado en el MADS, con énfasis en:

- La Política de Cambio Climático fue lanzada hace seis meses después de un trabajo conjunto de dos años con entidades locales y nacionales, sociedad civil y diferentes Ministerios que tienen relevancia frente al tema del cambio climático.
- A partir de este trabajo se generaron 5 líneas estratégicas de orientación de la Política y una de ellas es el tema de manejo y servicios ecosistémicos enfocados a un manejo adecuado y conservación de los ecosistemas, aportar a la resiliencia de los mismos en el país y articularlo a la gestión de cambio climático en términos de reducción de emisiones de CO₂ y de otros Gases Efecto Invernadero.
- Este análisis llevó a plantearse la pregunta de cómo se desarrollaría esta línea desde el Ministerio? En respuesta a esto se pensó con el Instituto Humboldt el tema de captura de carbono en otros ecosistemas además del bosque que permitan aportar a este servicio ecosistémicos. Para esto se definieron dos componentes en el Convenio:

1. Desarrollar el plan de acción o plan de implementación de la línea de conservación y manejo de ecosistemas que tiene la Política de Cambio Climático.
2. Explorar la oportunidad de otros ecosistemas que puedan entrar como parte de la gestión del cambio climático y que puedan ser en algún momento incentivos económicos para la conservación o que aporten en términos de captura de carbono, definiendo a los ecosistemas de páramos y humedales, de los cuales se tiene una información existente en cuanto a caracterización de vegetación y de contenido de carbono en suelos.
3. Se plantea tener para finales de 2017 algunos avances en términos técnicos que puedan enfocar la política pública a mediano plazo y que se vean estos ecosistemas como potencialidad en la reducción de emisiones en pro de incentivos económicos que permitan conservar estos ecosistemas desde el sector privado.

Posteriormente, la expositora socializó los objetivos del taller comunicando, que se expondrían los avances con base en las líneas de información ya existentes y recibir aportes y retroalimentación para construir este primer productos o primera fase para tener una visión de este tema a mediano plazo.

4.2.2 Contexto general del Proyecto Páramos

Nombre de la expositora: Marcela Galvis Henández

Organización: Proyecto Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte, Insitituto Humboldt antecedentes y contexto del Proyectos.

El Proyecto es coordinado por el Instituto Humboldt y financiado por la Unión Europea con la iniciativa de implementar una Política de Cambio Climático en el país. La expositora nos contextualiza sobre la razón del interés del Proyecto en este tema:

- Dentro de los objetivos del proyecto se incluye una escala local con sitios en los páramos de Santurbán, Rabanal, Nevados, Hermosas, Chiles-Cumbal, Chimborazo -Ecuador y Piura – Perú. Dentro de estas zonas se han conocido iniciativas de estudios en suelos y carbono, como la desarrollada por la UPTC que coincide con una de las zonas de trabajo del proyecto (Rabanal).
- El Proyecto también tiene un componente de investigación que lidera el Instituto Humboldt y busca generar herramientas de monitoreo recuperando experiencias que se habían generado en el proyecto GEF Páramo Andino del cual muchas organizaciones que trabajaron en ese entonces se encuentran en este taller y busca generar un espacio para compartir datos e información de los países que tienen ecosistemas de páramo.

- Dentro del componente de estudios y de trabajo de herramientas técnicas se ha priorizado el tema de incentivos a la conservación y pago por servicios ambientales que ha sido apoyado por la cooperación internacional y que se une con el tema de estudios de carbono.
- Desde el análisis de incentivos a la conservación, las fuentes disponibles también se percibe la potencialidad del tema de carbono como fuente de financiamiento.
- Busca recobrar antecedentes de diferentes proyectos que se han ejecutado en el tema de páramos como GEF Páramo Andino, Sistemas de Vida, y a nivel nacional el proyecto “Insumos técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos –Páramos y Humedales’ financiado por el Fondo Adaptación y el Ministerio de Hacienda para generar insumos técnicos para aportar a las políticas ambientales de gestión de los páramos en el país actualmente.
- A partir de este esfuerzo del país para generar estos insumos técnicos para la delimitación de los páramos en Colombia se buscaron aliados de la academia y otros Institutos de investigación, donde el IGAC juega un papel importante generando información de los páramos priorizados en lo referente a estudios de suelo a escala 1:25.000.
- También se logró un trabajo de red de instituciones y universidades con 48 entidades que trabajaron en campo recogiendo información de vegetación y que aportó a la definición del límite inferior del páramo en Colombia desde el análisis de los cambios estructurales a lo largo de un gradiente altitudinal y que adicionalmente va a servir como insumos para el desarrollo de otros estudios.
- Se busca articular todos los insumos producidos, desde los trabajos de las universidades y desde otros proyectos de cooperación y ponerlos al servicio de la gestión de los páramos. Esta información se debe constituir en un conjunto de herramientas técnicas y de alternativas para responder a las dinámicas socioambientales (cultivos, minería legal e ilegal, centros urbanos, etc.) que se presentan en los páramos del país, tanto en los 21 páramos ya delimitados como en los 15 que aún no se han delimitado.
- Así, se ve este desarrollo técnico y académico como una oportunidad para que en el futuro sienta las bases para generar un incentivo a la conservación en el tema con carbono para los páramos.
- En esa búsqueda se destaca la importancia de aunar esfuerzos interinstitucionales del Instituto Humboldt con el IDEAM, IGAC, Parques Nacionales para definir cuáles son los actores relevantes en el tema y que cada uno desde sus esfuerzos puedan compartir las experiencias e información que han generado en el tema de carbono y generar una ruta de trabajo conjunta.
- Se da un espacio para la presentación de los asistentes y a continuación se inician las presentaciones sobre el marco conceptual y técnico de esta primera propuesta a nivel de biomasa aérea y de suelo.

4.2.3 Ecuaciones alométricas disponibles para la estimación de la biomasa aérea en la vegetación de páramo

Nombre de expositor: Diana Isabel Jiménez R

Organización: Instituto Humboldt

Se expone el proceso realizado para la búsqueda de ecuaciones alométricas disponibles para la vegetación de páramo, como un método indirecto para estimar la biomasa total en la vegetación. Se da una breve reseña del marco metodológico que ha sido usado en general por los autores que trabajan en el tema para la construcción de ecuaciones alométricas y la selección de las variables que se relacionan en mayor grado con la variable de biomasa.

Esta búsqueda de información secundaria arrojó resultados indicativos de la variabilidad en la toma de medidas para las diferentes formas de crecimiento leñosas y los pocos modelos alométricos disponibles para las formas herbáceas del páramo. Se hace énfasis en que es necesario desarrollar esfuerzos para la construcción de estas ecuaciones a nivel de formas de crecimiento leñosas y no leñosas de los páramos del país.

4.2.4 Tratamiento de datos estructurales de vegetación generados por el proyecto “Insumos Técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos, componente páramos”.

Nombre de expositor: Edgar Herrera

Organización: Instituto Humboldt

Preguntas y sugerencias:

Juan C. Rey - UCV: Se consideró la revisión de expertos de los datos? vegetación de páramos para este tratamiento? Se debe tener en cuenta que las variaciones con datos anómalos pueden estar relacionados al entorno, a condiciones de la ubicación geográfica, al suelo y microclima. R/ sí, se consideró la revisión visual/experto en vegetación de páramo con parte del equipo que han trabajado en el tema teniendo también en cuenta la ubicación geográfica y también se hicieron algunas llaves para encontrar errores, como mezclar altitudes y especies, altitudes con familia, valores atípicos con formas de crecimiento que se realizó mucho antes de desarrollar el script.

Hernan J. Andrade – Universida del Tolima: es el rango intercuartílico el más óptimo para este tratamiento teniendo en cuenta la gran variación de densidades de individuos en los páramos, como muchos frailejones en un sitio y pocos en otros lados? R/ sí, se tuvo en cuenta esa alta variación en

el páramo, al inicio se hicieron las pruebas con el set de datos y muchos se perdían, entonces se buscó un factor que pudiera agruparlos y limpiar por factores, por esto se definió hacerlo por parcela que según la metodología del Fondo conservan características vegetales. Así, de las 1300 parcelas se realizó un script que revisara 1380 veces todas las 9 medidas para evitar la eliminación de un dato que puede variar por parcela.

Francisco Cuesta: se analizaron los factores de fuego y uso histórico al realizar la determinación de valores atípicos? Ya que esto puede generar patrones de este tipo. R/ Se buscó que la ubicación de las parcelas fuera en zonas no perturbadas.

Para este punto Carlos Sarmiento (Foto 1), Coordinador del Proyecto para la Delimitación de los Páramos da una explicación de la metodología de selección de sitios, en donde se buscaba hacer la caracterización en condiciones lo menos alteradas posibles. Sin embargo no fue posible en todos los complejos de páramos (como en Pisba), por eso es necesario continuar una mayor evaluación de esta variable de alteración en los datos de las parcelas



Foto 1. Carlos Sarmiento explica la metodología de selección de los sitios de muestreo y tratamiento de datos estructurales de la vegetación en páramo para definir el límite inferior del páramo en Colombia en el proyecto Fondo Adaptación.

IGAC: para la detección de atípicos, se ha contemplado hacerlo de manera multivariada? Esto porque al hacer el análisis en conjunto puede no ser necesario eliminar información. R/ No se eliminó información, todo se detectó y se usó lo que no fue detectado como outlier. Sí se realizó con análisis multivariados y se conservó lo que no generó tantos outliers.

Juan Fernando Phillips – IDEAM: aproximación preliminar de los resultados sobre la estimación de carbono en la biomasa aérea de los páramos del país con base en los datos estructurales disponibles del Fondo Adaptación.

Martín Pérez – MinAmbiente:

1. ¿Qué prioridades entonces podrían definirse de acuerdo con estos resultados? Generar y mejorar las ecuaciones alométricas o generar un diseño estadístico de muestreo estandarizado para la toma de datos para estimar con las ecuaciones disponibles?

Respuesta: se recomienda en primera instancia usar la información que hay, revisarla y usarla para generar unas cifras estimativas. Además también es necesario contar con un diseño estadístico para la generación de información estandarizada, que no tenga sesgos, con control de calidad y que se articule a la información del Inventario Forestal Nacional. Así mismo es necesario empezar a pensar que es necesario empezar a construir ecuaciones alométricas en parcelas dedicadas para ese objetivo. Por qué incluye Cocuy? R/ Se estimó el contenido de carbono para los 36 complejos tomando como base los resultados de las estimaciones para cada tipo de cobertura sin discriminar por complejos, esto se usó para la estimación de complejos sin información como El Cocuy.

-Juan C. Rey – UCV: sugiere que ahora hay que trabajar las estimaciones con la relación de covariables para evaluar si se tiene unos mejores resultados a una escala no tan pequeña como el 1:100k del mapa de cobertura, esto para los sistemas que no tienen información. R/De acuerdo, pero por ahora se debe asegurar la calidad de los datos para usar otro tipo de estadística más compleja, por esto se debe continuar con la curaduría de los datos como siguiente paso.

Catherine Agudelo - SIG Fondo Adaptación: Cómo hicieron para combinar 2 escalas de trabajo tan diferentes de 100K a 25k, ya que a escala de parcela es muy difícil homogenizar las coberturas. R/ Esto es un reto a nivel nacional. Hay que tener un control de calidad para que lo que hay en campo coincida con la cartografía. Pero es necesario primero dar un paso atrás y mejorar los datos que se tienen.

-Carlos Sarmiento: ¿cómo les fue con el 25.000 de Corine Land Cover? cómo se debe completar la información a nivel nacional?

4.2.5 Propuesta preliminar para la estimación de biomasa aérea en los ecosistemas de páramo

*Propuesta realizada con Martín Baruffo y Juan Fernando

Nombre de la expositora: Diana Isabel Jiménez R

Organización: Instituto Humboldt



Foto 2: Diana Isabel Jiménez expone la propuesta preliminar de la metodología para estimar la biomasa aérea de la vegetación en el páramo

-IGAC: A qué se refiere con la obtención de la materia seca? R/ de la vegetación que se ha cosechado, se obtiene del corte y secado en horno de cada fracción de los individuos cortados (método directo o destructivo) para obtener el peso seco de la materia orgánica, lo cual se usará para la generación de ecuaciones alométricas. Se sugiere incluir la metodología para esto en el protocolo y también incluir una metodología para la estimación de biomasa subterránea.

-Martín Baruffo – Instituto Humboldt: aún hace falta desarrollar una serie de ecuaciones alométricas más generales para el páramo por eso se habla de este punto dentro de la propuesta para ser desarrollado. Así mismo sabemos que hay modelos alométricos que relacionan diámetros basales con biomasa de raíces, por lo tanto se debe tener en cuenta esta exploración para los pasos a seguir en la construcción de nuevos modelos para las formas leñosas y no leñosas del páramo.

-Hernán J. Andrade – Universidad del Tolima: hace falta diferenciar la metodología para necromasa. También se sugiere que pastos y rosetas se agrupen para la toma de mediciones y obtención de ecuaciones para el estrato herbáceo y para el monitoreo a futuro, ya que usando las formas de crecimiento por separado puede que los modelos requieran un gran ajuste de los datos.

-Nikolay Aguirre - Universidad de Loja, Ecuador: es necesario estandarizar los conceptos a nivel regional, particularmente el tema de la inclusión de leñosas arbóreas, lo cual amplía el tamaño de las parcelas y difiere de las metodología usadas en páramos, particularmente en Ecuador, porque allí no hay elemento arbóreo en la definición de páramo. También es necesario ver ese proceso de escalamiento: de parcela a hectárea y finalmente a complejo o paisaje. Incluirlo en el proceso metodológico.

-Carlos Sarmiento - Coordinador Proyecto Fondo Adaptación en Conservación Internacional:
Desde 2009-2010 se observó que los polígonos de páramo incluían una franja boscosa, por lo cual se definió el páramo basado en un concepto de integridad ecológica para su conservación, por esto se incluye el límite superior de bosque que incluye formas arbóreas. Se sugiere explorar la posibilidad de estratificar la metodología para mediciones de la vegetación por tipos de cobertura no por complejos de páramo, en caso de generar una propuesta regional. Se sugiere revisar la publicación del Fondo para entender este concepto y hacerlo llegar a los participantes, en este enlace se puede consultar <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9287>

4.2.6 Propuesta para la consolidación de información Red Gloria oportunidades y desafíos

Nombre del expositor: Jorge Jácome

Organización: Pontificia Universidad Javeriana



Foto 4. Jorge Jácome, docente de la Universidad Javeriana expone la metodología usada en la Red Gloria, como iniciativa de monitoreo, sus oportunidades y retos.

A continuación se presentan los aportes entregados por los participantes del taller al componente de biomasa aérea para su estimación y monitoreo en páramos a lo largo del taller, los resultados generados desde la mesa de trabajo desarrollada para este tema en específico desde la mesa de trabajo, desarrollada para este tema:

1. Durante el desarrollo del taller:

- Es necesario desarrollar uno o varios proyectos piloto que sirvan como ventanas de información en donde se puedan levantar datos primarios en campo particularmente para el desarrollo de ecuaciones alométricas sobre las categorías definidas para la vegetación de páramo y para la validación de la propuesta planteada desde el equipo del Instituto Humboldt.
- Se sugiere tener en cuenta las covariables usadas para la selección de sitios para estimación y monitoreo de carbono en suelos en la selección de los sitios de muestreo para biomasa también: precipitación, temperatura, zonificación climática, coberturas (se debe actualizar para cada período

de monitoreo), DEM Pendientes, DEM Sombras, imágenes satelitales.

- Se debe tener en cuenta referentes de temperatura locales y con ello poder proyectar la capacidad de acumulación de carbono con los cambios de temperatura.
- Igualmente ubicar los sitios de muestreo en zonas homogéneas de muestreo (ZHM), con la posibilidad de modificar los puntos según criterios de acceso a la zona, representatividad del punto o imprevistos.
- Se puede tener en cuenta el diseño de monitoreo de “método del reloj” planteado para suelos por el IGAC adaptado de Etchevers et al.(2005) progresando los sitios de monitoreo alrededor del punto inicial en la parcela permanente en sentido de las manecillas del reloj tomando cada punto a los 90° del punto tomado en el período anterior. Evaluar los tiempos de monitoreo para vegetación, ya que para suelos es menos dinámico que en biomasa por eso el equipo de suelos plantea 5 años en páramos y 4 años para humedales.



- Igualmente, se plantea la posibilidad de evaluar qué parcelas de estimación y monitoreo de carbono sean las mismas para biomasa y suelos.
- Nikolay Aguirre también sugiere que es recomendable realizar un manual conjunto entre biomasa y suelos para la estimación de carbono en páramos.
- Jorge Jácome dice al respecto que las parcelas de vegetación podrían ser rodeadas por los muestreos de suelo.
- Se debe pensar en evaluar cómo afectan las especies invasoras en las reservas de carbono en la biomasa aérea y en suelos de páramo.

5. MESA DE TRABAJO EN EL TEMA DE CARBONO EN BIOMASA AÉREA DE PÁRAMOS



Foto 6. Integrantes Mesa de Trabajo en el tema de biomasa de páramos

Integrantes:

María Teresa Becerra - IDEAM

Nikolay Aguirre - Universidad de Loja, Ecuador

Francisco Cuesta - Condesan, Ecuador

Edgar Esteban Herrera – Instituto Humboldt

Francisco Escobedo - Universidad del Rosario

Martín Baruffol - Coordinador línea de investigación biomasa páramos, Instituto Humboldt

Milena Segura - Universidad del Tolima-CATIE

Hernán J. Andrade - Universidad del Tolima

Jorge Jácome - Universidad Javeriana

Ana María Aldana - Universidad de los Andes

Eloisa Lasso - Universidad de los Andes

Diana Isabel Jiménez – Instituto Humboldt

Dora Elena Estrada - Parques Nacionales Naturales de Colombia

Dentro de lo que se debe trabajar para el tema de estimación de carbono en la vegetación de páramo hay dos puntos específicos a tener en cuenta:

1. El desarrollo de ecuaciones alométricas y su validación
2. Una metodología estandarizada de monitoreo de productividad que se articule con el monitoreo de los suelos en los sitios de muestreo de vegetación.

- La propuesta inicial es desarrollar unos manuales con los protocolos para hacer mediciones de las reservas de carbono y su monitoreo en la vegetación de páramo, incluyendo la construcción de ecuaciones alométricas para llevar a cabo este objetivo.
- Así mismo, se piensa que ya teniendo los datos estructurales de la vegetación de varios complejos de páramo generados desde el proyecto de “Insumos técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos –Páramos y Humedales-” del Fondo Adaptación, se pueden usar éstos para validar la información obtenida en cuanto a ecuaciones alométricas de la vegetación del páramo. Se explorará esta propuesta y sus posibilidades.
- Se debe hacer un glosario más común que integre los conceptos usados en Colombia a unos más regionales para que estos manuales puedan ser usados en otras partes.
- Las medidas estructurales de la vegetación deben ser más unificadas y deben tener como base los protocolos internacionales que ya existen para este tipo de mediciones incluso para las diferentes formas de crecimiento.
- Reducir el número de formas de crecimiento para hacer las estimaciones porque puede implicar demasiado trabajo y ese detalle no es necesario a nivel nacional.
- Se enfatiza en la posibilidad de generar una fase piloto para generar información primaria en campo que aporte a la elaboración y calibración de ecuaciones alométricas (se sugieren de 3 a 4 ecuaciones generales) desde las categorías de la vegetación de páramo de leñosas y no leñosas y permita evaluar el diseño para el monitoreo de carbono en la vegetación.
- De la categoría no leñosas (estrato herbáceo) se sugiere la generación de modelos alométricos para gramíneas y frailejones, la cuantificación de biomasa de las otras formas de crecimiento se puede hacer agrupándolas y usando el método directo.
- Jorge Jácome de la Universidad Javeriana enviará el documento con otras ecuaciones alométricas generadas en un trabajo de grado para la vegetación en Chingaza y además sugiere que para objeto de la propuesta nacional se puede generar una ecuación para ericáceas como representantes del cinturón característico del páramo bajo de arbustal.
- Es necesario clarificar los objetivos del monitoreo para definir los lineamientos metodológicos para su desarrollo, estas metodologías pueden ser incluida para evaluar en la fase piloto. Así mismo se resalta la importancia de nuevo de que este proceso de pilotaje permita generar un diseño preliminar articulado con los métodos de estimación del carbono en suelos.
- Así mismo otra pregunta de investigación específica a desarrollar en esta fase piloto propuesta sería el monitoreo de la productividad.
- Para la selección de los sitios de muestreo se sugiere incluir, además de las covariables climáticas y topográficas, el uso del suelo (covariable factorial) para incluir sus efectos sobre los cambios en el stock de carbono en la vegetación y suelos en los análisis piloto. Tema: cambio de coberturas sobre las reservas de carbono en la vegetación y suelos del páramo.

- El monitoreo se debe llevar de la escala local a la regional y nacional.
- Se proponen de 8 a 10 sitios prioritarios para el monitoreo con socios como un primer paso a nivel nacional.
- Es necesario unificar las formas de crecimiento a nivel regional (Francisco Cuesta enviará a Martín Baruffol un documento estandarizado sobre formas de crecimiento ad portas de ser publicado para 3600 especies de plantas en ecosistemas de alta montaña que desarrollaron en la red de monitoreo de Condesan)
- Se debe desarrollar una propuesta técnica multipropósito que incluya los temas: reservorios de carbono en la vegetación de páramo, productividad y futuros cambios en el stock de carbono
- Hace falta empezar a trabajar el tema de vegetación en humedales altoandinos de la mano del tema suelos con lo avanzado por el IGAC.
- Tanto las Universidades presentes (Universidad de Tolima, Universidad de los Andes, Universidad Javeriana, Universidad del Rosario, Universidad de Loja –Ecuador) como las instituciones nacionales (IDEAM, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia) y organizaciones internacionales (Condesan, Conservación Internacional) manifestaron su interés por crear una Red potencial de Monitoreo de Carbono en Páramo, la cual es prioritario articular con el componente de suelos.
- Como componentes principales que debe desarrollar esta red se plantean:
 1. Línea base del stock de carbono en páramos
 2. El monitoreo de las reservas y productividad de carbono en el páramo
- También se sugiere revisar metodologías de redes internacionales que desarrollan experimentación que se puede evaluar en el proceso de pilotaje propuesto, como Nutnet, que monitorea los impactos humanos en los presupuestos globales de nutrientes y los cambios en las relaciones productividad-diversidad, trabajando en ecosistemas dominados por herbáceas (ver <http://www.nutnet.umn.edu/>).
- Se plantea como una forma de uso y manejo de información al interior de la red, el flujo libre de dicha información entre los participantes, con el mismo compromiso de intercambio de cada uno, en pro de trabajar los datos para desarrollar publicaciones científicas en conjunto. Tener en cuenta el tema de derechos intelectuales, estrategias para la financiación de modo articulado entre Institutos dentro de la Red siguiendo modelos de redes como las coordinadas por Condesan, particularmente en el tema del uso de los datos. Así mismo se puede consultar este tema en la red Rainfor sobre inventarios forestales de los ecosistemas amazónicos (<http://www.rainfor.org/es>).
- Se sugiere realizar reportes nacionales bianuales y definir otros que sean de periodicidad diferente.
- Milena Segura junto con Hernán J. Andrade enviarán a Martín un documento que se acaba de publicar (CATIE financiado por USAID) en el tema de estimación de carbono teniendo como base los inventarios forestales para tener en cuenta en el protocolo.
- Nikolay Aguirre enviará por su parte el documento generado para Ecuador del IFN.

- Se resalta la importancia del apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el proceso de creación de esta red regional de monitoreo de carbono en páramos y humedales y en el desarrollo de la fase piloto propuesta para la obtención de información primaria en el tema de carbono en vegetación y suelos de páramo gracias a su amplio potencial para la gestión del páramo en el marco de mecanismos e incentivos económicos para su conservación.
- Entonces, como algunos pasos a seguir en la agenda se proponen:
 1. Explorar la posibilidad de desarrollar una fase piloto para la elaboración de ecuaciones alométricas y su validación para especies leñosas y no leñosas, y que en este último caso se diferencien modelos para gramíneas y frailejones.
 2. Se sugiere no perder la información de los datos estructurales de vegetación del Fondo, se propone:
 - a) Hacer visitas a campo para tomar las medidas que se necesita tomar a la vegetación de acuerdo con lo encontrado en las ecuaciones alométricas disponibles, b) Con las ecuaciones seleccionadas (R^2 alto) estimar la biomasa aérea, c) Realizar un muestreo destructivo para validar lo calculado con el método indirecto d) Generar unas ecuaciones alométricas nuevas:
 3. Definir un objetivo claro del monitoreo y con base en esto definir la metodología para esa fase en específico e incluir el tema de suelo evaluando la coincidencia o cercanía en las parcelas de muestreo y monitoreo.
 4. Incluir en la propuesta un glosario regional sobre el tema y los lineamientos del IPCC en el tema de buenas prácticas. Así mismo explorar la información generada por el CATIE en el tema e invitarlos a participar.
 5. Generar en el manual además del módulo conceptual de biomasa aérea, uno de suelos y un módulo experimental en donde se puedan plantear preguntas de investigación. Es necesario pensar estas preguntas específicas, por ejemplo en cuanto al tema de carbono en biomasa aérea en función de la elevación y al uso del suelo.
 6. Incluir el tema de vegetación de humedales Altoandinos
 7. Realizar una búsqueda de información y pensar propuestas para mantener el contacto entre interesados en participar y dar los primeros pasos para desarrollar trabajos en conjunto por ejemplo con una primera publicación en el tema de ecuaciones alométricas. Así mismo ir pensando un diseño de red de monitoreo de carbono en páramos en conjunto.

6. MESA DE TRABAJO ESTIMACIÓN Y MONITOREO DE CARBONO EN SUELOS



Foto 7. Integrantes de la Mesa de Trabajo en el tema de carbono en los suelos de páramos.

- Un punto importante fue el tema del uso de metodologías para el estudio de textura del suelo, donde la profesora Deyanira Lobo y su grupo en la Universidad Central de Venezuela están desarrollando unos métodos para hacer más exactas estas determinaciones. Ella sugiere explorar la posibilidad de trabajar en conjunto y de que haya un flujo de información para validarla a nivel regional.
- Sigue sin definirse el tema de la densidad aparente (compactación) pero se propone que se continúe explorando el tema de su determinación a partir de los datos existentes generados desde el proyecto del Fondo Adaptación en la generación de “Insumos técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos –Páramos y Humedales-
- Es necesario articular el tema de biomasa y suelos en páramos y humedales y unir esfuerzos para su trabajo en conjunto a partir de alianzas con Universidades, Corporaciones y otras entidades de cada región; esto con el fin de generar una metodología general que articule los dos temas y que sea usada a nivel regional.
- De nuevo surge la pregunta sobre la convergencia de los dos temas, biomasa y suelos de páramo, a partir de la cual se define que un punto de unión es el clima, partir de la información climática para desarrollar los dos temas en páramos y humedales es necesario. Por esto la mesa enfatiza en que es importante disponer de datos climáticos y de estaciones climáticas en los sitios de monitoreo; se propone que los puntos de monitoreo estén cerca de estaciones climáticas. Como segundo punto de convergencia se propone que los puntos de muestreo de suelo y biomasa aérea coincidan y hacer allí investigación más detallada que pueda llevar a la generación de publicaciones en conjunto.
- Desde la UPTC se enfatiza en la necesidad de trabajar con las comunidades, las corporaciones, enfocados a dar conocer el proyecto e involucrar a la gente a través de profesionales sociales también.

Pasos generales a seguir:

Las Instituciones Nacionales IDEAM, Instituto Humboldt e IGAC se reunirán para planear y detallar un cronograma que defina los tiempos para la elaboración de la ruta para generar y validar la propuesta metodológica que articule biomasa de la vegetación de páramo con suelos que se haga llegar a los diferentes expertos para su retroalimentación

*Se piensa en que esto se tenga listo a mitad del año 2018

1. Así mismo se evaluará el tema en el marco de una fase de pilotaje en la que se puedan generar para el tema de biomasa aérea las ecuaciones alométricas para su cuantificación y validación, así como la del protocolo elaborado en conjunto.
2. Se propone la realización de un segundo taller sobre el tema de estimación y monitoreo de carbono en la biomasa y suelo de páramos y humedales para agosto-septiembre de 2018
3. Las Instituciones se comprometen a enviar a todos los participantes de este primer taller un esqueleto básico que incluya los objetivos de cada módulo (biomasa –aérea y subterránea- y suelos en páramos y humedales) para sus respectivos aportes y retroalimentación.
4. La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con sede en Tunja, Boyacá, propone la realización del segundo taller en el tema en las instalaciones de su Universidad.

*Carlos Sarmiento, en representación de Conservación Internacional resalta el interés de participar en la elaboración de este cronograma ya que a CI le interesa mucho poder aplicar el protocolo de estimación y monitoreo elaborado durante el próximo año, en un proyecto de dos años que planea desarrollar un diseño de un sistema de monitoreo en 4 microcuencas con 50% de páramo alrededor de Bogotá.



Foto 9. Grupo participante en el Taller de Expertos en estimación de carbono en biomasa y suelos en ecosistemas de páramos y humedales en Colombia.

7. OBSERVACIONES DEL DOCUMENTO DE RELATORÍA: “TALLER DE EXPERTOS EN EL TEMA DE ESTIMACIÓN DE RESERVAS Y MONITOREO DE CARBONO EN PÁRAMOS Y HUMEDALES”

El documento describe los temas tratados en el taller de expertos y realiza un balance de los aportes expuestos por los mismos. Es importante resaltar que las sugerencias se enfatizan hacia la integración de las metodologías y la definición de sitios de monitoreo similares para biomasa y suelos, de los cuales se pueda obtener un balance como ecosistema.

Con respecto a la “Mesa de Trabajo Estimación y Monitoreo de Carbono en Suelos”, adicionamos algunos puntos discutidos que hacen falta relacionar:

- Buscar alternativas para la sumatoria del carbono en biomasa y suelo, además que en lo posible estos sitios de muestreo estén combinados, es decir que se muestree información de biomasa y suelo.
- En la determinación del contenido de carbono es indispensable la densidad aparente, el resultado final se verá afectado en suelos compactados y hasta el momento no existe ningún índice de corrección, los expertos proponen utilizar covariables como mapas de compactación y el uso del suelo.
- Los expertos nuevamente sugieren que se utilicen los horizontes pedológicos para las profundidades en el monitoreo.
- Con respecto a los años de monitoreo para cada uno de los ecosistemas (páramos 5 años y humedales 4 años), los expertos están de acuerdo, sin embargo y como se tiene planteado en la metodología es indispensable tener en cuenta cambios climáticos atípicos.



Foto 8. Equipo de trabajo en estimación y carbono en ecosistemas de páramo destacan la importancia de aunar esfuerzos interinstitucionales y con organizaciones internacionales para desarrollar metodologías y redes de monitoreo en carbono en páramos y humedales. María Teresa Becerra, coordinadora de ecosistemas e información ambiental, IDEAM y Martín Baruffol, Instituto Humboldt.

Para los análisis de laboratorio sugieren que no se debe hacerle el paquete analítico completo a todas las muestras, ya que esto es dispendioso y costoso, proponen seleccionar un grupo de muestras para realizarle estos análisis.

Por otro lado, es importante analizar lo expuesto dentro del documento de la relatoría como Pasos generales a seguir en el numeral 3. donde se “ propone la realización de un segundo taller sobre el tema de estimación y monitoreo de carbono en la biomasa y suelo de páramos y humedales para agosto-septiembre de 2018”. En este punto es importante resaltar que dicho taller debe realizarse dentro del tiempo establecido en el contrato 7-17/051 - 14/331-137PS Instituto Alexander von Humboldt, 4890 de 2017 IGAC, para incorporarlas las observaciones que se puedan generar en el mismo y entregar el producto resultante en últimos días del mes de abril, fecha de culminación del contrato.