

CAMBIOS EN COBERTURA DE LA CUENCA RÍO GARAGOA

Changes in coverage of the garagoa river basin

González-González, Marly

Magíster en Manejo y Sostenibilidad ambiental

marlycons@hotmail.com

Investigadora independiente

Buitrago Bermúdez, Laura Lucía

Corporación Universitaria Minuto de Dios

lbuitragobe@uniminuto.edu.co

Perico-Granados, Néstor Rafael

Corporación Universitaria Minuto De Dios

nestor.perico@uniminuto.edu.co

nestorrafaelpericogranados@gmail.com

Medina-Naranjo, Evelyn Carolina

Corporación Universitaria Minuto De Dios

evelyn.medina.na@uniminuto.edu.co

Resumen

La cobertura vegetal es un elemento esencial para la conservación del suelo, regulación natural del agua y mitigación del cambio climático. Por esta razón se hizo un estudio sobre las variaciones que existen con el transcurrir de los años en la cuenca hidrográfica del Río Garagoa. El artículo es la reflexión sobre las investigaciones elaboradas por la Universidad Distrital, Corpochivor del departamento de Boyacá y el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Garagoa -POMCARG-. Se hizo con el método cuantitativo, con enfoque descriptivo y un análisis documental con histórico de 28 años, sobre las áreas de la cuenca, en diferentes tipos y espacios, cobertura vegetal, caudales, precipitaciones. Se utilizaron fuentes como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Corpochivor Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) y laboratorios especializados. Se utilizaron histogramas para consolidar los resultados y posterior análisis bajo la técnica de triangulación de la información.

Palabras clave: Biodiversidad, Cambio Climático, Conservación del Suelo, Cuenca Hidrográfica, Ecosistema.

Abstract

Vegetation cover is a very important element for soil conservation. It is for this reason that a study is carried out on the variations that exist over the years in the Garagoa River watershed. The article is the product of research carried out at the District University, the Corpochivor Area of the Department of Boyacá, The Ordinance and Management Plan of the Garagoa River Basin -POMCARG-. It was developed under a research approach. The selected sample was... Techniques such as interviews, surveys, as well as a documentary analysis of the areas of the basin, in different types and spaces, vegetation cover, flows, and rainfall were used. Sources such as the Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), and plans for the Ordering and Management of Hydrographic Basins (POMCA), laboratories were used. Histograms were used to consolidate the results and subsequent analysis under the information triangulation technique.

Keywords: Biodiversity, Climate change, Drainage basin, Soil conservation, Soil conservation, Ecosystems.

Para citar este artículo: González-González Marly; Buitrago Bermúdez Laura Lucia; Perico-Granados Néstor Rafael; Medina-Naranjo Evelyn Carolina. "CAMBIOS EN COBERTURA DE LA CUENCA RÍO GARAGOA." In *L'Esprit Ingénieux*. Vol. 16-1, p.p X-X.

Introducción

El suelo es un recurso que los seres humanos requieren para el desarrollo de actividades agrícolas y se constituye en un elemento fundamental en el equilibrio del ecosistema, dado que permite alojar la vegetación que cumple la función de absorber el dióxido de carbono (CO₂) y producir oxígeno. Igualmente, contribuye a regular el ciclo del agua y disminuir los efectos del cambio climático. Entonces, la conservación del suelo permite la sostenibilidad planetaria y en contraste, su daño afecta el equilibrio ecosistémico y repercute sobre la vida (Sanabria-Quispe et al., 2021). Al respecto, la contaminación y el cambio climático han repercutido en la aparición de problemas en los recursos naturales y se evidencia pérdida de grandes áreas de cobertura vegetal, necesarias para la obtención del alimento diario que a su vez contribuyen al sustento del líquido vital para los seres vivos (Veneros et-al, 2020).

Las afectaciones que se presentan en el planeta, hacen que se pierda estabilidad, producen incendios forestales y como sinergia negativa promueven la aceleración de pérdidas de áreas de cobertura vegetal. A pesar de estas pérdidas, por estos motivos, aún está el planeta con las opciones para recuperar lo perdido por los fenómenos antrópicos (Ramírez et al, 2022). Al respecto, los factores anteriores inciden en el desarrollo sostenible, por lo tanto, la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre comprende biomásas con características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales, hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. Estos aspectos favorecen la conservación del suelo y es efectivo para detener el escurrimiento del agua (Miller, G, 2009). En la investigación se incluyeron coberturas vegetales inducidas como resultado de la acción humana como áreas de cultivos.

El presente documento contiene los componentes de cobertura vegetal, caudales, y área de la cuenca. Para ello, se analizó la información de la Corporación Autónoma Regional de Chivor (*Corpochivor*), sobre la fluctuación en diferentes años, tipos de coberturas y se estableció la variación de la cobertura vegetal. Al respecto, el medio ambiente en los últimos años se ha visto afectado por los niveles de contaminación, producto del uso masivo de combustibles fósiles; la producción de residuos variados que se disponen sin tratamiento en cuerpos de agua y rellenos sanitarios, aspectos que agravan los problemas (Díaz-Dumont y Ledesma-Cuadros, 2021).

Hoy se considera al cambio climático como un reto para la supervivencia de los seres vivos, y por ellos se plantea cambiar el modelo basado en el uso de combustibles fósiles, que genera emisiones de gases de efecto de invernadero y pasar al uso de energías limpias. Parte esencial es la incidencia en la formación y compromiso de la educación de las nuevas generaciones y para ello es clave la acción efectiva de los maestros (González-Gaudiano y Meira-Cartea, 2019). Además, el cambio climático afecta al planeta y se incrementa con las acciones diarias del hombre y para afrontarlo se necesita del compromiso de políticas de gobierno, de la academia y de todas las personas (González-Gaudiano, 2020).

Por otro lado, la cubierta viva de árboles o inerte aporta protección al suelo, dado que evita que las gotas de lluvia impacten directamente contra la superficie desnuda del mismo, disminuye la erosión y la pérdida de suelo, aspecto que baja la productividad en la agricultura. Igualmente, la vegetación es una barrera física frente

a la escorrentía en terrenos con pendiente, evita la pérdida de suelo, disminuye las posibilidades de cárcavas y aumenta la regulación natural del agua (Gómez-Ariza y Veroz-González, 2021). En la cuenca se investiga si la cantidad de agua disponible del Río Garagoa es suficiente para atender las necesidades de la población y para la generación de energía, por la conservación parcial de la cobertura vegetal. Sin embargo, requiere más cobertura para almacenar mayor cantidad de líquido (*Corpochivor*, 2017a). Al respecto, se presenta una distribución estacional que genera periodos de escasez temporal que se ha superado con manejo adecuado, con almacenamiento de agua en los períodos de lluvia y consumo regulado (*Corpochivor*, 2017a).

Aproximación al concepto de cobertura y capa vegetal

En primer lugar, la cobertura vegetal es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre y comprende biomásas con diferentes características como pastizales, bosques naturales y áreas de cultivos. Es diferente cobertura y uso de la tierra: uso se refiere a la utilidad para el ser humano (Chavarría y Lanuza, 2021). Desde el año 2004 se adaptó en América Latina la metodología *CORINE Land Cover (CLC)* promovido por la Comisión de la Comunidad Europea, para unificar las metodologías de cobertura terrestre empleadas y establecer un sistema de monitoreo para generar información actualizada y confiable para una cuenca hidrográfica (Moreira-Braz, 2020). Según Perico-Granados *et al.*, (2014) es una forma muy aproximada para obtener resultados de la cobertura de la tierra.

En segundo lugar, la cuenca hidrográfica es un área terrestre en la que el agua lluvia drena por un mismo punto de salida. Se desempeña como embudo al que llegan las aguas de las partes altas para un mismo sitio. Al respecto todo punto de la tierra pertenece a una cuenca y para evitar el arrastre de materiales es indispensable cuidar toda la superficie del planeta (Moreira-Braz, *et al.*, 2020) (Aguirre, *et al.*, 2021). Los límites de la cuenca son las partes que dividen las aguas para una y otra, como líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua (Gómez *et al.*, 2015).

En tercer lugar, la capa vegetal es la parte superior de la tierra que se forma con el humus, que proviene de la vegetación y se constituye en un sustrato orgánico-mineral. En un proceso de sinergia aporta a los árboles humedad y alimento y estos a su vez fortalecen la capa vegetal (García-Marín, 2016). La importancia de la capa vegetal para la vida en el planeta es esencial, dado que aporta elementos relevantes para los diferentes ámbitos. Por lo tanto, sus alteraciones tienen implicaciones en la conservación del agua, insumo necesario para preservar la vegetación así como para la creación de áreas protegidas (Oliveira, y Pirajá, 2022). Así las cosas, es apropiado la utilización de la cobertura vegetal en los cultivos, para estimular la preservación de la humedad del suelo, evitar la erosión y conservar la vida.

Sumado a lo anterior, se evidencia que los árboles aportan hábitat para especies de aves, mamíferos y reptiles, entre otros. La mayoría de los animales habitan los bosques, por tal razón, si se retira la cobertura vegetal se degrada la capa vegetal, hecho que conlleva a la erosión y a la desaparición de la vida en ese terreno. A su vez, la cobertura vegetal, incide en el ciclo hidrológico, puesto que favorece la reducción de energía del escurrimiento superficial, incrementa el índice de abastecimiento de

acuíferos y evita la sedimentación de ríos (Oliveira, y Pirajá, 2022). Otros efectos relacionados con las alteraciones en la capa vegetal, se relacionan con afectaciones en la seguridad alimentaria y con ellos los precios de los alimentos; la lluvia limpia la tierra, arrasa con las pocas especies vegetales que aún quedan; se disminuye la generación de oxígeno y hay más CO² en el ambiente.

En este sentido, la sumatoria de estos aspectos también inciden el cambio climático (García-Marín, 2016). La deforestación en terrenos de media ladera conlleva a que se pudran las raíces al poco tiempo, se erosiona la superficie y cuando llueve se satura la tierra, aspecto que por gravedad producen deslizamientos. Cuando estas masas de tierra caen en los cuerpos de agua, pueden generar avalanchas y que en muchas ocasiones han sido letales, como en la vía al llano a Villavicencio, en Quebrada Blanca y Puente Quetame; Mocoa en Putumayo; La Chapa en Tasco, y Salgar en Antioquia, entre muchos episodios, con centenares de fallecidos (Perico-Granados *et al.*, 2022).

En último lugar, la biodiversidad es una fuente importante para la vida, por todas las riquezas que se encierra en ella. Está relacionada con la salud, la agricultura y la biotecnología. Entonces, siempre es una prioridad incorporar planes para mejorar la calidad de vida de los seres humanos y que contribuyan al cuidado de la biodiversidad (Murcia *et al.*, 2017). Entonces, se espera que se promuevan políticas de gobierno con planes para el cuidado de las especies vegetales y en particular que le apuesten a mejorar la capa vegetal y su cobertura con especies nativas y frutales. Al respecto, se necesita con carácter urgente conservar los bosques como en el Chocó que lamentablemente se ve afectada su vegetación por la minería ilegal y la deforestación masiva, aspecto que conlleva a menos cantidad de lluvias y mayores inundaciones, dado que hay menos capacidad de retención y regulación natural del agua.

Elementos esenciales de cambio climático

Se entiende como un cambio de clima atribuido a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial. También se puede definir como el cambio en el clima por la variabilidad natural y como resultado de actividades antrópicas. Igualmente, es la alteración de las condiciones predominantes. Hay procesos externos como radiación solar, movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica que ayudan al cambio climático (Cedeño y Erazo 2021). Sin embargo, el mayor porcentaje de incidencia es la actividad del hombre.

Por lo tanto, se requieren procesos de concientización en el cuidado de la casa común, en el que todos piensen en conservar lo presente de forma comunitaria, para que así se pueda llegar a un pensamiento en una sola dirección, la cual llevará al bienestar del planeta en general (Díaz Cordero, 2012). Entonces, es prioritario que, desde el gobierno, las universidades y las empresas se privilegien acciones frente a la deforestación y frente al cambio climático, para permitir un bienestar igual y en lo posible mejor para las siguientes generaciones. Es la decisión crucial para la supervivencia humana. Los responsables son las generaciones presentes y no las generaciones venideras.

Método y materiales

Se hizo la investigación con datos de 1992 al 2020, con triangulación de la información de estudios hechos por otras entidades como: el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (*IDEAM*), Planes de Ordenación, Manejo de Cuenca Hidrográficas (*POMCA*), laboratorios y la suministrada por *Corpochivor*. Se llevó a cabo con la metodología propuesta por Perico-Granados *et al.*, (2020), con el método cuantitativo y que se ayudó de la descripción y la explicación. Al respecto se hizo el análisis de los datos y se contrastó con autores y se obtuvieron las conclusiones pertinentes. Al respecto, la cuenca del Río Garagoa presenta diversidad climática, topográfica y eco sistemática, con potencial para el desarrollo humano, pero tiene problemas de inestabilidad y tiene riesgos su manejo. En la actualidad se encuentra transformada por la acción humana, con problemas de contaminación de residuos sólidos, del aire y acústica. Esta hace que a los seres humanos se les desestabilice la vida por la acción del mismo hombre (Amable Álvarez *et al.*, 2017).

En visitas de exploración se encontró la existencia de deterioro de ecosistemas, erosión, extinción de especies y contaminación de distintas fuentes. Así la capacidad para mantener el flujo de servicios ambientales está disminuida e influye en el bienestar de sus habitantes. Estos aspectos inciden en empobrecimiento de personas y aumento de conflictos ambientales.

Área de estudio

La investigación se realizó en la cuenca del Río Garagoa ubicado en el departamento de Boyacá. La Cuenca del Río Garagoa está localizada en la parte oriental de la Cordillera Oriental, su extremo superior hace parte del Altiplano Cundiboyacense. Forma parte de la Macrocuenca del Río Orinoco, Zona hidrográfica del Río Meta, Subzona Hidrográfica del Río Bata. Tiene 33 municipios entre los departamentos de Boyacá y Cundinamarca: cinco (5) están en Corporación Autónoma Regional de Boyacá (*Corpoboyacá*) (Samacá, Cucaita, Siachoque, Soracá y Tunja), cinco (5) a la Corporación Autónoma Regional (*CAR*) (Chocontá, Mchetá, Manta, Tibirita y Villapinzón) y veintitrés (23) a *Corpochivor* (Ventaquemada, Boyacá, Viracachá, Ciénega, Jenesano, Nuevo Colón, Turmequé, Tibaná, Ramiriquí, Úmbita, Chinavita, Pachavita, La Capilla, Tenza, Garagoa, Macanal, Sutatenza, Guateque, Somondoco, Almeida, Guayatá, Chivor y Santa María) (*Corpochivor, POMCA*, 2017). La cuenca tiene un área de 2.508 Km².

La Cuenca del Río Garagoa es muy inestable y se ve afectada por actividad sísmica, intenso tectonismo y fenómenos naturales acelerados por procesos de las personas. Se presentan con frecuencia deslizamientos, erosión y dinámica fluvial. Los sitios más afectados son la cuenca del Río Juyasía (Ciénega), Cuenca de la Quebrada Quichatoque (Tibaná), Cuenca del Río Bosque (Úmbita), Cuenca del Río Guaya (La Capilla), Cuenca de la Quebrada Guamo (Sutatenza), Cuenca de la quebrada Negra (Tibirita), Cuenca de la Quebrada Cuya (Almeida), Cuenca de la Quebrada Ancha - Chital (Almeida), Cuenca de la Quebrada Negra (Macanal), Cuenca de la Quebrada Chivor (Chivor), Cuencas del Río Aguacía (Manta) y de la Quebrada Perdiguiz (Macanal) (*Corpochivor, POMCA*, 2017).

Resultados y análisis de resultados

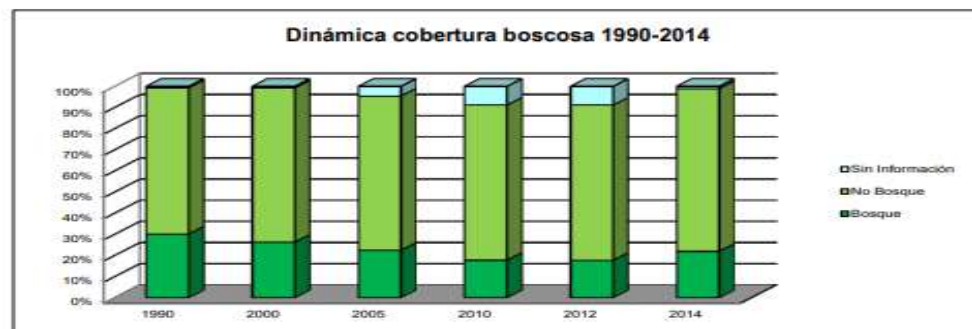
La investigación se hizo en la cuenca del Río Garagoa, ocupa un área de 2508 km., con zonas muy inestables y frecuentes fenómenos naturales, como deslizamientos y avalanchas con una relativa frecuencia, originados por las acciones del hombre, especialmente por las deforestaciones y mal uso de los recursos naturales. Los procesos de erosión son frecuentes, los cuales afectan los mismos aspectos enunciados. El estudio se desarrolla de acuerdo con las orientaciones de las Naciones Unidas, del Ministerio del Medio Ambiente (*MinAmbiente*) y el Departamento de Planeación Nacional (*DNP*). En primer lugar, las Naciones Unidas con relación al Objetivo de Desarrollo Sostenible (*ODS*) 15 denominado ‘vida de ecosistemas terrestres’, en especial con la meta 15.1 que establece la conservación y uso sostenible de los ecosistemas terrestres y acuáticos (*Naciones Unidas, 2018*). Por tal razón, es una necesidad latente, la búsqueda de estrategias que conlleven a la preservación de los ecosistemas. Lo anterior, en concordancia con Pacheco-Gil y Zamora-Ledezma (2020) quienes plantean que los *ODS* delimitan factores trascendentales frente a la degradación de suelos y bosques. En segundo lugar, *MinAmbiente y DNP (2022)* precisa la importancia de la aplicación de diferentes estrategias, para ser aplicadas de forma integral con el objetivo de recuperar la cobertura vegetal en Colombia. De acuerdo con Perico-Granados *et al. (2014)* una forma de estimular la reforestación es evitar el cobro del impuesto predial, por un tiempo definido y en condiciones prácticas para sembrar árboles nativos, exóticos y frutales.

Variación de coberturas de la tierra

Según el Plan General de Ordenación Forestal-*PGOF de Corpochivor, a 2011*, se contaba con 38.090 hectáreas (12,22%) en bosques naturales densos; 22.384 hectáreas (7,18%) en bosque natural fragmentado con vegetación secundaria y 925 hectáreas (0,30%) en bosque natural fragmentado con pastos y cultivos. Es decir que la presencia de bosques naturales en la jurisdicción cubría un área total de 61.400 hectáreas (19,70%) (*Matiz-Buitrago y Velandia-Vargas, 2018*). La evolución es menor hasta el año 2014 (cf. Figura 1).

Figura 1.

Dinámica de cobertura boscosa, 1990-2014.



Fuente: Corpochivor (2014)

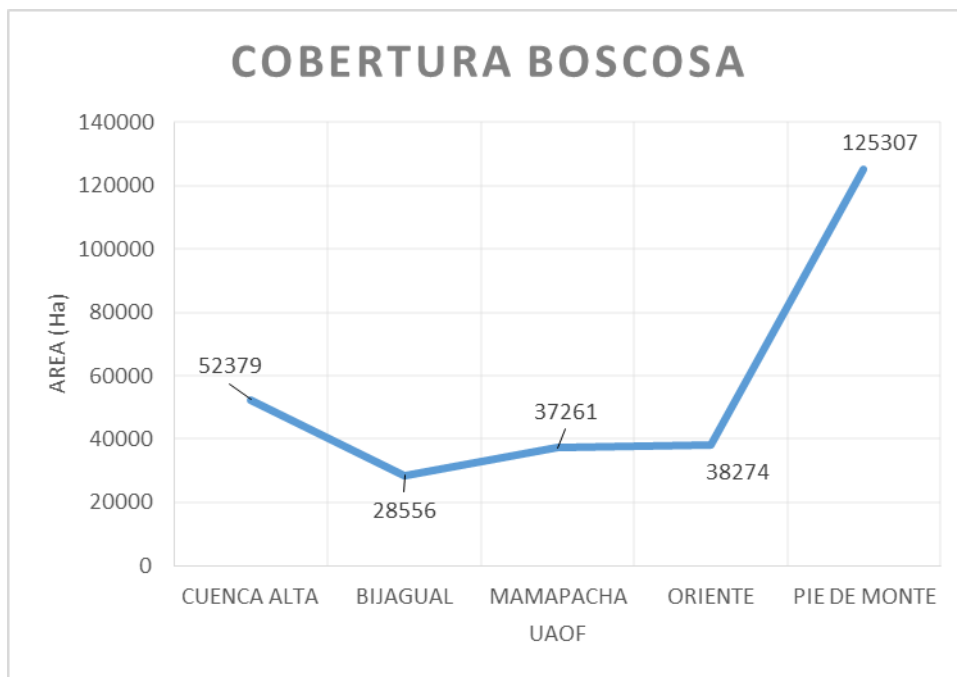
Nota: Corpochivor (2014).

Se estimó un total de 1.257 toneladas de Biomás Aérea (BA) por hectárea, con un promedio de 209 ton / ha. Un potencial promedio de carbono de 104,7 toneladas/ha, el cuál si es conservado representa aproximadamente 384 toneladas de CO² que aún no son emitidas a la atmosfera por cambio del uso del suelo a no bosque (Matiz-Buitrago y Velandia-Vargas, 2018). Sin embargo, es preciso aclarar que en la Figura 1 se observa que la mayor disminución en la cobertura vegetal se presenta en el año 2012, con disminución respecto a 1990 de un 13%.

Por otro lado, en estudio realizado por Corpochivor del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF), se tomaron 12 variables consideradas claves para caracterizar las Unidades Administrativas de Ordenación Forestal (UAOF), que a su vez permitieron, junto con otros insumos de información, la mejor comprensión de cada unidad y su importancia, así como un efectivo apoyo a la posterior toma de decisiones para la formulación y la implementación de la zonificación forestal, lo cual se refleja por los diferentes municipios (cf. Figura 2).

Figura 2.

Unidades Administrativas de Ordenación Forestal de Corpochivor.



Nota: Adaptado de Corpochivor (2017).

En relación a las coberturas boscosas por tipos de bosques para cada una de las cinco (5) UAOF, estas corresponden a 57.067 hectáreas. La UAOF de Pie de Monte presenta la mayor cobertura boscosa con 39.646 hectáreas, luego está la UAOF de Mamapacha con 9.194 hectáreas; la UAOF de Oriente presenta 6.201 hectáreas. Las menores coberturas están en la UAOF Cuenca Alta con 699 hectáreas y la UAOF Bijagual con 1.327 hectáreas. Sin embargo, es una alerta dado que son las zonas en donde están los nacimientos de los ríos Garagoa y Juyasía. Entonces, es vital llevar a cabo reforestaciones con árboles nativos especialmente en las cuencas Alta, Bijagual, Mamapacha y Oriente. Para Perico-Granados, Arévalo-Algarra *et al.* (2021) por falta

de cobertura vegetal, especialmente con árboles nativos en la parte alta de las cuencas, se presentan inundaciones porque el agua lluvia recorre con mayor velocidad las áreas descubiertas de vegetación

La Figura 2 refleja que, en cuanto a la cobertura boscosa por municipio Santa María, Campohermoso y San Luis de Gaceno presentan un área de 33.149 hectáreas, es decir el 54% de los bosques naturales de la jurisdicción. Por el contrario, los municipios de Boyacá, Guateque, Jenesano, Nuevo Colón y Turmequé, no presentan cobertura de bosques naturales, lo cual origina grandes efectos e impactos negativos sobre la sostenibilidad ambiental y socioeconómica de las poblaciones asentadas en dichos municipios (*Corpochivor, 2017a*), (*Matiz-Buitrago y Velandia-Vargas, 2018*). Se confirma que en los sitios altos de los nacimientos de los principales ríos adolece de cobertura importante y por ellos requiere con urgencia un plan de reforestación en estas zonas, especialmente con especies nativas. Según Araque-Niño (2020) la regulación de los caudales de forma natural se produce por un adecuado mantenimiento de las cuencas y por la paulatina reforestación con árboles de la región.

En la Tabla 1, se presenta la distribución por hectárea y porcentaje equivalente de acuerdo a las *UAOF* de Cuenca Alta, Bijagual, Mampacha, Oriente y Pie de Monte.

Tabla 1.

Unidades Administrativas de Ordenación Forestal.

UAOF	AREA (Ha)	%UAOF	% CORPOCHIVOR
CUENCA ALTA	52379	18,60%	16,80%
BIJAGUAL	28556	10,10%	9,20%
MAMAPACHA	37261	13,20%	12,00%
ORIENTE	38274	13,60%	12,30%
PIE DE MONTE	125307	44,50%	40,20%
SUBTOTAL	281777	100%	90,50%

Nota: Adaptación de Corpochivor et al (2013).

Según la información presentada por Corpochivor (2013) se obtiene:

1. Cobertura de la tierra *UAOF* Cuenca Alta. Cubre un área de 52.379 hectáreas con el 18.6% de la jurisdicción de la Corporación, en los municipios de Ventaquemada, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Tabaná, Turmequé, Úmbita, Pachavita, La Capilla y Tenza.

2. Cobertura de la tierra *UAOF* Bijagual. Cubre un área de 28.556 hectáreas con el 9.2 % de la jurisdicción de la Corporación, en los municipios de Boyacá, Jenesano, Viracachá, Ciénega, Ramiriquí, Tibaná y Chinavita.

3. Cobertura de la tierra *UAOF* Mamapacha. Cubre un área de 37.261 hectáreas con el 12% de la jurisdicción de la Corporación, en los municipios de Ramiriquí, Chinavita, Garagoa y Macanal,

4. Cobertura de la tierra *UAOF* Oriente. Cubre un área de 38.274 hectáreas con el 13.6% de la jurisdicción de la Corporación, en los municipios de La Capilla, Tenza, Sutatenza, Guateque, Somondoco, Guayatá, Almeida, Chivor y Macanal.

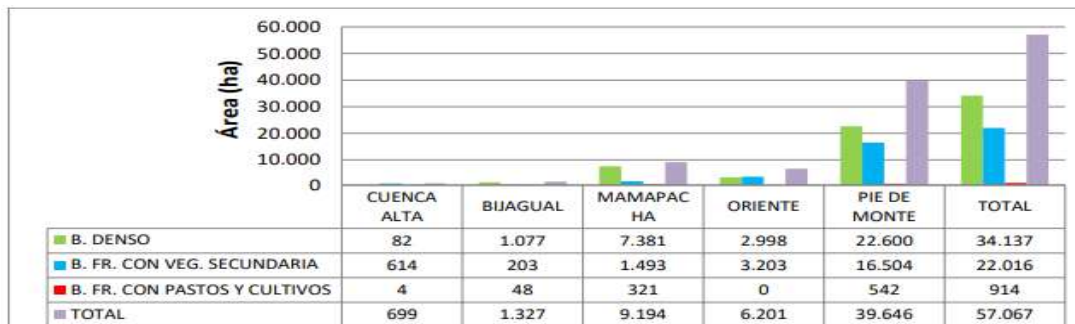
5. Cobertura de la tierra *UAOF* Pie de Monte. Cubre un área de 125.307 hectáreas con el 40.2% de la jurisdicción de la Corporación, en los municipios de Macanal, Chivor, Campohermoso, Santa María y San Luis de Gaceno (Corpochivor, 2017a), (Matiz-Buitrago y Velandia-Vargas, 2018).

De la Figura 2 y Tabla 1, se observa que, en las Cuencas Alta, Mamapacha y Bijagual, que son las más altas de la cuenca total están muy desprotegidas de cobertura vegetal. Araque *et al.* (2018) dicen que en las partes altas es en donde más debería estar cubierta la tierra por vegetación para regular los caudales disminuir las inundaciones y en las épocas de estiaje tener los caudales necesarios para los usos antrópicos. Para Groch y Cogliati (2022) la regulación se puede hacer con vegetación o de manera artificial con embalses para obtener buenos resultados. Igualmente, para aumentar la infiltración y para alimentar a los acuíferos y luego aguas abajo facilitar su recolección, se necesita más vegetación.

La Figura 3, muestra las extensiones de bosques en hectáreas de acuerdo a cada *UAOF*.

Figura 3.

Histograma con las unidades administrativas comparadas.



Nota: (Corpochivor *et al.*, 2013).

En el Plan de Ordenación Territorial (*POT*) y manejo de la cuenca del Río Garga precisa que los territorios agrícolas se dedican a la producción de alimentos y materias primas y están ocupados por cultivos, pastos, rotación y descanso o barbecho. Representan el 66.93%, con 167783.04 has., de un total de 250661.85 que tiene la cuenca. Con cultivos transitorios hay 3464.78 has., con 1.38% del territorio; con cultivos permanentes hay 1131.50 has., con 0.45% del territorio, y hay con pastos 104360.62 has., con 41.63% del territorio (Corpochivor, 2017a) (cf. Tabla 2). De acuerdo con Perico-Granados, Tovar-Torres *et al.* (2021) para llevar a cabo un desarrollo apropiado con sostenibilidad ambiental es necesario comenzar en las aulas con una formación en competencias humanas, especialmente en sustentabilidad del planeta.

Tabla 2.

Evolución de los cultivos.

Cobertura	Año 2001-2002		Año 2014-2015	
	Área (ha)	Área %	Área (ha)	Área %
Zonas urbanizadas	520,01	0,21	849,4	0,34
Zonas extracción minera	953,97	0,38	39,17	0,02
Cultivos transitorios	2105,42	0,84	112,01	0,04
Cultivos permanentes	838,43	0,33	9150,24	3,65
Pastos	112460,11	44,87	35027	13,97
Áreas agrícolas heterogéneas	56205,21	22,42	136170,85	54,32
Bosques	30751,19	0,69	32337,55	12,9
Vegetación secundaria	21189,2	12,27	8756,11	3,49
Arbustal	7271,95	8,45	14165,73	5,65
Herbazal	12809,42	2,9	8428,71	3,36
Áreas abiertas sin o con poca vegetación	898,96	5,11	106,77	0,04
Aguas continentales	2918,55	0,36	2429,08	0,97

Nota: (Corpochivor, 2017a), (Matiz-Buitrago y Velandia-Vargas, 2018).

En la Tabla 2 se observa que para 2014-2015 aumentaron las áreas urbanizadas en cerca de dos tercios de las existentes en el año 2002 y en cambio disminuyeron las de extracción minera de forma muy importante. El primero contribuye a agravar los problemas ambientales y el segundo los disminuye. Para Perico-Granados *et al* (2014) el aumento de la cobertura de la tierra con urbanizaciones ayuda a incrementar las inundaciones por la disminución de la infiltración y porque llegan más rápido las gotas de agua a los cuerpos que las esperan. Igualmente, se incrementaron los cultivos permanentes en cerca de once veces y se disminuyó el área en pastos en cerca de tres veces. En cambio, el área de cultivos heterogéneos se incrementó en cerca de dos veces y media y las de bosques prácticamente permanecieron estables. Es muy probable que este resultado se debe a la acción de control de la Corporación de Chivor para evitar más la deforestación.

Ahora bien, es de suma importancia precisar que entre más cobertura vegetal haya en una cuenca hidrográfica se observa mayor construcción del suelo, porque las hojas y los desperdicios vegetales contribuyen a su formación (Perico-Granados *et al*. 2015). Entonces, la capa vegetal obtiene mayor almacenamiento de agua y de esta manera puede existir en esa cuenca una mayor regulación natural del agua, con disminución de deslizamientos y de avalanchas y con mayor cantidad de agua en caudal medio para los usos agrícolas y pecuarios y de uso doméstico.

De la Figura 1 se observa que de 2002 al 2014 la variación ha sido mínima en la cobertura boscosa, pero desde 1990 la disminución fue muy alta con una variación del 30% de la cobertura al 15% aproximadamente. Aunque las corporaciones ya estaban creadas desde 1991 se ve que sus acciones en ese periodo no fueron efectivas.

Está pendiente por desarrollar una investigación para establecer la cantidad de sedimentos que actualmente se producen en la cuenca y que además que colmatan el embalse de la Esmeralda, formado por la hidroeléctrica de Chivor, también ayuda a la degradación de la cuenca. Al respecto, para disminuir los efectos de la parte antrópica, para que ayude a mitigar la huella contaminante y disminuya la carga fuerte sobre el ecosistema es esencial que haya un incremento en la cobertura vegetal. Para ello es recomendable que los campesinos se contraten como guardabosques en sus propias fincas y se incremente con ellos el pago por servicios ambientales y/o los bonos de carbono. Entonces, con una estabilización de los terrenos con mayor cantidad de cobertura vegetal, se puede hacer un trabajo en dos vías. Por un lado, se contribuye a la mitigación del cambio climático y por otro lado se ayuda al ambiente, en cuanto se proporcionan herramientas para disminuir de forma significativa los desastres naturales, que se presentan fruto de las acciones del hombre.

Según Corpochivor (2013) se observa que, en cuanto a la cobertura boscosa en los municipios de Campo Hermoso y San Luis de Gaceno presentan un total de 33.149 ha, es decir que tienen el 54% de los bosques naturales. Para Carvajal et al. (2014) en estas áreas se encuentran varias especies de árboles, aspecto que es fundamental conservar y en lo posible incrementar las cantidades actuales. Contrario a lo que se evidencia en municipios como Nuevo Colón, Jenesano, Guateque y Turmequé que tiene cifras apenas perceptibles. En estas últimas poblaciones es en donde se requiere de carácter urgente procesos masivos de reforestación en lo posible con árboles nativos.

Igualmente, para Corpochivor (2013) en la Cuenca Alta el gran porcentaje se encuentra en el indicador arbustos y matorrales por ha. En los diferentes municipios de Boyacá se evidencia la existencia de diferentes especies vegetales, mientras que, en la vegetación del subpáramo, del páramo de bosques fragmentados, de bosque con vegetación, bosque denso, en la mayoría de los municipios citados allí como son: Ventaquemada, Boyacá, Jenesano, Nuevo Colón, Tibaná, Turmequé, Úmbita, Pachavita, La Capilla y Tensa las cifras son inferiores e inclusive en la mayoría de los casos se acercan a cero. Entonces, para mitigar el deterioro del ecosistema, luego de identificar las condiciones del terreno, es apropiado asociar acciones para la recuperación de la cobertura vegetal, para ello es necesaria la adecuación básica de los suelos y la incorporación de material vegetal (MinAmbiente y DPN, 2022).

Conclusiones

Existieron años en que, aunque ya estaba funcionando *Corpochivor* se presentaron deforestaciones en la cuenca del río Garagoa, especialmente en los años 90. Entonces, ha existido acciones que ha mitigado el proceso de deforestación por cuenta de la corporación.

Existen buenas reservas de árboles en la parte baja de la cuenca, que han sido cuidados aspecto que merece conservar en equipo entre la Corporación y las políticas de los municipios como San Luis de Gaceno y Campohermoso.

En la parte alta de la cuenca como en los municipios de Boyacá, Guateque, Jenesano, Nuevo Colón y Turmequé se requiere incrementar de forma sustancial la reforestación, especialmente con árboles nativos, dado que se requiere conservar el suelo, mejorar la regulación natural del agua y disminuir la sedimentación para conservar el embalse de la Esmeralda.

Referencias

Amable-Álvarez, I., Méndez-Martínez, J., Delgado-Pérez, L., Acebo-Figueroa, F., de Armas-Mestre, J., y Rivero-Llop, M. L. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39 (3), 640-649, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tIng=es.

Aguirre, M., Buitrago-Bermúdez, O., Bolaños-Tróchez, F. (2021). Mecanismos de coordinación en la planificación de cuencas hidrográficas en Colombia: el caso del río Dagua. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i43.9207>

Araque-Niño, I., Britto-Aponte, M., Cuellar-Rodríguez, L., Perico-Granados, N. (2018). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso:

Tierra Negra, Boyacá., *Revista de Tecnología* 17 (1), pp. 37-48, <https://doi.org/10.18270/rt.v17i1.2950>

Carvajal-Rojas, L., Ariza-Cortés W., Caro-Pabón, L., Valero-Fonseca., N. (2014). *Especies forestales. arboles de Corpochivor*, 273.

Cedeño-Meza, D. y Erazo-Chávez, Á. (2021). Hard Law y Soft Law en el derecho internacional ambiental y su expresión en Ecuador. Universidad de San Gregorio de Portoviejo.

Chavarría Solís, E. y Lanuza Osorio, D. (2021). Evaluación multitemporal del cambio de uso del suelo y cobertura vegetal mediante teledetección espacial en la reserva ecológica El Bajo, período: 1986-2020 (disertación Doctoral). México. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8221/1/245715.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Chivor, Corpochivor, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fondo de compensación Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2013). *Formulación de herramientas de planeación para la ordenación forestal de la jurisdicción de Corpochivor*. Garagoa, Boyacá, Colombia, 7 capítulos.

Corpochivor (2014a). *Cuencas de la jurisdicción*. Garagoa: Colombia.

Corpochivor. (2017a). Plan de ordenamiento cuenca del río Garagoa. *Plan de ordenamiento cuenca del río Garagoa*.

Corpochivor (2017b). Pomca. obtenido de <https://corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2015/12/6-pomca-rio-garagoa.pdf>

Díaz Cordero, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*. vol. XXXVII, No. 2, abril-junio, 2012, pp. 227-240.

Díaz-Dumont, J., y Ledesma-Cuadros, M. (2021). *Conciencia ambiental*

en contextos de emergencia sanitaria covid-19. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 432-445.

García-Marín, M. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción+ Limpia*, 11(2), 161-168. doi: <http://dx.doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>

Gómez-Tagle Ch, A., Gómez-Tagle, A., Ávila, J. y Bruijnzeel, L. (2015). Partición de la precipitación en un bosque tropical montano de pino-encino en el centro de México. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 505-518. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000300017>

Gómez-Ariza, M., Veroz-González, O., (2021) Agricultura de conservación y sus impactos. Experiencias de la asociación española agricultura de conservación suelos vivos con algunas metodologías de evaluación mediante indicadores. *Cadernos de Análise e Prospetiva* N.º 23, Córdoba (España)

González-Gaudiano, E., y Meira-Carrea, P. (2019) Educación para el cambio climático. ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, Vol XLII, N 168, Doi: <https://doi.org/10.22201/ii-sue.24486167e.2020.168.59464>

González-Gaudiano, E. (2020). La educación frente a la emergencia sanitaria y del cambio climático. *Semejanzas de familia*. *Perfiles educativos*, 42(170).

Groch, D. y Cogliati, M., (2022). Medidas de mitigación contra inundaciones en la isla urbanizada “La Herradura”, Neuquén, Argentina, *Rev. geogr. Norte Gd.* no.83 Santiago, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022022000300221>

Matiz-Buitrago, C., Velandia-Vargas, J. (2018). Análisis de la coherencia y articulación entre las herramientas de planificación territorial: plan general de or-

denación forestal, plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica y plan básico de ordenamiento territorial, a partir de un estudio de caso en la cuenca del río Garagoa, en la jurisdicción de *Corpochivor*.

Miller, G. (2009). *Ciencia ambiental. Desarrollo sostenible. Un enfoque integral*. Octava edición. ISBN-13:978-970-686-780-3

Ministerio de Medio Ambiente y Departamento de Planeación Nacional. (2022). Recuperación de cobertura vegetal en áreas disturbadas. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Guia- Metodologica-PT-Cobertura-Vegetal.pdf> <

Moreira-Braz, A., Mirándola-García, P., Luiz-Pinto, A., Salinas-Chávez, E., José de Oliveira, I. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>

Murcia, C., Guariguata, M., Quintero-Vallejo, E., Ramírez, W., (2017). La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia, Cifor.org. Documentos ocasionales 176.

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G. 2681-P/Rev. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Oliveira, AKM de, & Pirajá, RV. (2022). Análisis multitemporal de la cobertura vegetal en la Cuenca del Córrego Ceroula, Mato Grosso do Sul. *Interacciones (Gran campo)*, 23 (4), 997–1011. <https://doi.org/10.20435/inter.v23i4.3023>

Pacheco Gil, H. A. y Zamora Ledezma, E. (2020) «Variaciones de la cobertura

vegetal empleando el índice normalizado de diferencia de vegetación para monitorear ODS en Manabí - Ecuador», *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia*, 43(2), pp. 12-18. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/33610>

Perico-Granados, N., Garavito-Rincón, L., Suárez-Alvarado, P., (2014). Pedagogía y diagnóstico sobre la variación de la cobertura vegetal, 1985-2011, para Boyacá. V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, pp. 1-14.

Perico-Granados, N., Caro-Camargo, C., Acosta, P., Bohórquez-Herrera, J. (2015). Páramo de Siscunsi, en la cuenca alta de la Martinera, Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, en: https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=SSaqH5wAAAAJ&citation_for_view=SSaqH5wAAAAJ:Y0pCki6q_DkC

Perico-Granados, N., Galarza, E., Díaz-Ochoa, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020). Guía práctica de investigación en Ingeniería: apoyo a la formación de docentes y estudiantes, Bogotá: UNIMINUTO, en:

https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=SSaqH5wAAAAJ&citation_for_view=SSaqH5wAAAAJ:7PzIFSSx8tAC

Perico-Granados, N.R. Arévalo-Algarra, H.M. Reyes-Rodríguez, C.A. Perico-Martínez, C.A. Claudia-Vera, M. y Monroy, J. (2021). Sitios de inundaciones causadas por los ríos La Vega y Jordán, Tunja (Boyacá). *Tecnura*, 25(67), 86-101. <https://doi.org/10.14483/22487638.15248>

Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes-Rodríguez, C. Perico-Martínez, C. (2021). Formación de docentes y transformaciones desde la ingeniería. Bogotá: Corporación universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO, en: <https://repositorio.uniminuto.edu/handle/10656/11822>

Perico-Granados, N., Garza-Puentes, J., Tovar-Torres, C., González-Díaz, L. (2022). Análisis de la recordación del concepto de remoción en masas en graduados de ingeniería civil. Un estudio de caso de Educación para el Desarrollo Sostenible, En: *Innovaciones y retos para el cuidado del planeta*.

Ramírez, D., Lértora, G., Vargas, R., y Aponte, H. (2022). Efecto de los incendios en la cobertura vegetal, almacenamiento de carbono y biomasa vegetal de un humedal costero. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 348-362. <http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v70i1.46084>

Sanabria-Quispe, S., Mendoza-Dávalos, K., Sangay-Tucto, S. y Cosme De La Cruz, R. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 329-336. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.036>

Veneros, J., García, L., Morales, E., Gómez, V., Torres, M., y López-Morales, F. (2020). Aplicación de sensores remotos para el análisis de cobertura vegetal y cuerpos de agua. *Idesia (Arica)*, 38(4), 99-107. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000400099>

