



## La cobertura vegetal en la erosión hídrica de los suelos de Acobamba, Huancavelica, Perú.

Vegetation cover in the water erosion of the soils of Acobamba. Huancavelica, Perú.

Perales Angoma Agustín<sup>1</sup> • Arcadio Sánchez Onofre<sup>1</sup> • Bautista Vargas Marino<sup>1</sup> • Muñoz Ore Felipe<sup>1</sup>

Recibido: 18 de diciembre del 2024 / Aceptado: 05 de agosto del 2025

### RESUMEN

La presente investigación de tipo aplicada y enfoque cuantitativo, tuvo como objetivo evaluar el efecto de coberturas vegetales sobre la erosión hídrica en suelos de ladera de Acobamba, Huancavelica, Perú. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos: cobertura muerta con paja seca de cebada (Cb), ramas y hojas de ceticio (Ct), mezcla de ambas (CbCt) y suelo sin cobertura (SSC). La erosión media (E), sedimentación media (S), suelo movilizado (Sm) y erosión neta (En) fueron estimadas mediante el método de parcelas con clavos de erosión, reconocido por su precisión en campo. Los resultados evidenciaron que la aplicación de 20 kg de mulch por parcela (5,76 m<sup>2</sup>) demostró ser eficaz en la mitigación de la erosión hídrica y el tratamiento CbCt logró la mayor reducción de la erosión neta seguido por Cb y Ct, mientras que el suelo sin cobertura presentó la mayor pérdida 59,75 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, aunque no se observaron diferencias significativas en la sedimentación media ni en el suelo movilizado. Se concluye que el uso estratégico de coberturas vegetales constituye una práctica efectiva para el control de la erosión hídrica en sistemas agrícolas de ladera expuestos a precipitaciones intensas.

**Palabras claves:** erosión hídrica de suelos, cobertura vegetal, clavos de erosión, precipitación pluvial.

### ABSTRACT

The objective of this research, of applied type and quantitative approach, was to evaluate the effect of vegetation cover on water erosion in hillside soils of Acobamba, Huancavelica, Perú. A Randomized Complete Block Design was used with four treatments: dead cover with dry barley straw (Cb), branches and leaves of ceticio (Ct), mixture of both (CbCt) and soil without cover (SSC). Mean erosion (E), mean sedimentation (S), mobilized soil (Sm) and net erosion (En) were estimated using the erosion nail plot method, recognized for its accuracy in the field. The results showed that the application of 20 kg of mulch per plot (5.76 m<sup>2</sup>) proved to be effective in mitigating water erosion and the CbCt treatment achieved the greatest reduction in net erosion followed by Cb and Ct, while the uncovered soil presented the greatest loss 59.75 Mg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, however, no significant differences were observed in mean sedimentation or in the mobilized soil. It is concluded that the strategic use of vegetation cover is an effective practice for the control of water erosion in slope agricultural systems exposed to intense rainfall.

**Keywords:** soil water erosion, vegetation cover, erosion pins, stubble, rainfall.

## 1. INTRODUCCIÓN

El suelo, como componente esencial del entorno natural, está expuesto a múltiples factores que inciden en su deterioro físico, químico y biológico. Entre estos se destacan el régimen climático, la cobertura vegetal, la inclinación del terreno y las prácticas de manejo. En particular, las precipitaciones constituyen uno de los elementos climáticos más determinantes en la generación de procesos erosivos por escorrentía superficial. La erosión hídrica representa una de las amenazas ambientales más críticas en zonas tropicales, siendo especialmente intensa en los ecosistemas andinos debido a sus condiciones climáticas extremas (Mellado et al., 2021), afectando tanto suelos destinados a la agricultura como aquellos de uso forestal (Ferreira et al., 2021).

✉ Agustín Perales Angoma  
Agustin.perales@unh.edu.pe

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Huancavelica.  
Huancavelica. Perú.

La erosión hídrica se reconoce como uno de los procesos más críticos de deterioro ambiental en los sistemas agrícolas de montaña, particularmente en zonas altoandinas como Acobamba, ubicada en Huancavelica, Perú. En estas áreas, la interacción de factores como la topografía escarpada, las precipitaciones intensas, el uso de técnicas agrícolas ancestrales y la limitada cobertura vegetal ha provocado una rápida pérdida de suelo con alto contenido de nutrientes, poniendo en riesgo la viabilidad de la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria de las comunidades locales (Morera et al., 2024). Asimismo, la explotación intensiva de los terrenos cultivables y la persistencia de procesos erosivos generan impactos económicos negativos para los agricultores, lo que evidencia la urgencia de implementar estrategias orientadas hacia modelos de producción sostenibles (Sequeira y Vásquez, 2022).

De acuerdo con Alvarado (2021), la erosión del suelo es un fenómeno complejo que surge de la interacción dinámica de múltiples factores, los cuales presentan variaciones espaciales y temporales. Entre los elementos que inciden con mayor fuerza en la erosión hídrica se encuentran las precipitaciones, la cobertura vegetal, la morfología del terreno, las propiedades del suelo y las intervenciones humanas. La pérdida de suelo fértil tiende a intensificarse en áreas desprovistas de vegetación, sometidas a un uso inadecuado del suelo, expuestas a lluvias torrenciales, con pendientes pronunciadas y extensas, y donde no se aplican medidas de conservación. Para mitigar este

proceso, se recomienda la implementación de prácticas como el establecimiento de cultivos de cobertura, la incorporación de materia orgánica, la instalación de barreras vegetales y cortinas rompevientos.

La cobertura vegetal, entendida como el conjunto de plantas que protegen la superficie del suelo, desempeña un papel crucial en la regulación de los procesos erosivos. La cobertura vegetal mundial ha cambiado por causas naturales y antropogénicas (Gallardo et al., 2022) y diversos estudios han demostrado que la vegetación actúa como barrera física frente al impacto de las gotas de lluvia, reduce la velocidad del escurrimiento superficial, mejora la infiltración y favorece la formación de agregados estables (Capurro & Montico, 2020; Huerta-Olague et al., 2018). En este sentido, la cobertura vegetal no solo mitiga la erosión hídrica, sino que también contribuye a la conservación de nutrientes, la regulación hídrica y la resiliencia agroecológica.

La influencia de la cobertura vegetal en la mitigación de la erosión hídrica ha sido objeto de múltiples investigaciones en los últimos años. En México, Huerta-Olague et al. (2018) analizaron el impacto de cuatro tipos de cultivos sobre la pérdida de suelo, evidenciando que especies de alta densidad como la cebada y el frijol pueden disminuir la erosión hasta en un 78 % en comparación con suelos sin vegetación. En el contexto peruano, Quispe Ojeda (2018) reportó que parcelas con cobertura de *Festuca amethystina* L. presentaron pérdidas de suelo de 10.9 toneladas por hectárea al año, mientras que aquellas sin cobertura alcanzaron valores de hasta 44.8 t/ha-año, superando ampliamente el límite tolerable establecido por la FAO. Andrade (2021), en un estudio realizado en la subcuenca del río Quillcayhuanca (sector Llupa, Huaraz, Áncash), identificó una erosión hídrica moderada con valores que fluctuaron entre -24.08 y 27.13 Mg ha<sup>-1</sup> durante cinco meses, y una pérdida promedio anual de 2.11 Mg ha<sup>-1</sup>. Asimismo, Huerta-Olague et al. (2018) concluyeron que existe una relación exponencial negativa entre la cobertura vegetal y la pérdida de suelo, siendo el frijol el cultivo con mayor capacidad de protección, seguido por la calabacita, el maíz y la avena. En línea con estos hallazgos, López (2021) observó tasas de erosión moderadas en sistemas de pasto tradicional Jaragua, bosque secundario y pastos mejorados con *Brachiaria* sp. Marandú, con valores de 13, 28 y 33 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que en sistemas de cultivo tradicional, agroforestales tipo Quesugual, las tasas fueron más bajas (4 y 7 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). Por su parte, Reyna (2021) estableció un orden de intensidad erosiva en función del tipo de sistema: pasto enmalezado > pasto cultivado > sistema silvopastoril.

Por otro lado, en Acobamba, Huancavelica, la erosión hídrica ha alcanzado niveles alarmantes, exacerbados por prácticas agrícolas inadecuadas, deforestación y sobrepastoreo. La escasa cobertura vegetal en zonas de cultivo y pastoreo ha generado un aumento en la pérdida de suelo, sedimentación en cuerpos de agua y disminución de la fertilidad edáfica. Sin embargo, existe una limitada caracterización científica de cómo distintos tipos de cobertura vegetal influyen en la erosión hídrica en esta región específica, especialmente utilizando métodos directos como las parcelas con clavos de erosión. Esta brecha de conocimiento impide el diseño de políticas agrarias sostenibles y adaptadas a las condiciones locales.

Este estudio propone una evaluación integral del efecto de la cobertura vegetal sobre la erosión hídrica en los suelos de Acobamba, se posiciona en el marco de la agroecología y la gestión sostenible de suelos, aportando evidencia empírica para la formulación de prácticas conservacionistas y adopta una postura crítica frente al modelo agrícola convencional y promueve el uso de coberturas vegetales nativas y cultivadas como herramienta de resiliencia agroambiental.

Desde el punto de vista científico, este estudio contribuye al entendimiento de los procesos erosivos en ecosistemas andinos, fortaleciendo el uso de metodologías experimentales en campo y generando datos precisos sobre erosión hídrica. Socialmente, los resultados permitirán orientar a comunidades campesinas, técnicos agrarios y autoridades locales en la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, reduciendo la vulnerabilidad de los sistemas productivos y mejorando la calidad de vida rural. Además, la investigación tiene implicancias en la gestión de cuencas hidrográficas, ya que la reducción de la erosión hídrica disminuye la sedimentación en ríos y embalses, mejora la calidad del agua y previene desastres naturales como deslizamientos e inundaciones (Morera et al., 2024).

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran la variabilidad climática interanual, que puede alterar los patrones de erosión; la dificultad para controlar todas las variables edáficas y topográficas en campo; y la escasa disponibilidad de datos históricos sobre erosión en la zona de estudio. Asimismo, el acceso a parcelas representativas y la colaboración comunitaria pueden presentar desafíos logísticos. No obstante, el empleo de metodologías robustas y diseños experimentales minimizan estos sesgos.

La hipótesis central del estudio planteada fue: La presencia de cobertura vegetal reduce significativamente la erosión media, la sedimentación media, el suelo movilizado y la erosión neta en los suelos agrícolas de Acobamba, Huancavelica, Perú en comparación con suelos sin cobertura, según mediciones realizadas mediante parcelas con clavos de erosión.

El propósito de esta investigación es generar conocimiento científico aplicado sobre el rol de la cobertura vegetal en la mitigación de la erosión hídrica en ecosistemas altoandinos y los objetivos específicos fueron cuantificar la tasa de erosión media en parcelas con distintos tipos de cobertura vegetal mediante clavos de erosión. Determinar la sedimentación media y el suelo movilizado en función de la cobertura. Comparar la erosión neta entre parcelas con cobertura vegetal tipo mulch y parcelas sin cobertura.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el distrito y provincia de Acobamba, región Huancavelica, Perú, localizado entre las coordenadas UTM 12.841862 y 74.562281, a una altitud de 3402 m s.n.m. Esta zona presenta condiciones agroecológicas representativas de los Andes centrales, con suelos susceptibles a procesos erosivos intensificados por la variabilidad climática y el manejo inadecuado de la cobertura vegetal. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), conformado por cuatro tratamientos de cobertura vegetal: Cb: cobertura muerta con paja seca de cebada, Ct: cobertura con ramas y hojas de ceticio, CbCt: mezcla de paja seca de cebada con ramas y hojas de ceticio y SSC: suelo sin cobertura (control). Cada tratamiento se replicó en cuatro bloques, totalizando 16 parcelas experimentales de forma cuadrada, con lados de 2,4 m y área de 5,76 m<sup>2</sup>. Sobre cada parcela se aplicaron 20 kg de mulch, distribuidos uniformemente sobre la superficie del suelo. Para la estimación de la erosión hídrica se utilizó el método de parcelas con clavos de erosión, reconocido por su precisión y bajo costo en estudios de campo (Pizarro et al., 2020). En cada parcela se instalaron 16 clavos metálicos de 30 cm de longitud y 2 mm de diámetro, enterrados hasta 15 cm, dejando 15 cm expuestos sobre la superficie. Los clavos se colocaron en una cuadrícula con distancia de 0,6 m entre ellos, sumando un total de 256 clavos en todo el experimento. Las mediciones consistieron en registrar periódicamente la altura del suelo respecto al extremo superior del clavo, permitiendo calcular los siguientes indicadores: Erosión media (E), Sedimentación media (S), Suelo movilizado (Sm) y Erosión neta (En). Este método

ha demostrado alta sensibilidad para evaluar la influencia de variables como pendiente, cobertura vegetal y precipitación en la erosión hídrica, según estudios recientes en Cajamarca (Bada Aldave, 2023). La instalación de las parcelas se realizó en agosto de 2022, y las mediciones se efectuaron en tres momentos: setiembre 2022, marzo 2023 y agosto 2024. Durante cada periodo de evaluación se registraron las precipitaciones pluviales, así como la pendiente y la densidad aparente de los suelos, con el fin de correlacionar estos factores con los niveles de erosión observados.

**3. RESULTADOS**  
**Erosión media de suelos**

Después de un año (tabla 1) de observación de la erosión de suelos en el campo experimental instalado en el predio Común era se ha determinado que las coberturas vegetales disminuyen la erosión media en comparación a aquellas parcelas que no estuvieron cubiertas; se encontró que la erosión hídrica media en los suelos sin cobertura con pendiente de 18° y densidad aparente de 1,10 g/cm<sup>3</sup>, fue 129,66 Mg ha<sup>-1</sup>. En las parcelas con cobertura de mulch de cebada se encontró que la erosión hídrica media son significativamente menores (93,37 Mg ha<sup>-1</sup>) con precipitación acumulada de 550,53 mm, aunque son mayores a los reportados por Colque (2021) que encontró una erosión promedio de 40,66 Mg ha<sup>-1</sup> en suelos con cobertura vegetal presente (terrenos en descanso),

con precipitación acumulada durante el periodo de evaluación de 715 mm, también son mayores a los reportados por Andrade (2021) que estimo en promedio de suelo erosionado entre los 4,52 y 32,39 Mg ha<sup>-1</sup> (0,41 al 2,94 mm) durante 5 meses.

**Sedimentación media de los suelos**

La sedimentación media, entendida como el depósito de partículas erosionadas en zonas de menor pendiente, ha sido abordada por Valeriano y Mamani (2023), en el presente estudio en la tabla 1 se observa que las coberturas vegetales no influyen en la sedimentación media, sus valores varían desde 90,11 hasta 111,68, este hallazgo podría explicarse por la dinámica de transporte de partículas finas en suelos con alta pendiente, donde la cobertura vegetal retiene parte del suelo pero no impide su redistribución interna, sin embargo numéricamente hubo menor sedimentación media en las parcelas sin cobertura vegetal, debido a que en estas condiciones posiblemente se facilitan el traslado de las partículas de suelos, los valores encontrados son muy superiores a los reportado por Andrade (2021) que estimo en promedio de suelo sedimentado entre 5,26 y 28,60 Mg ha<sup>-1</sup> (0,48 al 5,26 mm); aunque en menor tiempo (5 meses). Geissert et al. (2017) observaron que, en cafetales de sombra, la cobertura herbácea tuvo un efecto reductivo sobre la erosión neta, pero no necesariamente sobre la sedimentación, la cual depende de la estructura del suelo y la intensidad de las lluvias.

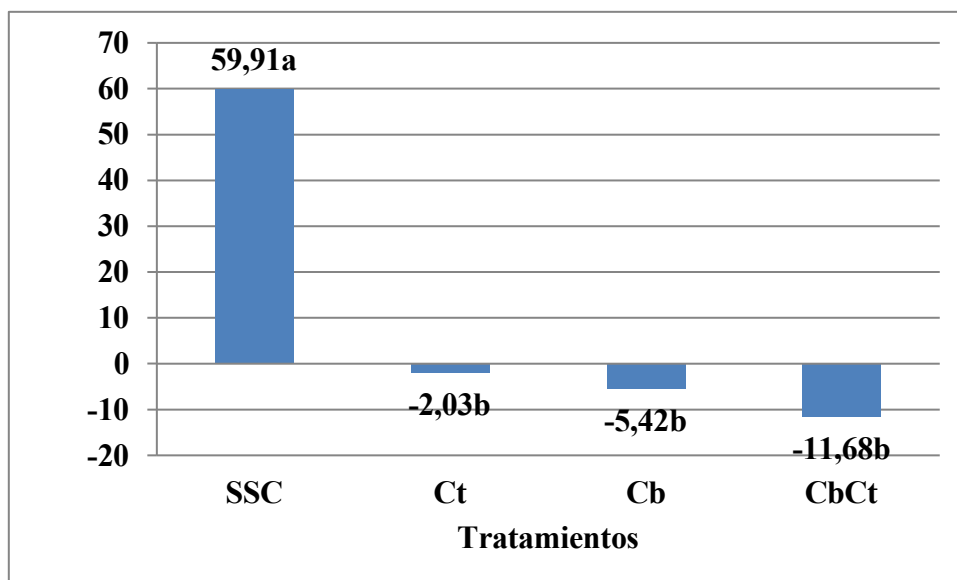
**Tabla 1.**  
*Efecto de las coberturas en la erosión y sedimentación media y suelo movilizado.*

Cobertura vegetal	Erosión media (Mg ha <sup>-1</sup> )	Sedimentación media (Mg ha <sup>-1</sup> )	Suelo movilizado (Mg ha <sup>-1</sup> )
Cb	93,37 b	98,80 a	192,17 a
Ct	105,31 ba	107,33 a	212,64 a
CbCt	99,99 ba	111,68 a	211,67 a
SSC	129,66 a	69,76 a	199,42 a

Nota: Los valores numéricos con letras similares no son diferentes significativamente  
**Suelo movilizado**

**Figura 1.**

*Efecto de las coberturas vegetales en la erosión neta de los suelos de Común era.*



El suelo movilizado viene a ser la suma de la erosión media más la sedimentación media, en este parámetro las coberturas vegetales no influyeron significativamente, aunque numéricamente se observa cierta tendencia que en las parcelas sin cobertura hay menor cantidad de suelo movilizado. Los valores encontrados durante un año varían de 199,42 Mg ha<sup>-1</sup> a 216,26 Mg ha<sup>-1</sup> y son superiores a lo reportado por Andrade (2021) que estimó en promedio de suelo movilizado entre los 15,30 y 41,00 Mg ha<sup>-1</sup>; durante 5 meses.

#### **Erosión neta**

En las condiciones estudiadas el mayor control de la erosión hídrica producida por la precipitación pluvial es con protección de la superficie de los terrenos labrados con tractor a base de la mezcla de rastrojo de cebada con ramas y hojas de Ceticio, seguido con el uso de cobertura con rastrojo de cebada, luego con ramas y hojas de Ceticio y finalmente los suelos sin cobertura, lo que sugiere un efecto sinérgico entre materiales orgánicos de distinta textura y composición. Este resultado es coherente con estudios que recomiendan combinaciones de coberturas para maximizar la retención de humedad, la infiltración y la estabilidad estructural del suelo. La erosión neta de hasta 59,91 Mg ha<sup>-1</sup> en suelos sin cobertura reafirma la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas tradicionales frente al cambio climático y la

intensificación de lluvias, este valor es similar a lo reportado por Pedroza-Parga et al. (2022) que encontró 58,6 t ha<sup>-1</sup> en suelos desnudos. Los rangos de erosión tienen la misma tendencia con los reportados por Andrade (2021) que determinó la existencia de erosión hídrica moderada entre los -24,08 y 27,13 Mg ha<sup>-1</sup>; y pérdida promedio de suelos por erosión hídrica de 2,11 Mg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Los valores negativos de -2,03 con Ct, -5,42 con Cb y -11,68 con CbCt encontrados en esta investigación confirman lo mencionado por Huerta-Olague et al. (2018) que concluyeron que el uso de coberturas vegetales manifiesta una relación exponencial negativa respecto a la pérdida de suelo.

Los resultados obtenidos en Acobamba, Huancavelica, Perú, evidencian que la cobertura vegetal desempeña un papel significativo en la reducción de la erosión media y neta, aunque su influencia sobre la sedimentación media y el volumen total de suelo movilizado no alcanzó significancia estadística. Esta dinámica coincide parcialmente con hallazgos recientes en ecosistemas altoandinos, donde se ha demostrado que la vegetación actúa como regulador hidrológico al disminuir la energía cinética de las precipitaciones y atenuar la compactación del suelo (Martíni et al., 2021; Li et al., 2021). Sin embargo, las particularidades edáficas y climáticas de la región andina, caracterizadas por suelos en ladera, agricultura mecanizada y alta variabilidad

climática, condicionan la eficacia de estas coberturas como estrategia de conservación (Oñate-Valdivieso et al., 2024). Estudios recientes en Perú han confirmado que los suelos bajo cobertura forestal presentan tasas de infiltración significativamente superiores en comparación con áreas agrícolas o de pastoreo, lo que sugiere un vínculo directo entre la estructura vegetal y la dinámica erosiva (Chávez-Collantes et al., 2025). En este contexto, el manejo adecuado de la cobertura vegetal se consolida como una herramienta clave para mitigar la degradación de suelos en zonas altoandinas, especialmente en escenarios de presión agrícola creciente y cambios climáticos intensificados.

#### 4. CONCLUSIÓN

La cobertura vegetal reduce significativamente la erosión hídrica media del suelo, especialmente en condiciones de pendiente pronunciada (18°) y suelos con densidad aparente de 1,10 g/cm³. El uso de mulch de cebada disminuye la pérdida de suelo en comparación con parcelas sin cobertura, evidenciando su eficacia como estrategia de conservación del suelo.

La sedimentación media no presentó diferencias significativas entre tratamientos con y sin cobertura vegetal, lo que sugiere que la cobertura no impide el transporte de partículas finas, aunque puede modificar su redistribución superficial. Este comportamiento podría estar influenciado por la intensidad de las precipitaciones y la estructura del suelo.

El suelo movilizado, entendido como la suma de erosión y sedimentación media, no fue significativamente afectado por la cobertura vegetal, aunque se observó una tendencia numérica a menores valores en parcelas sin cobertura. Esto indica que la cobertura vegetal puede modificar la dinámica interna del suelo sin necesariamente reducir el volumen total de suelo movilizado.

La erosión neta fue el parámetro más sensible a la presencia de cobertura vegetal, siendo más efectiva la combinación de rastrojo de cebada con ramas y hojas de Ceticio. Esta mezcla mostró mayor capacidad de protección frente a la erosión inducida por lluvias, lo que resalta la importancia de emplear coberturas mixtas para mitigar la degradación de suelos en zonas altoandinas.

Se concluye que el uso estratégico de coberturas vegetales constituye una práctica efectiva para el control de la erosión hídrica en sistemas agrícolas de ladera expuestos a precipitaciones intensas y se recomienda incorporar estrategias de cobertura

vegetal en planes de manejo sustentable de suelos en Huancavelica y regiones similares.

#### 5. REFERENCIA

- Alvarado, G. V. (2021). Factores que inciden en la erosión hídrica. *Revista Ciencia y Práctica*, 1(2), 57–68. <https://doi.org/10.52109/cyp2021217>
- Andrade, A. O. R. (2021). Evaluación de la erosión hídrica y de la degradación de los suelos agrarios en condiciones agroclimáticas de la subcuenca del río Quillcayhuanca, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4560>
- Bada, A. A. A. (2023). Evaluación de la erosión hídrica mediante parcelas con clavos de erosión en función de la pendiente, cobertura vegetal y precipitación [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://hdl.handle.net/20.500.14074/5823>
- Capurro, J., & Montico, S. (2020). Efecto de los cultivos de cobertura sobre las pérdidas de agua y suelo por erosión hídrica. *CURIHAM*, 5(26), 1–12. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7679947.pdf>
- Chávez-Collantes, A., Vásquez Lozano, D. J., Velarde-Apaza, L. D., Cuevas, J.-P., Solórzano, R., & Flores-Marquez, R. (2025). Influence of vegetation cover and soil properties on water infiltration: A study in high-Andean ecosystems of Peru. *Water*, 17(15), 2280. <https://doi.org/10.3390/w17152280>
- Colque, C. (2021). Determinación de la pérdida de suelo y nutrientes por erosión hídrica mediante parcelas de escorrentía y microparcels de varillas de erosión [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15581>
- Ferreira, A. M., Da Silva, A. M., Dos Passos, C. A., Valentino, C. H., Gonçalves, F. A., & Menezes, P. H. B. J. (2021). Estimated water soil erosion by the water erosion prediction project model in the Gigante

- stream basin, Minas Gerais, Brazil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 26(3), 471–483. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190216>
- Gallardo Arce, B. G., Morales Hernández, J. C., Frausto Martínez, O., Bravo Olivas, M. L., & Carrillo González, F. M. (2022). Cambio de cobertura vegetal y uso de suelo generado por actividades agrícolas en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit, México. *Acta Universitaria*, 32, e3618. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3618>
- Geissert, D., Mólgora-Tapia, A., Negrete-Yankelevich, S., & Manson, R. H. (2017). Efecto del manejo de la cobertura vegetal sobre la erosión hídrica en cafetales de sombra. *Agrociencia*, 51(2), 119–132. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952017000200119](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200119)
- Huerta-Olague, J. J., Oropeza Mota, J. L., Guevara Gutiérrez, R. D., Ríos Berber, J. D., Martínez Menes, M. R., Barreto García, O. A., Olguín López, J. L., & Mancilla Villa, O. R. (2018). Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo. *Idesia*, 36(2), 53–62. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292018000200153](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292018000200153)
- Li, Y., Zhang, X., & Wang, Y. (2021). Effects of vegetation cover on soil erosion and runoff in mountainous regions: A meta-analysis. *Catena*, 196, 104892. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104892>
- López, T. R. B. (2021). Evaluación de la erosión hídrica en suelos de ladera en sistemas agroforestales, en el Valle la Danta, Somotillo, 2016–2017 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NI2022002220>
- Martini, M., González, J., & Rojas, C. (2021). Vegetation cover and its role in soil compaction and erosion control in Andean agroecosystems. *Soil Use and Management*, 37(1), 45–56. <https://doi.org/10.1111/sum.12645>
- Mellado, D. E. G., de Mello, C. R., & Curi, N. (2021). Environmental degradation risk by water erosion in a water producer Colombian Andes basin. *Ciencia e Agrotecnologia*, 45. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145010021>
- Morera, S., Foucher, A., Sánchez, M., Orrillo, J., & Evrard, O. (2024). Hipersedimentación en el embalse de Poechos, Perú. Instituto Geofísico del Perú. <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstreams/6ed7b78a-3f85-45d3-915c-008e7ec70e0b/download>
- Oñate-Valdivieso, F., Oñate-Paladines, A., & Díaz, R. (2024). Soil degradation in Andean watersheds: A case study using remote sensing. *Frontiers in Earth Science*, 12, 1325189. <https://doi.org/10.3389/feart.2024.1325189>
- Pedroza-Parga, E., Velásquez-Valle, M. A., Pedroza-Sandoval, A., Sánchez-Cohen, I., & Yáñez-Chávez, L. G. (2022). Impacto de la cobertura vegetal en la erosión-deposición del suelo por efecto de escorrentía superficial. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 14(1), 17–31. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2021.12.135>
- Pizarro, T. R., Cuitiño, M. H., Flores, V. J. P., Sangüesa, P. C., & Martínez, A. E. (2020). Metodología de los clavos de erosión para la evaluación cuantitativa de la erosión hídrica superficial. Universidad de Talca. [https://www.cuhs.utalca.cl/ex-ctha/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/j\\_metodologia\\_clavos\\_erosion.pdf](https://www.cuhs.utalca.cl/ex-ctha/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/j_metodologia_clavos_erosion.pdf)
- Quispe Ojeda, T. C. (2018). Influencia de la cobertura vegetal en la erosión hídrica del suelo en la comunidad San Mateo, Perú [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3600>
- Reyna, V. G. A. (2021). Evaluación de la erosión hídrica en tres tipos de uso de suelo de la microcuenca Pomacochas, región Amazonas [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNTR\\_3ddfb954c6c6de5589db9fef9ed78](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNTR_3ddfb954c6c6de5589db9fef9ed78)
- Sequeira, N. D., & Vázquez, P. (2022). Impacto de la erosión hídrica sobre la rentabilidad de

los productores agrícolas en el partido de  
Tres Arroyos, Región Pampeana Austral,  
Argentina. *Revista Geográfica de América  
Central*, 68(1), 379–408.  
<https://doi.org/10.15359/rgac.68-1.14>  
Valeriano Maquera, F. G., & Mamani Ticona, D. L.  
(2023). Modelamiento de acumulación de

sedimentos en el embalse Sapancota [Tesis  
de licenciatura, Universidad Nacional del  
Altiplano].  
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20912>