

Dinámica del aporte de carbono en 11 sumideros urbanos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador

Richard Vilches Moreno ¹   José Iván Albiño Cargua ²  Brenda Vargas Ramírez ³ 

¹ Grupo de Investigación de Energías Alternativas y Ambiente GEAA, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca EC220001, Ecuador

² Universidad Politécnica Salesiana Quito, EC170102, Ecuador

 Correspondence: richard.vilches@esepoch.edu.ec  + 593 96 827 7770

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj42029>

Resumen: El presente estudio analiza la dinámica del aporte de carbono en sumideros urbanos, localizados en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), se examina la biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Los resultados muestran que los sumideros del Sur del DMQ presentan mayor contenido de materia orgánica, estos resultados obtenidos aportan datos importantes para la estimación de absorción de carbono en zonas forestales urbanas, y connotan la importancia de la conservación de los sumideros para la captura de carbono.

Palabras claves: Dinámica; sumideros; carbono; absorción

Carbon contribution dynamics in 11 urban sinks of the Metropolitan District of Quito, Ecuador

Abstract: This study analyzes the dynamics of carbon contribution in urban sinks located in the Metropolitan District of Quito (DMQ), examining aboveground biomass, belowground biomass, dead wood, litter and soil organic carbon. The results show that the sinks in the south of the DMQ have a higher content of organic matter. These results provide important data for estimating carbon sequestration in urban forest areas and indicate the importance of conserving sinks for carbon sequestration.

Keywords: Dynamics; sinks; carbon; sequestration



Cite: Vilches Moreno, R., Albiño Cargua, J. I., & Vargas Ramírez, B. (2021). Dinámica del aporte de carbono en 11 sumideros urbanos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Green World Journal*, 4(2), 12. <https://doi.org/10.53313/gwj42029>

Received: 17/July/2021

Accepted: 24/August/2021

Published: 31/August/2021

Prof. Carlos Mestanza Ramón, PhD.
Academic Editor / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with regard to legal claims resulting from published content. The responsibility for the published information lies entirely with the authors.



© 2021 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

Los sucesos evidentes de la actualidad referente al cambio climático son innegables, y nos han alertado como las zonas climáticas están cambiando drásticamente, la principal causa del cambio climático está asociada a los gases de efecto invernadero (GEI) que provienen principalmente de la combustión de fuentes fósiles [1]. De los GEI el de mayor relevancia es el CO₂, debido a que es el principal causante del efecto invernadero.

El crecimiento acelerado de la población avanza con una velocidad impresionante, lo cual conlleva a que las áreas verdes se vayan perdiendo más y más, por lo tanto, la captación de carbono se reducirá notablemente, los suelos se tornaran más impermeables y se aumentará la emisión de contaminantes atmosféricos [2].

La necesidad de realizar predicciones sobre los posibles efectos del cambio climático actual ha puesto de manifiesto las importantes lagunas de conocimiento aún existentes, y ha constatado la utilidad de los análisis retrospectivos, que examinan las respuestas de las especies a los cambios climáticos del pasado [1-3].

Una alternativa para combatir este problema es la relación entre la emisión de dióxido de carbono y la fijación de carbono que se lleva a cabo en los sumideros, ya que, por procesos de fotosíntesis absorben el carbono en forma de CO₂, mismo que se metaboliza en sus tejidos para después ser restituído por medio de la respiración a la atmósfera en forma de O₂ [4].

Por esta razón el Protocolo de Kyoto, se plantea la fijación de carbono como un objetivo para la gestión de los bosques, sin embargo, los bosques no pueden asimilar todo el CO₂, ya que el carbono fijado en sus tejidos retorna a la atmósfera en un momento dado por procesos de descomposición, los sumideros se han convertido en una alternativa para mitigar el problema de manera temporal, en lo que el ser humano busca más alternativas y soluciones para reducir las emisiones desmesurada de GEIs [1-4].

El carbono está en constante ciclo entre la materia muerta y la viva; las plantas verdes fijan el carbono de la atmósfera que pasa a formar parte de su biomasa. La respiración de los bosques, el desfronde, el desprendimiento cobertura vegetal y la muerte de los árboles devuelven a la atmósfera parte del carbono absorbido mediante la fotosíntesis [1].

En el Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) para la estimación de la emisión/absorción de carbono se puede tomar en cuenta 5 reservorios de carbono que son la biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico en el suelo. Estos son factores determinantes para cuantificar la absorción de carbono en los sumideros.

El almacenamiento de carbono en los 11 sumideros nos permite establecer y potenciar la importancia de zonas forestales urbanas dentro de Quito, incentivando así al incremento de las mismas que no solo contribuirán a un aumento de masa vegetal, sino que también beneficia a la regulación de temperatura.

1.1 Métodos de estimación de absorción/ emisión de carbono en bosques

1.1.1 Biomasa aérea y subterránea.

Requiere inventarios de las existencias de carbono en biomasa para una superficie dada en dos momentos diferentes; el cambio anual en la biomasa es la diferencia entre las existencias de biomasa en el momento t2 y en el momento t1, dividido por la cantidad de años transcurridos entre las existencias (IPCC, 2006, pág. 2.13). “Requiere el empleo de inventarios forestales detallados y además se los puede complementar con ecuaciones alométricas y modelos” (IPCC, 2006, pág. 4.14).

Materia Orgánica muerta.: Implica la estimación de la superficie de tierras forestales que permanecen como tales bajo gestión, determinar las existencias de carbono en la madera muerta y hojarasca en dos momentos diferentes y el cálculo de la diferencia entre dos estimaciones de existencias de carbono (IPCC, 2006, pág. 4.24).

Carbono en suelos minerales.

Nivel 3.: “Método basado en modelos y/o mediciones según disponibilidad de recursos” [1,3].

1.1.2 Muestreo

“Herramienta de la investigación científica estadística, su función es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población” (Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático [6].

1.1.3 Unidad de muestreo

“Es el mínimo elemento en que está dividida la población de objetos, sobre los cuales se procede a hacer la evaluación, medición o cálculo de variables de interés” (Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio [5,6].

Consideraciones para selección de especies arbóreas en el estudio

La biomasa está presente en las partes aérea y subterránea de las plantas anuales y de las perennes, la biomasa relacionada con las plantas herbáceas anuales y perennes (es decir, no maderera) es relativamente efímera; es decir, decae y se regenera anualmente o cada pocos años, por lo tanto, las emisiones por descomposición se compensan con las absorciones debidas a la regeneración, lo que hace que, en general, las existencias generales netas de C sean bastante estables en el largo plazo; es por ello que los métodos se centran en los cambios de existencias de la biomasa relacionados con las plantas y los árboles madereros, en la que se pueden acumular grandes cantidades de carbono (hasta cientos de toneladas por hectárea) durante su vida [1-4].

2. Materiales y métodos

Para conocer el cálculo de la fijación de carbono se ha utilizado especies arbóreas únicamente. En la obtención de los datos se utilizó el manual de campo de la Evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador. En el estudio de cada sumidero se determinaron parcelas permanentes de muestreo (PPM). La metodología del estudio consta de cinco fases:

Fase 1: Recopilación bibliográfica.

Para conocer la cantidad de aporte de carbono dentro de los sumideros se trabajó con el método de cambio de existencias del IPCC y la metodología de campo de la Evaluación Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador, esta metodología es apta para el presente estudio debido a que las parcelas son de grandes extensiones y la muestra es representativa, por lo cual es apta para las condiciones de los sumideros. Los reservorios que se han tomado en cuenta basándonos en la metodología del IPCC son: biomasa aérea, biomasa subterránea, hojarasca, madera muerta, materia orgánica del suelo.

Fase 2: Elaboración de mapas y fichas de campo.

Se realizó mapas georreferenciados y se crea un mallado de 60mx60m para la determinación de las parcelas correspondiente a cada sumidero.

Para seleccionar la PPM adecuada se debe optar por una parcela que este en el interior de cada sumidero y que sea representativa, no se debe seleccionar una PPM de los bordes ya que se crearía el efecto de borde al momento de las mediciones.

El número de parcelas por sumideros se realizó en base a la extensión de los mismos, para los cuales se determinó que para los sumideros pequeños se analizara 1 PPM y los sumideros de grandes extensiones deberán tener 2 PPM de estudio, verificando para ello que la extensión de la PPM (muestra) tenga un porcentaje representativo del universo de estudio (sumidero urbano).

Fase 3: Recolección de datos en campo

En la parcela se marcó y tomó los puntos de los extremos de cada una de los sumideros. Cada parcela deberá ser dividida en 3 secciones correspondientes a 20mx60m.

2.1 Recolección de datos

Biomasa área: Se seleccionó únicamente las especies arbóreas ya que las plantas herbáceas y perennes, se regeneran constantemente, por lo cual, al descomponerse, las emisiones se compensan con la absorción producida en la regeneración, por ello se toma en cuenta la biomasa arbórea ya que en todo su ciclo de vida pueden acumular grandes cantidades de carbono.

Biomasa subterránea: mide a 10 cm de profundidad en 5 puntos para determinar la distribución de las pequeñas raíces.

Madera muerta: Se mide la materia muerta con Diámetro de Altura de Pcho $P \geq 10\text{cm}$ en la PPM, tomando registro del diámetro y la altura de la madera muerta

Hojarasca: la recolección de detritus y hojarasca se debe realizar en 2 subparcelas de 50cmx50cm, cada una de estas subparcelas debe ser trazada en los puntos extremos de la PPM (punto4). La hojarasca y detritus deben etiquetadas y pesadas in situ y después para conocer el peso seco de las mismas.

Carbono orgánico del suelo: en una de las secciones de 20mx60m, se deberá trazar una subparcela de 20x20m, en donde se tomarán muestras de suelo a 30cm de profundidad y el peso de las mismas, en cada uno de los extremos y en el centro de la parcela.

Fase 4: Trabajo de laboratorio.

El método de Walkley- Black es el más óptimo para el análisis, se realizó 3 repeticiones por muestra de suelo.

Procedimiento:

Las 5 muestras de 30cm de profundidad tomadas de la subparcela, se mezcló hasta formar una muestra compuesta, este procedimiento se realizará para cada PPM. Se pesó 50 gr de la muestra compuesta y se secó en la estufa por 48 horas y luego se desecó por 30 minutos más para obtener la humedad de la muestra. Para determinar la riqueza en materia orgánica se tomó 0.1 g para suelos ricos y 0.5 g para suelos pobres, se le adicionó 10 ml de dicromato de potasio y se agitó durante 1 minuto, 10 ml ácido sulfúrico y se agitó durante 1 minuto, se dejó reposar durante 2 horas luego de esto se colocó 100 ml de agua destilada, y 5 gotas de indicador ferroína, finalmente se tituló con sulfato ferroso de amonio [8].

Fase 5: Análisis de datos

Una vez obteniendo los valores de titulante consumido, se calculó la cantidad de materia orgánica contenida en las muestras de suelo.

Para calcular el contenido de carbono orgánico de la muestra de suelo.

$$\text{Carbono orgánico } \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) = \frac{18 * C * V * \left(1 - \frac{V1}{V2}\right)}{M}$$

Donde:

C= concentración en moles/litro de la solución del dicromato de potasio (0,166M)

V= Volumen de solución de dicromato utilizada (10ml)

V1= Volumen de titulante consumido en la reacción de la muestra de suelo (ml)

V2= Volumen de titulante consumido en el blanco de determinación (ml)

M= peso de suelo usado en la reacción

Se calculó el porcentaje de carbono orgánico en la muestra

$$\text{Carbono orgánico (\%)} = \frac{\text{Carbono orgánico } \left(\frac{\text{mg}}{\text{g}}\right)}{10}$$

La materia orgánica se calculó como

Materia orgánica (%) = 1,72 * Carbono orgánico (%)
(Radojevic & Bashkin, 2010)

*Diseño experimental:**Para metodología de absorción de carbono en los 11 sumideros*

Se consideró una unidad de muestreo PPM (parcela permanente de muestreo) sobre la cual se midió parámetros de biomasa aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono del suelo. El tipo de diseño experimental utilizado en el estudio es un Diseño en bloques completos al azar.

Población.: Para la absorción de carbono se ha tomado una población correspondiente a 11 sumideros del DMQ.

Tabla 1. Ubicación geográfica de los sumideros en estudio

SUMIDEROS DE ESTUDIO					
No.	Nombre Sumidero	Sector	Altitud m.s.n.m	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	Parque Las Cuadras	Sur	2777	773132	9968287
2	Parque Huayrapungo	Sur (Mena 2)	3075	771200	9972300
3	Parque La Armenia	Puente 3	2545	781737	9970221
4	Parque Itchimbia	Centro	2913	778270	9975303
5	Parque Metropolitano de Sur	Sur	3067	776820	9964420
6	Parque Guanguiltagua (Metro Norte)	Norte	2930	782560	9979810
7	Parque El Panecillo	Centro	3019	776236	9974575
8	Parque La Carolina	Norte	2800	779876	9979735
9	Parque El Ejido	Centro	2803	778436	9976799
10	Parque Equinoccial	Pomasqui	2465	784149	9995522
11	Parque Bicentenario	Norte	2803	779700	9983970

Muestra

La muestra de estudio fueron Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM) mientras que para el análisis de laboratorio se tomó como muestra un peso dependiente del contenido de materia orgánica con parámetros a medir desde 0.1 g para suelos ricos en materia orgánica y 0.5 para suelos con poca materia orgánica.

3. Resultados y discusión

3.1 Aporte de carbono en los 11 sumideros del DMQ

El análisis de los datos correspondientes a los 5 parámetros a tomar en cuenta, nos han otorgado información sumamente importante para entender la variación del aporte de carbono en los sumideros, que a pesar de pertenecer a un mismo distrito las condiciones geográficas y el mantenimiento de los mismos son factores determinantes en las variaciones que se presentan en los sumideros.

Reservorio 1: Biomasa aérea

Tabla 2. Volumen de Biomasa aérea

Núm.	Sumidero	Núm. PPM	Volumen (m3/PPM)
1	Las Cuadras	1	177,98
2	Huayrapungo	2	80,51
3	La Armenia	1	210,27
4	Itchimbia	1	5,10
5	Metro sur	2	48,75

6	Guangüiltagua	2	258,87
7	El Panecillo	2	108,71
8	La Carolina	1	63,32
9	El Ejido	1	195,65
10	Equinoccial	1	104,27
11	Bicentenario	1	50,91

Por unidad muestreada el Parque Metropolitano la Armenia con 210,21 m3 presentó el mayor contenido de volumen de biomasa aérea, este sumidero dispone de buenas condiciones ambientales, además la gestión permite tener el cuidado que requiere, el Parque Metropolitano Itchimbia a su vez presentó menor contenido de biomasa aérea con 5,10 m3 debido a que es sumidero con especies relativamente jóvenes.

Reservorio 2: Raíces.

Tabla 3. Densidad y peso de raíces a 10cm

Núm.	Sumidero	Densidad del suelo (gr/ml)	Peso (gramos)
1	Las Cuadras	0,81	2
2	Huayrapungo PPM-1	0,80	43,23
	Huayrapungo PPM-2	0,67	11,96
3	La Armenia	0,72	11,21
4	Itchimbia	0,89	7
5	Metrosur PPM-1	0,76	35,55
	Metrosur PPM-2	0,78	14,55
6	Guangüiltagua PPM-1	1,10	67,4
	Guangüiltagua PPM-2	0,76	38,33
7	El Panecillo PPM-1	0,82	23,89
	El Panecillo PPM-2	0,80	28,4
8	La Carolina	1,11	9,57
9	El Ejido	0,63	21,56
10	Equinoccial	0,86	35,6
11	Bicentenario	0,83	7,8

Figura 1. Peso de biomasa subterránea a 10 cm profundidad



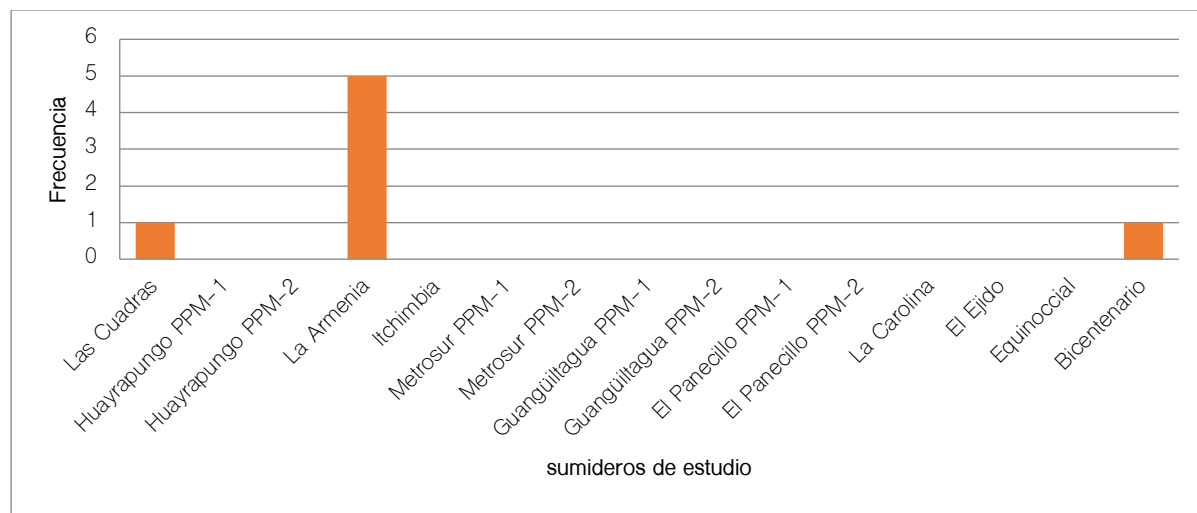
El mayor contenido en peso de raíces en la muestra a 10 cm de profundidad presentó en Parque Metropolitano Guanguiltagua con 67,4 gramos, el Parque Metropolitano Las Cuadras a su vez presentó 2 gramos de raíces en la muestra, este parque presenta limpieza constante y remoción de cobertura vegetal impidiendo que exista la adecuada distribución de raíces en su superficie.

Reservorio 3: Madera muerta.

Tabla 4. Madera muerta por PPM muestreada

Número	Sumidero	Parcela	Individuos	Volumen (m3)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	1	0,49
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1		0
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2		0
3	La Armenia	PPM-AR-1	5	1,21
4	Itchimbia	PPM-IT-1		0
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1		0
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2		0
6	Guanguiltagua PPM-1	PPM-MN-1		0
	Guanguiltagua PPM-2	PPM.MN-2		0
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1		0
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2		0
8	La Carolina	PPM-CA-1		0
9	El Ejido	PPM-EJ-1		0
10	Equinoccial	PPM-EQ-1		0
11	Bicentenario	PPM-BI-1	1	0,1

Figura 2. Número de individuos de madera muerta con diámetro mayor a 10 cm



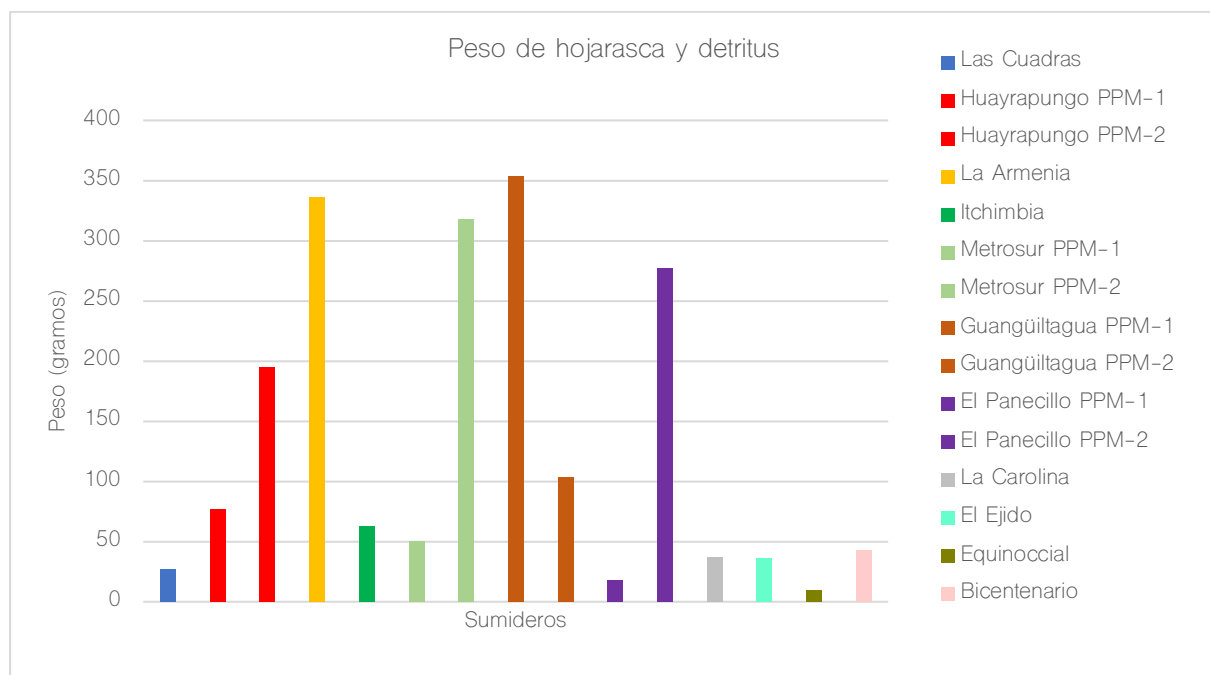
Los sumideros en estudio son áreas gestionadas lo cual implica remoción constante de necromasa, se obtuvo poca cantidad de madera muerta; el Parque Metropolitano La Armenia presentó 5 especies, El Parque Metropolitano Las Cuadras 1 especie y el Parque Metropolitano Bicentenario 1 especie inventariada, mientras que los demás sumideros no registraron especies de madera muerta por las razones expuestas.

Reservorio 4: hojarasca + detritus recolectados en campo

Tabla 5. Peso de hojarasca y detritus

Número	Sumidero	Parcela	Peso (gramos)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	26,8
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1	77,18
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2	194,6
3	La Armenia	PPM-AR-1	336
4	Itchimbia	PPM-IT-1	62,46
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1	50,08
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2	318,1
6	Guangüiltagua PPM-1	PPM-MN-1	353,25
	Guangüiltagua PPM-2	PPM.MN-2	103,06
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1	17,97
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2	277,15
8	La Carolina	PPM-CA-1	37,16
9	El Ejido	PPM-EJ-1	36,03
10	Equinoccial	PPM-EQ-1	9,69
11	Bicentenario	PPM-BI-1	42,5

Figura 3. Hojarasca y detritus colectados en los P2 y P4



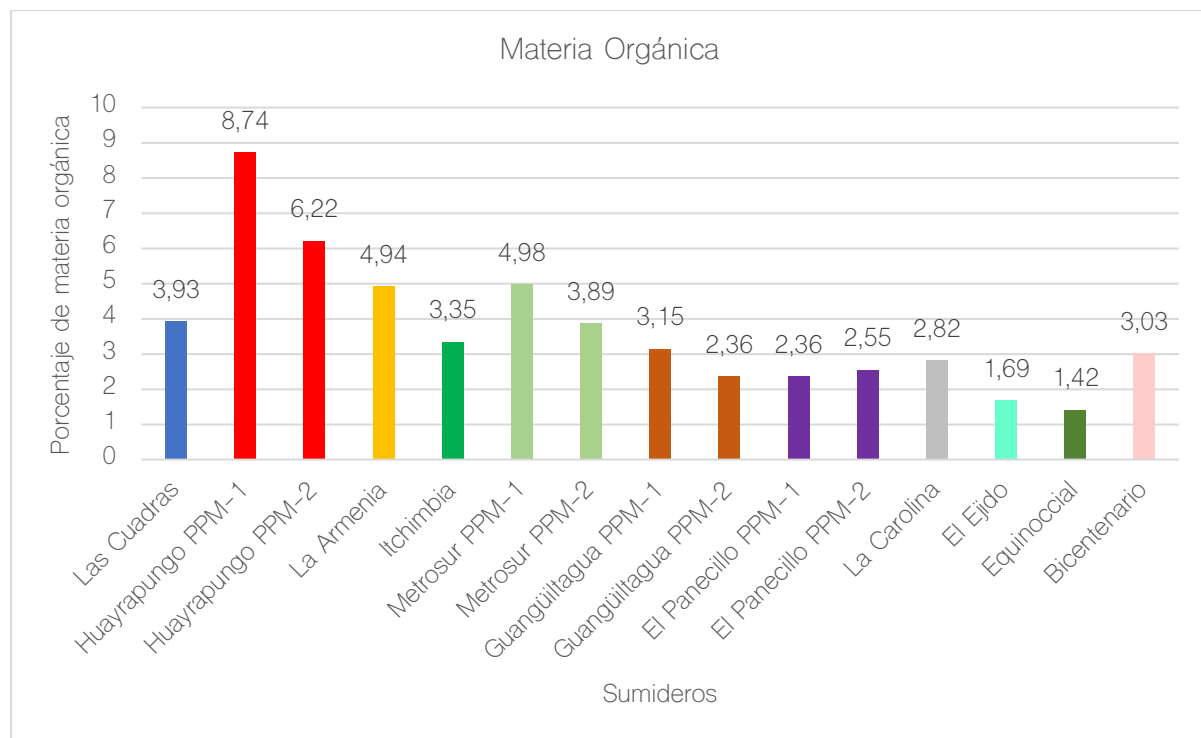
Los parques Metropolitanos Guanguiltagua con 353,25 gr y La Armenia con 336 gr registraron mayor cantidad de hojarasca y detritus, el Parque Metropolitano Equinoccial con 9,69 gr registró menor cantidad de hojarasca y detritus, los sumideros de mayor cantidad no presentan gran intervención humana ni remoción lo cual garantiza considerables cantidades de muestra.

Reservorio 5: Contenido de carbono en muestras de suelo

Tabla 6. Contenido de carbono orgánico en suelo

Núm.	Sumidero	Parcela	Carbono orgánico (mg/g)	C.O (%)	M.O: Materia orgánica (%)
1	Las Cuadras	PPM-LCU-1	22,83	2,28	3,93
2	Huayrapungo PPM-1	PPM-CH-1	50,84	5,08	8,74
	Huayrapungo PPM-2	PPM-CH-2	36,14	3,61	6,22
3	La Armenia	PPM-AR-1	28,70	2,87	4,94
4	Itchimbia	PPM-IT-1	19,48	1,95	3,35
5	Metrosur PPM-1	PPM-MS-1	28,93	2,89	4,98
	Metrosur PPM-2	PPM-MS-2	22,59	2,26	3,89
6	Guangüiltagua PPM-1	PPM-MN-1	18,33	1,83	3,15
	Guangüiltagua PPM-2	PPM.MN-2	13,72	1,37	2,36
7	El Panecillo PPM-1	PPM-PA-1	13,72	1,37	2,36
	El Panecillo PPM-2	PPM-PA-2	14,80	1,48	2,55
8	La Carolina	PPM-CA-1	16,39	1,64	2,82
9	El Ejido	PPM-EJ-1	9,8	0,98	1,69
10	Equinoccial	PPM-EQ-1	8,23	0,82	1,42
11	Bicentenario	PPM-BI-1	17,6	1,76	3,03

Figura 4. Porcentaje de materia orgánica en suelo



El Parque Metropolitano Huayrapungo presentó 50,84 mg CO/gr de suelo en la PPM1, siendo el sumidero de mayor contenido de CO, mientras que el Parque Metropolitano Equinoccial presentó apenas 8,23 mg CO/gr de suelo, es evidente que los sumideros que presentan mayor

remoción de necromasa presentan menor contenido de carbono orgánico ya que se corta el ciclo de aporte de carbono al suelo.

Los sumideros con necromasa abundante son principalmente los que se encuentran alejados de la urbanización, y poseen menos áreas recreacionales y su biomasa arbórea es abundante, los cuales aportan contantemente a los procesos de descomposición y fijación de carbono al suelo.

los sumideros Metrosur, Guanguiltagua, Armenia, Huayrapungo tienen gran potencial de captación y fijación de carbono debido a que la biomasa en estas zonas considerable y las especies arbóreas en su mayoría son jóvenes y pueden aportar muchos más años para la fijación y absorción de carbono del DMQ.

La necromasa es un factor importante ya que al descomponerse aporta materia orgánica a los suelos, los microorganismos descomponedores gracias a su actividad metabólica, permiten que los nutrientes sean asimilados y reintegrados al suelo convirtiéndolos en más fértiles y ricos en carbono

4. Conclusiones

El método de Radojevic (2010) y la aplicación de sus ecuaciones han permitido que se obtenga estimaciones confiables del contenido de materia orgánica en el suelo de los sumideros del DMQ. La metodología de la Evaluación Nacional Forestal (ENF) del Ministerio del Ambiente es aplicable a sumideros urbanos, sin embargo, se requiere realizar modificaciones de acuerdo a las necesidades requeridas en el estudio. Se encontró mayor cantidad de hojarasca y detritus en el sumidero Guanguiltagua con 353.25 g mientras que el sumidero Equinoccial presento el 9.69 g, la poca presencia de hojarasca y detritos en el sumidero se debe principalmente a que la mayor parte de este reservorio se encuentra cubierto con áreas recreacionales, por lo que el personal se encarga de la limpieza continua de los restos.

El carbono orgánico se encuentra presente en mayor cantidad en el sumidero de Huayrapungo con valores correspondientes al 50.84 mg/g en la PPM1 y 36.14 mg/g en PPM2. Los sumideros con menor presencia de carbono son Equinoccial con 8.23 mg/g y Ejido con 9.8 mg/g.

Los sumideros ubicados en el interior del DMQ presentan limpieza y desbroce permanente de vegetación, sin embargo esta actividad representa un corte en el aporte de carbono y nutrientes al suelo con lo cual se está empobreciendo el suelo al no existir la transición de materia orgánica de la necromasa al suelo.

Los sumideros alejados de la urbe no presentan gran intervención humana, por lo tanto, no es necesario la limpieza de vegetación, hojarasca y madera muerta; estos sumideros presentaron gran contenido de hojarasca y detritus en las muestras, además los suelos presentan gran contenido de materia orgánica y carbono, haciéndolos fértiles y con ello logrando una dinámica importante en lo referente a la absorción de carbono

Authors' contribution: The authors contributed in all the research sections.

Financing: The authors fully financed the study.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

1. IPCC. (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de efecto invernadero, (pág. 2.37). Cambridge.
 2. IPCC. (2006). Metodologías Genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierras: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, (pág. 2.13). Cambridge.
 3. IPCC. (2006). Metodologías genéricas aplicables a múltiples usos de la tierra: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Cambridge.
 4. IPCC. (2006). Tierras Forestales: Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, (pág. 4.14). Cambridge.
 5. IPCC. (2006). Tierras Forestales: Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, (pág. 4.24). Cambridge.
 6. Ministerio del Ambiente del Ecuador; Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático (Proyecto FAO Finlandia Ecuador); Componente ONU REDD FAO. (2012). Evaluación Nacional Forestal: Manual de Campo. Evaluación Nacional Forestal: Sistema Nacional de Monitoreo Forestal. Quito.
 7. Montero, G., Ruiz-Peinado, R., & Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
 8. Radojevic, M., & Bashkin, V. N. (2010). Practical Environmental Analysis. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry.
- Rodríguez Sánchez, F. (2011). Un análisis integrado de la respuesta de las especies