

## Evaluación de tasas de pérdidas y ganancias de C asociadas a las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> en sistemas productivos del Ariari

### *Evaluation of C losses and gains rates associated to CO<sub>2</sub> emissions and absorptions in Ariari productive systems*

**Amanda Silva Parra <sup>1</sup>; Daniela Orozco Hueje <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Docente Asistente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Grupo de Investigación en Innovación en sistemas Agrícolas y Forestales, Universidad de los Llanos. asilvap@unillanos.edu.co

<sup>2</sup> Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos. daniela.orozco@unillanos.edu.co

#### **Resumen**

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar la degradación de la materia orgánica del suelo (MOS) en sistemas productivos (SPs) del Ariari, por efecto de algunos factores de manejo del suelo, uso del suelo (FLU), tiempo de uso, tipo de labranza (FMG) y residuos de cosecha (FI). Se identificaron diferentes SPs en dos zonas del Ariari (Granada y Fuente de Oro), en dos tiempos de uso diferentes, inicial (T<sub>0</sub>) y final (T<sub>0-1</sub>). Se realizaron muestreos a 0.30m de profundidad para determinar los Stocks C<sub>0</sub> a partir del %C por el método de Walkley & Black, y determinar las tasas de pérdidas y ganancias de C tpgC (tC ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>), que se calcularon por diferencia entre los Stocks de C<sub>0</sub> y C<sub>0-1</sub>, dividido por la dependencia del tiempo de uso, con el fin de asociarlas a las emisiones y/o absorciones de CO<sub>2</sub> (↑↓GEI) a la atmosfera, generar valores por defecto propios de la región, y compararlos con los propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para zonas tropicales. Se aplicó análisis multivariado de correlaciones, componentes principales y conglomerados. Las tpgC estuvieron altamente correlacionadas con las ↑↓GEI, indicando que en todos los casos los factores FLU, FMG y FI fueron influyentes. Los valores por defecto del IPCC sobreestiman las

tpgC. Los dendogramas identificaron a los sistemas de monocultivo y sistemas en rotación como ↑GEI, y a las pasturas y sistemas agroforestales como ↓GEI.

**Palabras clave:** Cambio climático, gases de efecto invernadero, materia orgánica del suelo, sistemas agroforestales.

#### **Abstract**

The general objective of the present research was to evaluate the degradation of soil organic matter (SOM) in productive systems (PSs) in Ariari, due to the effect of some factors of soil management, land use (FLU), time of use, type of tillage (FMG) and crop residues (FI). Were identified different SPs in two areas of the Ariari (Granada and Fuente de Oro), in two different times of use, initial (T<sub>0</sub>) and final (T<sub>0-1</sub>). Samples were taken at 0.30m depth to determine the Stocks C<sub>0</sub> from % C by the Walkley & Black method, and determine the rates of C losses and gains rClg (t C ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>), which were calculated by difference between the Stocks of C<sub>0</sub> and C<sub>0-1</sub>, divided by the dependence of the time of use, in order to associate them with the emissions and/or removals of CO<sub>2</sub> (↑↓GEI) to the atmosphere, generate default values of the region, and

134

compare them with those proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for tropical zones. Multivariate analysis of correlations, principal components and conglomerates were applied. The rClg in all cases were highly correlated with the ( $\uparrow\downarrow$ GEI), indicating that in all cases the factors FLU, FMG and FI were influential. The default values of the IPCC overestimate rClg for the most part. The dendograms identified monoculture systems and

---

## 1. Introducción

A nivel mundial, la agricultura contribuye con 22% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, 80% de las emisiones de N<sub>2</sub>O y 55% de las emisiones de CH<sub>4</sub> (IPCC, 2006). Se estima que el sector agrícola puede compensar 20-30 % de las emisiones de GEI por un buen manejo de los factores del suelo (Lal, 2004). La agricultura de la región de Piedemonte Llanero como en otras a nivel mundial, se caracteriza por sistemas de monocultivo que vienen causando una disminución paulatina de la materia orgánica del suelo (MOS), debido a los cambios en los usos del suelo y a la labranza convencional, que deja pocos residuos sobre la superficie (Cerri et al., 2007).

La sustentabilidad de los sistemas agroforestales (SAFs) está estrechamente relacionada con el carbono orgánico del suelo (COS) y la MOS que influye en mejorar las propiedades de los suelos y los rendimientos de los cultivos, al vincular mayor cantidad y disponibilidad de nutrientes (Feliciano et al., 2017), la MOS es un factor importante por su gran potencial para secuestrar el C de forma estable (Lal., 2008).

En este sentido, los factores de manejo de los suelos que aumentan las entradas de C y/o disminuyen la respiración del suelo pueden favorecer el almacenamiento de C, originando la

systems in rotation as  $\uparrow$ GEI, and pastures as Agroforestry systems as  $\downarrow$ GEI.

**Keywords:** Climate change, greenhouse gases, soil organic matter, agroforestry systems

---

absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico (Smith, 2016). Los procesos de flujos y absorciones de C hacia la atmósfera en algunos reservorios, no solo dependen de las prácticas de uso y manejo, sino también de las condiciones climáticas y edáficas (Lal, 2008). De acuerdo a lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la degradación de la MOS asociada a algunos factores de manejo del suelo: uso del suelo (factor land use-FLU), tiempo de uso, labranza (factor management-FMG) e incorporación de residuos (factor input-FI) en algunos sistemas productivos en la zona del Ariari (Granada y Fuente de oro), con la finalidad de identificar sistemas productivos más sostenibles que actúen como sumideros de CO<sub>2</sub>, generar valores por defecto de pérdidas y/o ganancias de C del suelo propios de la zona y compararlos con los propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático para zonas tropicales.

## 2. Metodología

### 2.1 Ubicación

El estudio se realizó en los municipios de Granada (3°32'50"N, 73°42'31"O) y Fuente de Oro (3°25'30"N, 73°36'46"O), región del Ariari, Meta, Orinoquia, Colombia. Presentan clima cálido húmedo, precipitación 2400 a 2800 mm/año, altitud 372 a 410 msnm, temperatura 24 a 26 °C.

**Tratamientos**

En la Tabla 1 se relacionan los sistemas productivos que fueron muestreados en cada una de las zonas de estudio.

**Tabla 1.** Sistemas productivos del Ariari

Sistema	Ubicación	Tiempo de uso (años)	Id
Agroforestal con Cacao	Granada	16	S1
	Granada	2	S2
Monocultivo Guayaba	Granada	12	S3
	Granada	2	S4
Rotación Arroz – Maíz	Granada	30	S5
	Granada	5	S6
Monocultivo Palma aceite	Granada	20	S7
	Granada	6	S8
Pasturas	Fuente de Oro	20	S9
	Fuente de Oro	5	S10
Rotación Arroz- Maíz-Plátano	Granada	10	S11
	Granada	1	S12
Monocultivo Naranja	Granada	25	S13
	Granada	5	S14
Cultivo de Yuca	Granada	5	S15
	Granada	1	S16
Silvopastoril	Fuente de Oro	7	S17
	Fuente de Oro	1	S18
Cultivo de Plátano	Fuente de Oro	30	S19
	Fuente de Oro	1	S20
Cultivo de Arroz	Fuente de Oro	10	S21
	Fuente de Oro	1	S22

Cultivo de maracuyá	Fuente de oro	1	S23
	Fuente de Oro	16	S24
Rotación Yuca- Plátano	Fuente de Oro	6	S25
	Fuente de Oro	2	S26
Cultivo de Piña	Fuente de Oro	1	S27
	Fuente de Oro	15	S28

**2.2 Determinación de los stocks de C y las tasas y pérdidas de ganancias de C**

Los stocks de C inicial (Stock C<sub>0</sub>) se determinaron a partir de la metodología de Walkley & Black (IGAC, 2006).

$$\text{Stock } C_{0(0-0.30m)} \text{ (t/ha)} = \%C \times (\text{densidad aparente (g/cc)} \times 100) \times \text{profundidad en m.}$$

Para la determinación de los stocks de C final (Stock C<sub>0-1</sub>) se aplicaron los valores por defecto usados por el IPCC (2006), para relacionar los cambios en las existencia de C en 20 años en sistemas de cultivo y pasturas, de acuerdo a factores de manejo de los suelos, uso del suelo (F<sub>LU</sub>), tipo de labranza (F<sub>MG</sub>) y entrada de residuos (F<sub>I</sub>), para zona tropical con clima cálido. Las tpgC se determinaron por diferencia ente el Stock C<sub>0</sub> y Stock C<sub>0-1</sub> dividido por el tiempo de uso. Los Stock C<sub>0-1</sub> obtenidos en los SPs con datos de la zona, se proyectaron también a 20 años, multiplicando los años faltantes por el valor de las tpgC por año, y adicionando a este valor el Stock C<sub>0</sub>. Las emisiones y/o absorciones de GEI (↑↓GEI), se calcularon con base en las tpgC usando el factor de conversión de 3.66 para pasar C a CO<sub>2</sub>eq.

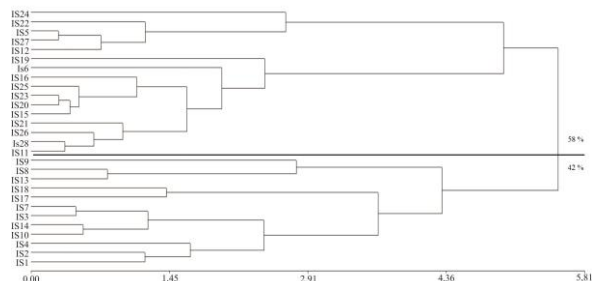
**Análisis estadístico**

136

Se realizó análisis multivariado y se aplicaron las pruebas de correlaciones, componentes principales y conglomerados mediante distancias euclidianas ( $p \leq 0,01$ ) usando el software InfoStat v. 2010.

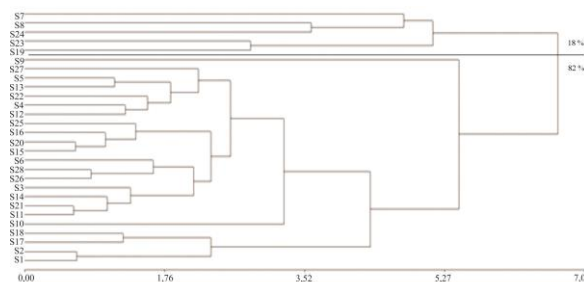
## 1. Resultados

De acuerdo con las proyecciones del IPCC, la variabilidad encontrada entre los SPs, estuvo explicada principalmente por el “factor mineralización y/o humificación de la MOS que explicó el 58% del CP1 (Stock  $C_{0-1}$ ,  $r=0.94$ ), reuniendo a los SPs que emiten  $\uparrow$ GEI (Figura 1), el sistema de maracuya de 16 años (IS24) emite 6.35 tCO<sub>2</sub>eq/ha/año. El 42% estuvo conformado por los SPs que absorben  $\downarrow$ GEI (Figura 1), la pastura de 20 años (IS9) absorbe - 2.83tCO<sub>2</sub>eq/ha/año.



**Figura 1.** Agrupación de los sistemas productivos del Ariari según datos del IPCC.

Analizando los datos de la zona se evidenció que el “factor orgánico” (MOS, Stock  $C_0$ ;  $r=0.89$ ,  $r=0,76$ ) fue el más diferenciador en la agrupación de los sistemas que absorben CO<sub>2</sub> de la atmosfera (82%) con mayor relevancia en los SAFs, el otro 18% reunió a los SPs emisores de GEI, principalmente el S7 (palma de 20 años) (Figura 2).



**Figura 2.** Agrupación de los sistemas productivos del Ariari según datos de la zona.

Comparando datos de la zona con los del IPCC, se evidenció que las variables de mayor peso en el CP2 (TpgC, Stock  $C_{0-1}$ ;  $r=0.92$ ,  $r=0.84$ ) relacionadas con el “factor mineralización y/o humificación de la MOS”, logró reunir a la mayoría de SPs (46 sistemas), indicando que las  $\uparrow$ / $\downarrow$ GEI a la atmosfera indistintamente del método aplicado dependen de los factores de manejo de los suelos. El suelo puede actuar como fuente o reservorio de C dependiendo de su uso y manejo (Lal, 2004). Los valores por defecto del IPCC sobreestimaron las tpgC con respecto a los de la zona.

## Conclusiones

A pesar del gran potencial de mitigación de GEI en los SPs identificados, la acumulación de C en el suelo depende de las condiciones de clima y suelo y las decisiones en la optimización de los factores estudiados.

En sistemas de monocultivo y rotación del Ariari las prácticas de manejo del suelo se deben replantear para mitigar en parte las emisiones de GEI a la atmosfera y minimizar los efectos del cambio climático global.

137

## Agradecimientos

A la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos por el apoyo financiero de esta investigación.

## Referencias Bibliográficas

- Cerri, C. E. P., Sparovek G., Bernoux M., Easterling W. E., Melillo J. M. & Cerri C. C. (2007) Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agrícola*, 64, 83-99. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162007000100013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162007000100013)
- Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J., Nayak, D. R. (2017) Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 254, 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>
- IGAC (2006). *Métodos analíticos de laboratorio de suelos*. Sexta ed. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. En: Egelston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K. (Eds.). *Agriculture, Forestry and Other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies (IGES)*. New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Lal, R. (2004) Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. *Geoderma*, Amsterdam, 123, 1-22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706104000266>.
- Lal, R. (2008). Sequestration of atmospheric CO<sub>2</sub> into global carbon pool. *Energy & Environmental Science*. 1(1), 86-100. <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2008/ee/b809492f#!divAbstract>.
- Smith, P. (2016). Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. *Global Change Biology*. 22(3), 1315-1324. <https://doi.org/10.1111/gcb.13178>
- A. Silva Parra**, Ingeniera Agrónoma Universidad de Nariño; Magister en Ciencias Agrarias . Universidad Nacional de Colombia, Palmira; Doctora en Agronomía UNESP Brasil. Profesora Asistente de la Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Líder Grupo de Investigaciones Innovación en Sistemas Agrícolas y Forestales (ISAF). <http://orcid.org/0000-0001-9872-790X>.
- D. Orozco Hueje**, Ingeniera Agronómica . Universidad de los Llanos. <https://orcid.org/0000-0001-7501-4894>.
- \*Para citar este artículo:Silva Parra A.; Orozco Hueje D. *Evaluation of C losses and gains rates associated to CO<sub>2</sub> emissions and absorptions in Ariari productive systems*. Revista Bistua.2018.16(1):133-137
- + Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Orozco Hueje D. Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos. [daniela.orozco@unillanos.edu.co](mailto:daniela.orozco@unillanos.edu.co)

Recibido: Julio 14 de 2017

Aceptado: Febrero 05 de 2018