

Taller “Construcción y socialización de la estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca Tuluá Morales del Valle del Cauca priorizando acciones de conservación de fauna vulnerable”

Convenio CVC 152 de 2010

Memoria del Taller



Elaboraron:

Fundación Ciudad Verde SGAP

F. Satizabal



Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa DAPA

A. Eitzinger, J. Ramirez, A. Jarvis, J. Gómez, J. Signer

Cali, Octubre de 2011

Tabla de Contenido

1.	Introducción	6
2.	Línea base	7
2.1.	Análisis de vulnerabilidad frente cambio climático en la cuenca hidrográfica de Tuluá.....	16
	Comportamiento del Clima al 2020 y 2050 para la Cuenca Tuluá.....	16
	Modelación hidrológica: escenarios de cambio climático al 2050	19
	Soil and Water Assessment Tool – SWAT	19
	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs - InVEST	19
	Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas - FIESTA.....	21
2.2.	Estudios en la cuenca Tuluá.....	25
3.	Socialización de la línea base en un taller participativo	26
4.	Resultados del taller.....	28
	Participantes	28
	Presentaciones de los expertos de la investigación	29
	Estudios de la cuenca.....	30
	Situaciones ambientales priorizadas (POMCH río Tuluá)	30
	Amenazas del cambio climático: lluvia de ideas y priorización	30
	Hidrológicas.....	31
	Agrícolas.....	31
	Biodiversidad.....	31
	Generales	31
	Trabajo en grupo.....	32
	Grupo 1: Pérdida de ecosistemas	32
	Grupo 2: Afectación de páramos	32

Grupo 3: Impacto directo en el ser humano.....	33
Grupo 4: Disponibilidad por calidad de agua.....	34
Priorización de Acciones	34
Consideraciones generales	35
5. Acciones de conservación de aves vulnerables	37
5.1. Revisión de estudios	39
5.2. Criterios de selección de fauna vulnerable al cambio climático en la cuenca Tuluá.....	43
5.3. Análisis y resultados.....	45
5.4. Medidas de conservación y recomendaciones	48
Primer modelación.....	48
Segunda modelación (con polígonos de CVC)	50
6. Glosario	51
7. Referencias.....	58
Anexo 1: Asistentes al taller.....	62
Anexo 2: Agenda del taller.....	63
Anexo 3: Cambios climáticos esperados.....	64
Anexo 4: Resultados de la modelación de agricultura.....	65
Anexo 5: Carteleros de los trabajos en grupo.....	66
Anexo 6: Listado de aves modelado dentro de la cuenca Tuluá	69
Anexo 7. Aves con estatus de amenaza regional y nacional del Municipio de Tuluá*	70
Anexo 8: Resultados de aves vulnerables.....	71
Primer modelación.....	71
Segunda modelación.....	75

Listado de Figuras

Figura 1: Localización general – Cuenca Tuluá.	9
Figura 2: Clima Futuro al 2020 y 2050 – Cuenca Tuluá.....	18
Figura 3: Línea Base de los Tres Modelos	22
Figura 4: Producción de Agua Presente y Futuro – Cuenca Tuluá	23
Figura 5: Cambio en producción de agua	24
Figura 6: Zonas de pérdida y ganancia en producción de agua	25
Figura 7: Emisiones de gases CO2.....	64

Listado de Cuadros

Cuadro 1: Descripción General del Cambio Climático en la Cuenca Tuluá	18
Cuadro 2: Especies de aves amenazadas en Área Protegida RFNT.....	40
Cuadro 3: Listado de especies seleccionadas indicadoras de presencia y calidad de hábitat boscosos en la cuenca alta del río Tuluá	46

1. Introducción

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC, 2008; autoridad en el tema, en su documento sobre agua y cambio climático, subraya la importancia de desarrollar estrategias de adaptación que se enfoquen específicamente en el recurso hídrico, y reconoce que en el caso de América Latina, ello implicará grandes inversiones en sistemas que aseguren la oferta hídrica.

La zona de influencia de la Cuenca Tuluá Morales del Valle del Cauca es de gran importancia para el abastecimiento de agua a poblaciones, zonas agrícolas e industriales, además para la conservación de especies de la fauna y flora vulnerables al cambio climático. La disponibilidad y regulación del agua pueden verse seriamente afectadas frente a futuros escenarios del cambio climático, lo que causaría un impacto de gran magnitud en el desarrollo y conservación de esta área, por esta razón, es necesario construir estrategias de adaptación al cambio climático y reunir todos los actores con el fin de planear acciones concretas que aseguren el mantenimiento del agua y la biodiversidad de la zona a largo plazo.

En términos generales, la adaptación es la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos) para disminuir los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades o combatir con las consecuencias (IDEAM, 2010). Las medidas de adaptación correspondientes se refieren en general a las medidas que deben ser implementadas para disminuir las vulnerabilidades que se presentan ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Es un proceso de carácter local, ya que el entorno biofísico de cada comunidad es único y las medidas de adaptación serán también, específicas para cada comunidad.

Este documento en su alcance, aborda el marco general de las principales líneas de acción de las estrategias de adaptación al cambio climático, que fueron identificadas por los actores locales a través de un ejercicio consensuado, basado en información científica y técnica de los análisis de los resultados de vulnerabilidad de la cuenca del río Tuluá y sus implicaciones, con relación a los cambios esperados en esta zona (The Nature Conservancy & CIAT, 2011), priorizando acciones de conservación de fauna vulnerable, enfocadas en una selección de especies de aves idóneas como indicadoras de presencia y calidad de hábitats boscosos de la parte alta de la cuenca; por ser el grupo taxonómico con mayor número de estudios disponibles en esta zona.

Antes de 2002, la cuenca Tuluá Morales, constituía una UMC, Unidad Administrativa de Manejo de Cuenca por parte de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC, denominación bajo la cual quedó establecida la actividad del Convenio de Asociación CVC No.152 de 2010, suscrito con la

Fundación Ciudad Verde SGAP-Sistema de Gestión Ambiental Paisajística, para desarrollar este proceso, aunque posteriormente debido a reformas, se reorganizó el territorio con criterios separados por cuencas: Tuluá y Morales, ambos ríos tributarios directos del río Cauca, para efectos prácticos, la construcción de la estrategia se centra en el municipio de Tuluá.

Respecto a las principales estrategias de adaptación para el recurso hídrico desarrolladas a nivel internacional, estas incluyen, disminuir las vulnerabilidades de las personas y las sociedades; proteger y restaurar ecosistemas críticos; reducir la discrepancia entre suministro y demanda de agua; y medidas preventivas que incluyan no solo respuestas a impactos específicos sino políticas generales y prioridades de desarrollo como planes económicos, planes de población y cambios del uso del suelo. En particular, las acciones discutidas a nivel internacional incluyen la obtención de información completa que permita conocer las amenazas y responder a ellas de la manera más efectiva; el fortalecimiento de las capacidades institucionales; esfuerzos en regulación, infraestructura y ordenamiento territorial; estrategias participativas y multisectoriales; y sensibilización y educación a la sociedad (MDGIF & IDEAM, 2010).

La Fundación Ciudad Verde SGAP, en el marco del Convenio con CVC, para aunar esfuerzos técnicos para la construcción de la estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca Tuluá Morales, centrada en Tuluá, e iniciar el desarrollo de la estrategia con acciones de conservación de especies de fauna vulnerables al cambio climático, solicita el acompañamiento científico en el Programa de Análisis de Políticas, DAPA del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, que tiene como uno de sus objetivos contribuir en la región de América Latina y el Caribe a mejorar los procesos de toma de decisiones y la definición de políticas para el desarrollo de la agricultura y la gestión y conservación de los recursos naturales. A través de esta alianza en el logro de resultados, se realiza un taller de capacitación en el tema, facilitado por investigadores de DAPA y de manera conjunta se presentan las medidas de adaptación propuestas.

2. Línea base

La línea base es un conjunto de indicadores que sirven como marco de referencia cualitativo y cuantitativo para poder verificar, analizar, monitorear, dar seguimiento y evaluar los resultados, impactos y cambios a nivel biofísico, socioeconómico y ambiental, relacionados con la implementación

de actividades de un plan, un proyecto o un programa de manejo de cuencas hidrográficas (Jiménez 2006).



Foto 1. Río Tuluá en la cabecera municipal.

Fotografía: Fabián Cruz

La cuenca del río Tuluá (Figura 1), se encuentra ubicada en el centro del Departamento del Valle del Cauca, al occidente de la Cordillera Central, en la margen derecha del río Cauca. Entre las coordenadas geográficas 902.500 – 954.700 norte y 1.091.600 – 1.138.600 este, según proyección oeste del IGAC. El área total de la Unidad de Manejo de Cuencas, que incluye las cuencas de los ríos Tuluá, Morales y otros de menor tamaño es de 107,936 hectáreas (CVC, 2003), de las cuales se estima que el área de la cuenca del Tuluá posee 91,485 hectáreas; abarca parte de los municipios de Tuluá, Buga, San Pedro, Ginebra y El Cerrito. El río Tuluá nace en la vertiente alta de la Cordillera Central, en el Parque Natural Páramo Las Hermosas a una altura de 4100 msnm. Desciende en un trayecto de 72 km, hasta desembocar en el río Cauca en la zona conocida como bocas de Tuluá a 900 msnm; el río cuenta con un caudal promedio de $15.7\text{m}^3/\text{s}$. Los principales ríos que fluyen hacia el río Tuluá son: Cofre, Río Loro, San Antonio, San Marcos y Nogales.



Figura 1: Localización general – Cuenca Tuluá.

En general, entre los aspectos biofísicos y ambientales de la cuenca, se identifican cinco ecosistemas estratégicos que ocupan un área total de 91.485 has, de las cuales el 15.5% pertenece al bosque seco tropical y humedales, el 15,7% al páramo, el 41,5% al bosque andino, el 25,9% al bosque subandino y el 1,3% al bosque subxerofítico (CVC - Univalle, 2007). Se destacan tres zonas: alta, media y baja. La zona alta se encuentra entre los 2500 y 4100 msnm, corresponde a los ecosistemas estratégicos; bosques andinos que van, regularmente, de los 2500 hasta los 3400 msnm, y páramos, ubicados generalmente por encima de los 3400 msnm (CVC, 2002). Los páramos de Tuluá se caracterizan por ser secos y que aportan poco recurso hídrico a las cuencas a que pertenecen, entre otras causas, por su estado de deterioro, pues han sido intervenidos drásticamente. El caso de los Picos del Japón, por hallarse bordeados parcialmente de una amplia zona de bosque altoandino húmedo se constituye en la estrella hídrica del municipio, aportando agua a las vertientes que drenan a las cuencas Bugalagrande, Tuluá y

Morales. Los páramos hacen parte de una gran sistema que forma el Complejo Ecoregional Andes del Norte y dada su importancia estratégica, viene siendo parte de procesos de planificación a una escala ecoregional con enfoque ecosistémico. Por esta razón se vienen desarrollando proyectos nacionales y transnacionales de conectividad como el corredor Parques Nevados – Hermosas, Hermosas – Macizo Colombiano y el proyecto Páramo Andino con el cual se busca establecer estrategias de planificación de gran impacto porque abarca todos los páramos y ecosistemas similares andinos (CVC & Fundación Trópico, 2009). De los páramos, la cuenca del río Tuluá, posee aproximadamente 3215 has, ubicadas en el Parque Nacional Natural Las Hermosas (PNN Las Hermosas). El bosque andino también llamado comúnmente “bosque de niebla” por las características de vegetación y por albergar diversidad de musgos y epífitas que permiten almacenar gran cantidad de agua, al estar cubierto permanentemente por niebla. Con precipitaciones que oscilan entre 900 y 1000 mm, mientras las temperaturas promedio fluctúan en un rango entre los 6 y 15 °C. La parte baja del bosque está integrada por árboles altos de hasta 35 m., a medida que se asciende las especies de árboles son más bajos, con alturas máximas de 15 m; son áreas con función amortiguadora que cumplen varios servicios entre los que se destacan la regulación del agua, la protección del suelo y la protección de hábitats de flora y fauna de gran atractivo paisajístico. Los suelos se caracterizan por tener pendientes que van de moderadamente empinadas hasta fuertemente quebradas, cuyos bosques han sufrido un proceso de conversión a potreros. La zona media se encuentra entre los 1200 y 2500 msnm, corresponde al ecosistema estratégico de bosque subandino, con temperaturas promedio en el rango de 16 y 23 °C., y precipitaciones entre un mínimo de 1000 mm hasta un máximo de 1800 mm (Arias, 2007). En esta zona predomina un sistema colinado con pendientes que van de suave a moderadamente empinadas y por estas condiciones del suelo, existe un alto grado de diversificación y una gran variedad de paisajes. Es junto con el anterior ecosistema uno de los más intervenidos por actividades humanas que han reducido y fragmentado ostensiblemente las coberturas de este tipo de bosque dentro de la cuenca, en el que predomina la ganadería extensiva. También en este ecosistema, dentro de la cuenca se encuentran áreas importantes de conservación como, la Reserva Forestal Nacional Tuluá, RFNT, Reservas Nacionales de la Sociedad Civil, RNSC (La Estrella), y además existen gran cantidad de nacimientos abastecedores de acueductos veredales (SEDAMA, 2009, citado en CIPAV 2010). Parte del bosque subandino y andino del cañón del río Tuluá, contribuyen a evitar los deslizamientos en la zona de Jicaramata, categorizada de alto riesgo por la inestabilidad de los suelos y susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa, y en Santa Lucía las cárcavas de Las Azules, Las Vegas, La Agraria y El Bremen (CVC & Fundación Trópico, 2009). Por último, la zona baja y plana, comprende el área de la cuenca localizada dentro del gran valle aluvial del río

Cauca, extendiéndose hasta los 1200 msnm, corresponde al ecosistema bosque seco tropical entre los 900 y 1200 msnm, con una temperatura promedio de 24°C y posee un agrosistema dominado por la producción agrícola, principalmente del cultivo de caña de azúcar. En esta zona hay presencia de humedales, que han sido constituidos por la llanura de inundación del río Cauca con el paso de los años. Estas áreas son ecosistemas estratégicos para la conservación de flora y fauna nativas y de especies migratorias, principalmente aves. Colombia se encuentra comprometida internacionalmente a proteger los humedales puesto que adoptó como Ley Nacional la Convención de Ramsar (Ley 357/97). En la cuenca se encuentra localizado el humedal Bocas de Tuluá con 19.7 ha. De las cuales la mayoría se ocupa en pastizales y cultivos transitorios. En el 2003 la CVC encarga a la Fundación Natura la formulación y ejecución de un plan de manejo de este humedal (Arias 2007). En el ecosistema bosque seco tropical, solo sobreviven algunos relictos entre los que están el bosque Valenzuela, el predio Altocielo, algunas fincas privadas de la zona plana y los cañones secos de Tuluá y Bugalagrande en los cuales se encuentran relictos de bosque muy seco o subxerofítico, especialmente en la falla geológica de Jicaramata que se caracteriza por ser el enclave subxerofítico de Jicaramata, considerado como prioritario de conservación a nivel regional y nacional. Es de anotar que los ecosistemas de bosques secos y subxerofítico no se encuentran representados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, exceptuando la declaratoria del DMI (Distrito de Manejo Integrado) de Atuncela en otra cuenca, la del Dagua y los humedales del valle geográfico declarados por la CVC (CVC & Fundación Trópico, 2009).

Sobre el potencial impacto del cambio climático en Colombia y la sensibilidad y vulnerabilidad de los sistemas nacionales al mismo, se tienen identificados cambios en la temperatura y la precipitación anual. Se ha determinado un incremento en la temperatura del aire, pero el calentamiento no es homogéneo, pues unas regiones se calientan más que otras. Los mayores impactos del cambio climático se podrían presentar en la disponibilidad de los recursos hídricos (modificación de caudales máximos y mínimos), en los ecosistemas (en particular, los de alta montaña, ocurrencia de deslizamientos, erosión incendios forestales), en la agricultura (pérdida de suelos, sequías, desertización, inundaciones, merma la seguridad alimentaria), en la salud humana y en las zonas costeras e insulares. La magnitud del impacto depende del grado de vulnerabilidad de los ecosistemas y del sistema socioeconómico nacional.

La amenaza del cambio climático en el recurso hídrico se relaciona con la disminución de las fuentes de agua provenientes de los ecosistemas de páramo y con el retroceso de los glaciares de alta montaña debido al deshielo. Adicionalmente las zonas agrícolas van a sufrir cambios en su clima por lo tanto cambios en su capacidad de producir diferentes alimentos.

La vulnerabilidad del recurso hídrico se aborda desde dos aspectos: en primer lugar la relacionada con la susceptibilidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico actual ante las posibles alteraciones climáticas; en segundo lugar como la vulnerabilidad de los sectores usuarios del recurso ante la amenaza de cambios sustanciales en el régimen hidrológico, y para este en particular se consideró la sensibilidad de la red de monitoreo hidrológico.

http://www.bosquesandinos.info/biblioteca/CC_10010.pdf.

Las cifras estimadas colocan al país en una posición de alerta al cambio climático, dado que la mayor parte del territorio, entre otros la mayoría de los ecosistemas naturales e intervenidos experimentarán cambios en el régimen de esorrentía de media a muy alta intensidad, al igual que los sectores socio económicos, deberán adaptarse para subsistir o funcionar. Es prioridad hacer que la población tenga conciencia que la especie humana es totalmente dependiente del flujo de servicios de los ecosistemas, se tome conciencia del valor de los recursos naturales y se entienda mejor la importancia de la preservación de los mismos. Entre las tácticas para el acercamiento de actores locales es incluir en el proceso a, las mesas de concertación y fondo de iniciativas para la conservación y mesas de áreas protegidas. Se cuenta con el Decreto 562 de 2009, expedido por la Alcaldía del municipio de Tuluá que conforma y reglamenta el Sistema Municipal de Áreas Protegidas, SIMAP de Tuluá (POT Tuluá, 2010); propuesto como una de las estrategias del Sistema Departamental de Áreas Protegidas, SIDAP para la planificación y el ordenamiento local que permite la protección de los ecosistemas estratégicos para la conservación de la biodiversidad del municipio (CVC & Fundación Trópico, 2009).

El proceso debe ser interiorizado en las comunidades de la zona de influencia de la cuenca del río Tuluá, para lograr acuerdos importantes con los actores que permitan el trabajo participativo, el compromiso para el cumplimiento de los objetivos de conservación, el mantenimiento de esa biodiversidad y el aumento de la demanda hídrica del área protegida, manteniendo la oferta hídrica para las poblaciones urbanas y rurales.

Bajo el concepto del Plan de Desarrollo, “Eje Ambiental - Armonía con el medio Ambiente”, el municipio de Tuluá definió unos proyectos generales, a través de los cuales ejecutó proyectos específicos orientados principalmente a recuperación de áreas degradadas, reconversión de uso del suelo en actividades ambientalmente sustentables, elaboración de diagnósticos y planes de manejo de los predios adquiridos y de la cuenca del río Tuluá, así como intervenciones en áreas de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, RNSC. (Informe de auditoria gubernamental con enfoque integral modalidad especial ambiental gestión integral del recurso hídrico al municipio de Tuluá, 2010).

Conscientes del potencial y de la problemática ambiental, dentro del Plan de ordenamiento del municipio de Tulúa, se han llevado a cabo gestiones para determinar políticas para la preservación del medio ambiente, entre las cuales se encuentran las dirigidas al recurso hídrico tanto a su conservación, protección, como a su recuperación, en las que se destacan el manejo integrado de cuencas, rescatar y convertir en elementos del paisaje municipal y urbano al sistema hídrico y zonas de humedales, diseñar e implementar programas de saneamiento ambiental básicos e integrales en la zona rural y urbana respectivamente y crear e incentivar RNSC.

Estas gestiones son indispensables dado que, en el municipio de Tulúa, los diagnósticos de ecosistemas estratégicos muestran un deterioro acelerado de los mismos que los ubica en un estado crítico de conservación (el bosque subandino a perdido un 93.8% de su cobertura original, el subxerofítico el 72.8% y el seco y humedales un 93%)(Gomez, et al 2007 citado por CVC & Fundación Trópico, 2009).

La poca cobertura vegetal y la alta fragmentación de los bosques nativos son ocasionadas ante la falta de valoración y divulgación de incentivos para la conservación de los recursos del bosque, la falta de difusión de normas legales de protección de las laderas, la quema de pastizales, la escasa capacitación y conciencia de los pobladores. Esto ha generado procesos de degradación de la cuenca y ha aumentado más las áreas dedicadas a ganadería extensiva y penetración de la minería, pérdida de terrenos agrícolas, escasez de pastos naturales y de vegetación natural, baja productividad de suelos y de calidad de los productos y alteración de los ecosistemas de la cuenca.

Sumado a lo anterior por efecto del cambio climático, en los últimos años, el ciclo hídrico en la cuenca ha sufrido de forma notoria ya que se presentan el fenómeno del niño más agudo y el fenómeno de la niña con altas precipitaciones y por periodos más prolongados. También es evidente la poca eficiencia del manejo del agua para riego en la parte plana y la débil actuación de la autoridad ambiental. Por lo tanto, es clave tener en cuenta toda la problemática que se ha generado a partir del cambio climático, siendo indispensable un cambio de actitud frente al seguimiento y evaluación de la planificación y manejo de la cuenca, en torno a sus dificultades y potencialidades con el fin de adoptar las medidas pertinentes de adaptación.

El problema central se puede enunciar como el deterioro de la cuenca por conflictos generados en el uso del suelo, uso inadecuado del agua, alteración de los ecosistemas naturales, subvaloración del bosque, presencia de producción poco amigable con la naturaleza y débil gobernabilidad.

Se deben priorizar los esfuerzos que permitan la conexión de los fragmentos de bosques y fuentes hídricas; las principales amenazas generadas por esta dinámica son las siguientes:

- Pérdida de cobertura natural y fragmentación del hábitat
- La presencia y expansión de ganadería extensiva
- Intervención en el páramo por ganadería y minería
- Prácticas agrícolas inadecuadas para el ambiente
- Apertura de nuevas vías que producen remoción en masa del suelo y acceso a nuevas áreas para explotaciones agropecuarias y mineras.
- Pocas alternativas de empleo para la juventud
- Falta de involucramiento de la población local.
- Pérdida de biodiversidad.
- Contaminación ambiental.
- Presión sobre los recursos naturales (cacería, tala ilegal, incendios forestales, entre otros).

En este sentido el Parque Nacional Natural Las Hermosas en la planeación del manejo del Parque y su zona de influencia, articula acciones que buscan de forma coherente participar en la planeación y ordenación ambiental territorial local y regional, trabaja en los procesos de ordenamiento de cuencas y del SIRAP (Sistema Regional de Áreas Protegidas) Valle del Cauca, mediante la identificación de áreas o sitios que permitan garantizar conectividades ecológicas y biológicas, esto como fundamento para establecer la estructura ecológica principal regional, avanza en la delimitación de la zona con función amortiguadora del PNN Las Hermosas conjuntamente con la CVC y en procesos locales identificados por la Corporación en el marco del Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Valle del Cauca, SIDAD. En lo que compete a la cuenca de Tuluá está: la Reserva Forestal Nacional Tuluá; el proceso de Conservación en la mesa local del SIDAP, Zona de protección del Parque Nacional Las Hermosas en Tuluá y Sevilla y Zona de influencia Reserva Forestal entre los ríos Tuluá Bugalagrande; la planificación predial con los propietarios de predios ubicados al interior del Parque y en su zona de influencia en el sector de Santa Lucía y las RNSC, algunas de ellas registradas ante la Unidad de Parques y/o en proceso de registro, con planes de manejo ambiental para su respectiva aprobación con la CVC (Acevedo, 2011). A Dic. de 2010, el municipio cuenta con una RNSC registrada (Chagualos) y en proceso de registro ante la Unidad de Parques Nacionales 32 RNSC que suman aproximadamente 3135 hectáreas de las cuales, el

61% equivalente a 1901 ha. se encuentra distribuido en las zonas de conservación y amortiguación, mientras que el 39% esta distribuido en agrosistemas e infraestructura. Las cuales están incluidas en el reporte global de 84 predios inscritos como RNSC que suministró el municipio (Hernández, 2011).

La cuenca del río Tuluá cuenta con estudios y herramientas de planificación elaborados por el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal, POT que permite identificar con bastante precisión cuáles son y en donde se localizan los principales problemas ambientales de la cuenca, la población que se ve afectada por esta situación y las actividades que potencialmente podrían ser las generadoras de esta problemática. De la misma forma, se identifican los perfiles de proyectos a implementar. Esto es una fortaleza para hacerle frente a las amenazas y son instrumentos que se deben aprovechar. Es así que en el municipio se gestiona el plan de ordenamiento territorial y ambiental de la cuenca, lo que llevará a evitar la ubicación de viviendas y asentamientos humanos en zonas vulnerables a desastres naturales, la migración de la población rural a las ciudades, el alto porcentaje de desempleados, ya que muchos pobladores carecen de calidad de los servicios básicos.

Según el POT 2010, debido a la degradación de la cuenca, es notorio la insostenibilidad de las actividades agropecuarias bajo los esquemas actuales, motivo por el cual es necesario aplicar estrategias, acciones e instrumentos que permitan hacer ajustes estructurales al modelo a través de cambios en las técnicas y las tecnologías usadas, así como con la implementación de nuevos esquemas de uso del suelo, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales de la cuenca que permitan un desarrollo económico competitivo y sostenible; descritas en la última revisión del POT 2010.

El SIMAP de Tuluá, en el artículo 10, determina las estrategias complementarias de conservación del sistema, entre ellas las Reservas Naturales de la Sociedad Civil; sin embargo como un alto porcentaje de los relictos de bosques se encuentran en predios particulares, una alternativa prioritaria para conservarlos es concientizar y comprometer a la Administración pública (Alcaldes y Concejales) para que se divulguen los incentivos tributarios, motiven a los propietarios a inscribir sus predios como RNSC, continúen el proceso de registro ante la Unidad de Parques Nacionales y de esta manera lograr la conservación de la biodiversidad y la ampliación de la cobertura de ecosistemas remanentes en el municipio, gestión que representa el máximo y fundamental beneficio para garantizar la oferta de servicios ambientales en la cuenca (Adaptado de Hernández, 2011).

Se destaca en el marco del cambio climático, tal como se observa en el escenario nacional de cambios de precipitación, Tuluá se encuentra en la región que se va a ver sometida a mayores incrementos de precipitación, de más del 6% y según estudios detallados de la CVC, estos pueden llegar hasta el 10%

más de la precipitación actual, muy probablemente aumentarán los eventos de inundaciones, que ya hoy afectan periódicamente al municipio en su zona urbana y rural plana, lo que implica que es fundamental mejorar la capacidad reguladora de la cuenca a través del incremento de su cobertura de bosques.

Las políticas de adaptación al cambio climático y gestión de riesgos propuestas dentro del POT se centran en la prevención de eventos de deslizamientos en la parte media de la cuenca, pérdida de suelo, inundación y escasez de agua a través de la conservación del equilibrio hidrológico y la capacidad reguladora de las cuencas que conforman el territorio del municipio, priorizando en la protección y restablecimiento de bosques y suelos en zonas susceptibles a deslizamientos con agroforestería.

2.1. Análisis de vulnerabilidad frente cambio climático en la cuenca hidrográfica de Tuluá.

Para la línea base se propuso realizar un análisis de vulnerabilidad para los servicios hidrológicos: cantidad de agua, regulación hídrica (flujos base – inundaciones) y sedimentación frente a escenarios de cambio climático. La vulnerabilidad será establecida como una combinación de los impactos (exposición) de cambio climático con la capacidad de adaptación a este cambio por parte de los ecosistemas y servicios hidrológicos. Con el análisis de vulnerabilidad se desarrollará una propuesta de estrategias que deben ser implementadas en el área para lograr una adecuada adaptación al cambio climático y el mantenimiento de los servicios hidrológicos a largo plazo.

Comportamiento del Clima al 2020 y 2050 para la Cuenca Tuluá

Los GCM (General Circulation Model) son representaciones de los procesos de la Tierra y son realizados en poderosos computadores por los centros de investigación en el mundo. A la fecha, una variedad de GCMs (con sus respectivas versiones) han sido desarrollados, probados y sus resultados han estado disponibles para el público (IPPC, 2001, 2007). 24 diferentes GCMs han sido usados en el Cuarto Reporte de Evaluación (IPPC, 2007). No todos los GCMs han sido corridos bajo los diferentes escenarios de emisión SRES. Las salidas han sido producidas por los escenarios de emisión SRES A1B, A2 y B1.

El portal de datos IPCC (<http://www.ipcc-data.org>) ofrece algunas salidas GCM también, pero la base de datos más completa es ofrecida por el EGS, incluye simulaciones de series de tiempo completas del futuro (2000-2100) mensualmente, y datos diarios para periodos específicos (e.g. 2020, 2050),

también como datos anuales, y promedio de 30 años corridos. El portal de datos IPCC, sólo proporciona la última.

Aunque la información de los GCM tiene muchas ventajas, la resolución espacial es de unos cientos kilómetros. Tal información no es totalmente útil para algunos territorios pequeños, como la cuenca de Tuluá. Existe, sin embargo, la forma de reducir la escala de los resultados de los GCM, mediante técnicas estadísticas o dinámicas, las cuales se les conoce como regionalización o “downscaling”. Para esto, se aplicó un método de reducción de escala basado en la interpolación espacial *Thin Plate Spline* de las anomalías (deltas) de las salidas originales de los GCMs. Las anomalías son interpoladas entre los centroides del GCM y luego son aplicadas a una línea base climática dada por una superficie de alta resolución. (WorldClim; Hijmans et al., 2005).

A partir de los resultados de los GCMs se graficó el clima mensual al 2020 y 2050, en comparación con el clima actual (1960-2000). Los datos futuros del clima se derivan del promedio de 18 GCMs del 3° (2001) y 4 GCMs del 4° (2007) reporte de cambio climático del IPCC, los cuales se corrieron bajo el escenario A2. Para más información por favor visitar el sitio web <http://www.ipcc-data.org>. Estas gráficas se representan en las Figuras 2, con sus respectivas tablas (ver Cuadro 1) donde se realiza una descripción general de los resultados para la cuenca Tuluá.

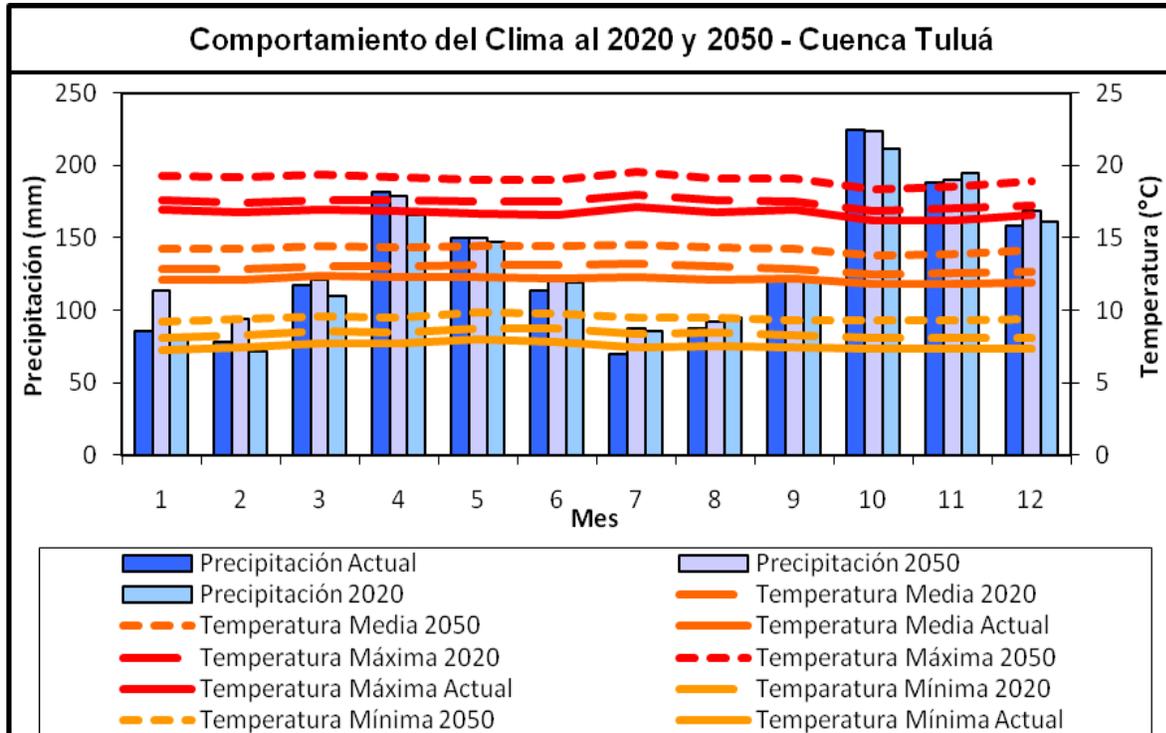


Figura 2: Clima Futuro al 2020 y 2050 – Cuenca Tuluá.

Cuadro 1: Descripción General del Cambio Climático en la Cuenca Tuluá

CARACTERÍSTICA CLIMÁTICA	DESCRIPCIÓN GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO – CUENCA TULUÁ
Características Climáticas Generales	<p>La precipitación incrementa de 1576 milímetros a 1660 milímetros en 2050 pasando por 1557 en 2020.</p> <p>Las temperaturas incrementan y el incremento promedio es de 2.1 °C pasando por un incremento de 0.7 °C en 2020.</p> <p>El rango medio de temperatura diaria incrementa de 9.2 °C a 9.6 °C en 2050.</p> <p>El número máximo acumulativo de meses secos decrece de 3 meses a 2 meses.</p>
Condiciones Extremas	<p>La temperatura máxima del año incrementa de 17.2 °C a 20.1 °C mientras el trimestre más caliente se torna más caliente en 2.4 °C en 2050.</p> <p>La temperatura mínima del año incrementa de 7.3 °C a 9 °C mientras el trimestre más frío se torna más caliente en 2 °C en 2050.</p> <p>El mes más húmedo se torna más húmedo con 230 milímetros en lugar de 227 milímetros, mientras el trimestre más húmedo se torna más húmedo en 15 mm en 2050.</p> <p>El mes más seco se torna más húmedo con 62 milímetros en lugar de 56 milímetros mientras el trimestre se torna más húmedo en 27 mm en 2050.</p>
Estacionalidad Climática	<p>En general el clima se torna más estacional en términos de variabilidad de temperatura a lo largo del año y menos estacional en precipitación.</p>
Variabilidad Entre Modelos	<p>El coeficiente de variación en predicción de temperaturas entre modelos es 5.5%.</p> <p>Las predicciones de temperatura fueron uniformes entre modelos y por eso no fueron detectados valores atípicos.</p> <p>El coeficiente de variación en precipitación entre modelos es 10.6%.</p> <p>Las predicciones de precipitación fueron uniformes entre modelos y por lo tanto no se observaron datos atípicos.</p>

Modelación hidrológica: escenarios de cambio climático al 2050

MODELOS HIDROLÓGICOS

Soil and Water Assessment Tool – SWAT¹

Este modelo fue desarrollado por el USDA-ARS (Agricultural Research Service) es un modelo de tiempo continuo, que opera en un intervalo de tiempo diario y está diseñado para predecir el impacto en el manejo del suelo y la vegetación en la producción de agua, sedimentos y químicos agrícolas en grandes y complejas cuencas con variación en suelos, uso de suelo y condiciones de manejo en largos periodos (Arnold et al., 1987).

El modelo está conformado por un conjunto de sub-modelos, los cuales se emplean para simular distintos procesos hidrológicos. El modelo hidrológico está basado en la ecuación general de balance hídrico:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

donde SW_t es el contenido final de agua en el suelo (mmH_2O); SW_0 es el contenido de agua inicial en el día i (mmH_2O); t es el tiempo (día); R_{day} es la cantidad de precipitación en el día i (mmH_2O); w_{seep} es la cantidad de agua acumulada en la zona no saturada del perfil del suelo en día i (mmH_2O); Q_{gw} es la cantidad de flujo de retorno en el día i (mmH_2O); (Arnold et al., 1998).

Los principales componentes del modelo incluyen: el clima, hidrología, sedimentación, temperatura del suelo, crecimiento de cultivos, nutrientes, pesticidas y manejo de cultivos. En SWAT, una cuenca se divide en subcuencas múltiples, que están divididos en unidades de respuesta hidrológica (URH's) que consisten en áreas homogéneas de uso de la tierra y características del suelo, las cuales son identificadas dentro de un espacio de simulación de SWAT.

Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs - InVEST²

El Modelo InVEST desarrollado por el Natural Capital Project en colaboración con TNC (The Nature Conservancy), la Universidad de Stanford y el NCEAS (National Center for Ecological Assessment and

¹ Para más información visitar la página web: <http://swatmodel.tamu.edu/>

² Para más información visitar la página web: <http://invest.ecoinformatics.org/>

Synthesis); comprende sub-modelos para el Secuestro de Carbono, Polinización de Cultivos, Manejo Forestal, Purificación de Agua (para Nutrientes), Producción de Energía Hidroeléctrica a Partir de Reservorios y Retención de Sedimentos. También incluye un sub-modelo de Biodiversidad con el fin de evaluar las compensaciones que hay entre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Este modelo calcula la producción anual de agua utilizando básicamente datos de clima, geomorfología y usos del suelo, describiendo la magnitud de los flujos de agua a través de cuencas independientes. Depende del equilibrio del agua entre la precipitación y el volumen de agua que se evapotranspira. Este balance de agua es determinado por una variedad de factores meteorológicos y el tipo de vegetación.

La producción final de agua para cada píxel es la precipitación menos la fracción de agua que se evapotranspira. Este modelo no distingue entre superficies, subsuelo y flujos base, además de que supone que toda el agua producida en una cuenca hidrográfica que supera la evapotranspiración llega a la salida de la cuenca, sin considerar la captación del agua por medios distintos de los principales como son el uso y consumo humano. El modelo se basa en la Curva de Bodyko desarrollada por Zhang y la precipitación media anual.

La ecuación fundamental para el cálculo del modelo es la siguiente:

$$Y_{jx} = \left(1 - \frac{AET_{xj}}{P_x} \right) \cdot P_x$$

Dónde:

Y_{jx} : Producción anual por píxel en el paisaje.

AET_{xj} : Evapotranspiración anual actual en el píxel x con LULC j .

LULC: Land Use/Land Cover (Usos del suelo/Cobertura Vegetal)

P_x : Precipitación anual en el píxel x .

Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas - FIESTA³

Este modelo es un sistema especial de modelamiento del balance hídrico diseñado para entender servicios ambientales relacionados al suministro de agua en áreas pobres en datos y medioambientes tropicales (montañosos). Es una aplicación que en su esencia trabaja con datos de tipo Raster (Grid) capaz de simular el balance hídrico, caudales e impactos del cambio climático y el uso del suelo sobre caudales a escalas espaciales de 1km y una hectárea. Su resolución temporal es mensual y trabaja con un ciclo diario embebido para simular dinámicas diarias de intercepción de neblina.

El modelo es diseñado para correr con información climática que representa el comportamiento de los últimos 50 años a través de una base de datos que respalda el sistema en áreas de pobre disponibilidad de datos, aunque el modelo lógicamente puede ser parametrizado con información local más detallada si esta se encuentra disponible. FIESTA está siendo incorporado en un sistema de soporte de políticas denominado AguAAndes (<http://www.policysupport.org/links/aguaandes>), que corre en línea bajo tecnologías de servidores y Geobrowsers permitiendo que los usuarios corran el modelo bajo un concepto remoto.

FIESTA está siendo integrado con WEAP (Water Evaluation and Planning System) dentro del programa del reto en alimentación y agricultura del CGIAR (<http://www.benefitsharing.org>), para incorporar operaciones de distribución de agua a través de obras de infraestructura ingenieril y de agricultura. Se han adelantado discusiones para integrar FIESTA con SWAT a través de proyectos de investigación como los financiados por NERC-UK (Mulligan 2010, comunicación personal). FIESTA cuenta con rutinas sofisticadas que tienen en cuenta la estructura del ecosistema bosque para estudiar el impacto del cambio de uso del suelo o climático sobre los recursos hídricos superficiales. Este modelo cuenta con un componente sofisticado de intercepción de neblina y rutinas probadas para mejorar la estimación de errores en precipitación, generados por el viento especialmente en áreas de montaña.

Finalmente FIESTA se surte de una suite de bases de datos SIMTERRA (bases de datos de alcance global) de tal manera que cuando el modelo se corre a escalas de 1km sus resultados se pueden usar para determinación de prioridades de conservación regional y global; y cuando se corre a una escala de 90m se puede correr con datos locales existentes con propósitos de investigación y de cuantificación de servicios ambientales hidrológicos.

³ Para más información visitar la página web: <http://www.ambiotek.com/website/content/view/25/49/>

RESULTADOS DE LA MODELACION

Para comprender la magnitud del cambio en producción de agua entre el presente y el futuro, se debe primero tener los valores registrados por los modelos hidrológicos de la producción actual. Por esta razón, se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos con los tres modelos a nivel anual de la producción de agua en la cuenca de Tuluá. Estos resultados se pueden observar en la siguiente Figura 3:

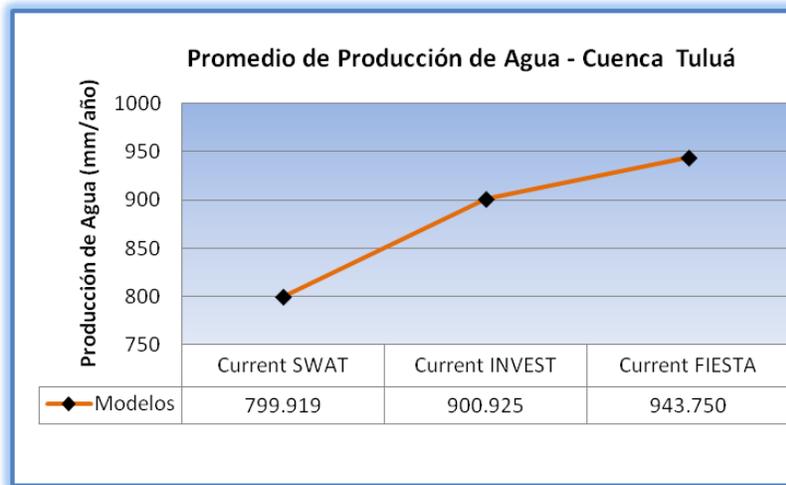


Figura 3: Línea Base de los Tres Modelos

Partiendo de la línea base de los tres modelos hidrológicos, se puede realizar un análisis con los resultados de la modelación en InVEST de los 20 GCMs por cada cuenca, en donde se pueda apreciar cómo será el comportamiento al 2050 de acuerdo a los pronósticos de los modelos de cambio climático (ver Figura 4)

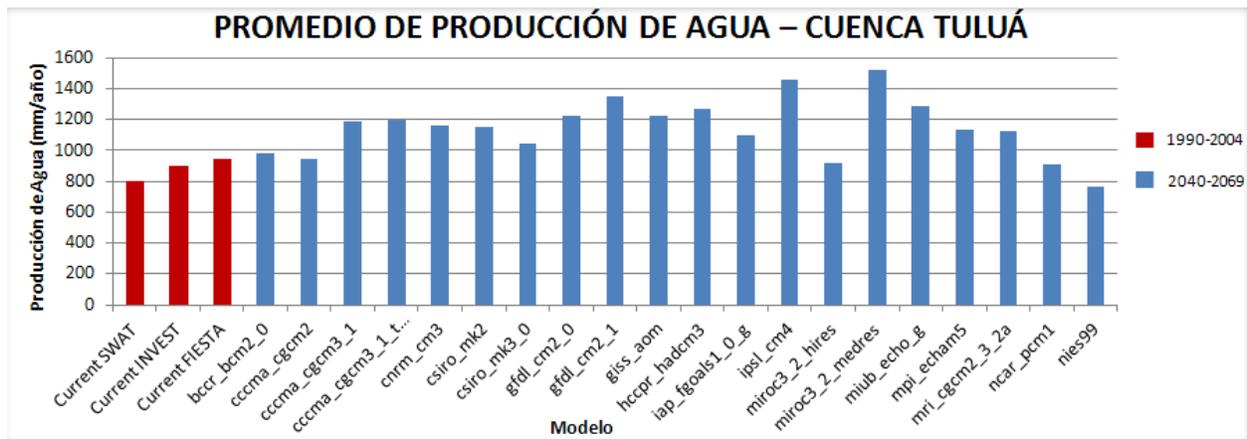


Figura 4: Producción de Agua Presente y Futuro – Cuenca Tuluá

Hasta ahora sólo se han presentado resultados cuantitativos, pero sería más claro si éstos se vieran reflejados en su distribución espacial dentro de las cuencas. Por esta razón en las siguientes figuras se presentan los resultados obtenidos en InVEST en cuanto a producción de agua para los 20 GCMs.

Se realizó un promedio del cambio para todos los GCMs con el fin de detectar cuales son las zonas donde sea posible que haya pérdida o ganancia del recurso hídrico y en que magnitud se daría. En los siguientes mapas (Figuras 5 y 6) se pueden apreciar dichos resultados:

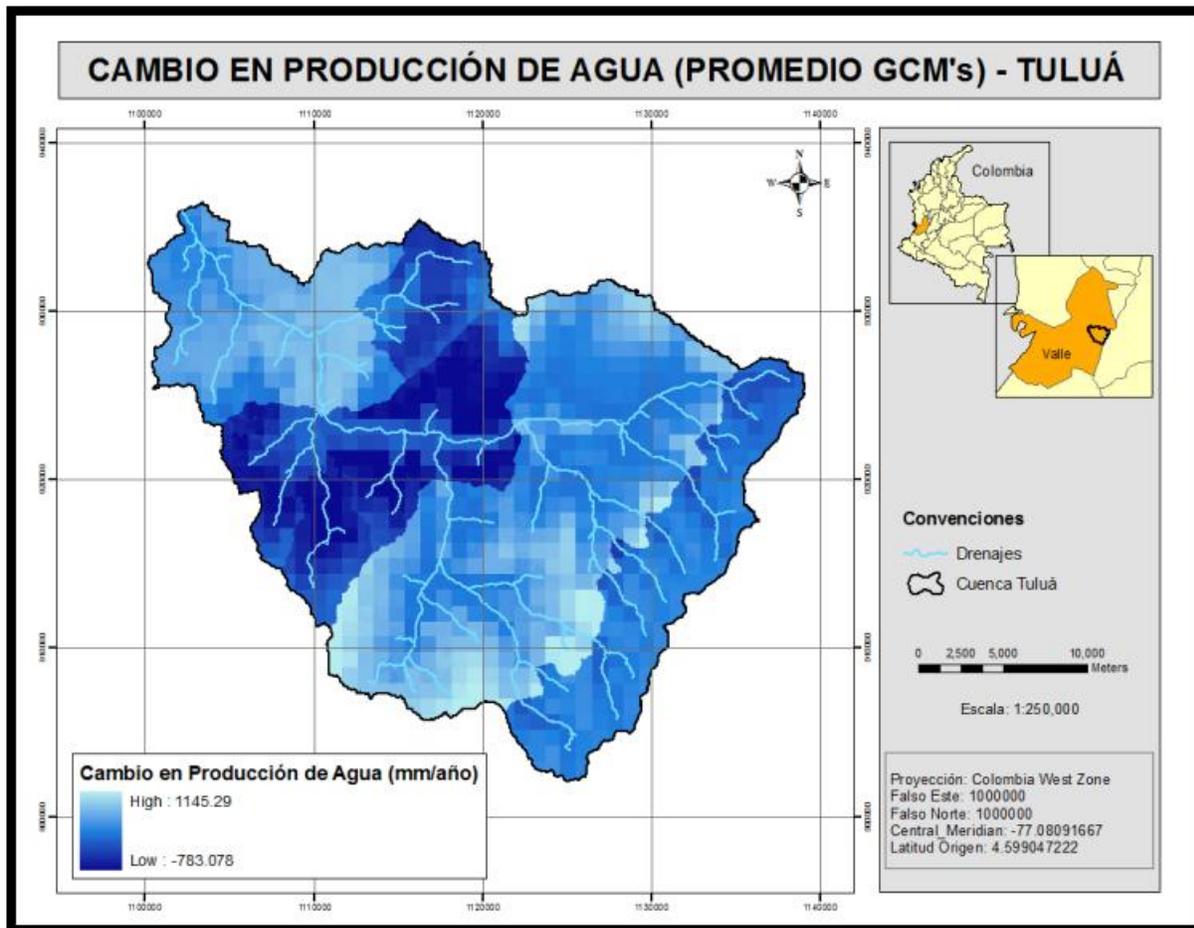


Figura 5: Cambio en producción de agua

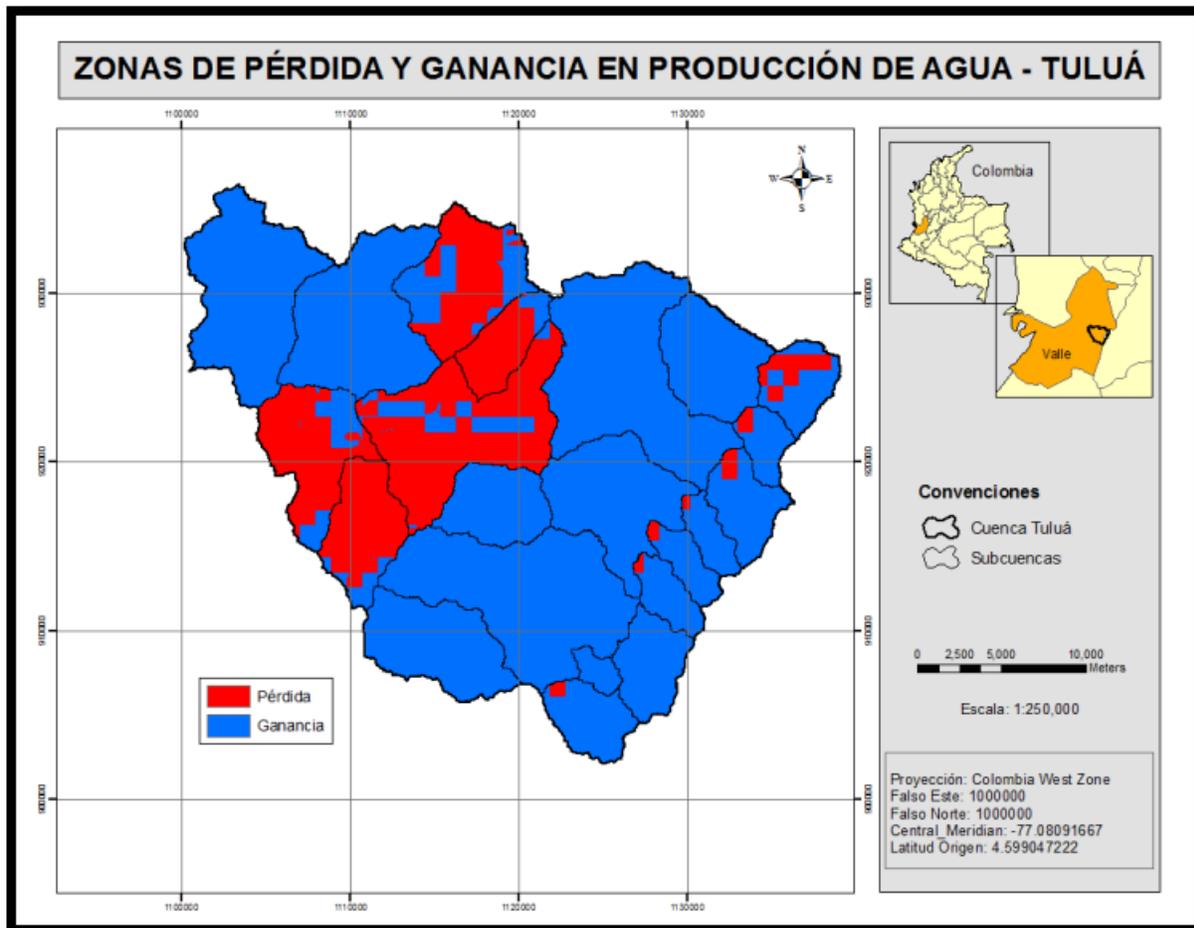


Figura 6: Zonas de pérdida y ganancia en producción de agua

De acuerdo a las anteriores figuras, para el 2050 podría haber pérdidas de producción de agua de hasta 783 (mm/año) en las partes medias de la cuenca Tuluá y un poco en las zonas altas. Por otro lado se produciría un aumento en la producción de agua de hasta 1145 (mm/año) en las zonas planas y de piedemonte.

2.2. Estudios en la cuenca Tuluá

Existen varios estudios que se realizaron durante los últimos años en la zona; para la línea base se recopilaron todos los trabajos disponibles realizados por organizaciones e instituciones sobre la cuenca Tuluá, los actores compartieron esta con los demás interesados. El siguiente resumen incluye los estudios disponibles en el momento para apoyar la capacidad adaptativa:

- Análisis de vulnerabilidad frente a escenarios de cambio climático: Caso de estudio de las cuencas hidrográficas Tuluá, Guabas, Frayle y Desbaratado. (The Nature Conservancy & CIAT, 2011)
- Proyecto apoyo a la consolidación de áreas protegidas municipales en el Valle del Cauca caracterización de las áreas de protección y conservación ambiental de un SIMAP en el municipio de Tuluá. Informe final, Convenio CVC 049 de 2008. (CVC & Fundación Trópico, 2009)
- Caracterización de usuarios de agua del río Tuluá – zona plana, Convenio 139 de 2006. (CVC & GAIACOL 2007)
- Aunar esfuerzos y recursos técnicos y económicos para la realización del diseño de una estrategia de valoración y pago por bienes y servicios ambientales, Convenio CVC-CIPAV 176. (CIPAV, 2010)
- Reseña histórica FUNDEBASA
- EPSA: Proyectos Centrales Hidroeléctricas Alto y Bajo Tuluá (mimeografiado)
- Determinación de algunos elementos para la aplicación de incentivos a reservas naturales de la sociedad civil en el municipio de Tuluá, ubicado en el departamento del Valle del Cauca. Trabajo de tesis de grado, Universidad Santo Tomas, (Hernández, M, 2011)
- Formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Tuluá. Fase de Diagnostico. Convenio 168 de 2003 CVC-Univalle, 2007.
- Fundación de Reservas Naturales de la Sociedad Civil Corazón del Valle, FUNDARED Convenio N° 066 de 2008 (CVC, 2009)
- Implementación de un sistema sostenible de producción en áreas de ganadería y agricultura. Convenio 079 de 2009 CVC-FUNDACIÓN PACHAMAMA
- Sistema de información geográfica de la Unidad de Manejo de Cuenca Tuluá Morales/ Memoria Técnica (CVC 2003)
- Monitoreo de la avifauna en la zona de influencia del Proyecto Pequeñas hidroeléctricas del alto Tuluá 1800 y bajo Tuluá 1440 (EPSA, 2011, estudio socializado en presentación).
- Estructura y dinámica poblacional de plantas en zona de influencia de la EPSA – Alto Tuluá (1800) y Bajo Tuluá (1400) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia (EPSA, 2011, estudio socializado en presentación).
- Plan Ambiental Municipal 2008-2011, Tuluá-Valle del Cauca.
- Evaluación del desarrollo sostenible en la cuenca del río Tuluá: a propósito de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Proyecto de Investigación “Análisis de Modelos de Desarrollo Sostenible para la cuenca del río Tuluá”. Universidad del Valle. (Arias, F.A. 2007).
- Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial Municipio Tuluá. Memoria Justificativa. Noviembre de 2010

3. Socialización de la línea base en un taller participativo

Es importante hacer notar que existen dificultades en el desarrollo de estrategias de adaptación debido a la incertidumbre científica respecto de los ritmos del cambio climático, a las variaciones en las proyecciones de sus impactos y a las diferencias en los escenarios según se apliquen a escala regional, nacional o local. A medida que la adaptación ha venido ganando legitimidad como respuesta de política, algunos de los países miembros de la CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre

Cambio Climático, han venido concentrando su atención en evaluaciones más prácticas para desarrollar políticas de adaptación. Los métodos usados en estas evaluaciones incluyen el “análisis de los actores involucrados” (*stakeholder analysis*), así como el “análisis multicriterios”; además de nuevas técnicas analíticas para la construcción de escenarios que aclaran cuáles son las cuestiones claves vinculadas a la adaptación, para poder desarrollar estrategias integradas en la matriz de políticas y metas nacionales de desarrollo (SERMANAT & PNUMA, 2006).

Para la socialización de la línea base se realizó un taller participativo al que asistieron todos los actores interesados en la cuenca Tuluá .

Objetivos del taller

- Socializar la línea base.
- Construir en colectivo,
 - Estrategia frente al cambio climático,
 - Definir acciones que se puedan implementar en especies de la fauna que se encuentran en estado de vulnerabilidad.

Metodología del taller participativo.

El taller se realizó con el fin de reunir todos los actores que trabajan en la conservación en la cuenca y discutir los resultados presentados por los expertos en modelación del cambio climático, además de elaborar estrategias frente al cambio climático y posibles amenazas al ecosistema, con las acciones que resultarán priorizadas.

- Cada participante se presentó, con su nombre, cargo en la empresa a la que pertenece y expectativas del taller (15 min). En el Anexo 1, se encuentra la lista detallada de los participantes.
- Los expertos de la investigación presentan resultados del estudio de la cuenca hidrográfica Tuluá, dejan un mensaje clave con la presentación (20min cada uno).
- Se identificaron en discusión abierta los documentos relacionados con estudios ambientales realizados en la región (El facilitador documentó en papel):
 - ¿Qué información hay?
 - ¿Dónde se encuentra disponible?

- ¿Quién la va a compartir?
- El grupo discutió que implicaciones para la cuenca Tuluá tiene la pregunta(30 min):

¿Cuál es la principal amenaza para la cuenca por el cambio climático?

El facilitador tomo nota de la lluvia de ideas en un papelógrafo y agrupó las respuestas en el siguiente esquema de documentación:

Hidrológicas

Agrícolas

Biodiversidad

Generales

- Se realizo una evaluación y se le dio una puntuación a cada una de las amenazas encontradas resaltando las cuatro más importantes. Cada uno de los participantes votó (10 min).
- Una vez identificados los temas el facilitador dividió el grupo en cuatro sub-grupos, con el fin de trabajar en la pregunta (50 min):

¿Cuál debería ser la estrategia y acciones para hacerle frente a esta amenaza?

- Los grupos presentan sus estrategias priorizadas (10 min cada uno), seguido por un debate (10 min cada uno) de retroalimentación, esta actividad fue dirigida por el facilitador.
- Por último se realizo una Reflexión y el cierre del evento.

4. Resultados del taller

El taller se llevó a cabo el día 23 de Junio del presente año en CIAT/Sala Quimbaya, ver agenda en Anexo 2.

Participantes

A este taller asistieron 22 personas (actores principales de la cuenca), particularmente representantes de la CVC (Grupo Recursos Hídricos, Grupo Biodiversidad, Grupo Producción Sostenible, Dirección Ambiental Regional, DAR Centro Norte), FUNTUMO (Fundación ríos Tuluá Morales) de Asocaña, FUNDEBASA (Fundación para el Desarrollo Social de Barragán y Santa Lucia), EPSA (Empresa de Energía del Pacífico S.A.), PNN Tuluá (Parque Nacional Natural Las Hermosas), SEDAMA Tuluá (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente), CORPOCUENCAS POMCH (Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Hidrográfica) río Tuluá, Fundación Ciudad Verde SGAP, Fundación Gaiacol, Consultor WWF y CIAT.



Foto 2. Participantes del taller en la Sala Quimbaya

Presentaciones de los expertos de la investigación

- Cambios climáticos esperados - *Andy Jarvis* (CIAT, CCAFS)

Contenido: Modelos GCM (“Global Climate Models”) de pronóstico de clima; variabilidad y línea base; escenarios de emisión; incertidumbre política y científica; Resultados para el Valle de Cauca (Anexo 3).

Mensaje 1: ¡Tenemos que tomar decisiones dentro de la incertidumbre de los modelos climáticos!

- Resultados de la modelación hidrológica - *Jefferson Gómez* (CIAT)

Contenido: Impacto cambio climático en la producción de agua; servicios ambientales hidrológicos; modelación hidrológica – INVEST/FIESTA/SWAT; información suministrada; resultados “producción de agua” para la cuenca Tuluá, presentados en la línea base.

Mensaje 2: Aumento en la producción de agua. ¿Cómo la vamos aprovechar?

- Resultados de la modelación de agricultura - *Anton Eitzinger* (CIAT)

Contenido: Definición de vulnerabilidad al cambio climático (IPCC); preguntas de la investigación; predecir de impactos sobre los cultivos; identificación de focos de riesgo; resultados para el Valle de Cauca (Anexo 4).

Mensaje 3: Los cultivos en promedio ganan aptitud al clima. ¡Peligro de una migración agrícola!

- Resultados de la modelación de biodiversidad - *Julian Ramirez* (CIAT)

Contenido: Impactos del cambio climático en aves y plantas Alto-Andinos; base de datos de ocurrencia – sistema global (GBIF), socios regional (CONDESAN) y local; datos climáticos presente y futuro; reducción de escala hasta 1km; modelación con Maxent; análisis de distribución de especies (aves y plantas); análisis cambios en riqueza para 2050; planes de conservación climáticamente-inteligentes; resultados para la zona de estudio Valle de Cauca, que se relacionan más adelante.

Mensaje 4: ¡La mayor parte de Tuluá pierde riqueza!

Estudios de la cuenca

Los participantes al taller mencionaron los siguientes estudios que son relevantes para la zona de la cuenca Tuluá para incluir en la línea base socioambiental:

- Caracterización de los usuarios de agua del río Tuluá – Zona Plana (CVC)
- Corpocuenas/CVC: Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Tuluá-POMCH
- EPSA: Estudio impacto ambiental para los proyectos, Plan forestal, desarrollo limpio, Monitoreo de las especies.
- CVC: Pago servicios ambientales, sistemas productivos (Ganadería)
- Monitoreo de especies, hidrobiológicos
- Zona de reserva natural de la sociedad civil: Plan de manejo
- Proceso SIDAP: Sistema Departamental de Áreas Protegidas
- Reserva Forestal Protectora Nacional de Tuluá: Plan de Manejo
- Información ambiental: CVC

Situaciones ambientales priorizadas (POMCH río Tuluá)

1. Manejo y disposición inadecuada de aguas residuales domésticas e industriales.
2. Conflicto por uso y manejo del agua
3. Conflicto por uso y manejo del suelo
4. Manejo y disposición inadecuada de residuos sólidos y residuos peligrosos
5. Asentamientos humanos en zonas susceptibles de amenazas
6. Sobreexplotación de materiales de arrastre
7. Deficiente gestión ambiental
8. Disminución y pérdida del recurso bosque
9. Alteración y pérdida de la biodiversidad
10. Contaminación atmosférica

Amenazas del cambio climático: lluvia de ideas y priorización

¿Cuál es la principal amenaza para la cuenca debido al cambio climático?

Hidrológicas

Remociones en masa.

Sedimentación

Conflicto por uso de suelo y agua (Agropecuario)

Pérdida de calidad del agua y su incidencia en la salud humana por disponibilidad

Saturación o disminución de acuíferos y calidad del agua, disponible en época seca

Disponibilidad y (por) calidad del agua

Agrícolas

Análisis bimodales de los escenarios del cambio climático

Expansión/migración de la frontera agrícola por aumento de aptitud de los cultivos

Estudio en escala más general

Cambio de vocación agrícola en la región

Contaminación de acuíferos

Biodiversidad

Pérdida de ecosistemas (Recursos hidrobiológicos, Servicios eco-sistémicos)

Afectación de páramos y sistemas lagunares

Falta de datos reales (monitoreo)

Se favorece el aumento de especies invasoras

Sensibilidad de especies autóctonas.

Generales

Modelación e incertidumbre, estudios son muy generales (escala)

Se usan GCM y no RCM (no se incluyen datos estacionales reales)

Escala mensual no es suficiente

No hay disponibilidad de datos (línea base)

Impacto directo en el ser humano y socio-económico

Migración humana

Dentro de la votación cada uno de los participantes marcó su tema favorito para trabajar posteriormente en grupo.

- Pérdida de ecosistemas (7 votos)
- Impacto directo en el ser humano (7 votos)
- Afectación de los páramos (5 votos)
- Disponibilidad por la calidad del agua (2 votos)
- Expansión y migración de la frontera agrícola (1 voto)

Teniendo en cuenta la votación se seleccionaron los siguientes cuatro temas, para trabajar en grupo.

Trabajo en grupo

Ver resultados en carteleras de los trabajos en grupo, en el Anexo 5.

Grupo 1: Pérdida de ecosistemas

ESTRATEGIAS / ACCIONES:

- Conocimiento
 - Modelación cambios (Análisis de vulnerabilidad de ecosistemas)
 - Estudio y monitoreo de especies
 - Consolidación de la información
- Conservación
 - Fortalecer SIDAP (Sistema Departamental de Áreas Protegidas), acelerar procesos de declaratoria de áreas protegidas, promover mecanismos de conservación
 - Restauración de ecosistemas
- Uso sostenible
 - Planificación territorial del uso del territorio
 - Implementación de tecnologías limpias y de sistemas agroforestales modalidad silvopastoril

Grupo 2: Afectación de páramos

ESTRATEGIAS / ACCIONES:

- Acompañamiento interinstitucional (educación ambiental para la concientización en evitar incendios en épocas de verano)
- Compra de predios y planificación predial en la propiedad privada

- Aislamiento (Protección y conservación) de nacimientos y páramos
- Creación de nuevas áreas protegidas de páramos que no están dentro de una figura de conservación

Grupo 3: Impacto directo en el ser humano

Reflexión: “La naturaleza puede vivir sin el hombre, el hombre no puede vivir sin la naturaleza”

Planificación: Generación de conocimiento desde el punto de vista de vulnerabilidad social frente al cambio climático, así mismo los resultados de los estudios (modelación) deben obtenerse a la escala de cuenca Tuluá – Estos estudios deben enfocar las causas que propician esta amenaza o que aumentan sus consecuencias. Articulación institucional tanto pública como privada para plantear y ejecutar acciones tanto de investigación como de aplicación. Compartir información

Aplicación del POMCH para generar cambios que ayuden a futuro a mitigar las consecuencias. Divulgación de conocimiento en el tema de cambio climático: conceptos, dinámica del fenómeno, qué puede hacer la población (riesgos: antes, durante y después de cada tipo de evento). El conocimiento debe promover la generación de capacidades para la identificación e implementación de acciones desde el territorio que les permita su adaptación a los cambios previstos.

Ejecución: Se debe tener respuesta para los escenarios de cambio climático planteados, para ello se deben plantear planes de contingencia para las diferentes áreas de desarrollo humano como lo es la producción, la salud, infraestructura, entre otros.

Reducción de riesgo frente a fenómenos (reubicación, obras, cultura, etc).

Retroalimentación: Una vez sucedidos los eventos se procederá a la evaluación de la eficiencia de los planes de contingencia establecidos y su mejoramiento.

ESTRATEGIAS / ACCIONES:

- Planificación
 - Articulación institucional
 - Aplicación del POMCH
 - Divulgación del conocimiento
- Ejecución
 - Reducción del riesgo frente a fenómenos (gestión del riesgo)
- Retroalimentación (evaluar si lo planificado se cumplió)

Grupo 4: Disponibilidad por calidad de agua

ESTRATEGIAS / ACCIONES:

- Comité interinstitucional de monitoreo de calidad y cantidad de agua (Superficial y subterránea)
- Implementación de sistemas agroforestales
- Aplicación de la norma ambiental, áreas protectoras de nacimientos de agua y cauces
- Implementación efectiva del POMCH
- Aplicación de planes de manejo y saneamiento de vertimientos domésticos e industriales
- Optimización de los plantas de tratamiento de agua potable
- Sensibilización ambiental sobre recursos hídricos
- Gestión sobre la demanda

Priorización de Acciones

Acción: Modelación en una escala más local

Acción: Mejorar la línea base de datos (monitoreo ocurrencias flora y fauna)

Acción 1: Planificación e implementación

Acción 2: Educación y sensibilización

Acción 3: Aplicar leyes e incidir en la formulación de políticas

Acción 4: Monitoreo y seguimiento



Fotos 3 y 4. Dinámica grupal de priorización de acciones

Consideraciones generales

El papel de los actores de la cuenca del río Tuluá, en el origen, causas, consecuencias y mitigaciones de impactos, respecto al cambio climático es fundamental y decisorio para reorientar los procesos de planificación que incluyan la adaptación al fenómeno a nivel local. Con la participación de los principales actores en el taller, se avanza en un proceso de construcción colectiva de estrategias de adaptación con líneas de acción, al identificar la alta incidencia que tienen los fenómenos climáticos en el país y en la cuenca; a través de los pronósticos del clima basados en modelos, con los que se analizan los impactos en, los recursos hidrológicos, la agricultura y la biodiversidad. Los esfuerzos orientados hacia la adaptación a los eventos climáticos extremos, podrían ayudar a reducir los daños a corto y mediano plazo, independientemente de cualquier cambio que pueda sufrir el clima en el largo plazo. Es indispensable, hacer seguimiento al cumplimiento de los procesos estipulados en la “Memoria Justificativa de la revisión del POT de noviembre de 2010” que consideran la participación de los actores locales y la concertación con las instancias que por Ley deben vincularse (CVC, El Consejo Territorial de Planeación-CTP y el Concejo Municipal), quienes realizan ajustes pertinentes al POT en el diagnóstico (de evaluación de impactos mas relevantes identificados a modo de indicadores), a estrategias y acciones en este caso, en el tema de cambio climático, complementarias a las identificadas en el taller para proceder luego de concertaciones, a la expedición del Acuerdo Municipal que hace la apropiación y aprobación presupuestal necesaria para el cumplimiento de las estrategias.

La principal necesidad para reducir el impacto del cambio climático es la generación de información idónea y actualizada sobre las amenazas que representan las nuevas circunstancias del clima a nivel local, tanto en el presente como a futuro, mediante el análisis de vulnerabilidad de la cuenca. Se considera la primera medida de adaptación que buscará reducir los riesgos a los que están expuestos los ciudadanos antes, durante y después de eventos de lluvias y sequías extremas. Con la implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, POMCH de Tuluá en cuyo plan de acción deben establecerse las medidas en el mediano y largo plazo, articuladas al POT, e integradas a una efectiva estrategia de divulgación, generando un flujo constante de información de gran alcance, que pueda ser intercambiada entre los sectores y actores que de una u otra manera contribuyen a fortalecer las capacidades adaptativas de la población. Como parte de la implementación de acciones se requiere el compromiso de todos los actores e instituciones para contar con indicadores que permitan medir su nivel de eficiencia.

Existen estudios sobre la cuenca del río Tuluá de diferentes organizaciones públicas y privadas cuya información se debe consolidar para conocer los vacíos de información relacionados con el tema e investigarlos y enfatizar sobre lo que se ha diagnosticado.

En cuanto a los temas transversales considerados en las líneas de acción se incluyen: la educación, la participación y la comunicación. Los temas transversales menos tratados en las estrategias y acciones identificadas son: la gestión de recursos financieros para realizarlas, evaluación al ordenamiento y planificación de la cuenca y la conformación de redes de trabajo interinstitucional.

Se espera que esto se logre a través de un enfoque participativo, informado y descentralizado para la integración efectiva del ambiente y el cambio climático en las decisiones de política pública y de gobierno a nivel local, fortaleciendo los mecanismos del SIMAP. Las políticas nacionales e internacionales son el principal incentivo para el desarrollo de estrategias de adaptación a nivel regional y local, sin embargo, la falta de voluntad política más que de recursos económicos, la escasa cooperación horizontal (entre instituciones del mismo nivel o entre sectores) y la deficiente divulgación de los estudios en torno a los impactos y la vulnerabilidad a las alteraciones del clima, constituyen importantes obstáculos para el desarrollo de tales estrategias. Por lo tanto no basta tener las políticas nacionales, se necesita integrar la realidad específica producto del análisis territorial desde una visión multisectorial donde se presentan problemas comunes pues es más fácil encontrar soluciones conjuntas, para obtener mediante la articulación institucional y el ajuste de instrumentos de planificación de la cuenca, el fortalecimiento del capital social y la multifuncionalidad del territorio con la asignación de recursos necesarios para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

Si la sociedad no se organiza, se hace frágil frente a los cambios. De igual manera es fundamental considerar, dentro de las medidas de adaptación, el desarrollo de un conjunto de capacidades con que cuentan las comunidades locales: saberes, recursos naturales, diversidad, tecnologías, acompañamiento institucional y organización, para prevenir o tener capacidad de respuesta frente a situaciones de emergencia futuras. La adaptación tiene un fuerte componente sociocultural y en un segundo lugar, un componente científico.

Con relación a lo anterior, para recuperar las cuencas que surten de agua a los acueductos de las cabeceras municipales y a las plantaciones de caña azucarera en la parte plana de la cuenca, las Empresas Públicas Municipales y las Asociaciones de Usuarios del Agua, en este caso la Fundación Tuluá-Morales-FUNTUMO y la Fundación Bugalagrande, han comprado y aislado mediante cercas que impiden el acceso del ganado, varios predios algunos de los cuales suman en cada cuenca hasta 4000 ha. (p.e.

Asoguabas y Fundación río Guadalajara). Estos predios empleados en el pasado reciente en la agricultura y la ganadería y que se ubican alrededor de los nacimientos de aguas, están siendo reforestados con especies nativas con lo cual se busca mejorar la calidad, cantidad y conservación del recurso hídrico, con el establecimiento de franjas forestales protectoras, contribuyendo a la reconstrucción del tejido social, la integración de instituciones con acuerdos de trabajo como PNN Las Hermosas en el apoyo a la formación de actores para la conservación, los viveristas comunitarios de la ladera, que desarrollan campañas de reforestación y aislamientos, replicables en la cuenca alta de Tuluá.

La Dirección Ambiental Regional Centro Norte de la CVC, es apta para generar un liderazgo en el seguimiento de los resultados del taller y promover la continuidad del proceso para vincularlo al Plan de Adaptación en la Regional, fortaleciendo la capacidad adaptativa al fenómeno en la cuenca.

5. Acciones de conservación de aves vulnerables

El cambio climático es una amenaza para la biodiversidad global por el impacto que tendría en la distribución de las especies, composición de los hábitats y los servicios ambientales. Con un cambio rápido del clima se asume una reacomodación de los ecosistemas y por lo tanto de los servicios ambientales brindados por estos a la humanidad. Si a esto le adicionamos la pérdida de cobertura boscosa que se ha intensificado en las últimas décadas, se observa que esto influye en el ciclo de precipitación, evapotranspiración y afecta los flujos oceánicos (Voldoire, 2004). Así mismo, se asume que el mantenimiento de la biodiversidad en un área depende del mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales que sostienen el funcionamiento integral de los ecosistemas que proveen de servicios ecológicos a las poblaciones humanas periféricas, y en última instancia, que conservan recursos genéticos de valor potencial para las presentes y futuras generaciones humanas (Halffter, 1992).

Las áreas protegidas (AP) juegan un papel importante en la adaptación al cambio climático porque mantienen la integridad de los ecosistemas, amortiguan el clima local, reducen los riesgos y los impactos de los eventos climáticos extremos como las tormentas y las sequías; éstas contribuyen a reducir la vulnerabilidad e incrementan la resiliencia de ecosistemas naturales y conservan servicios ecosistémicos indispensables para la seguridad de un territorio y una población, como son el agua, alimentos (agricultura), servicios de polinización y mantenimiento de especies silvestres y en salud, ya que proveen protección del hábitat para medicinas tradicionales y reducen la expansión de vectores comunes en ecosistemas degradados. Parques Nacionales Naturales de Colombia está diseñando una estrategia de

cambio climático para las áreas y para el Sistema de Parques Nacionales Naturales que permita fortalecer medidas específicas de adaptación y de mitigación al cambio climático dentro de las líneas de acción de los planes de manejo. Dicha estrategia podrá servir como insumo para abordar el tema en el contexto del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP , a nivel regional – SIRAP, SIDAP y municipal-SIMAP (IDEAM, 2010). En las áreas propuestas por el SIMAP de Tuluá se han identificado áreas de gran importancia para la conservación de biodiversidad; de acuerdo a los inventarios realizados en la zona de bosque subandino donde se encuentran los predios municipales, se detectó la presencia de gran biodiversidad expresada en especies amenazadas en el orden regional y nacional, especies CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), especies migratorias, especies casi endémicas y especies endémicas; los páramos del Japón, Barragán y Santa Lucía han sido propuestos por el Instituto Alexander von Humboldt como AICAS (Área Importante para la Conservación de las Aves), (CVC & Fundación Trópico, 2009).

Dentro del POT, de Tuluá, 2010, se propone el Corredor Biológico para la conectividad de los páramos de Las Hermosas, Barragán , Santa Lucía y del Japón; del Páramo del Japón y la Reserva Forestal Nacional de Tuluá, RFNT, para la articulación de esta reserva y el enclave Subxerofítico del río Tuluá y el corredor de conservación de la Iberia, San Lorenzo, Mateguadua, el Picacho y Aguaclara, como estrategia regional para el desarrollo sostenible, fundamentada en la conservación y el adecuado aprovechamiento de la biodiversidad y recursos naturales de la cuenca Tuluá. Consistirá en una conexión de ecosistemas, a través de territorios con usos múltiples del suelo, que conservarán y mantendrán los procesos ecológicos, lo cual contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región.

Para llevar a cabo las acciones de conservación de especies de fauna vulnerable al cambio climático en la cuenca del río Tuluá, es necesario contar con el análisis de vulnerabilidad de especies al fenómeno y hacer una revisión cuidadosa de listados y registros disponibles que sean georeferenciados de distintos taxones (aves, mamíferos reptiles, peces y anfibios) para modelarlos en escenarios de cambio climático. Para iniciar este proceso se partió de la información disponible en el documento de “Resultados y análisis de las especies amenazadas de flora y fauna presentes en áreas protegidas en el Valle del Cauca” de la CVC (2010); donde se determina en lo que corresponde al municipio que, en la Reserva Forestal Nacional Tuluá, RFNT, el grupo taxonómico más amenazado son las aves y es del que se tienen mayores estudios, por otra parte algunas Reservas Nacionales de la Sociedad Civil, RNSC de Tuluá, tienen registros georeferenciados de aves, pero sin análisis de vulnerabilidad al cambio climático; por esto en el Convenio se tomó la decisión de enfocar en este grupo las acciones de conservación de fauna

vulnerable, y para lograr avances preliminares al respecto se confrontó mediante ajustes por coordenadas a los resultados regionales de los Andes de un proyecto del CIAT, en colaboración con CONDESAN, BirdLife International y la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se ha encontrado que las mayores prioridades en términos de conservación en Colombia están específicamente en sus páramos, y en este contexto para la cuenca del río Tuluá, el interés se centró en la selección de especies idóneas como indicadoras de presencia y calidad de habitats boscosos de la cuenca alta.

5.1. Revisión de estudios

En la revisión de los estudios existentes, disponibles de la cuenca del río Tuluá, se destacan los siguientes aspectos relacionados y orientados hacia la conservación de aves amenazadas:

Con la información disponible de los planes de manejo de diferentes áreas protegidas de la cuenca del río Tuluá, se identifican las necesidades de conservación de la localidad de acuerdo a criterios determinados más adelante. Según The Nature Conservancy, los objetos de conservación son los valores o los recursos biológicos más importantes del área y en general, son aquellos que han justificado la creación de un área natural en ese lugar. Los objetos de conservación son los valores que finalmente definen las metas y estrategias a seguir en el Plan de Manejo de las AP. Los objetos surgen de la priorización de los valores que fueron identificados en el análisis de objetivos de conservación. Para saber cuáles son los objetivos de conservación de un área protegida, hay que determinar qué criterios cumple. Esos criterios dan como resultado los valores de conservación del área; p.ej., un área cumple con el criterio de poseer especies amenazadas en estado o peligro crítico (CR) clasificada por la IUCN-International Union for Conservation of Nature and Nature Resource, vulnerables (VU) y en peligro (EN), de entre esos criterios se escoge cuál o cuáles son los valores prioritarios y se define la ruta de análisis identificando su estado, presión o daño, las fuentes de esa presión (lo que ocasiona el daño al objeto) y finalmente, con este análisis se determinan las estrategias a seguir. Las metas se deben establecer a corto, mediano y largo plazo. En ese sentido, las acciones que el Municipio propone en su POT para mejorar el estado de los recursos naturales de su territorio, se pueden orientar con claridad a los espacios protegidos que se proponen (CVC & Fundación Trópico, 2009).

En los inventarios de aves realizados en la cuenca del río Tuluá se han encontrado algunas especies que se catalogan en peligro de extinción o han sido vedadas para la explotación. Las principales causas de la desaparición y peligro es la pérdida de hábitat natural y la extracción selectiva, otras por la caza para

tráfico ilegal. En el Cuadro 2, se presenta el reporte de aves amenazadas en la Reserva Forestal Nacional de Tuluá, RFNT, ajustado del listado de especies de fauna amenazadas en Areas Protegidas de la CVC (2010).

Cuadro 2: Especies de aves amenazadas en Área Protegida Reserva Forestal Nacional Tuluá RFNT

No.	Especie		Categoría de Riesgo			Area Protegida
	Nombre Científico	Nombre Común	Nacional (2007)	Nacional - Res. 383/2010 (***)	Regional (2007)	Local RFNT
	Clase Aves					6,49
	Orden Podicipediformes					
	Familia Podicipedidae					
105	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor chico			S1 - S1S2	1
	Orden Ciconiiformes					
	Familia Ardeidae					
110	<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul			S2 - S2S3	1
113	<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetorrillo bicolor			S1 - S1S2	1
	Orden Anseriformes					
	Familia Anatidae					
121	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Iguasa maría			S2 - S2S3	1
123	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Iguasa común			S2 - S2S3	1
137	<i>Nomonyx dominica</i>	Pato encapuchado			S1 - S1S2	1
	Orden Falconiformes					
	Familia Pandionidae					
139	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora			S2 - S2S3	1
	Familia Accipitridae					
141	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Caracolero selvático			S1 - S1S2	1
142	<i>Elanus leucurus</i>	Milano			S2 - S2S3	1
160	<i>Buteo leucorrhous</i>	Gavilán negro			S1 - S1S2	1
161	<i>Buteo platypterus</i>	Aguila migratoria			S2 - S2S3	1
163	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguila de Swainson			S2 - S2S3	1
	Orden Galliformes					
	Familia Cracidae					
178	<i>Ortalis motmot</i>	Guacharaca variable			S2 - S2S3	1
181	<i>Penelope perspicax</i>	Pava caucana	EN	EN	S1 - S1S2	1
184	<i>Chamaepetes goudotii</i>	Pava maraquera			S2 - S2S3	1
	Familia Odontophoridae					
186	<i>Odontophorus hyperythrus</i>	Perdiz colorada	NT	Salió en el 2010	S2 - S2S3	1
	Orden Psittaciformes					
	Familia Psittacidae					
198	<i>Ara severa</i>	Guacamaya cariseca			S2 - S2S3	1
200	<i>Leptosittaca branickii</i>	Perico paramuno	VU	VU	S1 - S1S2	1
207	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cheja			S2 - S2S3	1
209	<i>Pionus chalcopterus</i>	Cotorra maicera			S1 - S1S2	1

(***) ANÁLISIS Adaptado solo para aves en la RFNT (CVC, 2010)

Especies amenazadas: Aves: 20 (1 EN: en peligro, 1VU: vulnerable, S1-S1S2: especies amenazadas, S2-S2-S3: medianamente amenazadas)

La apreciación de las aves en Colombia no solo tiene un gran valor desde el punto de vista ecológico, científico o educativo sino que tiene un gran potencial económico, si se tiene en cuenta que en países como Costa Rica el turismo ornitológico internacional constituye una de las principales fuentes de divisas (Rengifo *et al.*, 2002). Entre otros aspectos, lo descrito por el informe Primera Comunicación Nacional, PCN de Colombia para la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, CMNUCC, realizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2001), determinó que los ecosistemas colombianos más vulnerables a los efectos del cambio climático serían los de alta montaña. Con un aumento proyectado para el 2050 en la temperatura media anual del aire para el territorio nacional entre 1°C y 2°C y una variación en la precipitación entre más o menos 15%, se espera que el 78% de los nevados y el 52% de los páramos desaparezcan.

Es relevante hacer énfasis que el páramo se considera como un ecosistema frágil en cuanto a ecología, evolución y conservación (IDEAM, 2002). Así mismo Santander, N (2003) señala que el avance de la frontera agropecuaria y el cambio climático global, amenaza con extinguir los páramos; frailejones, arbustos y bosques enanos desaparecerían junto con ríos, quebradas y lagunas. En este sentido, no solamente se tratará de la pérdida de la biodiversidad, sino de un problema de seguridad nacional relacionado con la pérdida de una buena parte de los bienes y servicios ambientales del país, entre los cuales está principalmente la oferta hídrica de la Nación. (IDEAM 2001). Los páramos andinos están amenazados, por las condiciones de vida de extrema pobreza y minifundismo, que contrasta con la situación de riqueza y latifundismo de un grupo pequeño de propietarios con grandes extensiones de tierra, que lo utilizan de manera insostenible. Por lo expuesto, queda claro que el deterioro de los ecosistemas de alta montaña es un problema que no solo afecta a las poblaciones de fauna y flora presentes en estos ecosistemas: también afecta a la población humana y los estilos de vida adoptados por ella. Por esta razón es de suma importancia que las autoridades ambientales del país en cabeza del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, adopten medidas concretas y determinantes para la protección, conservación y uso sostenible de este tipo de ambientes considerados estratégicos. Dentro de los factores de importancia de conservar este ecosistema estratégico, aparte de los múltiples bienes y servicios ambientales que nos provee, existe otro factor de relevancia y es la cantidad de carbono que retienen estos ecosistemas, sobre todo el comportamiento del suelo, que de no ser conservado sería emitido en forma de CO₂ atmosférico y contribuiría al cambio climático. En general la adaptación de las especies al cambio climático dependerá no solo de su variabilidad genética, sino de su capacidad de migración y dispersión. Especies con altas tasas de propagación y colonización a

distancia, serían las más favorecidas. Especies con tiempos generacionales altos y tasas de propagación y colonización de hábitats nuevos menores, serían mucho más vulnerables al cambio climático. Entre más rápida sea la tasa de ocurrencia del cambio climático, mayor será el riesgo de degradación. Por otro lado los ecosistemas no responderían de una forma única al cambio climático. Cada especie responderá de manera diferente. Las asociaciones actuales entre las especies se pueden romper, y nuevas comunidades o formas de combinaciones de especies aparecerán (IDEAM et al, 2002). Los ecosistemas de páramo sirven como captadores de CO₂ dada las bajas temperaturas que presentan y otras características que hacen que el ecosistema de páramo tenga unas bajas tasas de mineralización y reciclaje de nutrientes, lo cual favorece una lenta pero continua absorción neta de CO₂ atmosférico que es acumulado como parte de la materia orgánica en sus suelos de características histosólicas. La alta capacidad de los suelos de páramo para retener agua favorece la prevalencia de condiciones anaeróbicas durante largos períodos del año (Hosftede, 1999 citado por Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008). Este autor ha documentado que el ecosistema de páramo, puede almacenar más carbono que la selva tropical si se considera el suelo. Estos ecosistemas altoandinos generalmente se encuentran después de los bosques nublados. Suelen dividirse en páramos, subpáramos y superpáramos. Se caracterizan por una vegetación achaparrada y bajas temperaturas. Por su ubicación, algunos son más húmedos que otros y están a partir de los 3.400msnm. Gran parte de su importancia radica en su capacidad de regulación hídrica, que los ha hecho ver como una “fábrica de agua”. Entre los valores mas notables asociados a este ecosistema están los humedales altoandinos, en algunos casos, grandes extensiones de pantanos y lagunas. No obstante, su funcionalidad está en directa interrelación con la presencia de los bosques de niebla que lo rodean (CVC & Fundación Trópico, 2009). Las principales coberturas de la cuenca del río Tuluá son el páramo ubicado en la parte alta, declarada Parque Nacional Natural Las Hermosas son el 15.5% del área total, que comprende un corredor de conservación de paramos donde están los páramos de Barragán, Santa Lucía y los Picos del Japón, el bosque natural con 14.3%. Los dos primeros ecosistemas (Páramo y bosques naturales), son muy importantes para la zona pues albergan una diversidad biológica alta, además de la producción de agua para la región. Sin embargo están bajo presión por las diferentes actividades agropecuarias desarrolladas en la cuenca, en muchos casos, por ejemplo, debido a la extracción de maderas finas de los bosques en épocas pasadas, solo se encuentran especies de poco valor comercial. Uno de los principales valores de los páramos, son los humedales. Estos no son cuerpos de agua aislados sino sistemas o complejos y son, por tanto, esenciales para la dinámica de las micro-cuencas en las altas montañas así como de otros sistemas hidrográficos.

5.2. Criterios de selección de fauna vulnerable al cambio climático en la cuenca Tuluá

El grupo de especies de fauna priorizado que se va a tomar como referencia es el de aves, teniendo en cuenta que representa el mayor porcentaje de grupos taxonómicos de fauna amenazada en áreas protegidas en el Valle del Cauca. En la Reserva Forestal Nacional Tuluá, RFNT los porcentajes más altos se presentaron en aves con 6.49% seguido por mamíferos 5.19%, peces 2.27%, anfibios 0.97% y reptiles 0.32%. Por otra parte, se cuenta con el mayor número de estudios de este grupo en la localidad, se reporta que el mayor porcentaje de flora y fauna amenazadas en las Reservas Forestales Nacionales se encuentra en la Reserva de Tuluá con el 21.19%, seguida de Cali con 14,71%, luego Yotoco con 13,58%, Sonso-Guabas con 10,92%, Buga con 7,37% y finalmente San Cipriano y Escalereite con 4,1%. Vale la pena destacar que la información utilizada para sistematizar los datos, fue básicamente los planes de manejo de dichas áreas protegidas (CVC, 2010). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una poderosa herramienta para analizar la distribución espacial de la flora y fauna, y con ello definir acciones fundamentadas para su conservación y uso apropiado. En Colombia el Instituto Alexander von Humboldt ha adelantado estudios para la identificación de especies amenazadas; prioridades de conservación de Flora y Fauna y Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICA) en el Valle. Los estudios indican que la destrucción y fragmentación de hábitats, la contaminación y la cacería, han llevado a un creciente número de especies de aves al estado de amenaza y en cuanto a la distribución geográfica se encontró una mayor proporción de especies de ecosistemas montanos que especies de tierras bajas; criterio base para el énfasis del análisis de distribución de aves indicadoras de calidad y presencia de hábitats boscosos en la cuenca alta del río Tuluá.

La localización de los ecosistemas de alta montaña, hace que en ascensos asociados a un calentamiento, se genere una reducción del área y una disminución de la diversidad biológica que ellos albergan; esta localización particular, los hace vulnerables al cambio climático (IDEAM *et al*, 2002). Las Áreas Protegidas-AP pueden ayudar a la toma de decisiones de conservación y formulación de planes de manejo para cada una de ellas, teniendo en cuenta que lo fundamental es la protección del ecosistema en que se encuentran. De igual manera se debe continuar con los esfuerzos de buscar la conectividad entre las diferentes AP, para que exista intercambio genético entre los individuos de una misma especie y ampliar su presencia en el territorio. Los planes de manejo pueden servir como un instrumento que arroja luces para indicar hacia donde se deben dirigir estudios más detallados (CVC, 2010). Se debe promover la identificación de los principales patrones de distribución espacial y temporal de aves, de

acuerdo a escalas previamente seleccionadas. La mayor información de las aves obtenida de las bases de datos disponibles, desafortunadamente no está georeferenciada o se presenta en polígonos muy extensos. Se requiere más información en el campo para identificar y muestrear especies de aves, georeferenciar los puntos, incluirlos en la base de datos en línea global, que precisen coordenadas para la mapificación de la biogeografía de especies que resulta del análisis de distribución con datos más detallados y datos de estaciones meteorológicas de las áreas de estudio; esta metodología se puede replicar a cualquier escala y a cualquier grupo de especies y analizar las vulnerabilidades. Es uno de los primeros pasos en el estudio de los recursos de avifauna asociados a los bosques para la evaluación de la diversidad con respecto a la riqueza de especies en un tiempo y lugar determinado, relacionado a vulnerabilidad climática.

La transformación de los espacios por actividades antrópicas especialmente aquellas que afectan la distribución de los bosques, casi siempre en el sentido de su reducción, o bien su reemplazo por especies forestales exóticas y en menor escala la modificación de los microclimas, puede alterar las áreas naturales haciendo más difícil la tarea de entender los patrones de distribución de las especies. En los inventarios de flora y fauna realizados en la cuenca del río Tuluá se han encontrado algunas especies que se catalogan en peligro de extinción o han sido vedadas para la explotación. Las principales causas de la desaparición y peligro es la pérdida de hábitat natural y la extracción selectiva y los monitoreos de la diversidad faunística que pueden ser utilizados en diversos proyectos de investigación, manejo planificado y conservación, a veces se limitan por problemas de orden público en la parte alta.

En este sentido la EPSA en el 2011, adelanta en la zona de influencia de las centrales en la cuenca del río Tuluá, un plan de monitoreo y seguimiento de flora y fauna en 60 parcelas permanentes de muestreo georeferenciadas, que le facilita también a diferentes organizaciones e instituciones desarrollar líneas de trabajo para evaluar en el tiempo, el comportamiento de la flora y la fauna y el manejo de los impactos, generando información producto de las investigaciones, que permita por un lado, conocer la distribución de las diversas especies de flora y fauna que se presentan en la zona, y por otro, planificar acciones concretas de investigación y conservación a corto, mediano y largo plazo, de diversas especies que están consideradas en una situación crítica. Para acceder a la información de la EPSA, se hizo una solicitud por escrito, con el propósito de contar en esta primera etapa, con los registros de distribución de especies, disponibles de diversas fuentes de información; es así que en la cuenca Tuluá, se cuenta con las siguientes parcelas de monitoreo de aves y estudios realizado por la EPSA: Monitoreo de la avifauna en la zona de influencia del Proyecto Pequeñas hidroeléctricas del alto Tuluá 1800 y bajo Tuluá

1440; y estructura y dinámica poblacional de plantas en zona de influencia de la EPSA – Alto Tuluá (1800) y Bajo Tuluá (1400) – en el departamento del Valle del Cauca, Colombia (ambos estudios de la EPSA, fueron socializados por profesionales en reunión, realizada en el CIAT en julio de 2011).

5.3. Análisis y resultados

Con Maxent modelamos la distribución potencial de más de 1.000 aves en los Andes de América del Sur. Consideramos todas las especies con 10 o más puntos de presencia en una base de datos accesible para nosotros. Los modelos fueron entrenados utilizando un subconjunto de variables bioclimáticas (WorldClim) bajo condiciones climáticas actuales (de 1950 hasta 2000) con una resolución de 5 km. Estos modelos se proyectaron hacia el futuro bajo diferentes supuestos sobre las emisiones (SRES A1B y A2), horizonte de tiempo (2020 y 2050) y la capacidad de las especies para adaptarse a nuevas condiciones (migración nula e ilimitada). Aquí se presentan los resultados de un subgrupo de especies de aves que fueron seleccionadas a través de consulta escrita dirigida a expertos en ornitología: Humberto Alvarez López de la Universidad del Valle y Luis Fernando Ortega de la Asociación Calidris , a partir de un listado de aves modeladas dentro de las coordenadas que se les suministró para la región de la cuenca del río Tuluá, en Anexo 6; previa revisión de los listados actualizados de especies amenazadas a nivel departamental (CVC, 2010), que se confrontaron con los listado de los registros históricos de la RFNT (CVC, 1978), identificando así aquellas especies que estuvieran clasificadas en alguna categoría de riesgo a nivel regional y nacional. El interés se centró en la selección de especies idóneas como indicadoras de presencia y calidad de habitats boscosos en la cuenca alta del municipio de Tuluá, ver Cuadro 3.

Se realizo con Maxent una segunda modelación con datos climáticos con una resolución de 1 km. Estos modelos se proyectaron hacia el futuro bajo diferentes supuestos sobre las emisiones (SRES A1B y A2), horizonte de tiempo (2050). En esta modelación se usaron polígonos de la georeferenciación suministrada por CVC en las RNSC, que registraban datos de algunas de las aves seleccionadas.

Se calculó la riqueza de las especies bajo condiciones actuales y el cambio esperado en el futuro (para A1B y A2 2050) para Colombia, el departamento de Valle del Cauca y la cuenca del Tuluá. También se calculó para cada especie de la zona que actualmente ocupa en estos tres lugares (Colombia, Valle del Cauca y Tuluá) y que se espera cambie en el futuro bajo dos diferentes escenarios de emisiones (A1B y A2) durante el periodo de tiempo (2050).

Cuadro 3: Listado de especies seleccionadas indicadoras de presencia y calidad de hábitat boscosos en la cuenca alta del río Tuluá⁴

Valor objeto de conservación	Nombre común	Ecosistema asociado	Categoría de amenaza Nacional (IAvH)	Categoría de amenaza Regional (CVC)	Formas de Presión	Observaciones	Comentario Julio 2011
<i>Leptosittaca branickii</i>	Perico paramuno	Bosque andino, subandino maduro, asociada a pino colombiano	VU	S1-S1S2	Pérdida y fragmentación de hábitat	Estimar tamaño de grupos y ubicación. Poblaciones decreciendo	Confirmada presencia y anidación cuenca Tuluá, finca la Cristalina en Santa Lucía, también reportada en la RFNT
<i>Penelope perspicax</i>	Pava caucana	Bosques maduros, secundarios y plantaciones, aso.yarumos blancos	EN	S1-S1S2	Pérdida y fragmentación de hábitat, cacería	Confirmar presencia en el parque. Iniciar la evaluación arriba de Palmira	Reportada en la RFNT
<i>Ognorhynchus icterotis</i>	Perico palmero/ Loro orejiamarillo	Bosques andinos a distintas alturas, incluyendo zonas perturbadas; fuerte asociación con rodales de palma de cera	CR		Pérdida de sitios de anidación	Estimar tamaño de grupos y ubicación	Reportada para el Parque. En 2010 fue reportada en RNSC la Judea 4. La cual se encuentra en proceso de registro (cuenca Tuluá). Corregimiento de Barragán (cuenca Bugalagrande)
<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita azul	Bosques secundarios Claros, matorrales	LC	S1-S1S2			Reportada en RNSC Chagualos en Tuluá
<i>Andigena hypoglauca</i>	Terlaque andino	Bosque muy húmedo Montano bajo	VU	S1-S1S2	Pérdida y fragmentación de hábitat	Estimar tamaño de grupos y ubicación. Poblaciones decreciendo	Reportada en RNSC: Chagualos, La Raquelita, La Judea 4, La Alejandría y La Grecia en Tuluá
<i>Andigena nigrirostris</i>	Tucan Piquinegro/ Terlaque pechiazul	Bosques Subandinos, Andinos, Alto andinos y ocasionalmente en Páramos	NT	S1-S1S2	Pérdida y fragmentación de hábitat	Confirmar presencia en relictos de <i>C. quindiuense</i> .	En el Valle se considera en un alto grado de extinción. Ha disminuido localmente. Cuenta con plan de manejo.

⁴ Listado de aves seleccionadas por expertos basados en el listado de aves modeladas para la distribución potencial dentro de las coordenadas de la cuenca río Tuluá, según criterio de especies idóneas como indicadoras de presencia de hábitats boscosos de la parte alta de la cuenca. Adaptado de UESPNN. Plan de manejo PNN Las Hermosas. 2005 -2010 y Plan de acción CVC, 2007.

<i>Amazona mercenaria</i>	Lora andina	Bosques Subandinos	VU	S1-S1S2		Estimar tamaño de grupos y ubicación. Es sensible, tiene grandes desplazamientos requiere coberturas boscosas para garantizar alimento	
<i>Vermivora chrysoptera</i>	Reinita alidorada	Bosques Subandinos, claros con arbustos y sotobosque	NT			Ave migratoria. Poblaciones decreciendo en Norteamérica. Requiere hábitats conservados en su migración a Suramérica	
<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	Gorrión afelpado	Bosques andinos, hábitat poco común y local en chuscales, en bordes de bosque y monte enano	LC			De distribución amplia pero localizada. No se ha descrito su biología de anidamiento ⁵	
<i>Grallaria quitensis</i>	Tororoi leonado	Bosques montanos Indicadora de bosques de Polylepis	LC			Con sensibilidad media	
<i>Butorharpis montana</i>	Azulejo real	Selva húmeda y muy húmeda y bordes	LC			Comportamiento usual en grupos conspicuos de 3-10 cruzan grandes claros en c/vuelo	
<i>Pipreola arcuata</i>	Frutero barrado	Bosques andinos, muy húmedos, bordes con matorral	LC			Solitario o en parejas	

Amenaza a nivel nacional IavH (CR: En peligro Crítico; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; NT: Casi Amenazada; LC: Preocupación Menor); Amenaza a nivel regional CVC (S1-S1-S2: especies amenazadas).

⁵ Fuente: Hilty & Brown, 2001

Se calculó la riqueza de las especies bajo condiciones actuales y el cambio esperado en el futuro (para A1B, 2050, completa y adaptación Nula) para Colombia, el departamento del Valle del Cauca y la cuenca del Tuluá. También se calculó para cada especie de la zona que actualmente ocupa en estos tres lugares (Colombia, Valle del Cauca y Tuluá) y que se espera cambie en el futuro bajo dos diferentes escenarios de emisiones (A1B y A2) durante dos periodos de tiempo (2020 y 2050) y a través de dos estrategias de adaptación (migración total y nula). Faltarían los resultados de los últimos datos por analizar de la RNSC con georeferenciaciones

5.4. Medidas de conservación y recomendaciones

Primer modelación

En primer lugar, es importante tener en cuenta que los resultados presentados hacen parte de una evaluación regional, y para áreas pequeñas como la cuenca del río Tuluá, las conclusiones deben tomarse con precaución. Los modelos se han hecho con una resolución de 5 km (2.5 mn) y no es tan apropiado para proveer información precisa a escala local. Así, la primera recomendación es crear modelos más finos y más detallados en una resolución de 1 km o menor.

Para las siguientes especies (*Amazona mercenaria*, *Andigena hypoglauca*, *Andigena nigristrostris*, *Catamblyrhynchus diadema*, *Grallaria quitensis*, *Penelope perspicax*) no hubo suficiente información de presencia para realizar un profundo análisis en la cuenca bajo el contexto de cambio climático. Los modelos establecidos dicen que estas especies perderán una proporción significativa de su rango de distribución en la cuenca para los periodos de tiempo analizados, pero con una gran probabilidad de que estos sean falsos negativos de los modelos, debido a la falta de datos de puntos de presencia de las especies en sitios dentro de la cuenca.

Para mejorar dichas predicciones para estas especies, se requieren como insumos para el modelo Maxent, 10 o más datos de puntos de presencia (georeferenciados). Especies que no cambian considerablemente en su área de distribución hasta el año 2020: *Vermivora chrysoptera* y *Leptosittaca branickii*.

Las especies con una disminución de su rango hasta el año 2050 serían: *Leptosittaca branickii*, *Pipreola arcuata*, *Buthraupis montana*, *Vermivora chrysoptera*. La única especie que parece desaparecer por completo en 2050 (A2, y en los dos escenarios de adaptación analizados es: *Pipreola arcuata*.

Nuestro análisis reveló que el oeste de la cuenca parece presentar mayor vulnerabilidad en las proyecciones a la pérdida de especies de aves, por lo que deben recibir una mayor atención. En los Anexos 7 y 8, se encuentran: el listado de aves disponible a julio 21 de 2011, suministrado por el Grupo de Biodiversidad, con estatus de amenaza regional y nacional del municipio de Tuluá; y los mapas y tablas de los resultados respectivamente.

Basado en los resultados regionales de los Andes de un proyecto del CIAT, en colaboración con CONDESAN, BirdLife International y la Universidad Nacional Agraria La Molina (Ramirez-Villegas et al. *submitted*) se ha encontrado que las mayores prioridades en términos de conservación en Colombia están específicamente en sus páramos. En adición, deben buscarse esquemas de conservación que se dirijan hacia el establecimiento de corredores biológicos y de paisajes eficientes que brinden a las especies las condiciones ecológicas apropiadas.

Los autores destacan, en particular algunos apuntes para avanzar hacia siguientes estrategias:

1. Pasar de un enfoque orientado hacia las especies a un enfoque orientado a nivel paisaje.
2. En lugar de considerar una sola especie, tener en cuenta la conservación a nivel ecosistémico.
3. No sólo preservar las áreas protegidas como entes individuales, si no presevar el paisaje como un conjunto y que este sea visto de forma integral mediante una red de conectividad además de otros elementos tales como áreas de amortiguación, zonas de uso agrario y corredores de conexión biológica entre las áreas protegidas.
4. Organizar el trabajo de las instituciones públicas y privadas de manera articulada y complementaria, para avanzar en la implementación de acciones de conservación de fauna vulnerable, generadas en estudios de investigación participativa con las comunidades de base.
5. Privilegiar acciones de conservación de especies de fauna con algún grado de amenaza en el marco de la gestión de ecosistemas.
6. Diseñar métodos para determinar la situación de las especies amenazadas y evaluar sus poblaciones.

Segunda modelación (con polígonos de CVC)

Para las siguientes especies (*Leptosittaca branickii*, *Ognorhynchus icterotis*, *Penelope perspicax*) los modelos establecidos dicen que estas especies perderán una proporción significativa de su rango de distribución en el país, pero dentro de la cuenca aumentarán su rango de distribución a futuro para los periodos de tiempo analizados, pero con una gran probabilidad de que estos sean falsos aumentos de los modelos, debido a la falta de datos de puntos de presencia de las especies en sitios dentro de la cuenca.

La especie que no cambia su área de distribución dentro de la cuenca: *Ognorhynchus icterotis*.

Las especies con aumento de su rango de distribución en la cuenca hasta el año 2050 serian: *Leptosittaca branickii*, *Penelope perspicax*.

En términos generales al disminuir la distribución de estas especies dentro del país y al aumentar dentro de la cuenca se genere una mayor presión dentro de esta, debido a una posible concentración tanto de recursos como de especies en la misma zona.

La única especie que parece conservar su área de distribución y no presentar ningún cambio dentro de la cuenca hasta 2050 (A2, A1B y en los dos escenarios de adaptación analizados) es: *Ognorhynchus icterotis*.

6. Glosario

Acuífero: Red de flujo subterráneo del agua. Cada cuenca hidrográfica tiene un acuífero asociado cuyos límites pueden o no coincidir con los de la red hidrográfica superficial. El acuífero presenta zonas de recarga y zonas de descarga, entre las que fluye el agua subterránea.

Adaptación al cambio climático: Se trata de ajustes en los sistemas naturales, en los de creación humana o en ambos, como respuesta a los estímulos climáticos y sus efectos actuales o esperados, los que podrían moderar los daños ocasionados, e incluso explotar oportunidades de beneficio. Reducir los impactos frente al cambio climático.

Adaptación: Ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas. Cabe distinguir varios tipos de adaptación, en particular la anticipatoria, la autónoma y la planificada.

Amenaza: Peligro latente que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que se anticipa y puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes y servicios. Es un factor de riesgo físico externo a un elemento o grupo de elementos sociales expuestos, que se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido (PREDECAN, 2008).

Análisis de Riesgo: En su forma más simple, es el postulado de que el riesgo resulta de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económica y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos en un territorio y con referencia a grupos o unidades sociales y económicas particulares. Análisis de amenazas y de vulnerabilidades componen facetas del análisis de riesgo y deben estar articulados con este propósito y no comprender actividades separadas e independientes. Un análisis de vulnerabilidad es imposible sin un análisis de amenazas, y viceversa.

Antrópico: Resultante de la actividad del ser humano o producida por este.

Áreas protegidas: Zonas especialmente seleccionadas con el objetivo de lograr la conservación de un ecosistema, de la diversidad biológica y genética, o una especie determinada. Son áreas declaradas como tal en cualquier nivel (local, regional o nacional) y en cualquier tipo de categoría o de uso (estrictas o de uso múltiple). Son una estrategia específica de conservación de la biodiversidad *in-situ*, es decir en el sitio.

Biodiversidad: Toda la diversidad de organismos y de ecosistemas existentes en diferentes escalas espaciales (desde el tamaño de un gen hasta la escala de un bioma).

Bioma: Uno de los principales elementos regionales de la biósfera, claramente diferenciado, generalmente constituido por varios ecosistemas (por ejemplo: bosques, ríos, estanques o pantanos de una misma región con condiciones climáticas similares). Los biomas están caracterizados por determinadas comunidades vegetales y animales típicas.

Biosfera: Parte del sistema Tierra que abarca todos los ecosistemas y organismos vivos de la atmósfera, de la tierra firme (biosfera terrestre) o de los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta resultante de ellos, en particular los restos, la materia orgánica de suelo y los detritus oceánicos.

Calentamiento global: Incremento gradual en la temperatura promedio anual de la Tierra donde la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, el principal gas invernadero, no para de subir. Desde el comienzo de la era industrial ha pasado de 280 a 350 ppm (partes de CO₂ por millón de partes de aire). Otros gases como el metano, contribuyen a reforzar el efecto invernadero: cuantas más moléculas floten en el aire, tanto más calor quedará atrapado en la atmósfera.

Cambio Climático: Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos mas largos. El cambio climático

puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su Artículo 1, define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables". La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Capacidad adaptativa: Conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces.

Clima: Se suele definir en sentido restringido como el estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años. El período de promediación habitual es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial. Las magnitudes correspondientes son casi siempre variables de superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento). En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático en términos tanto clásicos como estadísticos.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y rubricada en ese mismo año en un tratado internacional que se firmó en la Cumbre para la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992) celebrada en Río de Janeiro, por más de 150 países más la Comunidad Europea. Su objetivo último es "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático". Contiene cláusulas que comprometen a todas las Partes. En virtud de la Convención, las Partes incluidas en el Anexo I (todos los miembros de la OCDE en el año 1990 y países de economía en transición) se proponen retomar, de aquí al año 2000, a los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero no controlados por el protocolo de Montreal que existían en 1990. La Convención entró en vigor en marzo de 1994. A partir de 1995 hasta hoy cada año se reúnen todos los

gobiernos del mundo para evaluar los avances en esas acciones, en las llamadas CP sigla en ingles o Conferencia de las Partes –COP.

Comunicaciones Nacionales: Son informes periódicos que presentan los países al secretariado de la CMNUCC y se realizan de acuerdo a las directrices del IPCC. En Colombia se presentó la Primera Comunicación Nacional PCN en el 2001 y la 2daCN en el 2010, coordinada por el IDEAM con participación de entidades públicas y privadas.

Cuenca hidrográfica: Área de alimentación de una red natural de drenaje, cuyas aguas son recogidas por un colector común. También llamada área biogeográfica y socioeconómica delimitada por un sistema acuático, donde las aguas superficiales y subterráneas se vierten formando uno o varios cauces y que pueden desembocar en una red hidrográfica natural. Desde el punto de vista topográfico las cuencas se pueden clasificar en altas medias y bajas; por su tamaño en grandes y pequeñas.

Ecosistema: Es un ambiente natural en el que un conjunto de comunidades (conjunto de especies) vegetales y animales coexisten y se interrelacionan entre sí.

Escenario: Descripción plausible y frecuentemente simplificada de un futuro verosímil, basada en un conjunto consistente y coherente de supuestos sobre las fuerzas que los originan y sobre las relaciones más importantes. Los escenarios pueden estar basados en proyecciones, pero suelen basarse también en datos obtenidos de otras fuentes, acompañados en ocasiones de una descripción textual.

Fenómeno de la Niña: Es una alteración en las características físicas del océano Pacífico tropical y de la atmosfera global. Se caracteriza por una disminución generalizada en la temperatura del mar desde el centro del océano hasta las costas de Sudamérica. Se define como el enfriamiento de más de -05°C de las aguas superficiales del pacífico durante tres meses seguidos.

Fenómeno del Niño: Es un evento de naturaleza marina y atmosférica que consiste en un calentamiento anormal de las aguas superficiales en el pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte

del Perú, Ecuador y sur de Colombia, que dependiendo de la intensidad alcanzada puede afectar el clima mundial. En términos generales, este calentamiento de la superficie del Océano Pacífico es recurrente, aunque no periódico, y se presenta entre cada dos y siete años. En ciertas ocasiones esta perturbación climática se revierte luego de haber comenzado. En el caso colombiano, en general, los períodos lluviosos tienden a atenuarse y el seco a intensificarse. Su duración en promedio, es de doce meses, aunque han sido registrados fenómenos más cortos (siete meses) y más largos (28 meses).

Gestión ambiental: Conjunto de procedimientos mediante los cuales una entidad pública pueda intervenir para modificar, influir u orientar los usos del ambiente así como los impactos de las actividades humanas sobre el mismo.

Gestión del riesgo: Es el conjunto de políticas, instrumentos y medidas orientadas a reducir los efectos adversos de fenómenos peligrosos (amenazas naturales, desastres ambientales y tecnológicos consecuentes), comprende las actividades de prevención, mitigación y preparación (ex ante), así como las de atención y rehabilitación (ex post).

Habitat: Zona o parte de un ecosistema que reúne las condiciones de vida que una determinada especie necesita para sobrevivir.

IPCC: El Panel intergubernamental del cambio climático, fue creado por la Organización Meteorológica Mundial – WMO (World Meteorological Organization) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – UNEP (United Nations Environment Programme) en el año 1988, con la función de analizar la información científica, técnica y socioeconómica para comprender, a través de diversos informes específicos las consecuencias de este problema. Es así como el IPCC hace evaluaciones periódicas de los conocimientos sobre el cambio climático presentando informes que sirven como pautas a seguir ante los eventuales efectos del cambio climático global en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Modelo climático: Representación numérica del sistema climático basado en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, en sus interacciones y sus procesos de retroefecto, y que

recoge todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático se puede representar mediante modelos de diverso grado de complejidad; en otras palabras, para cada componente o conjunto de componentes es posible identificar un espectro o jerarquía de modelos que difieren en aspectos tales como el número de dimensiones espaciales, el grado en que aparecen representados los procesos físicos, químicos o biológicos, o el grado de utilización de parametrizaciones empíricas. Los modelos de circulación general acoplados atmosfera/ océano/ hielo marino (MCGAAO) proporcionan una de las más completas representaciones del sistema climático actualmente disponibles. Se está evolucionando hacia modelos más complejos que incorporan química y biología interactivas. Los modelos climáticos se utilizan como herramientas de investigación para estudiar y simular el clima y para fines operacionales, en particular predicciones climáticas mensuales, estacionales e interanuales.

Ordenamiento territorial: Proceso de programar la distribución y la localización espacial de los componentes de la estructura territorial, como medio de implementar las estrategias de una propuesta de desarrollo regional, con especial énfasis en aspectos económicos, de distribución de la población y de manejo ambiental.

Relicto boscoso: Ecosistema boscoso que persiste (remanente) después de una intervención antrópica sobre él.

Resiliencia: Capacidad del sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto-organización ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio. O propiedad de los sistemas abiertos complejos, en general, y de los ecosistemas en particular, que, merced a la densidad y complejidad de las interacciones entre sus elementos, les permite retornar a un estado inicial, luego de una perturbación. Los ecosistemas de menor resiliencia son los más frágiles.

Sensibilidad: Grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la

variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar).

SIDAD: Sistema Departamental de Áreas Protegidas, es el conjunto de principios, normas, estrategias, acciones, procedimientos, recursos, actores sociales y áreas naturales protegidas en el Valle del Cauca, que tiene por objeto, articular y coordinar las iniciativas de conservación in situ de la biodiversidad para el departamento. No es una institución, se concibe como un espacio de coordinación, integración, promoción, mediación y conciliación entre los diferentes actores; se conforma por ocho mesas locales y una departamental, coordinadas por una secretaría técnica. Cada mesa local cubre un área geográfica coincidente con la división administrativa de la CVC quien ejerce la secretaría técnica con el apoyo de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Sistema climático: Es un sistema muy complejo que consta de cinco componentes principales (atmósfera, hidrosfera, criosfera, superficie terrestre y biosfera) y las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y debido al efecto de forzamientos externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares, y de forzamientos antropógenos, como el cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso de la tierra.

Sistema de áreas protegidas: Es un conjunto de áreas protegidas, actores institucionales y comunitarios y las estrategias e instrumentos de gestión que los articulan y congregan para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación.

Vulnerabilidad: Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2007a).

7. Referencias

- Acevedo, C.I. 2011. Oficio PNNHER-0081-2011 de mayo 3 de 2011. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dirección Territorial Andes Occidentales. Parque Nacional Natural Las Hermosas. 5p.
- Arias, F.A. 2007. Evaluación del desarrollo sostenible en la cuenca del río Tuluá: a propósito de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Este trabajo hace parte del Proyecto de Investigación “Análisis de Modelos de Desarrollo Sostenible para la cuenca del río Tuluá”. Convocatoria Universidad del Valle. 2005.
- Arnold, J. G., and J. R. Williams. 1987. Validation of SWRRB: Simulator for water resources in rural basins. *J. Water Resour. Plan Manage.* ASCE 113(2): 243 - 256.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. Centro de Datos para la Conservación en el Valle del Cauca. Localización de especies de aves en la cuenca del río Tuluá. Registros históricos 1978-1995 tomados del Sistema de Información del Patrimonio Ambiental. Archivo digital. Grupo de Biodiversidad.
- Corporación Autónoma Regional del Valle Del Cauca, CVC. 2002. Plan de Gestión Ambiental Regional 2002 – 2012.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 2003. Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Manejo Tuluá-Morales/ Memoria Técnica—CVC. Subdirección de Planeación. Grupo de Cartografía. 164 p: Ilus.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC y Universidad del Tolima. 2006. Convenio interadministrativo CVC No. 072 de 2005. Zonificación forestal y caracterización de los bosques naturales en las cuencas hidrográficas de los ríos Desbaratado, Bolo, Frayle, Amaime, Cerrito, Sabaletas, Guabas, Sonso, Guadalajara, San pedro, Tuluá, Morales y Bugalagrande en el departamento del Valle del Cauca. Tema: Fauna en la zonificación forestal y el diagnóstico en los bosques naturales.

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. 2007. Construcción colectiva del Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Valle del Cauca (SIDAP Valle): Propuesta conceptual y metodológica. Santiago de Cali.
- CVC. 2007. Avances en la implementación del plan de acción en biodiversidad del Valle del Cauca.
- CVC & Universidad del Valle. 2007. Formulación Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Tuluá. (POMCH Tuluá) Fase de diagnóstico. Convenio 168 de 2003 CVC-Univalle.
- CVC & Fundación Trópico, 2009. Proyecto apoyo a la consolidación de áreas protegidas municipales en el Valle del Cauca. Informe final, Convenio CVC 049 de 2008. Caracterización de las áreas de protección y conservación de un SIMAP d el Municipio de Tuluá. Santiago de Cali, junio 17 de 2009.
- CVC. 2010. Resultados y análisis de las especies amenazadas de flora y fauna presentes en áreas protegidas en el Valle del Cauca. Anexo al Informe Final del Contrato 034-2010, María Ximena Cáceres Cadena. Archivo digital. Grupo de Biodiversidad.
- CIPAV, Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 2010. Aunar esfuerzos y recursos técnicos y económicos para la realización del diseño de una estrategia de valorización y pago por bienes y servicios ambientales. Convenio CVC-CIPAV 176.
- Halffter, G. (Ed).1992. La Diversidad Biológica de Iberoamérica. YTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A.C. Secretaria de Desarrollo Social. 389 pp.
- Hernández, M. 2011. Determinación de algunos elementos para la aplicación de incentivos a reservas naturales de la sociedad civil en el municipio de Tuluá, ubicado en el departamento del Valle del Cauca. Trabajo de tesis de grado, Universidad Santo Tomas.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., and A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965-1978.

- Hilty, S. L. y W.L. Brown. 2001. Guía de las Aves de Colombia. Traducción al Español por Humberto Alvarez-López. Publicada por American Bird Conservancy-ABC. Imprelibros S.A. Colombia.
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2001. Colombia Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá D.C.
- IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2002. Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición Hot Spot & Global Climatic Tensor. IDEAM – Colombia.
- IDEAM. 2010. 2da Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Capítulo 5. Adaptación. Bogotá, D.C.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. 2001 Third Assessment Report: Climate Change 2001, IPCC, Geneva.
- IPCC. 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, IPCC, Geneva.
- IPCC Secretariat, Geneva, 2008. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds.
- Jiménez, F. 2006. Línea base para el manejo de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 15 p. (Mimeografiado).
- Lineamientos de política de cambio climático. Resumen Ejecutivo. Bogotá D.C., julio 16 2002. http://www.bosquesandinos.info/biblioteca/CC_10010.pdf
- MDGIF & IDEAM, 2010. Aportes desde la adaptación al cambio climático a la política hídrica nacional. Programa conjunto integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el Macizo Colombiano. Fondo para el logro de los ODM- Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas e Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales.
- POT. 2010. Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Tuluá. Memoria Justificativa. Convenio interadministrativo de asociación No. 260-033-005.003. Noviembre de 2010.

Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008. Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático. Informe preventivo. Bogotá, Procuraduría General de la Nación. Colección de Asuntos Ambientales No. 4.

Renjifo, L. M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G.H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigaciones de recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Revisión del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Tulúa. 2010. Convenio interadministrativo de asociación No. 260-033-005.003.

Santander, Nestor A. 2003. Periódico Siglo XXI. Bogotá, Cundinamarca.

SEMARNAT - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Mexico & PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2006. : El cambio climático en América latina y el Caribe. Cap.VI Mitigación y adaptación al cambio climático.

Unidad Administrativa Especial del Sistema deParques Nacionales Naturales de Colombia. 2005. Dirección territorial Soroccidente. Reseña Parque Nacional Natural Las Hermosas.

Voltaire, A. and Royer, J., 2004. 'Tropical deforestation and climate variability' in Climate Dynamics, volume 22, Number 8, July 2005, pp.857-874.

Sitios Web consultados

<http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.011302>.

http://www.bosquesandinos.info/biblioteca/CC_10010.pdf

<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/colombia/cidse/doc97.pdf>

Anexo 1: Asistentes al taller

Nombre	Institución
Hector Fabio Aristizabal	CVC, Grupo Recursos Hídricos
Johnny Carvajal	Funtumo de Asocaña , Direct. Eje.
Cesar Ignacio Martínez	Fundebasa, Tuluá
Leidy Johana Bernal	Epsa, Tuluá , Gestora Ambiental
Illemayudiz Moreno	Epsa, Gestión Social
María Isabel Salazar	CVC, Coordinador Grupo Biodiversidad
Martha Cecilia Salazar	CVC, Grupo Biodiversidad
Carlos Arturo Hoyos	CVC, Coordinador Grupo Producción Sostenible
Andrés Carmona	CVC Grupo Prod. sostenible
Jorge Eliecer Sanchez	PNN Tuluá
Andres Sarmiento	PNN
Angelica María García	Sedama Tuluá
Eduardo Rodríguez	Corpocuenas Director Pomch río Tuluá
Carolina Zuluaga	Corpocuenas Pomch río Tuluá
Florencia Satizabal	Coordinador Fundación Ciudad Verde SGAP
Gloria Esperanza Restrepo	DAR Centro Norte, CVC
Alicia Muñoz	DAR Centro Norte, CVC
Luis Vicente Astaiza	DAR Centro Norte, CVC Proc. Mejor. oferta amb. Dirección Ambiental Regional
Yadira Celis	Fundación Gaiacol
Julio Cesar Herrera	WWF, Consultor
Susana Cardona	POMCH Tuluá, Interventora
Jefferson Valencia	CIAT

Anexo 2: Agenda del taller



Taller “Construcción y socialización de la estrategia de adaptación al cambio climático en la Cuenca Tuluá Morales priorizando acciones de conservación de fauna vulnerable”

Fecha: 23 de junio de 2011

Lugar: CIAT, A.A. 6713, Cali – Sala Quimbaya

Agenda

08:00 – 08:15	Saludo e Introducción
08:15 – 08:30	Presentación de los participantes
08:30 – 09:30	Resultados de la investigación del CIAT en la zona: Estudio de la Cuenca Hidrográfica Tuluá <ul style="list-style-type: none">• Cambios climáticos esperados (A. Jarvis)• Resultados de la modelación hidrológica (J. Gómez)• Resultados de la modelación de agricultura (A. Eitzinger)• Resultados de la modelación de biodiversidad (J. Ramirez / J. Singer)
09:30 – 09:45	Línea base social y estudios en la región
09:45 – 10:15	Refrigerio
10:15 – 10:45	Discusión: que implican los resultados para la Cuenca de Tuluá
10:45 – 11:30	Trabajo en grupos (4 grupos): acciones de conservación de fauna vulnerable
11:30 – 12:15	Presentación de los resultados del trabajo en grupo
12:15 – 13:30	Almuerzo
13:30 – 14:30	Priorización de los acciones y estrategias de adaptación al cambio climático
14:30 – 15:00	Próximos pasos, cierre del evento y entrega de certificados

Anexo 3: Cambios climáticos esperados

Los modelos de pronóstico de clima: Modelos GCM: “Global Climate Models”

- 24 “global climate models” (GCMs) basados en ciencias atmosféricas, química, física, biología
- Se corre desde el pasado hasta el futuro
- Hay diferentes escenarios de emisiones de gases

Escenarios de emisión de gases:

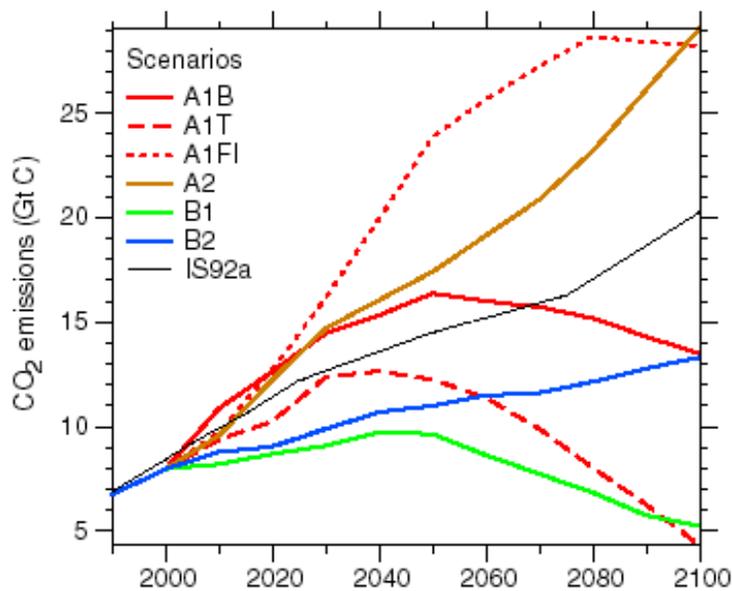


Figura 7: Emisiones de gases CO2

Incertidumbre política (emisiones), y incertidumbre científica (modelos)

La incertidumbre científica **SI** es relevante para la agricultura: tenemos que tomar decisiones dentro de un contexto de incertidumbre

Anexo 4: Resultados de la modelación de agricultura

El análisis se centró en cuatro cuencas en el Valle del Cauca (ver Figura 1) y en los cultivos más importantes de acuerdo al estudio “Caracterización Agro-Ecológica del Municipio de Palmira y Definición de Zonas Estratégicas para la Conservación de Agua” realizado por el CIAT. Estos cultivos son: Café, Cacao, Maíz, Algodón, Palma, Sorgo, Caña de Azúcar y Yuca.

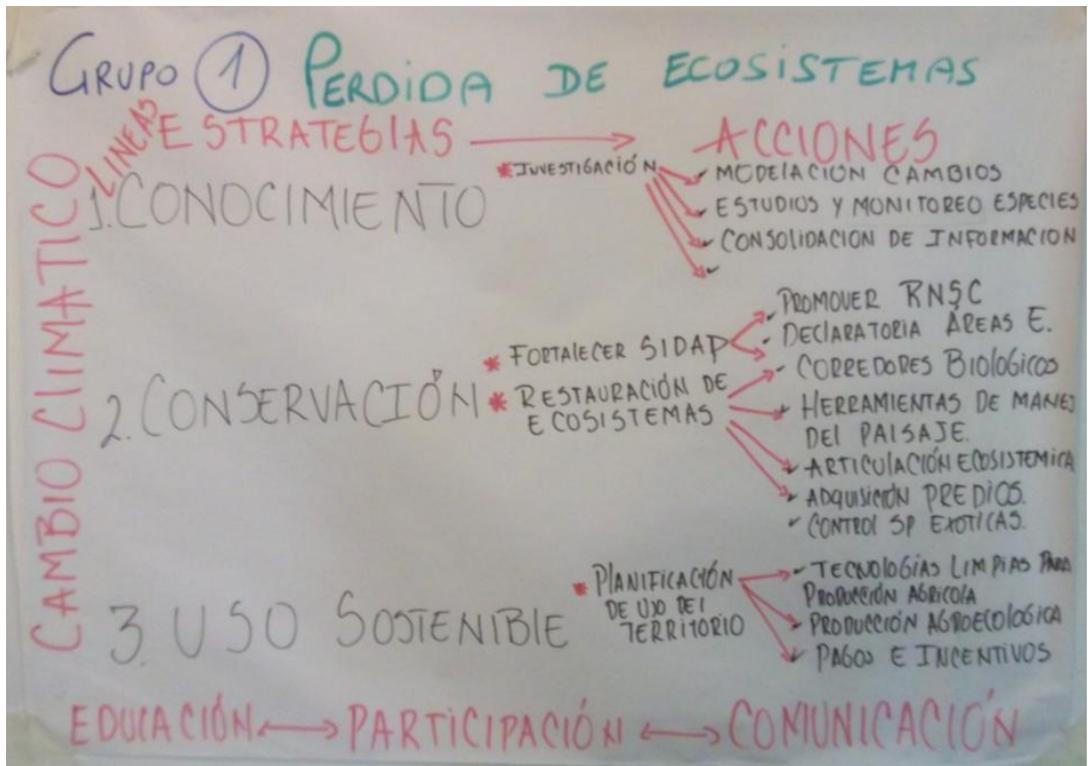
Metodología: La metodología aplicada se basó en la combinación de datos del clima actual (WordClim) con predicciones futuras del cambio climático (20 GCMs con el escenario de emisión A2) para el 2050. Estos datos se usaron como entrada a ECOCROP, un modelo de predicción de cultivos que usa parámetros de la base de datos de la FAO para predecir las zonas aptas para cultivos específicos. ECOCROP es un modelo muy útil para situaciones donde no hay evidencia de datos disponibles para cultivos específicos y donde en algunas ocasiones se es obligado a usar en su lugar rangos ambientales. Hijmans et al. (2005) ha desarrollado un modelo mecánico basado en la base de datos de ECOCROP (FAO, 1998 disponible en <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>) para predecir espacialmente los cultivos sin tener conocimiento a priori o datos disponibles. El modelo esencialmente utiliza información climatológica mensual de temperaturas mínimas, máximas y medias y del total de precipitación, para determinar un índice de aptitud basado en cada parámetro por separado (e.g. temperatura, precipitación), y finalmente determinar un rango de condiciones de "aptitud" (de 10 a 100) multiplicando los índices de temperatura y precipitación. ECOCROP no requiere coordenadas o datos de terreno y es además bastante genérico.

Resultados: La Agricultura en esta zona en “promedio” gana aptitud, pero hay un cambio y una posibilidad de una migración de la frontera agrícola hacia zonas más altas de la cuenca.



Figura 1: Cambio en aptitud al clima 2050 (promedio de todos los cultivos)

Anexo 5: Carteleras de los trabajos en grupo



GRUPO (2) Afectación de páramos

1. Acompañamiento INSTITUCIONAL Para La Educación Ambiental

2. AISLAMIENTO y nacimientos y Páramos

3. Compra de predios y Planificación Precliv/ en ZA y Páramo

1. Talleres de conversación sobre incendios

2. Articulación institucional en programas y proyectos

3. Creación de nuevas A.P en Páramos sin figura de conservación

GRUPO (4) Disponibilidad y calidad de agua

(Amenaza)

- Estrategia
A) Adaptación →
- 1) Establecer un Sistema y Red de Monitoreo de la Calidad y Cantidad del Agua → Interinstitucional. (Sup y Subt)
 - 2) Implementación de Sistemas Agroforestales en las Unidades Productivas.
 - 3) "Re-aplicación" de la normatividad Ambiental referente al mantenimiento de áreas Forestales protectoras de nacimientos de agua y corrientes Superficiales de agua.
- B) Mitigación →
- 4) Implementación efectiva del POMCH
 - 5) Aplicación de los Planes de Manejo y Saneamiento de Vertimientos, domésticos e industriales.
 - 6) Óptima operatividad de las plantas de tratamiento de agua potable.
 - 7) Sensibilización Ambiental sobre el aprovechamiento y conservación del Recurso Hídrico.
 - 8) Gestión Sobre la demanda y la oferta

Anexo 6: Listado de aves modelado dentro de la cuenca Tuluá

- 1,"Aglaeactis cupripennis"
- 2,"Amazona mercenaria"
- 3,"Andigena hypoglauca"
- 4,"Andigena nigrirostris"
- 5,"Anisognathus igniventris"
- 6,"Anisognathus lacrymosus"
- 7,"Aratinga wagleri"
- 8,"Atlapetes brunneinucha"
- 9,"Atlapetes schistaceus"
- 10,"Basileuterus nigrocristatus"
- 11,"Basileuterus tristriatus"
- 12,"Buthraupis montana"
- 13,"Caprimulgus longirostris"
- 14,"Caracara cheriway"
- 15,"Carduelis magellanica"
- 16,"Carduelis spinescens"
- 17,"Catamblyrhynchus diadema"
- 18,"Chrysolampis mosquitus"
- 19,"Claravis pretiosa"
- 20,"Coccyzus erythrophthalmus"
- 21,"Coccyzus melacoryphus"
- 22,"Colibri thalassinus"
- 23,"Coragyps atratus"
- 24,"Crotophaga ani"
- 25,"Crotophaga major"
- 26,"Crotophaga sulcirostris"
- 27,"Empidonax alnorum"
- 28,"Grallaria quitensis"
- 29,"Hemispingus superciliaris"
- 30,"Leptosittaca branickii"
- 31,"Mecocerculus leucophrys"
- 32,"Milvago chimachima"
- 33,"Myiarchus apicalis"
- 34,"Penelope perspicax"
- 35,"Pheucticus ludovicianus"
- 36,"Pipreola arcuata"
- 37,"Pitangus sulphuratus"
- 38,"Porphyrio martinica"
- 39,"Pyrocephalus rubinus"
- 40,"Sayornis nigricans"
- 41,"Setophaga ruticilla"
- 42,"Sicalis flaveola"
- 43,"Steatornis caripensis"
- 44,"Tachycineta albiventer"
- 45,"Tangara vitriolina"
- 46,"Troglodytes aedon"
- 47,"Turdus fuscater"
- 48,"Tyrannus melancholicus"
- 49,"Vermivora chrysoptera"
- 50,"Xiphorhynchus picus"
- 51,"Zonotrichia capensis"

Anexo 7. Aves con estatus de amenaza regional y nacional del Municipio de Tuluá*

Familia	Especie	Nombre común	Especies Amenazadas	Laureles	San isidro	Las Mercedes	Madre Selva	Alto Bonito	La Estelia	Carpatos	La Judea IV	La Raquelita	Pinares	La Judea V	La Alejandría	La Grecia	El Cedral	Chagualos	RFN Tuluá
Psittacidae	<i>Aratinga wagleri</i>	Perico chocolero	S1 - S1S2	x															
Cracidae	<i>Ortalis motmot</i>	Guacharaca variable	S2 - S2S3	x		x			x										
Psittacidae	<i>Pionus calcopterus</i>	Cotorra maicera	S1 - S1S2		x	x													
Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón collarajo	S2 - S2S3		x				x	x									
Cracidae	<i>Chamaepetes goudoti</i>	Pava maraquera	S2 - S2S3		x					x			x				x		
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Azor cordillerano	S2 - S2S3 (CVC)				x												
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cheja	S2 - S2S3 (cvc)					x											
Psittacidae	<i>Ognorhynchus icterotis</i>	Loro orejiamarillo	CR (UICN y Resolución No. 383 del 23 de febrero de 2010 MAVDT) Apéndice I (CITES), Sx (CVC), CR (Libros Rojos)								x								
Ramphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	Terlaque andino	NT (UICN), S1-S1S2 (CVC), VU (Libros Rojos)									x		x	x	x			
Corvidae	<i>Cyanolyca viridicyana</i>	Urraca de collar blanco	NT (UICN), S1-S1S2 (CVC), NT (Libros Rojos)												x				
Psittacidae	<i>Leptosittaca branickii</i>	Perico paramuno	VU S1-S1S2																x
Cracidae	<i>Penelope perspicax</i>	Pava Caucana	EN S1-S1S2																x
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortilita azul	S1-S1S2															x	
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Pato careto	S2-S2S3															x	

*Adaptado de información disponible a julio 21 de 2011, suministrada por el Grupo de Biodiversidad de la CVC, de aves georeferenciadas en RNSC y RFNT (oficio 0640-9589-2011) .

Anexo 8: Resultados de aves vulnerables

Primer modelación

Riqueza actual

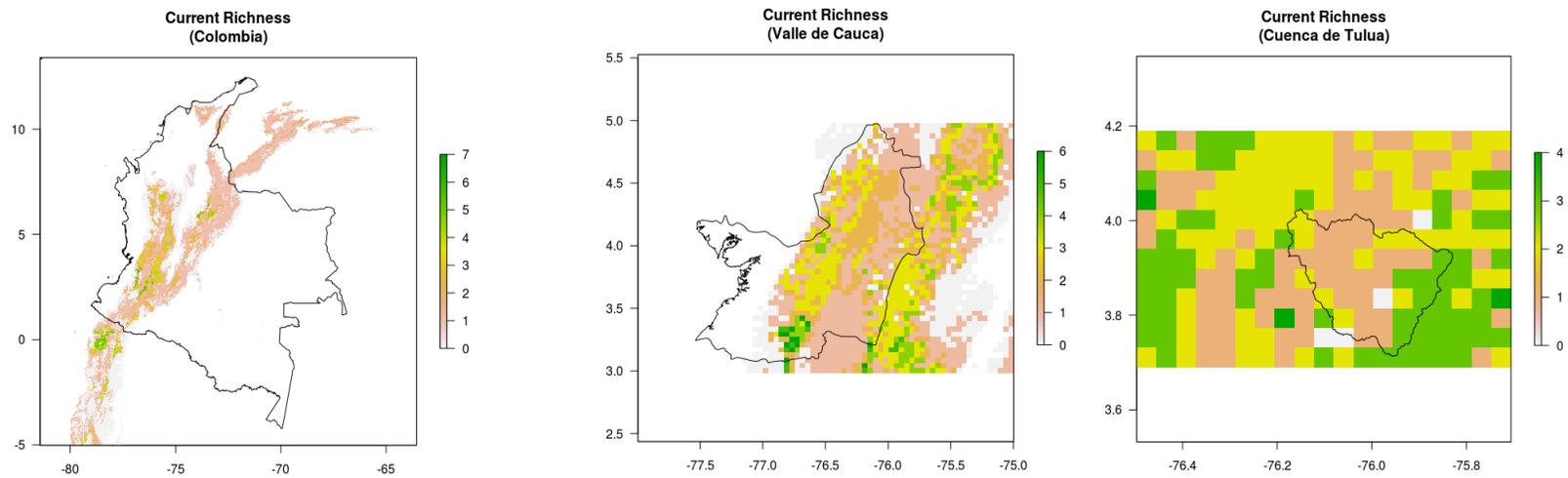


Figura 1: Riqueza en Colombia, Valle de Cauca y en la cuenca de Tuluá

Cambio en la riqueza (A1B,2050, nula)

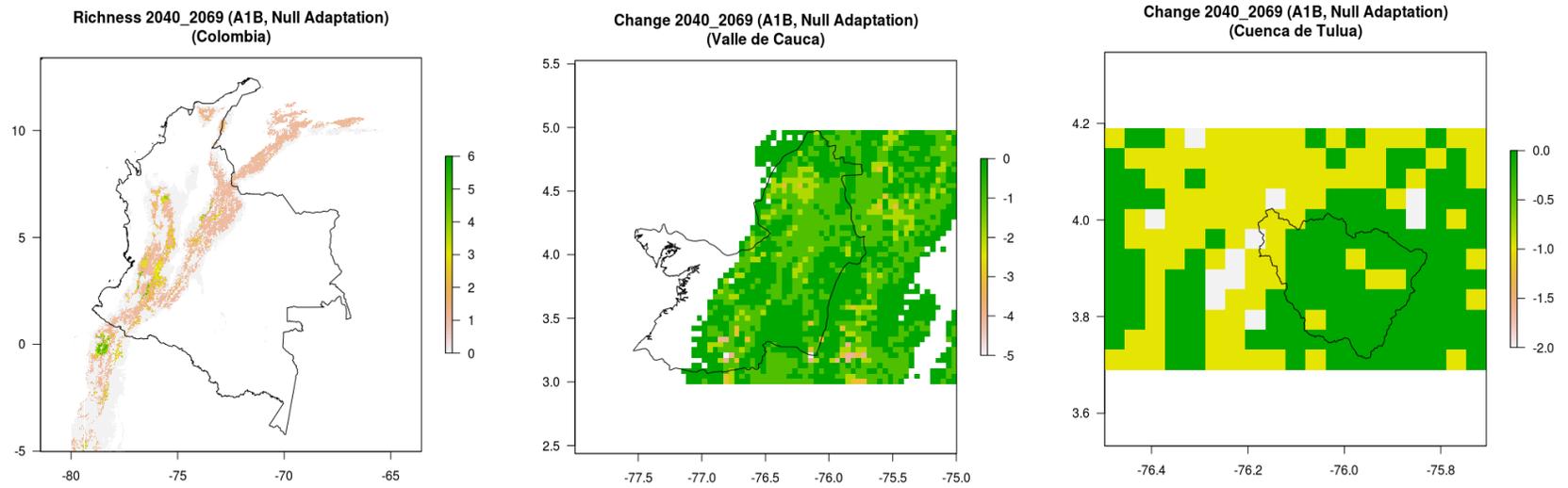


Figura 2: Cambio en riqueza 2050 en Colombia, Valle de Cauca y en la cuenca de Tuluá

Cambio en la riqueza (A1B,2050, completa)

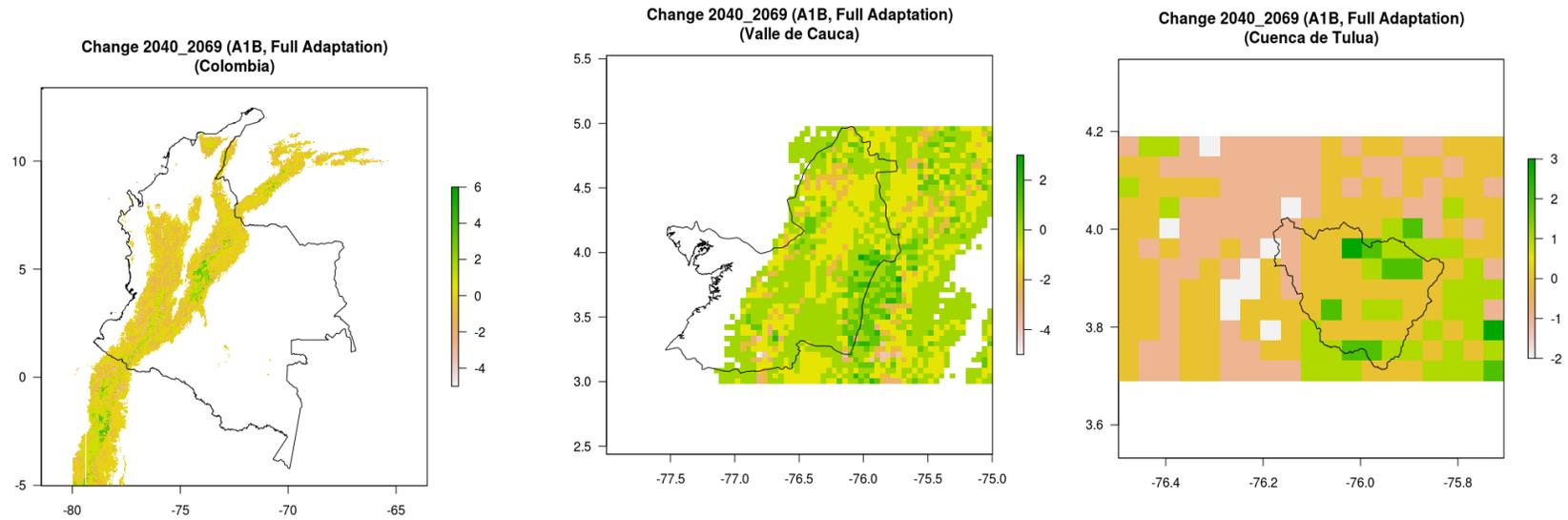


Figura 3: Cambio en riqueza 2050 en Colombia, Valle de Cauca y en la cuenca de Tuluá

Cambios en el área de la distribución potencial

Species	Current Area [km2]			A1B: Change [km2] (future – current)											
				2020						2050					
	Full			Null			Full			Null					
	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul
Amazona_mercenaria	3405	0	0	7083	21	0	-683	0	0	3699	0	0	-2216	0	0
Andigena_hypoglauca	1095	0	0	4737	43	0	-21	0	0	4906	0	0	-280	0	0
Andigena_nigrirostris	30970	1524	0	-4495	-322	21	-8039	-451	0	-7430	-171	150	-14518	-687	0
Buthraupis_montana	36998	1803	172	2856	107	215	-3665	-172	0	-2641	-451	150	-12635	-644	-21
Catamblyrhynchus_diadema	6067	430	0	4366	43	0	-1629	-107	0	951	-215	0	-3924	-236	0
Claravis_pretiosa	46368	8971	43	-8009	944	0	-15933	-107	0	-9382	794	0	-23050	-622	0
Grallaria_quitensis	1545	0	0	-193	0	0	-751	0	0	-772	0	0	-1180	0	0
Leptosittaca_branickii	25135	2125	408	-1113	-365	0	-6867	-386	0	-2035	-515	-21	-11675	-622	-21
Penelope_perspicax	9852	5494	0	2993	-1180	0	-2534	-1374	0	-846	-3863	0	-7019	-4056	0
Pipreola_arcuata	7061	795	129	2144	21	0	-666	-86	0	-2470	-365	-43	-3521	-365	-43
Vermivora_chrysoptera	111781	7534	408	-13582	-1008	86	-21148	-1459	-21	-29424	-2510	129	-38342	-3133	-64

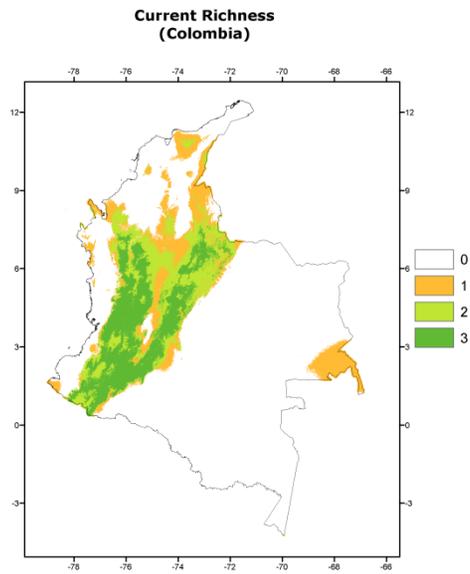
Species	Current Area [km2]			A2: Change [km2] (future – current)											
				2020						2050					
	Full			Null			Full			Null					
	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	VaC	Tul	Col	Vac	Tul
Amazona_mercenaria	3405	0	0	5963	0	0	-791	0	0	5819	0	0	-1749	0	0
Andigena_hypoglauca	1095	0	0	6707	21	0	-21	0	0	3299	0	0	-194	0	0
Andigena_nigrirostris	30970	1524	0	-2005	258	215	-7009	-365	0	-6658	258	365	-13938	-644	0
Buthraupis_montana	36998	1803	172	11800	322	279	-2121	-129	0	-1949	-236	236	-10830	-580	0
Catamblyrhynchus_diadema	6067	430	0	9902	21	0	-1308	-86	0	-55	-344	0	-4009	-344	0
Claravis_pretiosa	46368	8971	43	-11162	687	0	-17778	-215	0	-7342	1416	0	-20195	-258	0
Grallaria_quitensis	1545	0	0	1611	21	0	-429	0	0	-965	0	0	-1244	0	0
Leptosittaca_branickii	25135	2125	408	1310	-193	-21	-6396	-343	-21	-3542	-472	-43	-11698	-644	-43
Penelope_perspicax	9852	5494	0	4348	-1545	0	-2876	-1996	0	-2708	-4507	0	-7963	-4936	0
Pipreola_arcuata	7061	795	129	8041	150	43	-279	-43	0	-4637	-752	-129	-5087	-752	-129
Vermivora_chrysoptera	111781	7534	408	-17469	-1331	86	-24304	-1781	-21	-35974	-3820	0	-43324	-4185	-64

Tabla 1: Cambios en el área de la distribución potencial de un determinado número de especies de aves en diferentes escalas regionales. En la escala nacional de Colombia (Col), a escala regional para el Valle del Cauca (VaC) y la escala local (La Cuenca de Tuluá).

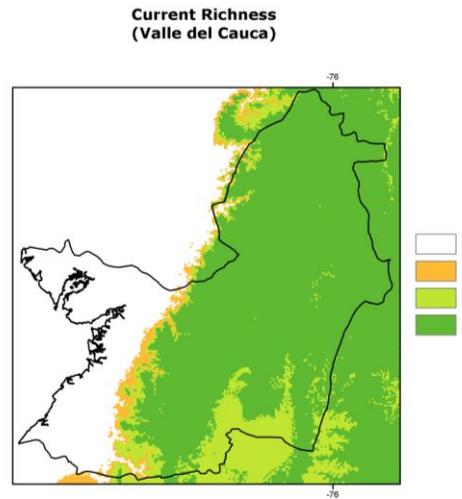
Segunda modelación

Riqueza actual

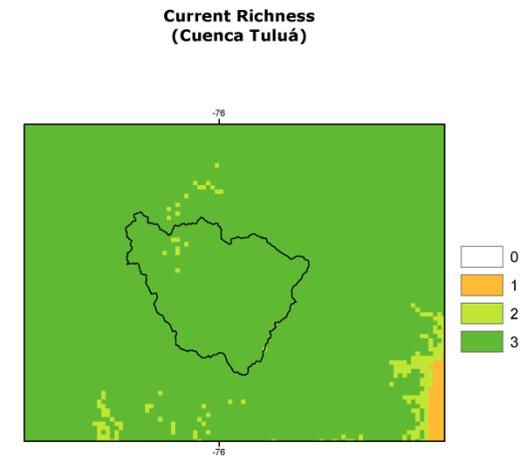
Colombia



Valle de Cauca

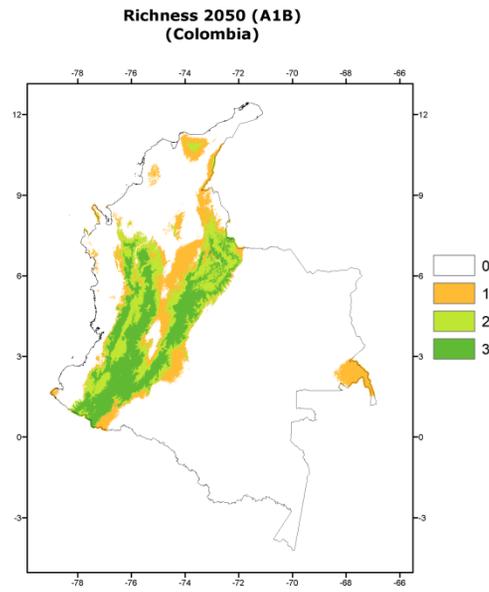


Cuenca de Tulua

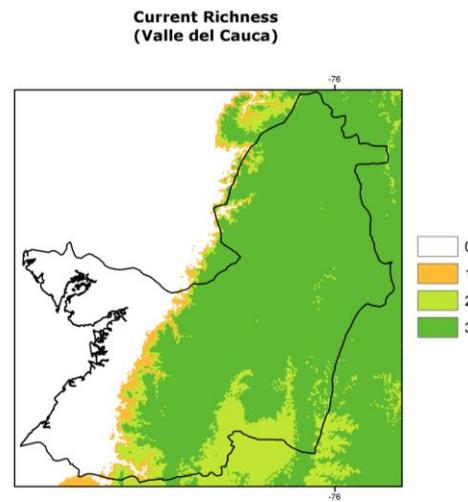


Cambio in la riqueza (A1B, 2050, nulo)

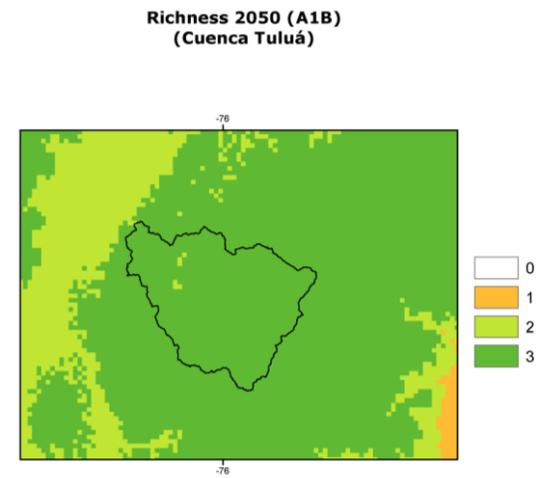
Colombia



Valle de Cauca

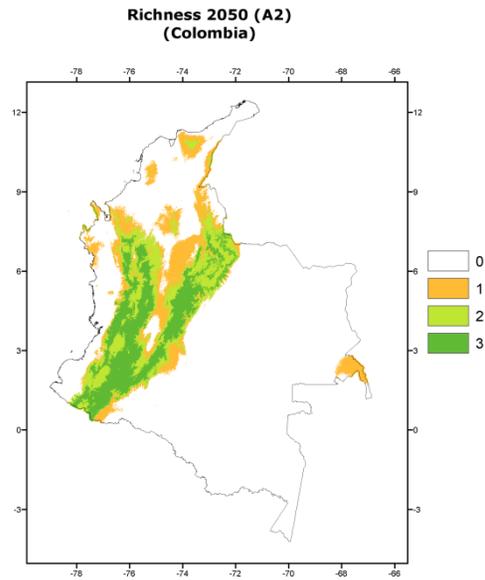


Cuenca de Tulua

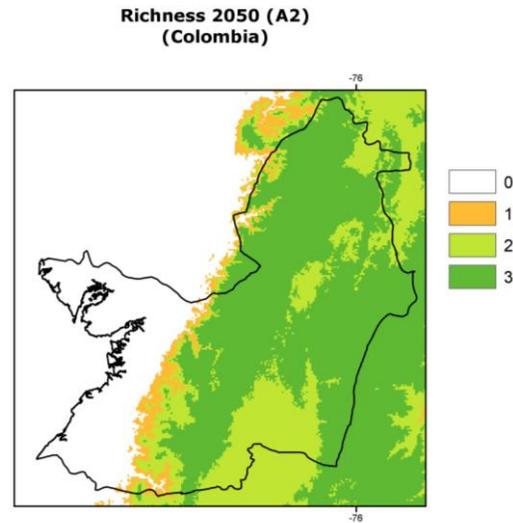


Cambio in la riqueza (A2, 2050, completa)

Colombia



Valle de Cauca



Cuenca de Tulua

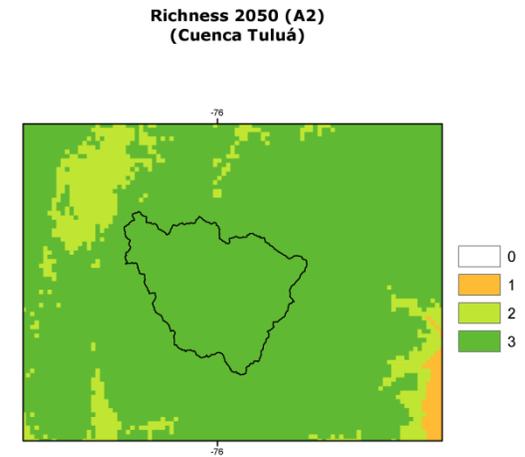


Tabla 2: Cambios en la área de la distribución potencial de un determinado número de especies de aves en diferentes escalas regionales. En la escala nacional de Colombia (Col), a escala regional para el Valle del Cauca (VaC) y la escala local (La Cuenca de Tuluá).

Especies	Current Area [km2]	Futura Area 2050 (A1B) [km2]	Futura Area 2050 (A2) [km2]
Colombia Area			
Leptosittaca_branickii	163516.8624	129607.5392	131621.1248
Ognorhynchus_icterotis	287384.9632	238778.7504	238849.0016
Penelope_perspicax	163516.8624	129607.5392	131621.1248
Valle del Cauca Area			
Leptosittaca_branickii	16768.8768	14039.2368	13031.1744
Ognorhynchus_icterotis	21769.408	21148.1504	21334.3584
Penelope_perspicax	16768.8768	14039.2368	13031.1744
Cuenca Tuluá Area			
Leptosittaca_branickii	755.8352	756.6816	761.76
Ognorhynchus_icterotis	761.76	761.76	761.76
Penelope_perspicax	755.8352	756.6816	761.76