



Erosión hídrica en la cuenca alta del río guineal, del cantón 24 de Mayo, Ecuador

Water erosion in the upper basin of the Guineal River, canton 24 de Mayo, Ecuador

Erosão hídrica na bacia superior do rio Guineal, cantão 24 de Mayo, Equador

Jesús de los Santos Pinargote-Chóez ^I

jesus.pinargote@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1136-3125>

Richard Leonardo Palma-Ponce ^{II}

richard.palma@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9303-467X>

Rosa Margarita Pinargote-Menoscal ^{III}

pinargote-rosa7431@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3365-4097>

Correspondencia: jesus.pinargote@unesum.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

***Recibido:** 30 de enero de 2021 ***Aceptado:** 17 de febrero de 2021 * **Publicado:** 20 de marzo de 2021

- I. Magister en Administracion Ambiental, Diplomado en Autoevaluacion y Acreditacion Universitaria, Ingeniero Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- II. Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal, Ingeniero Agronomo, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- III. Tecnico Superior en Secretariado Ejecutivo Contable, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Resumen

La cuenca alta del Río Guineal, presenta condiciones ambientales que le confieren una gran fragilidad y vulnerabilidad a la erosión hídrica. El presente estudio tiene como objetivo: estimar la degradación específica del suelo y la incidencia de las precipitaciones pluviales como factor generador. Se evaluó los principales parámetros hidrológicos: caudal medio, índice de escorrentía y coeficiente de escorrentía, aplicando una ecuación que considera el equilibrio de volúmenes en cuencas, que se logra con el empleo del módulo específico de Pourrut. Las precipitaciones en el período 1995-2014, se registraron en la estación meteorológica “Jaboncillo” y permitieron definir el poder erosivo de las lluvias como factor determinante de la erosión hídrica en términos de degradación específica, aplicando la metodología de Fournier, basada en dos factores: el índice de agresividad del clima, en función de la relación p^2/P ; y el relieve, por medio del coeficiente orográfico; que permite establecer una correlación lineal con un alto índice de confianza. Se estimaron pérdidas por erosión hídrica en las subcuencas: R. Grande con 6.49; R. Guineal con 6.4 y el Congo con 16.6 t/ha/año; valores que superan la tolerancia establecida por la FAO (0.4-1.8 t/ha/año), lo que conlleva a que los suelos agrícolas pierdan su capacidad productiva.

Palabras clave: Erosión; precipitación; subcuenca.

Abstract

The upper basin of the Guineal River presents environmental conditions that give it great fragility and vulnerability to water erosion. The present study aims to: estimate the specific degradation of the soil and the incidence of rainfall as a generating factor. The main hydrological parameters were evaluated: mean flow, runoff index and runoff coefficient, applying an equation that considers the balance of volumes in basins, which is achieved with the use of the specific Pourrut module. Rainfall in the 1995-2014 period was recorded at the “Jaboncillo” meteorological station and allowed defining the erosive power of the rains as a determining factor of water erosion in terms of specific degradation, applying Fournier's methodology, based on two factors. : the aggressiveness index of the climate, as a function of the p^2 / P ratio; and the relief, by means of the orographic coefficient; that allows establishing a linear correlation with a high confidence index. Losses due to water erosion were estimated in the sub-basins: R. Grande with 6.49; R. Guineal with 6.4 and the Congo with 16.6 t / ha / year; values that exceed the tolerance established by the FAO (0.4-1.8 t / ha / year), which leads to agricultural soils losing their productive capacity.

Keywords: Erosion; precipitation; sub-basin.

Resumo

A parte superior da bacia do rio Guineal apresenta condições ambientais que lhe conferem grande fragilidade e vulnerabilidade à erosão hídrica. O presente estudo tem como objetivo: estimar a degradação específica do solo e a incidência de chuvas como fator gerador. Foram avaliados os principais parâmetros hidrológicos: vazão média, índice de escoamento e coeficiente de escoamento, aplicando-se uma equação que considera o balanço de volumes das bacias, que é obtido com a utilização do módulo específico Pourrut. As chuvas no período 1995-2014 foram registradas na estação meteorológica “Jaboncillo” e possibilitaram definir o poder erosivo das chuvas como fator determinante da erosão hídrica em termos de degradação específica, aplicando a metodologia de Fournier, baseada em dois fatores: o índice de agressividade do clima, em função da relação p^2 / P ; e o relevo, por meio do coeficiente orográfico; que permite estabelecer uma correlação linear com alto índice de confiança. As perdas por erosão hídrica foram estimadas nas sub-bacias: R. Grande com 6,49; R. Guineal com 6,4 e Congo com 16,6 t / ha / ano; valores que excedem a tolerância estabelecida pela FAO (0,4-1,8 t / ha / ano), o que faz com que os solos agrícolas percam sua capacidade produtiva.

Palavras-chave: Erosão; precipitação; sub-bacia.

Introducción

Los problemas ambientales que están afectando a los geosistemas son: la erosión del suelo y la desertificación (Díaz, 2011). Se define a la erosión como la eliminación acelerada de la capa superior del suelo (Bolaños, et. al., 2016), constituye un factor determinante en el deterioro de los sistemas terrestres (Sánchez-Hernández, et. al., 2013). El impacto de la erosión se refleja en la baja productividad de los suelos (Mejía, et. al., 2010); es el resultado del efecto del impacto de la lluvia y la escorrentía por desprendimiento y posterior transporte de partículas (Efthimiou & Lykoudi, 2016), por efecto de: la erosionabilidad del suelo, el clima, la topografía y el uso de la tierra (Efthimiou, et. al., 2016). El problema más importante en las cuencas altas tropicales es la degradación de los suelos bajo usos agrícolas y las altas tasas de producción de sedimentos (Valero, et. al., 2010).

La erosión hídrica provocada por las precipitaciones ocasiona la dispersión y transporte de las partículas de suelo debido al impacto de las gotas de lluvia, conjuntamente con el escurrimiento superficial del agua (Huerta & Loli, 2014). La erosión hídrica de una formación litológica depende de factores exógenos como el clima y la cubierta vegetal, además de factores endógenos como: la densidad aparente, permeabilidad, saturación, dureza y pendiente (Fernández de Castro, et. al., 2018). El riesgo de erosión o erosión potencial es el efecto de los factores causantes del proceso (Leticia, et. al., 2011); el daño generado por la erosión hídrica en zonas de montañas, con pendientes irregulares y escarpadas, se hace cada vez más evidente debido a que los fenómenos climáticos son cada vez más intensos e irregulares (Portuguez, 2014).

En la actualidad la atención científica y el destino de recursos financieros para el desarrollo de proyectos de investigación, se están orientando cada vez más hacia una mejor comprensión y predicción de las consecuencias del cambio global sobre la erosión y la dinámica en la producción de sedimentos (Alatorre, et. al., 2013); la erosión se acelera por: problemas de uso de suelo, extensión de cultivos anuales, manejos deficientes de cultivos en pendientes y falta de medidas de conservación (Colín-García, et. al., 2013). Las consecuencias de la erosión hídrica incluyen efectos directos como: la generación de sedimentos, la reducción de la capacidad productiva del suelo, los deslizamientos, la colmatación de ríos y masas de agua además de las inundaciones (Restrepo, 2015).

La erosión se considera como uno de los problemas ambientales contemporáneos del mundo (Efthimiou, et. al., 2017), tan grave como el calentamiento global y la pérdida de la biodiversidad y su control es uno de los principales temas de la agenda ambiental mundial (López, 2017). El Ecuador ha sido y sigue siendo afectado por numerosos procesos erosivos, alrededor el 50% del territorio tiene que ver con el proceso de degradación, que posee una relativa rapidez en la parte occidental de la Costa (De Noni & Trujillo, 1986). En el cantón 24 de Mayo y particularmente en la cuenca del Río Guineal, el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial determina que la problemática relacionada con: la erosión, la deforestación y el uso de agroquímicos se está acentuando (SENPLADES, 2015), e incide sobre los componentes del ambiente (Expedito, et. al., 2019) (Palma, et. al., 2019).

En la década de los noventa el 25% de las tierras en uso para la agricultura estaban seriamente degradadas, poniendo en serio peligro la supervivencia de millones de familias de países en vía de desarrollo (Cruz, et. al., 2010). La intensidad de las precipitaciones y el problema de los procesos

erosivos, han sido analizados exhaustivamente con resultados positivos en varios países del mundo (Pacheco, 2012); estableciéndose que el control de la erosión debe efectuarse a través del uso de acciones preventivas y también después de su ocurrencia, con acciones correctivas. La información sobre el potencial de la tierra para el uso y la ocupación, se obtiene a través de mapas de riesgos de erosión (Díaz, 2015).

Materiales y métodos

La cuenca alta del Río Guineal se ubica en la parte Sur oriental de la Provincia de Manabí, entre las coordenadas geográficas: 80°30' - 80°37', de longitud Oeste y 1°21' - 1°25', de latitud Sur; se origina en las estribaciones de la cordillera de Puca y forma parte del sistema fluvial que alimenta la vertiente que luego toma el nombre de Río Puca; está integrada por 3 subcuencas: Río Grande (1), Río Guineal (2) y Río el Congo (3). Posee un área de 78,33 km² y su altura va de 140 a 665 msnm. (Figura 1)

Figura 1: Cuenca alta del Río Guineal



Con el apoyo de un mapa cartográfico base, elaborado con las cartas topográficas de los cantones 24 de Mayo y Santa Ana, a escala 1:50.000 se realizó un reconocimiento del área que permitió identificar la vulnerabilidad erosiva del sector por la presencia de pendientes fuertes y escasa cobertura vegetal.

La carencia de información hidrométrica en la cuenca alta del río Guineal, específicamente de caudales y escurrimientos, se compensó recurriendo a la información de Sandoval y Aguilera (2014), quienes determinaron en base a una combinación de las ecuaciones de Vosresiensky,

Zhelesniakob y Zhivotovsky, ecuaciones para poder evaluar los parámetros hidrológicos requeridos (Sandoval & Aguilera, 2014).

Se consideró un equilibrio de volúmenes o masas, puesto que el volumen promedio de precipitaciones en cualquier cuenca hidrográfica expresada en m^3/s es igual a:

$$V = 1000 \bar{P} A p$$

\bar{P} es el promedio de precipitaciones anuales en mm. y A, el área de la cuenca en Km^2 .

El volumen de escurrimiento para el mismo periodo es igual a:

$$V_e = 31,536 Q_0 \cdot 10^6$$

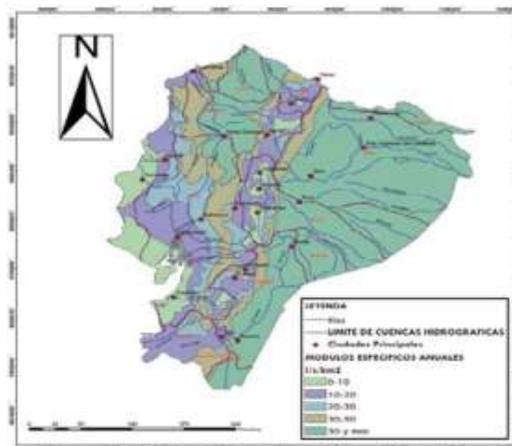
Q_0 es el caudal medio de la cuenca

31,536 es un valor constante que actúa como factor de conversión.

Se obtiene el módulo específico de escorrentía anual ubicando el área del proyecto en el mapa de módulos específicos de escorrentía del Ecuador elaborado por Pourrut (1995), el mismo que permite igualar las ecuaciones, (Figura 2).

$$\bar{P} A * C * 10^3 = 31,536 * Q_0 * 10^6$$

Figura 2: Módulos específicos de escorrentía de Pourrut



El caudal medio será igual a:

$$Q_0 = \frac{31,71 * C P A}{10^6} = m^3 / s$$

El caudal relativo, es la relación entre caudal medio anual y el área de la cuenca:

$$Q_r = \frac{Q_0}{A} = m^3 / s$$

El caudal mínimo de una cuenca se lo utiliza generalmente como referencia para determinar el caudal ecológico por lo que se lo puede considerar igual a:

$$Q_{min} = \frac{PA}{10^6} = \frac{m^3}{s} = Q_{eco}$$

El índice de escorrentía es igual al caudal relativo (módulo específico) multiplicado por un valor constante de 31.557 que es un factor de conversión para expresar el resultado en milímetros:

$$Ie = Me (l/s/km^2) \cdot 31,557 = mm.$$

El coeficiente de escorrentía es la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Indica qué porcentaje de la precipitación media anual circula por la cuenca y se expresa por la fórmula:

$$Ce = Ie / \bar{P} \cdot 100 = \%$$

Ce = Coeficiente de escorrentía

Ie = Índice de escorrentía (mm.)

\bar{P} = Precipitaciones anuales (mm.)

La degradación específica en ton/ha/año; es decir, la estimación del poder erosivo de las precipitaciones se efectuó por el método de Fournier citado por (Huerta & Loli, 2014); basado en la función fundamental del coeficiente p^2/P ; siendo p la precipitación del mes más lluvioso y P la precipitación total anual; lo que permite calcular la degradación específica. Este índice ha sido aplicado para poder describir la agresividad de las precipitaciones y es fundamental para estudiar la variación regional de riesgo de erosión.

El procedimiento propuesto por F. Fournier expresa la evaluación de la degradación específica de una cuenca hidrográfica, fundamentado en dos factores que intervienen en el fenómeno erosivo: el clima, como precipitación y temperatura; y el relieve. Los parámetros representativos de ambos factores son: El índice de agresividad del clima, definido por la relación p^2/P . Esta evaluación del factor climático se complementa con la consideración del tipo de clima de la cuenca y el relieve que aplica el coeficiente orográfico: $h.tg\alpha$; siendo h , la altura media del relieve de la cuenca en m. y $tg\alpha$ el coeficiente de masividad de Martone: $tg\alpha = h/S$; donde S es la proyección horizontal de la superficie de la cuenca en km^2 . (Fournier, 1960)

La cuantificación de la degradación específica se la realizó siguiendo la metodología de Fournier que tiene como referencia la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 1980), como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Tolerancia establecida por la FAO

Clases de erosión	Pérdidas de suelo t/ha/año
Nula	0-2
Ligera	2-10
Moderada	10-50
Alta	50-200
Muy Alta	> 200

Este coeficiente caracteriza eficazmente el relieve de 2 cuencas distintas. Siendo mayor de 6 el relieve es accidentado y si es menor de 6, es poco accidentado.

El estudio de la correlación lineal establecida entre el valor de X, degradación específica de la cuenca expresada en t/ha. año o t/km². año, y el valor de Y, índice de agresividad del clima en mm, indica un alto grado de confianza. El cálculo se realiza en función de las correlaciones:

Para $h.tg\alpha < 6$;

- con $p^2/P < 20$: **X =6,14. Y = 49,78**

- con $p^2/P > 20$: **X =27,12. Y = 475,40**

Para $h.tg\alpha > 6$:

- con clima no semiárido: **X =52,49. Y = 513,21**

- con clima semiárido: **X =91,78. Y = 737,62**

Resultados

Escurrimiento de la cuenca del río Guineal:

Los registros de precipitaciones fluviales y datos obtenidos de caudales facilitaron la valoración del índice y coeficiente de escorrentía (tabla 2).

Tabla 2: Cuantificación de las estimaciones hidrológicas

Estimaciones hidrológicas	Cuenca alta Río Guineal
Precipitación promedio anual	$\bar{P} = 1602,3 \text{ mm.}$
Área de la cuenca	$A = 78,33 \text{ km}^2$
Caudal medio anual	$Q_0 = 2,349 \text{ m}^3/\text{s}$
Caudal mínimo anual	$Q_{\min} = 0,125 \text{ m}^3/\text{s}$
Caudal relativo	$Q_r = 30 \text{ l/s/km}^2$
Índice de escorrentía	$I_e = 946,7 \text{ mm.}$
Coefficiente de escorrentía	$C_e = 59 \%$

Los registros de precipitaciones se realizaron en el periodo 1995-2014 y se obtuvieron de la estación pluviométrica “Jaboncillo” del cantón 24 de Mayo, perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, del Ecuador, ubicada en las coordenadas: UTM: X: 04644 latitud Sur y Y: 802506 longitud Oeste a 115 msnm., con el código 447, cercana al área de estudio y representativa para realizar las estimaciones correspondientes.

La tabla de registros mensuales y anuales con sus respectivos promedios, se la puede observar en la tabla 3.

Erosividad de las lluvias por subcuencas

Las estimaciones del poder erosivo de las precipitaciones expresadas en forma de degradación especifican mediante el método de Fournier se observan en la tabla 4

Tabla 3: Registro de Precipitaciones totales, Estación Jaboncillo periodo 1995-2014

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Σ
1995	187.7	256.1	61.7	117.8	38.1	0.6	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.7	667.1
1996	93.5	202.4	178.2	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	517.6
1997	135.5	222.7	218.5	308.9	135.9	94.9	105.8	59.7	44.0	70.2	230.8	297.6	1924.5
1998	204.3	310.5	437.6	410.6	290.9	119.8	40.8	13.6	0.0	0.0	19.0	7.7	1854.8
1999	40.8	373.7	337.7	412.4	104.3	0.0	0.6	1.2	5.6	9.8	23.8	16.3	1326.2
2000	143.3	239.8	307.6	209.1	52.4	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	985.0
2001	387.1	122.6	341.6	173.3	45.6	0.5	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	7.9	1080.8
2002	67.2	284.5	436.6	259.6	88.2	0.0	3.8	0.0	0.0	4.1	16.3	39.6	1199.9
2003	196.4	322.8	128.7	125.3	61.5	19.3	0.2	0.0	0.0	2.4	4.9	22.5	884.0
2004	87.2	182.5	263.5	72.7	111.7	5.8	7.9	0.2	4.3	4.0	0.8	0.0	740.6
2005	97.4	152.4	190.4	302.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	61.0	804.3
2006	168.8	372.9	187.4	173.2	26.0	1.5	3.8	2.4	2.6	15.5	2.4	15.1	971.6
2007	111.1	168.7	254.0	112.0	49.8	40.0	7.5	0.1	0.0	0.0	0.3	14.2	757.7
2008	262.9	284.9	269.4	150.4	49.2	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1021.8
2009	196.7	284.1	102.4	93.4	56.5	0.0	1.4	2.9	0.0	0.0	0.0	5.6	743.0
2010	263.0	245.1	377.7	184.8	175.3	9.5	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	257.2	1513.7
2011	104.9	220.0	69.2	266.7	51.5	22.1	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	39.3	780.1
2012	313.2	414.8	334.0	200.6	98.9	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5	1438.6
2013	254.7	183.0	288.9	214.8	14.9	2.3	0.0	0.0	4.3	1.1	0.0	8.3	972.3
2014	224.2	272.6	230.7	227.3	55.6	10.3	2.1	0.0	1.4	0.0	0.0	39.3	1063
Σ	3599.9	5156.1	5015.8	4108.9	1506.3	3358.3	186.5	85.1	62.1	107.1	294.9	912.2	21246.5
Prom	179.9	257.8	250.7	205.4	75.3	17.9	9.3	4.2	3.1	5.3	14.7	456	1062.3

Tabla 4: Degradación específica por subcuencas

Subcuenca	Área Km ²	Coefficiente Orográfico <i>h. tga</i>	Precipitación Promedio Mensual mm.	Precipitación Promedio Anual mm.	Índice Fournier	Degradación Específica por Subcuenca
R. Grande	35.72	4.18 < 6	257.8	1602.6	41.47	X = 27.,12. Y – 475,40 6,49 T/ha/año
R. Guineal	19.40	4.78 < 6	257.8	1602.6	41.47	X = 27,12. Y – 475,40 6,4 T/ha/año
R. Congo	23.21	6.01 > 6	257.8	1602.6	41.47	X = 52,49. Y – 513,21 16,6 T/ha/año

Discusión

La erosión hídrica produce modificaciones irreversibles en el terreno de la cuenca hidrográfica. La degradación específica para las subcuencas: Río Grande y Río Guineal, ubicadas en la zona alta, se estimó en 6,49 y 6,4 t/ha/año, que corresponde a la clase erosión ligera, según la FAO (1980); probablemente porque aunque en esta área existe una marcada influencia de la cordillera de Puca, en donde predominan formaciones arcillosas y areniscas sedimentarias proclives a los movimientos en masa, también predomina una cobertura vegetal caracterizada por vegetación nativa y arboricultura tropical con cultivos de café y cacao, que protegen bien el suelo. En las zonas bajas, la degradación específica para la subcuenca el Congo, se estimó en 16,5 t/ha/año, considerada como erosión moderada, posiblemente porque en estas zonas se nota una intensa actividad antrópica.

Valores similares fueron registrados por Pimentel y Kounang, para la microcuenca La Estrella en México, en donde en las regiones montañosas con cobertura vegetal natural, se determinó una erosión potencial de 1 a 5 t/ha/año. De igual manera Huerta y Loli (2014) en la cuenca alta del Río Moché en Perú, aplicando el mismo método de Fournier en las subcuencas: Huangamarca y Pollo, estimaron el poder erosivo de las precipitaciones en el orden de: 7,29 y 33,40 t/ha/año, respectivamente; lo que contrasta con lo expresado por Pando y otros (2003), que consideran que el método recomendado por la FAO, aplicando el índice de Fournier, tiende a sobreestimar los valores reales en pendientes altas y a subestimarlos en pendientes bajas; aunque las diferencias más notables se notan en las subcuencas que presentan cárcavas, las cuales no son consideradas en la aplicación de otros métodos, por lo cual sugieren la inclusión de un factor de ponderación. (Pimentel & Kounang, 1998)

Conclusión

Las ecuaciones propuestas en el estudio, son aplicables a cuencas donde no existe o es escasa la información hidrometeorológica, como la del Río Guineal, conformada por la subcuencas: Río Grande, Guineal y el Congo, cuyas pérdidas del suelo se estiman en: 6,49, 6,4 y 16,6 t/ha/año respectivamente; valores que son considerados elevados en relación con los niveles de tolerancia propuestos por la FAO, y afectan sistemáticamente los suelos, por la fragilidad y vulnerabilidad de los agroecosistemas del área del proyecto, caracterizados por la presencia de una topografía irregular con pendientes fuertes que fluctúan entre 55% y 70%.

En general, las tasas de erosión son naturalmente altas en el caso de terrenos montañosos con elevadas precipitaciones, que corresponden a las condiciones generales del Ecuador y de toda Sudamérica. Los resultados definen que se requiere de manera prioritaria de acciones para el manejo del recurso hídrico y prácticas de conservación del suelo y sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales que genera la cuenca, específicamente en la subcuenca el Congo, por presentar un mayor grado de intervención antrópica en forma de cambio de uso del suelo y deforestación intensiva

Referencias

1. Alatorre, L., García, A., Rodríguez, A., & Erives, V. y. (2013). Estimación de la Erosión Potencial en la Cuenca de la Laguna Bustillos, Chihuahua, México. *Geoecología, Cambio Ambiental y Paisaje*, 249-258.
2. Bolaños, M., Paz, F., Cruz, C., Jesús, A., Romero, V., & De la Cruz, J. (2016). Mapa de Erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *TERRA Latinoamericana*, 34(3), 271-288.
3. Colín-García, G., Ibáñez-Castillo, L., Reyes-Sánchez, José, Arteaga-Ramírez, & Ramón. (2013). Diagnóstico de la Erosión Hídrica de la Cuenca del Río Pichucalco. 23-31.
4. Cruz, E., Chela, E., Monar, C., Valverde, F., Cartagena, Y., & Cruz. (2010). Evaluación de la Perdida Productiva y Económica por la Erosión Hídrica en 3 Sistemas de Producción en la Microcuenca del Río Alumbre, Provincia Bolívar, Ecuador. 1-10.

5. De Noni, G., & Trujillo, G. (1986). La Erosión Actual y Potencial en Ecuador: Localización, Manifestaciones y Causas. Quito, Ecuador: CEDIG.
6. Díaz, C. (2011). Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización. *Ingeniería e investigación*, 31(3), 80-90.
7. Díaz, J. (2015). Diagnóstico del Potencial de Erosión Hídrica, Mediante Técnicas de Geoprocesamiento en la Subcuencas del Río Angasmarca, La Libertad, Perú. *Anales Científicos*, 76(2), 283-293.
8. Efthimiou, N., & Lykoudi, E. (2016). Erosión del Suelo Estimación con el Modelo EPM. *Sociedad Geologica Griega*, 305-314.
9. Efthimiou, N., Lykoudi, E., & Karavitis, C. (2017). Análisis Comparativo, de las Estimaciones de Rendimiento de Sedimentos Utilizando Modelos de Erosión del Suelo Empíricas. *Ciencias Hidrológicas*, 62(16).
10. Efthimiou, N., Lykoudi, E., Panagoulia, D., & Karavitis, C. (2016). Evaluación de Susceptibilidad del Suelo a la Erosión Utilizando los Modelos RUSLE y EPM, el Caso de Cuenca VENETIKOS. *Global Nest*, 18(10), 1-16.
11. Expedito, G., Parreiras, T., Santos, R., Avanzi, J., & Mincato, L. (2019). Las Estimaciones de la Perdidas del Suelo por la Erosión Potencial, Método de Latisoles Tropicales. *Ciencia y Agrotecnología*, 1-10.
12. FAO. (1980). Metodología Provicional para la Evaluacion de la Degradacion de los Suelos. Roma: FAO.
13. Fernández de Castro, G., Vázquez, L., Palacio, J., Peralta, Armendo, & Garcia, A. (2018). Geomorfometría y Cálculo de Erosión Hídrica en Diferentes Litologías a través de Fotogrametría Digital con Drones. *Investigaciones Geografica*(96), 1-117.
14. Fournier, F. (1960). *Climat et Erosion*. Paris: Presses Universitaires de France.
15. Huerta, P., & Loli, O. (2014). Erosión Hídrica en la Cuenca Alta del Río Moche. *Ecología aplicada*, 13(1), 15-22.
16. Leticia, M., Uribe, E., & García, E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencia. *Tecnologia y Ciencias del Agua*(UNAM), 5-17.
17. López, J. (2017). Erosión Hídrica en Suelos de Laderas Cultivadas con Café sin Sombra, en Copan Honduras. *Ciencias y Tecnología* (21), 135-151.

18. Mejía, J., Pozzo, D., Francesco, Montilla, P., & Torres, G. (2010). Evaluación Cualitativa de la Erosión Hídrica en la Microcuenca Aguas Calientes, Estado Mérida - Venezuela. *Geografica Venezolana*, 51(2), 203-223.
19. Pacheco, H. (2012). El Índice de Erosión Potencial en la Vertiente Norte del Waraira Repano, Estado Vargas, Venezuela. *Cuaderno de Geografía*, 21(2), 85-97.
20. Palma, R., Pinargote, J., & Lucy, G. (2019). Técnicas de Manejo y Conservación de Suelos en Escenarios Cafetaleros en Zonas Susceptibles a Erosión. *Killkana Técnica*, 3(1), 13-18.
21. Pimentel, D., & Kounang, N. (1998). Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems* 1, 416-426.
22. Portuguese, D. (2014). Estimación de la Perdida de Suelos por Erosión Hídrica en la Cuenca del Río Sigüas River Basin Utilizando Geoinformática. *Anales Científicos*, 324-329.
23. Restrepo, J. (2015). El Impacto de la Deforestación en la Erosión de la Cuenca del Río Magdalena (1980-2010). *Ciencias de la Tierra*, 250-267.
24. Sánchez-Hernández, R., Mendoza-Palacios, J. d., De la Cruz, J., Mendoza, J., & Ramos-Reyes, R. (2013). Mapa de Erosión Potencial en la Cuenca Hidrológica Grijalva-Usumacinta. México Mediante el Uso de SIG. *Universidad y Ciencia*, 29(2), 153-161.
25. Sandoval, W., & Aguilera, E. (Octubre de 2014). Determinación de Caudales en Cuencas con poca información Hidrológica. *Ciencia UNEMI*, 100-110.
26. SENPLADES. (15 de Febrero de 2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón 24 de Mayo. 24 de Mayo, Manabí, Ecuador: GAD 24 de Mayo.
27. Valero, L., Delgado, F., & López, R. (2010). Planificación del Uso de la Tierra en Cuencas Altas con Base en el Riesgo de Erosión y la Productividad del Suelo. *Geográfica Venezolana*, 51(1), 93-111.