









Research Article





Capacidad de infiltración de especies forestales en la cuenca alta del río Pindo, Amazonía ecuatoriana

Infiltration capacity of forest species in the upper Pindo river basin, Ecuadorian Amazon

 Beltrán-Conlago, Andrea Carolina ¹
 <https://orcid.org/0000-0002-3804-061X>
 ac.beltranc@uea.edu.ec
 Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Pastaza

 Licuy-Chimbo, Marvi ²
 <https://orcid.org/0009-0005-0052-2524>
 for2017142@uea.edu.ec
 Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Pastaza

 López-Grefa, Zully Margarita ³
 <https://orcid.org/0009-0009-1534-0407>
 zullymar1993@gmail.com
 Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Pastaza

 Abril-Saltos, Ricardo ⁴
 <https://orcid.org/0000-0003-1544-4360>
 ricardo.abril.saltos@gmail.com
 Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Pastaza

Autor de correspondencia ¹

 DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/96>

Resumen: Este estudio se llevó a cabo en la cuenca alta del río Pindo, sector Luz Adriana, parroquia Shell, cantón Mera, provincia de Pastaza, con el objetivo de identificar especies forestales que promuevan la infiltración del agua. Se seleccionaron las especies *Piptocoma discolor* (Pigue) y *Cecropia peltata* (Guarumo) mediante un inventario forestal. Se recopilieron datos de diámetro a la altura del pecho (DAP), pruebas de infiltración y características edáficas, incluyendo textura del suelo, densidad aparente, contenido de humedad y densidad de raíces. Los análisis revelaron que no existen diferencias significativas entre las especies en términos de infiltración, densidad aparente o densidad de raíces, salvo en el contenido de humedad. Además, se identificaron correlaciones significativas: una fuerte relación positiva entre densidad aparente y contenido de humedad, y entre densidad de raíces con altura y DAP. Asimismo, se observó una relación significativa entre la velocidad de infiltración e infiltración acumulada. Estos hallazgos aportan nuevas perspectivas sobre el papel de las especies forestales en la regulación hidrológica de ecosistemas tropicales.

Palabras clave: Infiltración, Hidrología, Amazonía



Recibido: 06/Ene/2025
Aceptado: 22/Ene/2025
Publicado: 31/Ene/2025

Cita: Beltrán-Conlag, A. C., Licuy-Chimbo, M., López-Grefa, Z. M., & Abril-Saltos, R. (2025). Capacidad de infiltración de especies forestales en la cuenca alta del río Pindo, Amazonía ecuatoriana. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 376-386.
<https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/96>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia
Universidad Técnica Luis Vargas Torres
de Esmeraldas – Sede Santo Domingo
Revista Científica Zambos (RCZ)
<https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

This study was carried out in the upper basin of the Pindo River, Luz Adriana sector, Shell parish, Mera canton, Pastaza province, with the objective of identifying forest species that promote water infiltration. The species *Piptocoma discolor* (Pigue) and *Cecropia peltata* (Guarumo) were selected through a forest inventory. Data were collected on diameter at breast height (DBH), infiltration tests and edaphic characteristics, including soil texture, bulk density, moisture content and root density. The analyses revealed that there are no significant differences between species in terms of infiltration, bulk density or root density, except for moisture content. In addition, significant correlations were identified: a strong positive relationship between bulk density and moisture content, and between root density with height and DBH. A significant relationship was also observed between infiltration rate and cumulative infiltration. These findings provide new perspectives on the role of forest species in the hydrological regulation of tropical ecosystems.

Keywords: Infiltration, Hydrology, Amazonia.

1. Introducción

La Amazonía ecuatoriana, reconocida por su amplia biodiversidad y riqueza ecológica, desempeña un papel crucial en la regulación de los ciclos hidrológicos y climáticos a escala local y global (Neill, 2012). Sin embargo, este ecosistema enfrenta una serie de desafíos ambientales derivados de actividades humanas y fenómenos naturales (Herrera-Feijoo, 2024). Entre estas problemáticas, la deforestación se ha convertido en una de las principales amenazas, especialmente debido a la expansión de tierras agrícolas impulsada por la necesidad de garantizar medios de subsistencia y aprovechar recursos naturales (López-Tobar et al., 2023; Torres et al., 2020). Estas prácticas han generado una pérdida significativa de bosques y selvas, con consecuencias graves como la degradación del suelo, desertificación y pérdida de biodiversidad (Barcos, 2023; Heredia-R et al., 2021).

La tala de árboles y la conversión de áreas forestales para otros usos incrementan la compactación y erosión del suelo, reducen la transpiración y la infiltración del agua, y aumentan la escorrentía, favoreciendo la ocurrencia de inundaciones (Hou et al., 2023). En este contexto, la reforestación con especies arbóreas adecuadas se presenta como una estrategia efectiva para restaurar las funciones hidrológicas, reducir el impacto de las inundaciones y promover la sostenibilidad de los recursos hídricos (Huerta-Olague et al., 2018).

La vegetación no solo protege el suelo de la erosión, sino que también mejora la infiltración del agua, desempeñando un papel similar al de una esponja al facilitar la absorción y retención hídrica (Úbeda & Delgado, 2018). Las raíces de los árboles contribuyen significativamente al proceso de infiltración, formando macroporos que aceleran la circulación del agua y mejoran la aireación del suelo (Shi et al., 2021). Este

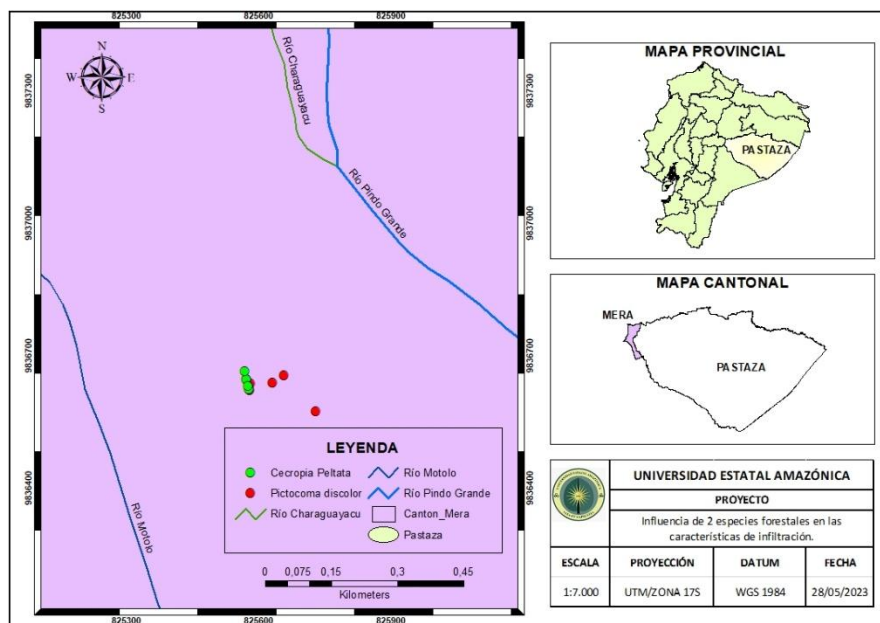
proceso también modifica la topografía local, creando fisuras y poros que optimizan las características edáficas y aumentan la capacidad de drenaje (Zapata-Sierra & Manzano-Agugliaro, 2008).

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo identificar dos especies forestales que favorezcan la infiltración en la cuenca alta del río Pindo, Amazonía ecuatoriana. Este análisis busca garantizar la conservación de fuentes hídricas y la calidad del agua mediante la selección de especies con capacidades óptimas de infiltración. Los resultados permitirán integrar estas especies en proyectos de reforestación y enriquecimiento de áreas degradadas, promoviendo la restauración ecológica y la gestión sostenible de los recursos naturales.

2. Metodología

El área de estudio se situó en la cuenca del río Pindo, específicamente en el sector Luz Adriana, perteneciente a la parroquia Shell, cantón Mera, en la provincia de Pastaza, Ecuador (Figura 1). Este sitio se encuentra a una altitud de 1083 msnm. Las características climáticas de la zona incluyen una temperatura máxima promedio mensual de 28,4 °C y una precipitación promedio anual de 452,1 mm.

Figura 1.
Ubicación geográfica del Área de estudio.



Nota: Autores (2025).

Selección de las especies forestales

Se seleccionaron dos poblaciones de árboles con mayor abundancia, basándose en el inventario forestal realizado por Gladys & Mercedes (2013) en las cuencas del río

Pindo. En dicho inventario, se identificaron a *Piptocoma discolor* y *Cecropia peltata* como las especies más representativas del área de estudio.

Delimitación de las poblaciones vegetales en el estudio.

Para la delimitación y el análisis de la capacidad de infiltración en el sector Luz Adriana, ubicado en la cuenca alta del río Pindo, se seleccionaron aleatoriamente individuos de las especies mencionadas, considerando sus características fenotípicas y su proximidad a la cuenca hídrica. Se seleccionaron cinco individuos por cada especie para llevar a cabo los análisis correspondientes.

Características dasométricas

Las características dasométricas se determinaron midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta métrica. La altura total de los árboles se obtuvo utilizando la aplicación móvil "Clinómetro Forestal", la cual permitió medir ángulos verticales de manera precisa.

Pruebas de Infiltración

Para realizar las pruebas de infiltración, se empleó el método del infiltrómetro de doble anillo. El dispositivo se instaló a una profundidad de 10 a 15 cm en el suelo, en un área previamente limpiada con una pala para evitar alterar la composición del terreno. Para prevenir fugas de agua, se creó un surco en la base del cilindro del infiltrómetro, siguiendo la metodología descrita por San Martín (2022). Una vez instalado el infiltrómetro de doble anillo, se colocó una regla en el diámetro interno del cilindro para medir la lámina de agua. Se llenó un volumen inicial de agua y se registró la altura inicial de la lámina. Los datos se tomaron en intervalos de tiempo progresivos de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 70, 90, 120, 150 y 180 minutos, utilizando un cronómetro para garantizar precisión en los registros.

La velocidad de infiltración se determinó utilizando la metodología de Kostiakov (1932), expresada mediante la siguiente ecuación

$$I = K \times T^n - 1 < n < 0 \quad (1)$$

Donde: I Velocidad de infiltración instantánea (cm/h); T = Tiempo (min); K = Constante que representa la velocidad de infiltración en el primer minuto (mm/hr); n = Pendiente de la curva de la velocidad de infiltración con respecto al tiempo.:

El valor de K se obtuvo graficando la recta en papel logarítmico y determinando su intersección con la ordenada en el primer minuto, mientras que n se calculó como la pendiente negativa de la curva, mediante la ecuación:

$$n = \frac{\Delta y}{\Delta y \cdot A} \quad (2)$$

Donde A es el área del Infiltrómetro.

Para estimar la curva de la capacidad de infiltración, se aplicó el modelo de Horton (1939), definido por la ecuación:

$$F = fc + (fo - fc).e^{-k.t} \quad (3)$$

Donde: F : Capacidad de infiltración en un tiempo t (mm/hr); F_c : Capacidad de infiltración para un tiempo t muy grande (mm/hr); F_o : Capacidad de infiltración inicial, $t=0$. (mm/hr); e : Constante Euler 2.718; t : Tiempo transcurrido desde el inicio de la lluvia (min); K : Constante para un suelo y superficie particulares. (min⁻¹)

Posteriormente, se realizaron los cálculos diferenciales para estimar la capacidad de infiltración de las especies *P. discolor* y *C. peltata*. El tipo de suelo se clasificó como arcilloso con un contenido significativo de materia orgánica, considerando la vegetación presente y el análisis de materia orgánica. Con base en esta clasificación, se determinó el valor de la constante universal empleando la Tabla 1 del modelo de Horton (1939).

Tabla 1.

Tipos de suelo y cobertura

Tipo de suelo	fo (mm/hr)	fc (mm/hr)	k (min ⁻¹)
Desnudo	280	6 - 220	1,6
Agrícola estándar con materia orgánica	900	20 - 290	0,8
Pantanosos	325	2 - 20	1,8
Arenoso fino desnudo	210	2 - 25	2
Arcilloso con materia orgánica	670	10 - 30	1,4

Nota: Autores (2025).

Textura del suelo

Para determinar la textura del suelo, se utilizó la metodología en cruz, dividiendo el área de muestreo en cuatro cuadrantes y recolectando muestras de cuadros de igual tamaño. Las muestras recolectadas fueron mezcladas según la metodología propuesta por Mendoza & Espinoza (2017). En total, se obtuvo una muestra compuesta de 226,80 g de suelo por individuo de cada especie forestal estudiada, sumando un total de 10 muestras compuestas. Posteriormente, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica. La textura del suelo se determinó utilizando el método de Bouyoucos (1962).

Densidad aparente y humedad

Se utilizó un cilindro metálico de 5 cm de altura y 5 cm de diámetro para recolectar tres muestras de suelo por individuo de las especies *P. discolor* y *C. peltata*, empleando el método gravimétrico. La capacidad de campo se determinó aplicando la fórmula propuesta por Ojeda et al. (2018), siguiendo los procedimientos establecidos en su metodología.

$$HP\%CC = \frac{\text{Peso Fresco a CC} - \text{Peso Suelo Seco}}{\text{Peso Suelo Seco}} \times 100 \quad (6)$$

Donde: HP %: Contenido de agua en peso; CC: Capacidad de campo.

Análisis de la densidad de raíz

La densidad de raíces se estimó utilizando las muestras obtenidas con un cilindro metálico de 5 cm de altura y 5 cm de diámetro. Se tomaron tres muestras por individuo de cada especie (*P. discolor* y *C. peltata*). De cada muestra, las raíces fueron cuidadosamente extraídas y colocadas sobre una hoja milimetrada. Posteriormente, se midió la longitud de las raíces principales y se contabilizó el número de nodulaciones presentes.

Para precisar la longitud de la raíz, se utilizó la fórmula de (Newman, 1966), descrita en la ecuación:

$$R = \frac{\pi \times N \times A}{2H} \quad (7)$$

3. Resultados

Los análisis estadísticos, realizados mediante ANOVA de Duncan, permitieron comparar las variables examinadas entre las especies *P. discolor* y *C. peltata*. Los valores promedio para la capacidad de infiltración inicial (Fo), capacidad de infiltración para tiempos prolongados (Fc), y la infiltración acumulada mostraron lo siguiente: para *P. discolor*, Fo fue de 0,03 mm/h, Fc de 277,78 mm/h, e infiltración acumulada de 833,33 mm; mientras que para *C. peltata*, Fo fue de 0,02 mm/h, Fc de 256,22 mm/h, e infiltración acumulada de 768,67 mm. A pesar de estas diferencias, no se encontraron diferencias significativas entre las medias de ambas especies (Tabla 2)

Tabla 2.

Análisis de varianza ANOVA de Duncan

Descripción	p-valor
Densidad aparente (gr/cm ³)	0,0538
% de Humedad	0,0473
Densidad de raíces (cm)	0,6741

Nota: Autores (2025).

En cuanto a la densidad aparente y la densidad de raíces, *P. discolor* presentó valores promedio de 0,60 g/cm³ y 2,13 cm, respectivamente, mientras que *C. peltata* registró valores de 0,37 g/cm³ y 1,97 cm. Al igual que con la infiltración, los análisis no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las especies ($p > 0,05$).

El análisis de varianza mostró que, de las variables estudiadas, únicamente el porcentaje de humedad presentó diferencias significativas ($p < 0,05$). Estas diferencias podrían estar influenciadas por variaciones locales en factores como pendiente, tipo de suelo y vegetación. La textura del suelo en ambas especies fue clasificada como franco, lo que sugiere que las diferencias observadas no están relacionadas con la composición textural del suelo (Tabla 3).

Tabla 3.

Porcentaje de humedad promedio de P. discolor y C. peltata

Especie	Humedad (%)
<i>P. discolor</i>	0,51
<i>C. peltata</i>	0,66

Nota: Autores (2025).

El coeficiente de correlación lineal de Pearson mostró una correlación positiva muy fuerte entre la densidad aparente y el contenido de humedad ($p \leq 0,01$). Asimismo, se identificaron correlaciones significativas entre la densidad de raíces con la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). La relación entre la densidad de raíces y la infiltración acumulada fue poco significativa ($p = 0,05$). Finalmente, la velocidad de infiltración y la infiltración acumulada mostraron una correlación estadísticamente significativa ($p \leq 0,01$), destacando la importancia de esta variable en la dinámica hídrica del suelo (Tabla 4).

Tabla 4.

Análisis de correlación mediante el coeficiente de determinación (R^2) de Pearson para las variables evaluadas

	Humedad	Densidad de raíces	Altura	DAP	Velocidad de Infiltración	Infiltración acumulada
Densidad Aparente	-,992**	-0,338	-0,505	-0,051	-0,559	-0,517
Humedad	1	0,314	0,49	0,04	0,489	0,46
Densidad de raíces		1	,862**	,827**	0,546	,713*
Altura			1	,735*	0,546	0,623
DAP				1	0,52	,714*
Velocidad de Infiltración					1	,835**
Infiltración acumulada						1

Nota: ** La correlación es significativa en el nivel 0,01 * La correlación es significativa en el nivel 0,05

4. Discusión

Los resultados obtenidos destacan la importancia de comprender cómo las características de las especies forestales influyen en la infiltración del agua y en las propiedades físicas del suelo. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre *P. discolor* y *C. peltata* en variables como la capacidad de infiltración y la densidad aparente, las variaciones observadas en el porcentaje de humedad reflejan posibles diferencias en las condiciones microambientales, como lo mencionan Zhao et al. (2019). Estas diferencias podrían estar asociadas a factores como pendiente, cobertura vegetal y características locales del suelo.

La correlación positiva entre la densidad aparente y el contenido de humedad ($p \leq 0,01$) respalda la evidencia de que la compactación del suelo afecta su capacidad de retener agua en capas superficiales, como lo señalaron Zhang y Shangguan (2016). Además, la relación significativa entre la densidad de raíces y el DAP indica que los árboles con mayor desarrollo estructural pueden influir positivamente en el sistema radicular, lo que coincide con hallazgos en *Prosopis alba* reportados por Cisneros et al. (2019).

La velocidad de infiltración mostró una fuerte correlación con la infiltración acumulada ($p \leq 0,01$), lo que resalta su papel crítico en la recarga de acuíferos y la gestión del agua en sistemas forestales. Una alta velocidad de infiltración favorece la absorción rápida del agua, reduciendo la escorrentía superficial y promoviendo la conservación del suelo (Beltrán Conlago et al., 2022). Aunque la textura del suelo fue similar entre las especies estudiadas, otros factores como la disponibilidad de agua, las interacciones bióticas y la competencia interespecífica podrían estar desempeñando un papel en las diferencias observadas. Esto sugiere la necesidad de realizar investigaciones futuras que integren variables adicionales, como las condiciones climáticas y los cambios en el uso del suelo, para comprender mejor las interacciones entre el suelo y las especies forestales.

Los resultados de este estudio aportan información valiosa para formular estrategias de restauración y manejo sostenible, considerando las características específicas de cada especie y su relación con la infiltración del agua. Este conocimiento es clave para mejorar la gestión hídrica en la Amazonía ecuatoriana y garantizar la sostenibilidad de sus recursos naturales

5. Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre *P. discolor* y *C. peltata* en términos de infiltración, densidad aparente y densidad de raíces. Sin embargo, se identificaron diferencias significativas en el contenido de humedad del suelo, lo que sugiere que factores como las condiciones microambientales y las características específicas de cada especie

podrían influir en la dinámica hídrica. La fuerte correlación observada entre la densidad aparente y la humedad del suelo destaca la importancia de considerar estas variables en la planificación de estrategias de manejo sostenible.

Por otro lado, la relación significativa entre la velocidad de infiltración y la infiltración acumulada subraya su papel clave en la dinámica hídrica de los ecosistemas forestales. Estos hallazgos pueden servir como base para futuros proyectos de reforestación y restauración ecológica, al identificar especies con características favorables para la regulación hídrica y la conservación del suelo. En este sentido, *P. discolor* y *C. peltata* presentan un potencial valioso para ser incorporadas en iniciativas de manejo sostenible en áreas con condiciones similares a las de la cuenca alta del río Pindo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias Bibliográficas

- Barcos Aguirre, K. S. (2023). Efectos de la desertificación como causa de la deforestación en suelos del Ecuador.
- Beltran Conlago, A. C., Abril Santos, R., & Paredes Cepeda, E. R. (2022). Influencia de la cobertura vegetal en las características hidrológicas del Río Pindo. XLIII(04).
- Cisneros, A. B., Moglia, J. G., & Álvarez, J. A. (2019). Morphometry of crown in *Prosopis alba* Griseb. *Ciencia Florestal*, 29(2), 863–884. <https://doi.org/10.5902/1980509826846>
- Gladys, S., & Mercedes, A. (2013). Levantamiento de una línea base florística en el río Pindo Grande en el área de influencia del dique de la parroquia Shell. Universidad Estatal Amazónica.
- Heredia-R, M., Torres, B., Cabrera-Torres, F., Torres, E., Díaz-Ambrona, C. G. H., & Pappalardo, S. E. (2021). Land use and land cover changes in the diversity and life zone for uncontacted indigenous people: Deforestation hotspots in the Yasuní Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Forests*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/f12111539>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56.
- Horton, R. E. (1939). Analysis of runoff-plot experiments with varying infiltration capacity. 693–711.

- Hou, Y., Wei, X., Zhang, M., Creed, I. F., McNulty, S. G., & Ferraz, S. F. B. (2023). A global synthesis of hydrological sensitivities to deforestation and forestation. *Forest Ecology and Management*, 529, 120718.
- Huerta-Olague, J. de J., Mota, J. L. O., Gutiérrez, R. D. G., Berber, J. D. R., Menes, M. R. M., García, O. A. B., López, J. L. O., & Villa, O. R. M. (2018). Effect of plant cover of four crops on soil erosion. *Idesia*, 36(2), 153–162.
- López-Tobar, R., Herrera-Feijoo, R. J., Mateo, R. G., García-Robredo, F., & Torres, B. (2023). Botanical Collection Patterns and Conservation Categories of the Most Traded Timber Species from the Ecuadorian Amazon: The Role of Protected Areas. In *Plants* (Vol. 12, Issue 18). <https://doi.org/10.3390/plants12183327>
- Martínez-González, F., Sosa-Pérez, F., & Ortiz-Medel, J. (2010). Comportamiento de la humedad del suelo con diferente cobertura vegetal en la Cuenca La Esperanza. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 1(4), 89–103.
- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para Muestreo de Suelos*.
- Neill, D. A. (2012). ¿ Cuantas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? UEA| *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(1), 70–83.
- Newman, E. I. (1966). A Method of Estimating the Total Length of Root in a Sample. *Society*, 3(1), 139–145.
- San Martín, L. S. (2022). EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ANILLOS INFILTRÓMETROS COMO ALTERNATIVA DE MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA.
- Shi, X., Qin, T., Yan, D., Tian, F., & Wang, H. (2021). A meta-analysis on effects of root development on soil hydraulic properties. *Geoderma*, 403, 115363.
- Torres, B., Fischer, R., JC, V., & Günter, S. (2020). *Deforestación en Paisajes Forestales tropicales del Ecuador: bases científicas para perspectivas políticas*. Universidad Estatal Amazónica. Instituto Johan Heinrich von Thunen. Puyo. Ecuador. Serie de Publicaciones Misceláneas Del INABIO–Nro, 15, 172.
- Úbeda Rivera, J. S., & Delgado Dallatorre, Y. (2018). La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 4(7), 889–896. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6299>
- Zapata-Sierra, A., & Manzano-Agugliaro, F. (2008). Influencia de seis especies arbóreas en la infiltración de agua en el suelo. *Agrociencia*, 42(7), 835–845.
- Zhang, X., Zhao, W., Liu, Y., Fang, X., Feng, Q., & Chen, Z. (2017). Spatial variations and impact factors of soil water content in typical natural and artificial grasslands: a case study in the Loess Plateau of China. *Journal of Soils and Sediments*, 17(1), 157–171. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1505-3>
- Zhang, Y. W., & Shangguan, Z. P. (2016). The coupling interaction of soil water and organic carbon storage in the long vegetation restoration on the Loess Plateau. *Ecological Engineering*, 91, 574–581. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.03.033>

Zhao, W., Fang, X., Daryanto, S., Zhang, X., & Wang, Y. (2019). Factors influencing soil moisture in the Loess Plateau, China: A review. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 109(3–4), 501–509. <https://doi.org/10.1017/S1755691018000671>