

EROSIÓN HÍDRICA EN LA SUB CUENCA RÍO URPAY UTILIZANDO EL MÉTODO DEL PERFIL, HUARAZ

WATER EROSION IN THE SUB-RIVER BASIN URPAY USING THE PROFILE METHOD, HUARAZ

Luis Alberto Orbegoso Navarro¹
Segundo Clemente Rodríguez Delgado²

Fecha de recepción: 03 junio 2018

Fecha de aprobación: 25 septiembre 2018

DOI: <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327731>



Resumen

El objetivo de este trabajo de investigación ha sido determinar la erosión hídrica promedio anual para la sub cuenca del Río Urpay, utilizando el método del Perfil, tomando como referencia el Manual utilizado por la Universidad Nacional Agraria de Managua y otras instituciones del Estado Nicaragüense (2005). La metodología ha consistido en tomar como perfil patrón, el perfil modal identificado por la Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONERN) del Perú, el año 1973, cuando realizó el Estudio Semidetallado de suelos a nivel del Callejón de Huaylas; también se ha utilizado como herramienta de apoyo el Programa ArcGis10.5, para delimitar la fisiográfica de la sub cuenca por pendientes. Adicionalmente, se han considerado todos los perfiles encontrados a nivel de la sub cuenca Urpay de otros estudios de tesis de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), como el de Gonzáles (2016) y Corpus (2016), complementándolas con algunos otros muestreos hechos el presente año 2017. El número de calicatas utilizadas han sido 21, describiéndose en cada una, el perfil del suelo, cuyo Epipedón (horizonte Ap.), se ha comparado con el Epipedón modal de la ONERN (1973) que ha sido de 15 cm de espesor. A partir de aquí, los resultados obtenidos indican que la erosión hídrica en la sub cuenca Urpay va de leve a moderada, según la FAO. Las pérdidas de suelo varían en el rango de: 10.69, 14.97 y 12.83, en Tn/ha/año, para las pendientes de 4-15%, 15-25% y 25-50%, respectivamente.

Palabras clave: erosión hídrica; perfil modal.

Abstract

The objective of this research work has been to determine the annual average water erosion for the sub-basin of the Urpay River, using the Profile method, taking as a reference the Manual used and developed by the National Agrarian University of Managua and other institutions of the Nicaraguan State (2005). The methodology consisted of taking as a standard profile, the modal profile identified by the National Office of Natural Resources (ONERN) of Peru, in 1973, when it carried out the Semidetached Study of soils at the level of the Callejón de Huaylas; The ArcGis10.5 Program has also been used as a support tool to delimit the physiographic of the sub basin by slopes. Additionally, all the profiles found at the level of the Urpay sub-basin of other thesis studies of the National University Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), Faculty of Agricultural Sciences (FCA), such as Gonzales (2016) and Corpus have been considered. (2016), complementing them with some other samplings made this year 2017. The number of pits used was 21, describing in each one, the profile of the soil, whose Epipedón (Ap horizon), has been compared with the modal Epipedón of the ONERN (1973) that has been 15 cm thick. From here, the results obtained indicate that water erosion in the Urpay sub-basin ranges from mild to

¹ Doctor en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú. orbe5@hotmail.com

² Doctor en Gestión Universitaria y Maestro en Mecanización Agrícola, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Huánuco, Perú, scrodriguez57@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2177-5051>

moderate, according to the FAO. Soil losses vary in the range of: 10.69, 14.97 and 12.83, in Tn / ha / year, for the slopes of 4-15%, 15-25% and 25-50%, respectively.

Keywords: *water erosion; Modal profile.*

1. Introducción

El suelo es un recurso natural no renovable que constituye la base funcional de todos los ecosistemas terrestres, de allí que la erosión resulta ser una de las principales razones por la que los suelos agrícolas pierden su capacidad productiva. La erosión es el desprendimiento y arrastre (lavado) del suelo de un lugar a otro causado por la lluvia, el viento, o por, malas prácticas que realiza el hombre en su chacra. Por estas pérdidas disminuye poco a poco la profundidad del suelo y hace que pierda su fertilidad. Esta pérdida del suelo es para siempre. MINAGRI (2014). La erosión hídrica es un proceso de pérdida de suelo que afecta a toda la sierra peruana, debido a sus condiciones semiáridas, así como altas pendientes, uso de prácticas agrícolas inadecuadas, creciente presión demográfica por el uso del suelo, escasa cubierta vegetal debido a la deforestación, sobre pastoreo y presencia de esporádicas lluvias, pero de alta intensidad. Estas condiciones, manifestadas por Vásquez (2011) aunados a los suelos lateríticos (pocos profundos), de las laderas de la sierra peruana, convierten a estas zonas en ecosistemas totalmente frágiles. Según Gómez (2008), el Perú tiene 3% de la superficie del País desertificada y según el INRENA el 24% de la superficie del País se encuentra en proceso de desertificación, muchos estudios y métodos empíricos se han utilizado para estimar y cuantificar la erosión hídrica a nivel de cuenca y dentro de la cuenca, siendo uno de los más divulgados la Ecuación Universal de Pérdida de suelos Revisada (RUSLE), métodos que permiten tener una idea de cuánto suelo se podría estar perdiendo en una cuenca o sub cuenca o micro cuenca, ya que aún los resultados obtenidos al aplicar USLER o RUSLE, pueden constituir una gruesa sobreestimación, según lo ha señalado su principal autor (Wishmeier, 1976), citado por Clérici, C. (2001), todo depende de qué tan preciso se trabaje, pero no hay nada más halagador que estimar la pérdida de suelo con trabajos involucrados directamente con datos de campo.

De allí, que aprovechando los resultados de la tesis de suelos de Gonzales (2016) hecha sobre la Sub Cuenca del Río Urpay, ubicado en el flanco Oriental de la Cordillera Negra, y de la tesis hecha por Corpus (2016) sobre varillas de erosión hídrica en la Micro Cuenca “Laboruri”, se tuvo la idea de aprovechar estos estudios, especialmente utilizando la descripción de los perfiles de suelos (calicatas) que se hizo en cada uno de ellos y, complementándolas con otros perfiles en el año 2017, tener la información necesaria para aplicar una metodología bastante sencilla pero de vital importancia en la cuantificación de la erosión hídrica en dicha sub cuenca, y que corresponde al Método del Perfil. Este método consiste en comparar el perfil modal identificado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) el año 1973, a través del estudio de suelos a nivel Semidetallado que realizó en el Callejón de Huaylas, hace 45 años y poder cuantificar las pérdidas y el nivel o niveles de erosión en que se encontrarían los suelos en la sub cuenca Urpay.

Adicionalmente, se utilizó el Programa Arc Gis 10.5 para delinear fisiográficamente toda la sub cuenca, definiendo rangos de pendientes de 4-15%, 15-25 y 25%-50%, a fin de analizar las pérdidas de suelo y las causas, que de una u otra manera no sólo es responsabilidad del pequeño agricultor que siembra para sobrevivir, sino de instancias superiores de gobiernos y de la Universidad misma, que tienen la responsabilidad de apoyar al campesino y enfrentar los retos del cambio climático global, especialmente en el Callejón de Huaylas, Cordillera Negra.

Es indispensable crear conciencia sobre la necesidad de difundir prácticas de conservación de suelos a los pequeños y medianos agricultores de la zona alto andina, ya que al pasar los años, los rendimientos de los cultivos y la disminución del agua de riego, están afectando sus niveles de vida, ya que según el MINAM (2016) la tercera parte de la superficie del Perú está en proceso de desertificación (unas 30 millones de hectáreas) o ya está desertificada (3.8 millones de hectáreas), lo cual constituye un grave problema debido a sus impactos en la reducción de la producción agrícola.

De allí que el principal objetivo del presente estudio, es utilizar el Método del Perfil de suelo, que consiste en comparar el Perfil Modal representativo de la Sub Cuenca Urpay definido por la ONERN el año 1973, en el estudio de suelos Semidetallado del Callejón de Huaylas, con los perfiles de suelo descritos el año 2017, es decir, después de 44 años, para lo cual se han identificado estratégicamente 21 perfiles, especialmente teniendo todo el cuidado de identificar correctamente el Epipedón u horizonte formativo superficial, obtenido según la posición fisiográfica de distribución de suelos en la sub cuenca Urpay para las pendientes de 4-15%, 15-25 y 25%-50%. Este enfoque metodológico nos permitirá inferir en que espacios fisiográficos se presentan mayores pérdidas de suelo y asumir responsabilidades de difusión de resultados, ya que, a nivel de estas zonas, hay evidencias de afectación de los rendimientos de los cultivos por efecto del cambio climático, tal como lo ha puesto de manifiesto Poma, C. (2016), así como un total descuido de políticas de apoyo agrario regional y de divulgación de prácticas de conservación de suelos.

2. Material y métodos.

El estudio se realizó a nivel de la sub cuenca del Río Urpay (9°32'3" S, 77°33'23" O), ubicada en el flanco oriental de la Cordillera Negra, tiene un área de 5.7 Km² y sus alturas están entre 3034 m y 4561 m.s.n.m.

El estudio se inicia con la visita a campo después de haber delimitado la sub cuenca Urpay con el Programa Arc Gis 10.5 para contar con el plano de delimitación fisiográfica por pendientes, de tal manera que en cada unidad fisiográfica se identifiquen las calicatas seleccionadas de los dos estudios de tesis y complementar con otras calicatas representativas, identificando en cada una de ellas los horizontes formativos del suelo, de tal manera que se cumpla con el objetivo de cuantificar la erosión hídrica en la sub cuenca del río Urpay teniendo en cuenta la delimitación fisiográfica por pendientes.

El proceso metodológico ha consistido en comparar la morfología del primer horizonte formativo del suelo denominado Epipedón y que corresponde al perfil modal identificado por la ONERN (1973) en su estudio de suelos del Callejón de Huaylas, el mismo que servirá de patrón con respecto a las observaciones que se deben realizar a nivel de las distintas posiciones fisiográficas existentes en la sub cuenca. De cada horizonte formativo de las calicatas hechas a través de los estudios de Gonzáles (2016) y Corpus (2016) y de las que se han complementado por cada unidad fisiográfica, se han obtenido muestras que han sido llevadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNASAM, en la ciudad universitaria de Shancayan, para determinar especialmente la textura del suelo y su densidad aparente. Con este último valor y con la pérdida de suelo que se estime en base a la comparación del perfil actual y el perfil modal de la ONERN, se calculará las pérdidas de suelo en toneladas métricas por año, según la fórmula siguiente: $E = \frac{Pérdida(cm) * da(g/cm^3) * 10^2}{Tiempo(años)}$, para luego clasificarla en función a los criterios establecidos por la FAO, en: Leve, cuando los suelos han perdido hasta un 25% de la profundidad del horizonte "A", o de la capa arable; Moderada, ocurre cuando se ha perdido entre 25 y 50% de la profundidad del horizonte "A"; Fuerte, cuando se ha perdido entre el 50 a 75% de la profundidad del horizonte "A", y Muy Fuerte, cuando se ha perdido el 100% de la profundidad del horizonte "A". Con esta información, se llegará a identificar qué nivel o qué niveles de erosión hídrica predominan en la sub cuenca Urpay en toneladas/hectárea/año, según la tabla que se indica a continuación:

Tabla 1
Niveles de erosión

Nivel de Erosión	Tn/ha/año
Nula o Leve	< 10
Moderada	10-50
Fuerte	50-200
Muy Fuerte	>200

Fuente: Ramírez, (2010)

3. Resultados

Perfil Modal de la ONERN. La ONERN identificó para la sub cuenca del río Urpay en el estudio del año 1973, el siguiente perfil modal:

Tabla 2
Perfil representativo de la serie Eslabón - río Urpay

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	00 - 15	Pardo oscuro 10 YR 3/3 en húmedo, franco granular incipiente, friable, moderadamente alcalino (pH 8.0), con carbonatos libres en la masa, reacción fuerte al HCL diluido, raíces finas abundantes y alto contenido de materia orgánica (4.2%), límite de horizonte difuso.
A12	15 - 30	Pardo a Pardo oscuro 10 YR 4/3 en húmedo, franco gravoso granular incipiente, moderadamente alcalino (pH 8.1), con carbonatos libres en la masa, reacción visible al HCL diluido, raíces finas escasas y contenido medio de materia orgánica (3.45%), grava angular de 1 a 10 cm de diámetro, contenido promedio 20%, límite horizonte claro
CR	+ 30	Roca altamente descompuesta

Identificación de Calicatas.

Los análisis de campo y laboratorio utilizados en la caracterización del perfil de suelo a través de las calicatas construidas en otros estudios, han sido 17, todas estas se encuentran debidamente ubicadas y descritas según la posición fisiográfica de la zona, en el Mapa de Pendientes elaborado a través del Programa ArcGis que se adjunta en el Plano 1 del Anexo.

Las calicatas utilizadas han sido sobre la base de los estudios que han realizado Gonzáles (2016) y Corpus (2016), el primero de ellos correspondió al estudio de suelos, y el segundo ha correspondido a la evaluación de erosión hídrica en una micro cueca (laboruri) de esta sub cuenca, con el uso de varillas de erosión; se complementó con otro transecto que abarcaba la parte longitudinal derecha de la sub cuenca.

Textura y Densidad Aparente del perfil de suelo (Epipedón).

Han sido 21 calicatas que han servido para analizar el Epipedón (Ap.) y su variación a través de los 44 años que han pasado desde que la ONERN ha caracterizado el perfil modal para esta sub cuenca, encontrado ciertas diferencias con respecto a la textura inicial (Franco gravoso), ya que de todos los análisis hechos en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM-, el resultado es que ahora contamos con un suelo de textura Franco Arenoso gravoso. Así mismo, la densidad aparente promedio del Epipedón es de 1.41 gr/cm³.

Tabla 3
Textura y Dap. del horizonte Ap. De las Calicatas de la sub cuenca.

Calicata	Estrato	Textura	Dap (gr/cm ³)	Calicata	Estrato	Textura	Dap (gr/cm ³)
1	Ap	Fr. Ao	1.39	12	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.43
2	Ap	Fr. Ao.	1.40	13	Ap	Fr.Ao.	1.40
3	Ap	Fr.Ao.	1.40	14	Ap	Fr.Ao.	1.39
4	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.43	15	Ap	Fr.Ao.	1.40

5	Ap	Fr.Ao.	1.40	16	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.40
6	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.45	17	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.45
7	Ap	Fr.Ao.	1.38	18	Ap	Fr.Ao.	1.43
8	Ap	Fr.Ao.	1.39	19	Ap	Fr.Ao.	1.40
9	Ap	Fr.Ao.	1.40	20	Ap	Fr.Ao.	1.40
10	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.45	21	Ap	Fr.Ar.Ao.	1.45
11	Ap	Fr.Ao.	1.40				
PROMEDIO							1.41

Pérdidas de suelo por pendientes. En base al perfil modal de la ONERN (horizonte Ap. De 15 cm), se han elaborado las Tablas 4, 5 y 6, donde se puede analizar las pérdidas de suelo en función a las pendientes, de tal manera que: para la pendiente de 4 a 15%, la pérdida de suelo promedio es de 3.33 cm (22.22%); para la pendiente de 15 a 25%, es de 4.37 cm (29.16%), y para la pendiente de 25 a 50% es de 4.0 cm (26.7%)

Tabla 4.

Pérdida de suelo en base al perfil modal de la ONERN para la pendiente de 4 – 15%

N°	Calicata	Estrato	Espesor (cm)	Pérdida de suelo (cm)	Pérdida de suelo (%)	Clase de Erosión
	Perfil Patrón	Ap.	15			
1	C-01	Ap.	8	7	46.7	Moderada
2	C-03	Ap.	12	3	20.0	Leve
3	C-05	Ap.	12	3	20.0	Leve
4	C-06	Ap.	15	0	0.0	Nula
5	C-08	Ap.	9	6	40.0	Moderada
6	C-09	Ap.	11	4	26.7	Moderada
7	C.10	Ap.	13	2	13.3	Leve
8	C-11	Ap.	15	0	0.0	Nula
9	C-12	Ap.	10	5	33.3	Moderada
Promedio			11.67	3.33	22.22	

Tabla 5

Pérdida de suelo en base al perfil modal de la ONERN para la pendiente de 15 – 25%

N°	Calicata	Estrato	Espesor (cm)	Pérdida de suelo (cm)	Pérdida de suelo (%)	Clase de Erosión
	Perfil Patrón	Ap.	15			
1	C-07	Ap.	12	3	20.0	Leve
2	C-13	Ap.	11	4	26.7	Moderada
3	C-14	Ap.	10	5	33.3	Moderada
4	C-15	Ap.	12	3	20.0	Leve
5	C-16	Ap.	11	4	26.7	Moderada
6	C-18	Ap.	10	5	33.3	Moderada
7	C.19	Ap.	9	6	40.0	Moderada
8	C-21	Ap.	10	5	33.3	Moderada
Promedio			10.63	4.37	29.16	

Tabla 6.

Pérdida de suelo en base al perfil modal de la ONERN para la pendiente de 25 –50%

N°	Calicata	Estrato	Espesor (cm)	Pérdida de suelo (cm)	Pérdida de suelo (%)	Clase de Erosión
	Perfil Patrón	Ap.	15			
1	C-02	Ap.	14	1	6.7	Leve
2	C-17	Ap.	8	7	46.7	Moderada
3	C-20	Ap.	11	4	26.7	Moderada
	Promedio		11.0	4.0	26.7	

Niveles de Erosión Hídrica. - La Tabla 7, representa un resumen de pérdidas promedios de suelo, tanto en porcentaje como en centímetros (Ap.), con respecto al perfil modal de la ONERN. Estos resultados indican que las mayores pérdidas de suelo se dan justamente en las pendientes que van de 15 a 25%, seguido por los terrenos que tienen una pendiente de 4 a 15% que representan la mayor área (2,918.8752 ha.); debido posiblemente a que los agricultores están ampliando sus áreas agrícolas (en pendientes de 15 a 25%) con entero desconocimiento de medidas de conservación de suelos, y permitiendo que el resto de áreas agrícolas queden expuestas sin cobertura vegetal, especialmente en épocas de lluvias.

Tabla 7.

Pérdida de suelo en base al perfil modal por cada tipo de pendiente

Pendiente (%)	Pérdida de suelo en base al perfil modal (%)	Pérdida de suelo promedio del perfil de calicatas (cm)	Área según pendientes (has)
4 - 15	22.22	3.33	2918.8752
15 -25	29.16	4.37	924.5428
25 - 50	26.67	4.00	1832.5570

La Tabla 8, representa los niveles de erosión que se han calculado en base a valores promedio de las pendientes y las pérdidas de suelo identificadas en la Tabla 6, así como utilizando el valor promedio de la densidad aparente de 1.41 gr/cm³ y para el tiempo de 44 años. Con todos estos valores, se ha hecho uso de la fórmula de erosión hídrica (1), resultando los siguientes valores de erosión hídrica: 10.67, 14.00 y 12.82 Tn/ha/año, tanto para las pendientes de 4 a 15%, 15 a 25% y 25 a 50%, respectivamente.

Tabla 8.

Niveles de erosión hídrica según la FAO para cada pendiente

Pendiente (%)	Erosión Hídrica (Tn/ha/año)	Nivel de Erosión según FAO
4 – 15	10.67	Moderada
15 -25	14.00	Moderada
25 - 50	12.82	Moderada

4. Discusión

Textura y Densidad Aparente.

Han sido 21 las calicatas que han servido para analizar el Epipedón (Ap.) y su variación a través de los 44 años que han pasado desde que la ONERN ha caracterizado el perfil modal para esta sub cuenca, encontrado ciertas diferencias con respecto a la textura inicial (Franco gravoso), ya que de todos los análisis hechos en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNASAM-, el resultado es que ahora contamos con un suelo de textura Franco Arenoso gravoso, probablemente porque durante todo este tiempo, el agua de lluvia ha influido en el lavado de las partículas finas del suelo.

Niveles de Erosión Hídrica por pendientes.- Los resultados de la Tabla 8, guardan coincidencia con los resultados encontrados por Corpus (2016), en su trabajo de tesis utilizando varillas de erosión en una Micro Cuenca de la Sub Cuenca Urpay, ya que encontró valores que fluctúan entre 5.90 a 20.56 Tn/ha/año, con un promedio de 10.87 Tn/ha/año, que según la FAO es de tipo moderada, sin embargo, con respecto al estudio hecho por Vásquez, A. y Tapia, M. (2010), utilizando también varillas de erosión hídrica en 22 micro cuencas alto andinas, dentro de las cuales incluyó como estudio una micro cuenca del Callejón de Huaylas, denominada micro cuenca del Río Negro, que queda en el Distrito de Oyeros, encontró que a nivel de las laderas de la sierra, la erosión promedio es de 45.04 Tn/ha/año, prácticamente el doble de lo que se ha estimado a través del Método del Perfil, lo que puede indicar que este método sencillo en su aplicación, es muy útil y realista frente a otros métodos como el de USLE aplicado por Díaz (2014) en la sub cuenca del río Angasmarca, La Libertad, donde determinó que las pérdidas de suelo fueron estimadas por encima de 97.82 tn/ha-año para micro cuencas de mayor pendiente y de 77.47 tn/ha-año para terrenos con pendientes planas a moderadas.

5. Conclusiones

- La erosión hídrica en la sub cuenca del Río Urpay, considerando la pendiente como el factor fisiográfico más importante, es de 10.67, 14.00 y 12.82 Tn/ha/año, según las pendientes de 4 a 15%, 15 a 25% y 25 a 50%, respectivamente.
- El nivel de erosión hídrica que se presenta en la sub cuenca, según la FAO es moderada.

6. Referencias

- Cléric, C., García, P. (2001). Aplicaciones del Modelo USLER/RUSLER para estimar pérdidas de suelo por erosión hídrica en Uruguay y la Región Sur de la Cuenca del Río La Plata. *Revista Agrociencia*. Vol. N° 1. Pág. 95-96. Recuperado en: <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL5/1/p92-103.pdf>
- Corpus, Ch. (2016). *Aplicación del método de las varillas para cuantificar la pérdida de suelo por erosión hídrica, en la micro cuenca Laboruri – sub cuenca Urpay*, Huaraz, 2016. Tesis. FCA-UNASAM.
- Díaz, R. J. (2014). *Diagnóstico del potencial de erosión hídrica mediante técnicas de geoprocetamiento en la sub-cuenca del río angasmarca*, La Libertad, Perú. Artículo Científico, 76 (2): 283-293 (2015). ISSN 2519-7398 (versión electrónica). Pág. 286, 290. Recuperado en: [Dialnet-DiagnosticoDelPotencialDeErosionHidricaMedianteTec-6171158 \(1\).pdf](#)
- Fuentes, Y. J. L. (2003). *Técnicas de riego*. 4ta Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Gómez R. (2008). Documento de discusión. *Desertificación y producción agrícola. El caso de la Micro Cuenca de Río Seco*. Universidad del Pacífico. Lima. Recuperado a través de: <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/341/DD0808.pdf;jsessionid=3C9D899204C0B1EC629743971B0F8F4C?sequence=1>.
- González, E. (2016). *Evaluación de los suelos por su capacidad de uso mayor en la sub cuenca Urpay, Cordillera Negra, Callejón de Huaylas, Huaraz*. (Tesis). FCA-UNASAM
- Hudson, N. (1997). *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía*. Roma. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/T0848S/T0848S00.htm>

Laura, L. (2010). *Estimación de la pérdida de suelos por erosión hídrica en la Cuenca del Río juramento – Salta.* (Tesis). Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Argentina. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-estima_perdida_suelo_erosionh_cca_juramento_salta.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2014). *Cartillas para la conservación del suelo. La erosión del suelo.* Programa presupuestal 0089. Reducción de la degradación de los suelos agrarios. Recuperado de: https://www.google.com/search?source=hp&ei=reN_W4qLKafU5gLutp3YCg&q=minagri+erosi%C3%B3n+de+suelos+del+2014+en+pdf&oq=minagri+erosi%C3%B3n+de+suelos+del+2014+en+pdf&gs_l=psy-ab.3...1865.21732.0.22146.41.40.0.0.0.0.429.5383.0j28j2j0j1.31.0...0...1c.1.64.psy-ab..10.20.3297...0j0i131k1j0i10k1j33i160k1j33i21k1j33i22i29i30k1.0.0wq1wmIYM-A

Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016). *Estrategia Nacional de lucha contra la desertificación y la sequía.* 2016 – 2030. Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per158271anx.pdf>

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) (1973). *Estudio de suelos del Callejón de Huaylas (Semidetallado).* Lima. Perú. Recuperado de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1012>

Programa Sostenible para la agricultura en las laderas de América Latina (2005). *Manual de métodos sencillos para estimar Erosión Hídrica.* Managua. Nicaragua. CIAT. Recuperado en: https://www.researchgate.net/profile/Matilde_Somarriba-Chang/publication/259952614_Manual_de_metodos_sencillos_para_estimar_erosion_hidrica/links/0deec52eac6bcdcfb94000000/Manual-de-metodos-sencillos-para-estimar-erosion-hidrica.pdf

Rosas, M. A. (2016). *Cuantificación de la erosión hídrica en el Perú y los costos ambientales asociados.* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6822>

Vásquez, A., Tapia, M. (2011). Cuantificación de la erosión hídrica en las laderas semiáridas de la Sierra Peruana. *Revista de Ingeniería UC*, vol. 18.núm. 3, p. 42-50. Universidad de Carabobo. Venezuela. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/707/70723269005.pdf>



