

Degradación de suelos por erosión en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Análisis y perspectivas*

DOL: <https://doi.org/10.21830/9786289544626.03>

Yeferson Stiven Méndez Torres

Universidad de La Salle

Sebastián Betancourth Buitrago

Universidad de La Salle

Jessica Daniela Ortega Tenjo

Universidad de La Salle

Jorge Armando Rivera Daniels

Centro de Educación Militar del Ejército

Resumen. En la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) se observa que uno de los problemas más fuertes de degradación en los suelos corresponde principalmente a la erosión, con un porcentaje del 73,7% del área total de la jurisdicción según mapas de susceptibilidad (CAR, 2016). Este porcentaje hace alusión a que 860.816 ha que reflejan la necesidad de hacer frente a esa problemática mediante estrategias que ayuden a frenar o minimizar este impacto. También es importante resaltar que esta erosión está evaluada en términos físicos y estructurales, dejando de lado el uso de las características fisicoquímicas de dichos suelos erosionados o susceptibles a erosión. Debido a lo anterior, el Ejército Nacional de Colombia, junto con otras instituciones, trabaja en la consecución de información pertinente y permanente en el territorio, lo que permite un seguimiento mucho más profundo.

Palabras clave: academia, CAR, degradación de suelos, erosión, fuerzas militares, Universidad de La Salle.

* Este capítulo hace parte de los resultados colaborativos de los proyectos de investigación “Generación de modelos de seguimiento de erosión, salinidad e impacto por disposición de vertimientos en suelos en la jurisdicción de la CAR” del Grupo de Investigación CLIMA de la Universidad de La Salle y “Enfoques de la gestión ambiental como mecanismo de defensa y protección del medio ambiente” del grupo de investigación CEMIL. Los puntos de vista y los resultados de este artículo pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los de las instituciones participantes.

Yeferson Stiven Méndez Torres

Ingeniero Ambiental y Sanitario Universidad de La Salle. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5526-8691> - Contacto: ymendez66@unisalle.edu.co

Sebastián Betancourth Buitrago

Ingeniero Ambiental y Sanitario Universidad de La Salle. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9377-1012> - Contacto: sbetancourth27@unisalle.edu.co

Jessica Daniela Ortega Tenjo

Ingeniera Ambiental y Sanitaria Universidad de La Salle. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4192-8644> - Contacto: jortega29@unisalle.edu.co

Jorge Armando Rivera Daniels

Mayor del Ejército Nacional de Colombia; profesional en Ciencias Militares de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”; especialista en Administración y Conducción de Unidades Militares y Especialista en gestión ambiental y desarrollo comunitario del Centro de Educación Militar. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5527-1794> - Contacto: jorge.riverada@buzonejercito.mil.co

Citación APA: Méndez Torres, Y. S., Betancourth Buitrago, S., Ortega Tenjo J. D. & Rivera Daniels, J. A. (2022). Degradación de suelos por erosión en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Análisis y perspectivas. En A. Castro Carreño, C. A. Leguizamón Zárate & T. L. Fonseca Ortiz (Eds.), *Gestión sostenible del recurso suelo, desde los modelos de seguimiento y recuperación en las Fuerzas Militares* (pp. 47-61). Sello Editorial ESMIC. <https://doi.org/10.21830/9786289544626.03>

Gestión sostenible del recurso suelo, desde los modelos de seguimiento y recuperación en las Fuerzas Militares

ISBN impreso: 978-628-95446-1-9

ISBN digital: 978-628-95446-2-6

DOI: <https://doi.org/10.21830/9786289544626>

Colección Ciencias Militares

Serie Miles Doctus (Investigación formal terminada)

Sello Editorial ESMIC

Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”

Bogotá, D.C., Colombia

2022



Marco teórico

Los suelos se consideran erosionados cuando pierden características físicas y sus funciones ecosistémicas menguan. También se consideran erosionados cuando la productividad disminuye (Lal, 2001). El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) indica que cuando la corteza de la superficie, por el viento o por el agua, se pierde, en especial por acción antrópica, también hay erosión y ello genera consecuencias de tipo socioeconómico importante (IDEAM *et al.*, 2015). Además, es importante mencionar que los terrenos se deforman por la erosión y los movimientos en masa aumentan; el caso extremo del fenómeno es la desertificación. Por este fenómeno cada año se pierden miles de hectáreas de suelos en Colombia (MAVDT, 2016). Otras funciones que se pierden a causa de la erosión son la filtración de contaminantes y el rompimiento de los ciclos del nitrógeno, fósforo y agua, entre otros, así como la capacidad de sustentar la diversidad biológica (IGAC, 2014).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por su sigla en inglés), en el 2019, existen tres tipos de erosión: eólica, hídrica y por labranza; en algunas regiones del mundo los tres tipos de erosión operan simultáneamente en el entorno.

- Erosión hídrica: cuando las partículas de suelo son despegadas por acción de la lluvia y la escorrentía (FAO, 2015).
- Erosión eólica: cuando el suelo se desprende de la superficie de la tierra por acción del viento (FAO, 2015).
- Erosión por labranza: cuando las acciones de la agricultura y ganadería sobre el suelo remueven las capas superficiales del mismo y lo transportan a otros lugares (FAO, 2015).

Método

Para el desarrollo de la investigación se desarrolló un análisis de como en Colombia la unión entre instituciones ambientales de orden nacional y académico han generado estudios de identificación y evaluación de algunos de los fenómenos de degradación de suelos, entre ellos, la erosión. Producto de estos estudios se han publicado varios mapas de orden nacional que indican el grado de erosión que presentan los suelos en el territorio colombiano. Entre las instituciones que han publicado mapas de erosión de los suelos colombianos sobresalen el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del

Ambiente (Inderena) con el mapa denominado “Mapa de erosión de suelos”, publicado en 1978; el Ideam con el mapa denominado “Mapa de erosión de suelo” publicado en el 2001 y con el mapa denominado “Mapa de degradación de suelos y tierra por erosión, remoción en masa y sedimentación” publicado en el 2002 y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Ideam y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) con el mapa denominado “Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011”, publicado en el 2015, el cual se registra como uno de los mapas de erosión más recientes y cuya elaboración y publicación se desarrollaron en el marco del protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión.

Resultados y análisis

La erosión en el territorio CAR

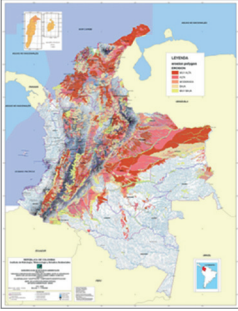
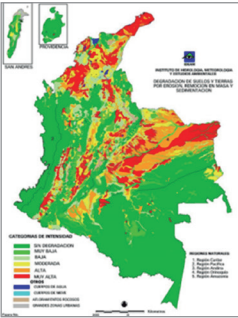
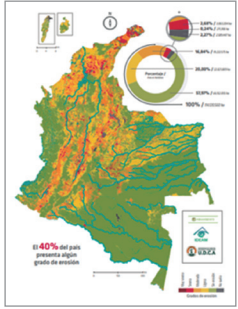
Se encontró un mapa generado por la Corporación Autónoma Regional (CAR) en un estudio muy reciente del 2018 que, aunque es la información cartográfica más actualizada encontrada, no se describe la metodología para su realización ni la ubicación de las capas; a continuación, en la tabla 1 se presentan cada uno de estos mapas, identificados por la entidad generadora, con el año de publicación y el nombre del mapa.

Tabla 1. *Recopilación de mapas existentes de erosión en Colombia*

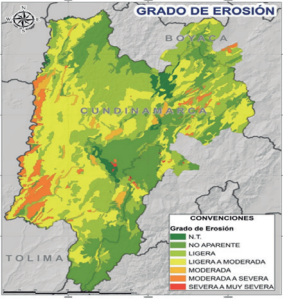
Nombre del mapa	Año de publicación	Mapa	Institución que publicó
Mapa de erosión	1978	Mapa de erosión del Inderena-1978 Fuente: IGAC <i>et al.</i> (2010).	Inderena



Continúa tabla...

Nombre del mapa	Año de publicación	Mapa	Institución que publicó
Mapa de erosión	2001	Mapa de erosión del Ideam-2001 Fuente: IGAC <i>et al.</i> (2010).	Ideam
			
Mapa de degradación de suelos y tierra por erosión, remoción en masa y sedimentación	2002	Mapa de degradación de suelos por erosión 2002 Fuente: MinAmbiente e Ideam (2014).	Ideam
			
Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011	2015	Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011 Fuente: MADS <i>et al.</i> (2015).	MADS, Ideam y UDCA.
			

Continúa tabla...

Nombre del mapa	Año de publicación	Mapa	Institución que publicó
Situación de la jurisdicción CAR por susceptibilidad a erosión	2018	Situación actual de la erosión de suelos en la subcuenca del río Machetá, Grupo Fuente: CAR (2018).	Grupo biodiversidad-suelos, CAR.
Escala 1:100.000			

Cabe resaltar que Colombia cuenta con un registro histórico de mapas de erosión en el territorio colombiano, los cuales muestran los grados de erosión que presentan los suelos a nivel nacional en términos temporales, y que permiten analizar el comportamiento del fenómeno en determinados periodos, sin embargo, no se evidencia la armonización de métodos para la estimación de los grados de erosión. Cada método de estimación incluye variables que no son comparables unas con otras, ya sea por el mismo planteamiento del tipo erosión que considera cada método de estimación o por las variables propias de las ecuaciones y modelos análogos desarrollados para el estudio de los procesos de erosión. Esto se refleja, por ejemplo, en el mapa de erosión desarrollado por el Inderena, en el cual los grados de erosión se califican del 1 al 7; mientras, que el mapa desarrollado por el IDEAM en el 2001 indica que los grados representados son “muy alta”, “alta”, “moderada”, “baja” y “muy baja”; por otro lado, el mapa generado por el IDEAM en el 2002 considera los grados “muy alta”, “alta”, “moderada”, “baja”, “muy baja” y “sin degradación” y, la misma entidad, en el 2015 indica que los grados son: “muy severa”, “severa”, “moderada”, “ligera” y “sin erosión”. además, el mapa desarrollado por la CAR presenta los valores de: “NT”, “no aparente”, “ligera”, “ligera moderada”, “moderada”, “moderada severa” y “severa muy severa”. Lo que de entrada genera un problema que impide un buen análisis de la situación del país a lo largo del tiempo, si bien los estudios que las instituciones han desarrollado son valiosos para el estudio

de los procesos de erosión en los suelos del territorio colombiano, es necesario armonizar las metodologías para la estimación de la erosión y profundizar en el desarrollo de informes y documentación que constate los procedimientos realizados para la elaboración de los mapas.

Debido a lo anterior y con el fin de configurar una línea base, se escogieron los mapas del IDEAM (2002); IDEAM, MADS, UDCA (2015) y CAR 2018. La selección respondió a un proceso de evaluación, en el que se priorizó la resolución, la capacidad para el análisis de la zona objeto de estudio en el mapa nacional y la posibilidad del análisis según la categorización de la intensidad de la erosión presentada en cada uno de estos para la identificación de los grados de erosión que presentan los suelos. De los mapas nacionales se tomó la sección bajo la jurisdicción de la CAR y la leyenda de los grados de erosión considerados en ella. En la tabla 2 se observan los mapas y sus secciones:

Tabla 2. *Línea base de erosión CAR a partir de la información nacional*

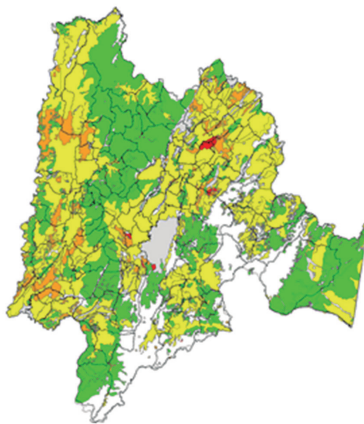
Recorte del departamento de Cundinamarca del mapa de degradación de suelos y tierra por erosión, remoción en masa y sedimentación.	Leyenda
Fuente: modificado de Ideam (2010).	
	CATEGORIAS DE INTENSIDAD SIN DEGRADACION MUY BAJA BAJA MODERADA ALTA MUY ALTA OTROS CUERPOS DE AGUA CUERPOS DE NIEVE AFLORAMIENTOS ROCOSOS GRANDES ZONAS URBANAS

Continúa tabla...

Área del departamento de Cundinamarca de la zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011.

Fuente: modificado de MADS, Ideam y UDCA (2015).

Leyenda



GRADO

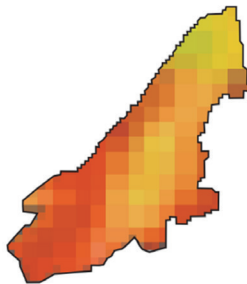


En concordancia con lo anterior se analizó cada municipio de las direcciones regionales delimitadas en el área de estudio, con el fin de determinar la relación de los procesos y grados de erosión. A continuación, en la tabla 3 se presenta un ejemplo de lo realizado en el municipio de Girardot y más adelante la conclusión global para cada dirección.

Tabla 3. *Municipio de Girardot*

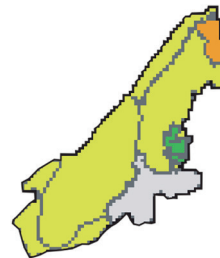
Mapa de degradación de suelos por erosión 2002-municipio Girardot.

Fuente: modificado de MinAmbiente e Ideam (2014).



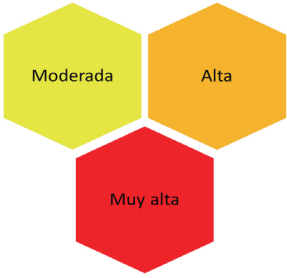
Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011-municipio Girardot.

Fuente: modificado de MADS et al. (2015).



Continúa tabla...

Grados de erosión registrados en el mapa de degradación de suelos y tierra por erosión, remoción en masa y sedimentación en el municipio de Girardot, 2002.



Grados de erosión registrados en la zonificación de la degradación de suelos por erosión en el municipio de Girardot, 2010-2011.



De acuerdo con el mapa 2002, se evidencia que el municipio presenta los grados de erosión; “moderada” en los sectores central y norte, “alta” sectores central y sur, “muy alta” en el sector suroccidental del municipio. Por otro lado, el mapa 2010 presenta los grados de erosión “moderada” en la mayor parte de su territorio; siendo esta la más representativa por su extensión, “ligera” en el sector oriental y “severa” en la parte norte del municipio.

A continuación, la tabla 4 se muestran los resultados de algunas de las diferentes direcciones regionales:

Tabla 4. Resultados de las direcciones con información de los mapas nacionales

Dirección regional	Resultados globales obtenidos erosión
Dirección regional: Alto Magdalena	Moderada, alta y severa.
Dirección regional: Tequendama	Ligera, moderada y alta.
Dirección regional: Sabana Centro	Desde sin degradación hasta severa.
Dirección regional: Almeidas	Ligera, moderada, alta y severa.

Fuente: Proyecto de Investigación UNISALLE-CAR, 2020

Propuesta de análisis de la erosión según caracterizaciones fisicoquímicas realizadas en la jurisdicción de la CAR

Teniendo en cuenta las discrepancias encontradas en la comparación geográfica y física de la erosión de los suelos en la jurisdicción de la CAR, se dio un enfoque distinto, desde el análisis de caracterizaciones fisicoquímicas realizadas al suelo de la jurisdicción por la CAR del 2019 y el IGAC 2000 (Proyecto de Investigación UNISALLE-CAR, 2020), ya que los parámetros son más homogéneos. Para ello se hizo una priorización de dichos parámetros teniendo en cuenta aquellos más afectados por el fenómeno de degradación de la erosión como son carbono orgánico del suelo, K (potasio) y P (fósforo). A continuación, un ejemplo para el área de Usme (Bogotá) del trabajo realizado y posteriormente el consolidado en la tabla 6.

Bogotá (Usme)

La tabla 5 presenta los puntos de comparación entre los muestreos realizados por el IGAC y la CAR, y las figuras 1, 2 y 3 la tendencia de variabilidad de los parámetros que influyen mucho más en la erosión del municipio de Usme.

Tabla 5. *Caracterizaciones de suelos de Bogotá (Usme) IGAC y CAR susceptibles a comparación*

Insti- tución (año)	No	pH	COT (g/100g)	CIC (meq/ 100 g)	P (ppm)	Tex- tura	Na (meq/ 100g)	K (meq/ 100g)	Ca (meq/ 100g)
IGAC (2000)	1	4	24,99	88,9	9	AF	0,2	0,5	0,6
	2	4,5	8,71	41,3	2	FA	0,1	0,2	0,2
	3	5	2,74	37	13	FAr	0,2	0,2	4,1
	4	4	43,29	81,8	7	FA	0,1	0,4	31,3
	5	4,2	46,44	110,1	3	-	0,1	0,5	0,2
	6	5,3	15,36	54,4	4	FA	0,1	1	1,2
CAR (2019)	7	5,30	2,49	35,75	139		0,02	0,08	0,26
	8	5,00	5,52	29,72	79		0,04	0,19	0,27

Fuente: IGAC (2000) y CAR (2019).

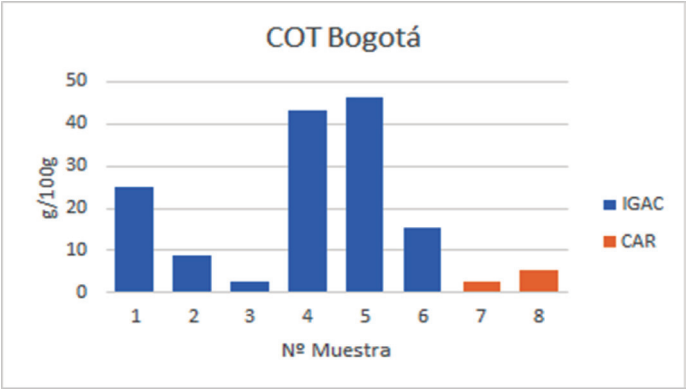


Figura 1. Comportamiento temporal de COT en Bogotá (Usme)

Fuente: modificado IGAC (2000) y CAR (2019).

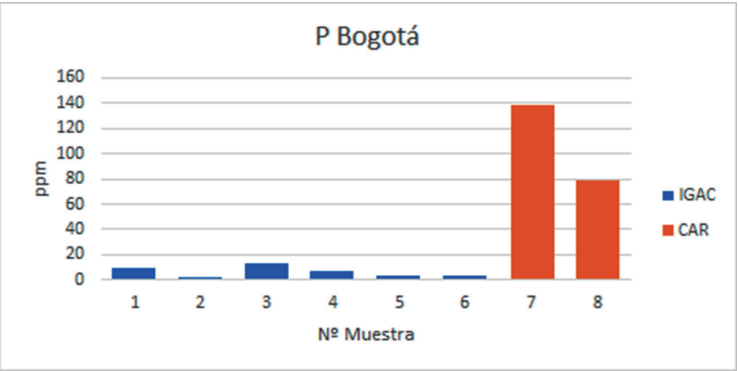


Figura 2. Comportamiento temporal de fósforo (P) en Bogotá (Usme)

Fuente: modificado IGAC (2000) y CAR (2019).

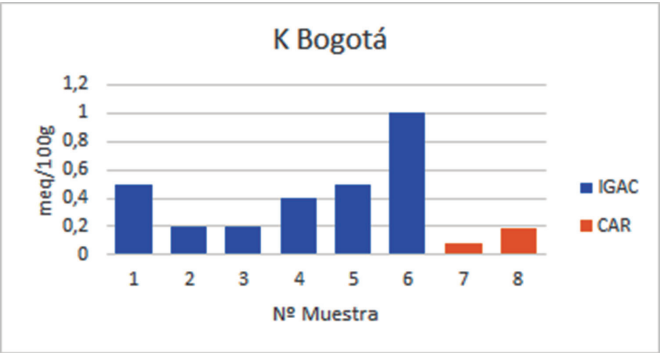


Figura 3. Comportamiento temporal de potasio (K) en Bogotá (Usme)

Fuente: modificado de IGAC (2000) y CAR (2019).

Al observar las figuras 1 y 3, se ve una tendencia a la disminución de la concentración de COT y potasio (K), por otro lado, la figura 2 presenta un aumento en la concentración de fósforo en suelo. Para el caso del COT su concentración disminuyó en un 83%, el potasio (K) disminuyó su concentración en un 71% y el fósforo (P) tuvo un aumento aproximado del 16% en su concentración inicial, esto debido a la actividad antrópica principalmente de agricultura.

La tabla 6 presenta el balance global de la variación de los parámetros de interés en el tiempo. Se observa la tendencia general de la disminución de COT en la mayoría de los municipios objeto de estudio. Por otro lado, una tendencia al aumento de la concentración del fósforo (P) y aumentos y disminuciones de potasio (K) dependiendo de las actividades antrópicas.

Tabla 6. *Resumen del comportamiento de los parámetros de interés de los suelos de los municipios objeto de estudio*

Municipios	Comportamiento del parámetro en el tiempo		
	COT	P	K
Bogotá	Disminuye	Aumenta	Disminuye
Soacha	Disminuye	Aumenta	Aumenta
Girardot	Disminuye	Aumenta	No se identifica tendencia
Jerusalén	Disminuye	Aumenta	No se identifica tendencia
Nilo	Disminuye	Aumenta	Aumenta
Tocaima	Disminuye	Aumenta	No se identifica tendencia
Ricaurte	No se reconoce tendencia	Aumenta	No se identifica tendencia
La Mesa	Disminuye	Disminuye	Disminuye
Guaduas	Disminuye	Aumenta	Aumenta
Tausa	Aumenta	Disminuye	Aumenta
Nemocón	No se reconoce tendencia	Aumenta	Aumenta
Suesca	Disminuye	Disminuye	Disminuye
Villapinzón	No se reconoce tendencia	Aumenta	No registra caracterización

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, no todas direcciones regionales que hacen parte de la jurisdicción CAR no cuentan con información suficiente en materia de análisis fisicoquímicos del suelo, solo 10 de las 14 direcciones presenta infor-

mación, además los muestreos son muy pocos para la cantidad de municipios que agrupan estas direcciones regionales y los datos no se presentan completos. Se sugiere prestar especial atención a los municipios que hacen parte de las direcciones regionales Chiquinquirá, Gualivá, Magdalena Centro y Río Negro, puesto que no cuentan con análisis fisicoquímicos del suelo y son de vital importancia para determinar con mayor claridad el comportamiento de los parámetros COT, P, K y N en el tiempo.

Perspectivas

Complemento de paradigma

El paradigma predominante en el estudio de la erosión en Colombia es el realizado por métodos físicos y se da alrededor de cada 8 o 10 años en estudios globales del país, muchas veces, como se observó, utilizando metodologías diferentes que impiden un análisis temporal de degradación adecuado y por ende la generación de acciones y políticas realmente pertinentes en este sentido. Debido a lo anterior y como se pudo ver en la propuesta, el análisis del fenómeno con base en parámetros fisicoquímicos centrados en aquellos relevantes para la erosión, como la materia orgánica y los nutrientes, es una muy buena referencia, ya que ellos indican cambios en el tiempo y por consiguiente la degradación. La idea es poder tener información permanente y generar acciones pertinentes para detener la pérdida del recurso.

Participación de la Fuerza Pública como apoyo en la generación de información permanente

Para llevar a cabo este monitoreo es menester involucrar otro tipo de actores, como la Fuerza Pública, puesto que el recurso humano de la Autoridad Ambiental es limitado, mientras que la Fuerza Pública, como el Ejército Nacional, se encuentra en todo el territorio, además, al contar esta entidad con un programa ambiental sólido podría convertirse en ese motor de muestreo con el cual la CAR, en este caso, tendría a su disposición las muestras requeridas para el seguimiento a este fenómeno. Su acompañamiento se hace indispensable a la hora de realizar un monitoreo con el fin de poder educar, sensibilizar y acopiar la información necesaria para estudiar y formular medidas efectivas de control ante el problema.

Conclusión

La información nacional se encuentra muy dispersa a lo largo del tiempo, además de que ha sido generada con metodologías distintas y escalas de medición variadas, lo que hace que medidas efectivas de protección al recurso sean muy difíciles de implementar. Debido a lo anterior se propuso realizar el seguimiento teniendo en cuenta la variación de propiedades fisicoquímicas de los parámetros que más se ven afectados como la materia orgánica y los nutrientes. Esta propuesta aporta resultados complementarios a los análisis nacionales, pero aún hay información insuficiente debido a la falta de personal de la autoridad ambiental para el número de municipios. Por esto, se sugiere vincular en el proceso a la Fuerza Pública que se ha especializado en temas ambientales como el Ejército Nacional, gracias a su presencia permanente en las zonas y, de esa manera, garantizar el envío permanente de muestras al laboratorio de la CAR, con esto se garantiza un seguimiento constante al fenómeno de degradación, así como la garantía de generación de políticas efectivas en torno a este.

Referencias

- Corporación Autónoma Regional (CAR). (2016). Diagnóstico por erosión. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9045459a4e5.pdf>
- Corporación Autónoma Regional (CAR). (2018). Diagnóstico y monitoreo de degradación de suelos por erosión en la cuenca río Garagoa —subcuenca río Machetá— jurisdicción CAR a escala 1:100.000.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015). Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDT). (2010). Protocolo de degradación de suelos y tierras por erosión. http://capacitacion.siac.ideam.gov.co/SIAC/protocolosSuelos/20120814_Protocolo_erosion.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2014). Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/instructivos/2014/M40100-02%2014V2%20Para%20la%20clasificacion%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>

- Lal, R. (2001, 4 de diciembre). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12, 519-539. <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.472>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAVDT). (2016). Política para la gestión sostenible del suelo. http://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). Estado mundial del recurso Suelo. 14 - 92.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2019). *Soil erosion. The greatest challenge for sustainable soil management*. <http://www.fao.org/3/ca4395en/ca4395en.pdf>
- Proyecto de Investigación UNISALLE-CAR (2020). Generación de modelos de seguimiento de erosión, salinidad e impacto por disposición de vertimientos en suelos en la jurisdicción de la CAR. Universidad de La Salle, CAR Cundinamarca.
- Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2011). Catálogo de mapas. <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>