

Research Article

Soil Quality: The Physical, Chemical, and Biological Parameters

Calidad de Suelos por Métodos Físico, Químicos y Biológicos

William Estuardo Carrillo-Barahona^{1,2*}, Miguel Ángel Osorio-Rivera^{1,2}, Erik Javier Riera-Guachichullca^{1,2}

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador

²Grupo de Investigación ITMS/ESPOCH.

ORCID

William Carrillo: <https://orcid.org/0000-0002-1432-9638>

II INTERNATIONAL
CONGRESS OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
MORONA SANTIAGO 2021 (II
CICTMS 2021)

Corresponding Author:
William Estuardo
Carrillo-Barahona email:
estu-
ardo.carrillo@epoch.edu.ec

Published: 9 August 2022

Production and Hosting by
Knowledge E

© William Estuardo
Carrillo-Barahona et al. This
article is distributed under the
terms of the [Creative
Commons Attribution
License](#), which permits
unrestricted use and
redistribution provided that
the original author and
source are credited.

Abstract

The present investigation will describe the main properties of tropical soils, as well as the different qualities of the soil, and how they vary during the period of time that the investigation takes, because it is necessary to analyze and describe the different components that influence the changes in soil quality, to evaluate the sensitivity of a series of chemical and biochemical parameters in representative soils of the Amazon region under different management in order to establish the parameters that show in a more sensitive and timely manner the degree of degradation or recovery; compare the information generated from soils under cultivation with the same type of undisturbed soil in order to have a clear and concise perspective of the soil where work will be done and to conclude the present study.

Keywords: *quality, Biology, erosion, Physics, Chemist.*

Resumen

La presente investigación fue desarrollada con el objetivo de describir las propiedades de los suelos tropicales Amazónicos, así como los índices de calidad del suelo, y como varían durante el periodo de tiempo. La metodología empleada debe analizar y describir los diferentes componentes que influyen en los cambios para la calidad del suelo, así mismo, evaluar la sensibilidad de una serie de parámetros físicos, químicos y bioquímicos en suelos representativos de la región amazónica bajo diferentes manejos (agrícolas y ganaderos) con la finalidad de establecer los parámetros principales que muestren de manera más sensible y oportuna el grado de degradación o recuperación de los suelos; finalmente, se procede a comparar la información generada de los distintos terrenos bajo cultivo con el mismo tipo de suelo no perturbado para así, tener una perspectiva clara y concisa del suelo en donde se va a laborar y dar por culminado el presente estudio.

Palabras Clave: *calidad, Biológicos, erosión, Físicos, Químicos.*

 OPEN ACCESS



1. INTRODUCCIÓN

La región amazónica ecuatoriana tiene una extensión territorial de 116,441 km, representando la región natural más grande del Ecuador con cerca del 45% del territorio nacional. Sus límites están marcados por la Cordillera de los Andes en la parte occidental de esta región, mientras que Perú y Colombia son los límites sur y este, respectivamente. La temperatura media anual varía según el suelo climático entre 15 ° C y 40 ° C [1].

El ecosistema amazónico por sus bosques naturales y la biodiversidad que presenta constituye un ecosistema de gran interés nacional e internacional [2]

El aumento de población genera el cambio de uso del suelo reduciendo los bosques del mundo, provocando la conversión de áreas forestales a agricultura, silvicultura y pastoreo, [3] lo que significa que desde 1990 se han perdido unas 129.000.000 ha de bosque. La degradación resulta en la pérdida de la capacidad productiva del suelo, afectando más del 20% de las tierras agrícolas, el 30% de los bosques y el 10% de los pastizales [4].

Toda actividad agrícola requiere recursos del suelo para desarrollar cultivos y pastos; Sin embargo, la gestión actual de este recurso se está volviendo insostenible debido a la incorporación de plaguicidas que reducen el contenido microbiológico beneficioso del suelo [5].

La tala indiscriminada y la introducción de animales de granja han provocado un desequilibrio en el que predominan las plagas de insectos, la situación climática agresiva, [6] sumada al desconocimiento técnico, que ha llevado a muchos pequeños productores a abandonar el cultivo debido a rendimientos cada vez menores, mala calidad del producto y aumento en los costos de producción [7].

El proceso de avance de los límites agrícolas en la región tiene una serie de implicaciones para varios recursos naturales, [8] particularmente el componente del suelo, y donde los cambios en sus propiedades físicas, químicas y biológicas pueden causar daño a la fertilidad y calidad del suelo. [9].

2. METODOLOGÍA

Se procedió a verificar diferentes fuentes bibliográficas, leyes y reglamentos sobre estudios de suelos entre otras investigaciones que forman parte de la indagación para que de esta forma con los datos analizados se den paso a novedosas ideas teóricas que reflejen el valor, beneficios y ventajas [10]. Por consiguiente, ha sido primordial usar fuentes validadas por expertos.



Se hizo la averiguación científica en el plan ya que ha sido primordial obtener datos validados e importantes sobre los indicadores físicos tienen relación con las propiedades físicas del suelo más relevantes [11]

La indagación partió de la revisión de literatura fidedigna y el levantamiento de información para contestar a las preguntas, [12] fines e ideas para poder inferir en las repercusiones que conlleva la falta de aplicación de los reglamentos para el cuidado de parques y bosques en Ecuador.

3. DESARROLLO Y DISCUSIÓN

3.1. Calidad del suelo

El concepto calidad del suelo se usó respecto a las funcionalidades que practica el suelo, [13] considerándolo como un substrato primordial que debería funcionar correctamente en los parámetros del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa.

A partir de la perspectiva de Burbano, [14] la calidad del suelo se relaciona con su capacidad para desarrollar funcionalidades en el ecosistema.

3.2. Evaluación de la calidad del suelo bajo diferentes usos.

Para evaluar la calidad de suelo se tomaron 6 lotes con 2 usos terrestres codificados y caracterizados de la siguiente forma: a) P1 constituido por diferentes cultivos (papachina, yuca, plátano, maíz, cacao), b) P2 (papachina, cacao), c) P3 (Papachina, Platano, Café, Caña de azúcar); d) P4 tiene pastos de (*brachiaria decumbens*) sin árboles y e) P5 pasto gramalote (*Axonopus Scoparius*) con árboles [15]. Para cada uso de tierra seleccionado se realiza un muestreo sistemático estableciendo una transecta que cubra toda el área seleccionada tal como se muestra la secuencia a continuación en la Figura 1.

3.3. Análisis físico

Para la determinación de los parámetros físicos del suelo se utilizaron muestras no perturbadas con cilindros de 5 cm de alto x 5 cm de diámetro recolectados con una muestra tipo Uhland, en la cual se midieron las siguientes variables: a) Densidad aparente (D_a) por el método del cilindro [16]. b) Conductividad hidráulica saturada (K_{sat}) por el método de cargas variables, según el método descrito en Pla (2010), c) distribución del tamaño de poro (P_t : porosidad total), d) porosidad de aireación (P_a :

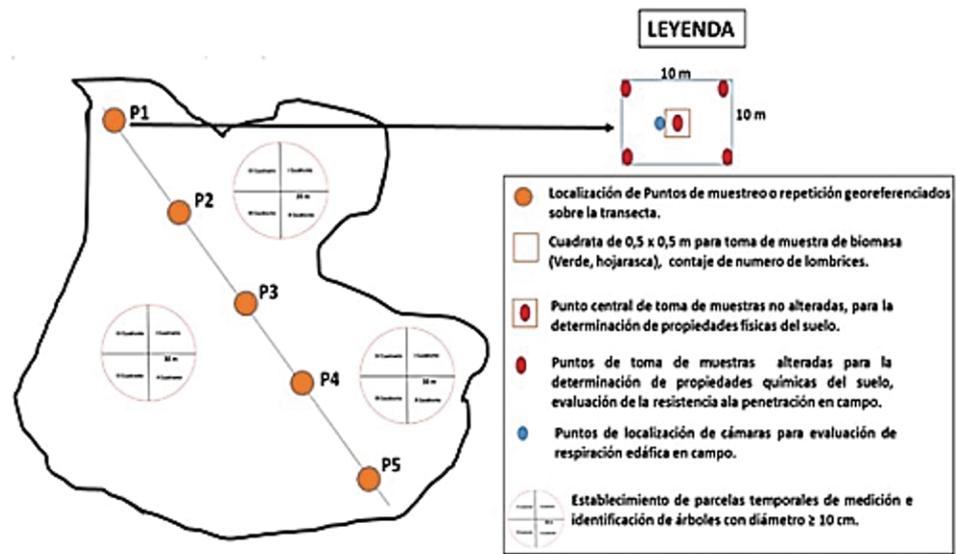


Figure 1

Esquema de muestreo sistemático para evaluar la calidad del suelo.

poros con radio $> 15 \mu\text{m}$), [17] e) porosidad de retención utilizando la tabla de tensiones de saturación y un potencial de matriz de -10 kPa .

3.4. Análisis químico

El carbono orgánico total (COT) se determinó mediante el método de digestión húmeda Walkley y Black [18], para lo cual se realizó la oxidación de dicromato de potasio 1N ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) con la adición de ácido sulfúrico. La cantidad de carbono orgánico oxidado por Cr se midió mediante titulación usando una solución de sal de Morh 0,5 N ($\text{H}_2 + \text{FeSO}_4,7\text{H}_2\text{O}$). Para medir el pH se utilizó el método potenciométrico (relación suelo-agua 1: 2.5), las bases variables (Ca, Mg, K) y el contenido de fósforo se midieron mediante la metodología Olsen modificada [19]. El peso fresco se determinó en las muestras de cama y luego se colocó en un horno durante aproximadamente 24 horas a 105°C para determinar el peso seco.

3.5. Índice de la calidad del suelo

Para obtener el índice de calidad de suelo (ICS), primero se hizo un estudio de elementos primordiales (ACP), [20] usando un grupo de variables que integran estándares físicos y químicos del suelo, para lo cual se utilizó un paquete estadístico, así como para elegir por medio de ambos las variables más significativas que describan las diferencias entre las diferentes calidades de suelo previamente seleccionados.



Como una segunda etapa para la selección de indicadores de calidad del suelo, [21] se aplicó la prueba de correlación Speerman ($P \leq 0.05$) para esas cambiantes seleccionadas en el estudio de elementos primordiales.

Una vez escogidos los indicadores se procedió a la asignación de las unidades de medida, valores máximos y mínimos (Tabla 1) aplicando la propuesta sugerida por Barrera. [22]

Indicador	Unidad de medida	Máximo	Mínimo
Densidad aparente (Da)	Mg m ⁻³	1.20	0.27
Conductividad hidráulica saturada	(cmh-1)	1.20	0.5
Porosidad total (Pt)	%	95.00	55.00
Porosidad de aireación (Pa)	%	26.00	10.00
Porosidad de retención (Pr)	%	82.00	55.00
Carbono orgánico total (COT)	%	10.00	1.50
pH		6.50	4.00
Aluminio intercambiable (Al+3)	meq/100 ml	1.50	0.12
Acidez intercambiable	meq/100 ml	3.00	0.50
Potasio intercambiable (K+1)	meq/100 g de suelo	0.45	0.01
Calcio intercambiable (Ca+2)	meq/100 g de suelo	7.00	0.20
Magnesio intercambiable (Mg+2)	meq/100 g de suelo	6.00	0.12

Figure 2

1 Indicadores de calidad de suelos, valores máximos y mínimos, según el tipo de uso de la tierra.

Para la densidad aparente (Da) se considerará como más alto el costo de alusión con base a la clase textural y mínimo el promedio de los valores de los usos terrestres evaluado. Para la porosidad total (%), el mínimo se elegirá según la clase textural (Texturas finas) y el mayor del grupo de datos, [23] la porosidad de aireación (Pa) se tomó como mayor el promedio de los valores medidos en campo y el mínimo por abajo del cual tienen la posibilidad de exponer severos inconvenientes de degradación (10 %) en funcionalidad del conjunto textural [24]. Para el carbono orgánico total, se consideró por lo menos el costo de 1.50 del rango categorizado como deficiente en cada clase textural y como más alto el rango predeterminado en la tabla de los niveles críticos, [25]



tal como se muestra en la Tabla 2 facilitada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [26].

	Muy Acido	Ácido	Mediana . Ácido	Ligerame. Ácido	Práctic am. Neutro	Ligeram . Alcalino	Medianam. Alcalino	Alcalino	Alcalino
pH	0.0- <5.00	5- 5.5	>5.5-6	>6-6.5	>6.5- 7.5	>7.5-8	>8-8.5	>8.5	7.00
Nutriente	Unidad		Bajo	Medio	Alto	Toxico			
P	ppm		<10	10-20	>20				
K	meq/100ml		<0.2	0.2- 0.38	>0.38				
Ca	meq/100ml		<2	2-5	>5				
Mg	meq/100ml		<0.5	0.5-1.5	>1.5				
M.O	%		<3.	3-5	>5				
Nutriente	Unidad		Bajo	Medio	Toxico				
Al+H	meq/100ml		<0.50	0.5-1.5	>1.5				
Al	meq/100ml		<0.30	0.3- 1.00	>1.00				

Figure 3

Niveles críticos para la interpretación de los análisis de suelos.

Finalmente, se evaluarán 2 escenarios probables para la elaboración de los informes que correspondan:

A) El primero una vez que el costo mayor del indicador (I_{max}) corresponde a la mejor situación de calidad de suelo (Valor normalizado del indicador, $V_n=1$) y el cálculo es $V_n = I_m - I_{min} / I_{max} - I_{min}$. [27].

B) El segundo una vez que el costo I_{max} corresponde a la peor situación de calidad de suelo ($V_n=0$) y se calcula como $V_n = 1 - (I_m - I_{min} / I_{max} - I_{min})$ [28]

4. DISCUSIÓN

De las variables evaluadas la D_a , P_t , P_a , y P_r , no presentaron diferencias estadísticas significativas entre coberturas de suelo y profundidad, indicativo de que estas variables seleccionadas, para los distintos usos de la tierra y las profundidades consideradas. Se puede apreciar que son las que mayor aporte hace al Índice Calidad Física del suelo (ICFS).

Se puede observar que para el horizonte superficial (0-10 cm) los índices en su mayoría fueron categorizados de alta

calidad (AC) [29] con excepción del lote c, P3 que su calidad fue moderada. Mientras tanto que Becker et al., [12] el índice de calidad del suelo para su análisis ha sido de (0,47) obteniendo una clase de moderada cuyo costo del ICS está poderosamente influenciado por C orgánico.



Con base a ello como fue señalado por ciertos estudiosos un cambio de uso en condiciones amazónicas, precisamente debe estar orientados a usos análogos o parecidos a los bosque o sistemas agroforestales [30].

A medida que aumenta la profundidad, el Índice de Calidad del Suelo (ICQS) disminuye, básicamente por la disminución de la materia orgánica y la disponibilidad de la mayoría de nutrientes cuyos valores promedio en todos los usos son muy bajos, estos resultados coinciden con otros estudios realizados en el área y donde se demuestra que las variables químicas de la región amazónica por su naturaleza tienen una baja fertilidad debido a los materiales parentales y las condiciones climáticas de las áreas a fuertes precipitaciones que provocan el lavado de las bases intercambiables

5. Conclusión

Los valores de las propiedades físicas (Da, Pt, Pa, y Pr) evaluados para los usos de los lotes están fuertemente correlacionados por el contenido y la variación de la sustancia orgánica y muestran una función física suficiente, lo que se refleja en los valores bajos de Da, la alta porosidad y la conductividad hidráulica saturada indican un área apta para aireación e infiltración, retención de humedad y que no existen problemas de degradación como la compactación.

En cuanto a las propiedades químicas, los resultados reflejan mayoritariamente suelos, los cuales se caracterizan por baja fertilidad, pH ácido, alta disponibilidad de aluminio intercambiable, baja disponibilidad de nutrientes, por lo que se concluye que la calidad química está condicionada por el material de origen parental.

El índice de calidad del suelo (ICS) para los parámetros físicos a una profundidad de 0-10 cm muestra una alta calidad independientemente del uso de la tierra y representa una similitud en los pastos que se pueden utilizar bien para la ganadería CA (0,69), pero varía para una profundidad de 10-30 cm representa una calidad moderada en los dos usos del suelo sin similitud.

El índice de calidad del suelo (ICS) para los parámetros químicos varía por una profundidad de 0-10 cm para suelos Tipo A y D es de baja calidad, mientras que para los Lotes A y B estos son de calidad moderada y hay una variación en la profundidad de 10-30 cm para todos los usos de la tierra es de baja calidad.

6. Agradecimientos

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Al Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

References

- [1] Buestán I. Repositorio Digital Universidad Estatal Amazónica. [Online]; 2013 [cited 2021 Septiembre 27. Available from: <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/54>.
- [2] FLACSO. FLACSO - Amazonía Ecuatoriana Escenario y Actores del 2000. [Online]; 2000 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43406.pdf>.
- [3] Fao. Fao - El Estado de los Bosques del Mundo. [Online]; 2020 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <http://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>.
- [4] Sarandón S,&FC. Aula virtual de la Universidad Nacional de la Plata Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. [Online]; 2014 [cited 2021 Septiembre 27. Available from: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/6228/mod_resource/content/3/Capu00EDtulo%201%20Insustentabilidad%20de%20la%20Agricultura.pdf.
- [5] MAGAP. Ministerio de Agricultura y Ganadería. [Online]; 2015 [cited 2021 Septiembre 27. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/la-politica-agropecuaria-ecuatoriana-revaloriza-participacion-del-sector-productivo/>.
- [6] Quiroga I. Croplifela - Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos. [Online]; 2019 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/impactos-del-cambio-climatico-en-la-incidencia-de-plagas-y-enfermedades-de-los-cultivos>.
- [7] Martín&Pérez. Scielo. [Online]; 2009 [cited 2021 Septiembre 27. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000100003.
- [8] CEPAL. Cepal - Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad 70 años de pensamiento de la CEPAL. [Online]; 2019 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf.
- [9] Bravo C, Ramírez A, Marín H, Torres B, Alemán R, Torres R, et al. Redvet Revista electrónica. [Online]; 2017 [cited 2021 Septiembre 27. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574014.pdf>.
- [10] Quiroga R. Cepal - Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. [Online]; 2009 [cited 2021 Septiembre 29. Available



- from: https://www.cepal.org/sites/default/files/courses/files/8_manual-61-cepal_formatoserie_color.pdf.
- [11] Jaurixje M, Torres D, Mendoza B, Henriquez M, Contreras J. Scielo - Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, Estado Lara. [Online].; 2013 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000100006.
- [12] Estrella H. Flacso - Documento de trabajo Mecanismos de Financiamiento para Servicios y Productos Ambientales. [Online].; 2003 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1238165996.jacome_mecanismos_de_financiamiento.pdf.
- [13] García Y, Ramírez W, Sánchez S. Scielo - Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. [Online].; 2012 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200001.
- [14] Burbano H. The soil and its relationship with ecosystem services and food security. [Online].; 2016. Available from: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/3106>.
- [15] Novillo I, Carrillo M, Cargua J, Moreira V, Alb, Morales F. Dialnet. [Online].; 2018 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6587923.pdf>.
- [16] Blake J,&HL. Wiley Online Library. [Online].; 1986 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/gea.3340050110>.
- [17] Coello C. Secsuelo - Análisis de Métodos de Estimación de la Conductividad Hidráulica Saturada en Suelos Degradados. [Online].; 2005 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/8.-Analisis-de-Metodos.pdf>.
- [18] Nelson D,&SL. Wiley Online Library. [Online].; 1983 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29>.
- [19] Bertsch F. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. [Online].; 1995 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilidad%20de%20Suelos.pdf>.
- [20] Castillo X, Etchevers JD, Hidalgo C, Aguirre A. Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoam* [Internet]. 2021;39:1–12.



- Available from: <https://www.redalyc.org/journal/573/57366066002/html/>
- [21] Viana R,FJ,NA,VG,&PB. Researchgate. [Online].; 2014 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: https://www.researchgate.net/publication/261186836_Soil_quality_indicators_for_different_restoration_stages_on_Amazon_rainforest.
- [22] Barrera León J, Barrezueta Unda S, García Bastidas RM. Evaluation of Soil Quality Indices of Different Crops Under Different Topographic Conditions. *Rev Metrop Ciencias Apl.* 2020;3(1):182–90.
- [23] Flores L, Alcalá J. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - Instituto de Geología - Departamento de Edafología - Manual de Procedimientos Analíticos. [Online].; 2010 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <https://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>.
- [24] Florentino A. Dialnet. [Online].; 1998 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7088735.pdf>.
- [25] Lefèvre C, Rekik F, Wiese L. Pages for Web Pdf Cover [Internet]. 2017. 90 p. Available from: www.fao.org/publications
- [26] INIAP. Repositorio del INIAP. [Online].; 2012 [cited 2021 Septiembre 28. Available from: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2496/1/iniapsc343m.pdf>.
- [27] Prieto J, Prieto F, Acevedo O, M M. Redalyc Agronomía Mesoamericana. [Online].; 2013 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43726204013.pdf>.
- [28] Navas M. Researchgate - Capítulo XX Bases técnicas para evaluar la calidad del suelo. [Online].; 2010 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: https://www.researchgate.net/publication/312984153_Capitulo_xx_Bases_tecnicas_para_evaluar_la_calidad_del_suelo.
- [29] Quiroga R. Cepal - Indicadores Ambientales y Desarrollo Sostenible: Avances y Perspectivas para América Latina y el Caribe. [Online].; 2007 [cited 2021 Septiembre 29. Available from: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/S0700589_es.pdf?sequence=1.
- [30] Valdez F. Primeras Sociedades de la Alta Amazonía. INPC [Online].; 2018 [cited 2021 September 28. Available from: <https://books.openedition.org/irdeditions/18189?lang=es>.