

Análisis morfométrico y biofísico en la cuenca del río talgua, Honduras

José Trinidad Reyes Sandoval

jtreyes@unag.edu.hn

Facultad de Ciencias de la Tierra y la Conservación
Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Honduras

Annery Serrano Rodríguez

aserrano@uacam.m

Universidad Autónoma de Campeche
Campeche, México

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la morfometría y recursos biofísicos en la cuenca del río Talgua, Honduras. Se recolectó información mediante la revisión bases de datos, diagnósticos, informes de investigaciones como base para obtener datos de interés para este estudio. En esta cuenca la morfometría y relieve influyen en la hidrología la cual presenta un alto potencial erosivo y rápido escurrimiento superficial, con moderado riesgo para concentrar el agua de precipitación en fenómenos extremos. Prevalece un clima lluvioso de altura influenciado por las diferencias altitudinales, la ubicación y orientación de las montañas. Se prevé disminución en las precipitaciones a mediano y largo plazo y aumentos de temperatura desde el corto plazo, situación que afectará a los cultivos de granos básicos obligando la adopción de medidas de adaptación. El escurrimiento superficial es afectado por la conversión de bosques a pastizales y cultivos agrícolas; las aguas subterráneas la constituyen acuíferos locales de moderada a altamente productivos. Finalmente, las características morfométricas y biofísicas determinan el comportamiento hidrológico de la cuenca e inciden en la variabilidad del clima con efectos adversos para los agricultores quienes afrontan esta situación en función de los recursos disponibles.

Palabras clave: cambio climático; características morfométricas; cuenca hidrográfica

Morphometric and biophysical analysis in the talgua river basin, Honduras

ABSTRACT

This research aims to analyze the morphometry and biophysical resources in the Talgua river basin, Honduras. Information was collected by reviewing databases, diagnoses, and research reports as a basis for obtaining data of interest for this study. In this basin, the morphometry and relief influence the hydrology, which has a high erosive potential and rapid surface runoff, with a moderate risk of concentrating precipitation water in extreme events. A high-altitude rainy climate prevails, influenced by altitudinal differences and the location and orientation of the mountains. Precipitation is expected to decrease in the medium and long term, and temperatures are expected to increase in the short term, which will affect primary grain crops and require the adoption of adaptation measures. Surface runoff is affected by converting forests to pasture and crops; groundwater is provided by moderately to highly productive local aquifers. Finally, morphometric and biophysical characteristics determine the hydrological behaviour of the basin and influence climate variability, with adverse effects on farmers who face this situation depending on the available resources.

Keywords: climate change; morphometric characteristics; hydrographic basin

Artículo recibido: 05 octubre. 2021

Aceptado para publicación: 02 noviembre 2021

Correspondencia: jtreyes@unag.edu.hn

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica se define como el espacio territorial o unidad geográfica delimitada por una línea divisoria o parteaguas natural en donde todas las aguas que caen por precipitación tienen un sistema de drenaje superficial o colector común en el cauce principal (Faustino & Jimenez, 2000). El funcionamiento hidrológico de la cuenca es como un sistema natural formado por un río principal que encierra los territorios contenidos entre el origen del río y su desembocadura, incluyendo los afluentes, aguas subterráneas, y los ecosistemas con sus interacciones (Aguilar & Iza, 2009). El comportamiento hidrológico está determinado por las interrelaciones entre los recursos hídricos y las condiciones climatológicas y características físicas relacionadas con el relieve, suelo y cobertura vegetal (Gaspari et al., 2012; Guevara et al., 2019). El análisis de las características biofísicas y morfométricas de las cuencas es importante en la evaluación del comportamiento hidrológico para la gestión y manejo adecuado de los recursos naturales (Camino et al., 2018; Guevara et al., 2019), que posibilita orientar la toma de decisiones frente al riesgo ambiental derivado de la ocurrencia de fenómenos extremos (Cotler Ávalos et al., 2013). Los países centroamericanos, al ubicarse en la zona tropical, soportan los efectos adversos provocados por el cambio climático y la variabilidad del clima al ser azotados por los fenómenos naturales que dañan los cultivos y ponen en riesgo a las poblaciones al no garantizar la producción de alimentos para la subsistencia (UNDP, 2000). Particularmente Honduras presenta alta vulnerabilidad al cambio climático (Sönke et al., 2015) y es previsible que, bajo condiciones climáticas futuras, el ciclo del agua sea modificado sustancialmente (Collins et al., 2013). A nivel de cuencas hidrográficas, la agricultura migratoria, el uso intensivo del suelo sin prácticas de conservación, la deforestación, la quema y el sobrepastoreo; alteran el ciclo del agua, ocasionan sequías, dañan infraestructuras productivas, y causan inundaciones en zonas bajas (Jiménez, 2009). Como factores claves del grado de estos daños están las atribuciones físicas de las cuencas, de los fenómenos climáticos y las condiciones sociales de la población afectada. Con esta premisa, resulta de mucha importancia analizar la manera en que dichos eventos repercutirán en la población (Ávila Flores, 2015). En la cuenca del río Talgua el desarrollo de actividades de subsistencia en tierras no aptas para cultivos, incrementa la vulnerabilidad ante los efectos adversos del clima y causa la degradación acelerada de

los recursos naturales existentes. Resulta conveniente realizar el análisis biofísico y morfométrico para conocer la respuesta hidrológica de la cuenca ante amenazas climáticas, su grado de vulnerabilidad, la disposición para prevenir y actuar ante situaciones adversas que puedan presentarse derivadas de los eventos climáticos. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis biofísico y morfométrico en la cuenca del río Talgua que servirá como insumo en la formulación de una estrategia de planificación territorial para orientar el manejo adecuado de los recursos naturales existentes en la zona.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

2.1 Ubicación geográfica de la zona en estudio

La cuenca del río Talgua forma parte de la cuenca del río Patuca en Honduras, el cual drena en el Mar Caribe (Figura 1). Se ubica geográficamente en el municipio de Catacamas, entre los 14°58' - 14°53' Latitud Norte y 85°49' - 85°57' Longitud Oeste; y abarca una superficie de 79.16 km² (Reyes, 2017).

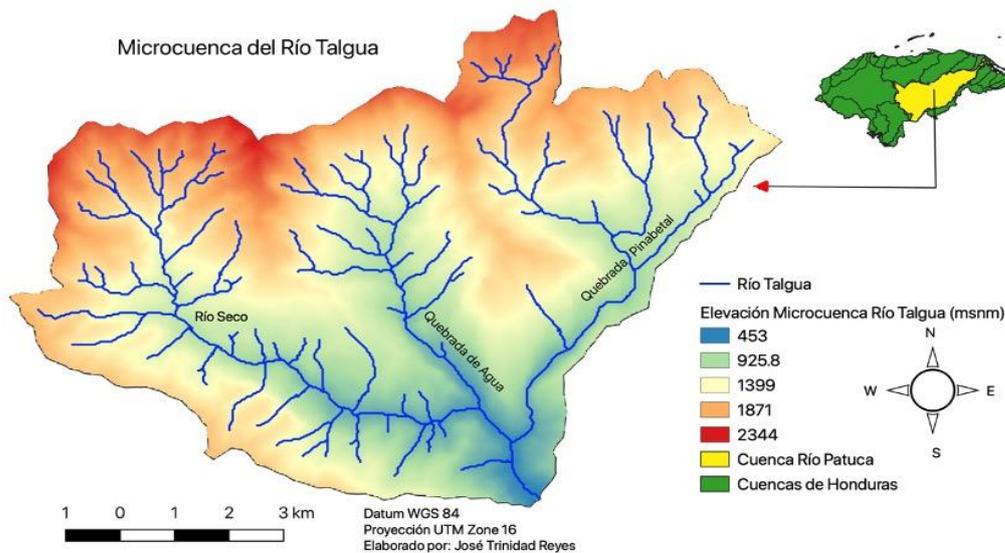


Figura 1. Ubicación geográfica y modelo de elevación digital del terreno de la cuenca del río Talgua, Honduras, proveniente de la Misión Topográfica Shuttle Radar (Acrónimo en Inglés SRTM, de Shuttle Radar Topography Mission)

Esta cuenca hidrográfica reviste importancia municipal por su potencial hídrico de uso doméstico y agrícola y por suministrar el agua a 16 aldeas, seis de ellas ubicadas dentro de esta unidad territorial (Castañeda & Villatoro, 2006).

2.2 Delimitación, morfometría e hidrología

La delimitación está basada en un Modelo de Elevación Digital (MED) con resolución de 30 metros proveniente de la Misión Topográfica Shuttle Radar (acrónimo en inglés SRTM, de Shuttle Radar Topography Mission) de la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos de América (NASA). Se utilizó el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) WGS 84 UTM Zone 16N, especificado con el identificador EPSG 32616. Para el geoprocetamiento de los datos geográficos espaciales se utilizó el Software Qgis 3.4 Madeira y herramientas del programa GRASS GIS 7 dentro del entorno Qgis. El relieve fue definido en función de cotas de mayor y menor altura a partir de las que se calcularon áreas parciales cada 200 metros de altitud que sirvieron para elaborar la curva hipsométrica y de frecuencias altitudinales. El cálculo de parámetros hidrológicos se realizó según el criterio de Schumm y Horton (Lux Cardona, 2014).

2.3 Características morfométricas, hidrológicas y climáticas

La caracterización morfométrica e hidrológica de la cuenca incluyó la medición de las variables físicas: área (km²), perímetro (km), altitud media (msnm); variables morfométricas: pendientes mínima, máxima y media (%); variables hidrológicas: longitud del cauce principal (km), pendiente media de cauce (%), factor de forma, índice de gravelius, longitud de corrientes (km), número de corrientes, densidad de corrientes por km², densidad de drenaje (km/km²), red de drenaje (Rossini et al, 2011). Para las características climáticas se recopiló información proveniente de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM por sus siglas en inglés) (Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), 2020) y temperaturas del conjunto de datos climáticos multivariados de alta resolución versión 4 de las Series Temporales cuadrículadas de la Unidad de Investigación Climática (CRU TS por sus siglas en inglés) (Harris et al., 2020). La variabilidad del clima en la cuenca del Talgua se analizó a partir de datos de escenarios de cambio climático propuestos por Navarro et al. (2018) para las regiones de desarrollo de la República de Honduras. Para las características edafológicas, de vegetación y uso del suelo se obtuvieron mapas temáticos mediante herramientas del software Qgis 3.4 Madeira, a partir de mapas digitales del Instituto Geográfico Nacional (IGN-Honduras) y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Las

características hídricas provienen de datos de disponibilidad, demanda y recarga hídrica (Reyes, 2017).

2.4 Características de vegetación, uso del suelo, geología

Se recolectó información generada por instituciones que han tenido presencia en la cuenca. Se realizó la revisión de bases de datos, diagnósticos, informes de proyectos e investigaciones como base para obtener información de interés para este estudio. Se utilizaron datos cartográficos y climáticos de la cuenca, así como datos de fuentes secundarias verificados y complementados mediante la recolección de información primaria del ambiente biofísico de la cuenca.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de parámetros morfométricos e hidrológicos. La cuenca del Talgua por su área superficial es de tamaño pequeño (Campos-Aranda, 1998; Chow et al., 1994) con límites de la divisoria de aguas de corto recorrido. La longitud máxima de la cuenca desde el límite más alejado hasta el lugar de aforo y salida del agua en el cauce principal (Pareta & Pareta, 2011) se ubica al margen oeste extendiéndose a lo largo del Río Seco, con un ancho de la cuenca que relaciona el área drenada por unidad de longitud del río (Tabla 1).

Estos parámetros morfométricos influyen en la hidrología de la cuenca y su capacidad de respuesta frente a la eventualidad de fenómenos climáticos extremos (Gaspari et al., 2012). Entre la cota de altura máxima y la cota mínima de la cuenca existe un desnivel altitudinal que posiblemente influye en el clima de la zona; además, esta diferencia de altitud entre los extremos del cauce del río favorece el flujo superficial. El relieve presenta su punto más bajo en la aldea Talgua Arriba que es el punto de entrada y donde confluyen las aguas drenadas por la cuenca y se eleva hasta alcanzar su altitud máxima en la Montaña de Babilonia, en la vertiente izquierda del río Seco.

La morfometría asociada al relieve afecta el clima, el régimen hidrológico y ecosistemas de la zona (Cruz-Romero et al., 2015). La pendiente media de la cuenca es distintiva de relieves accidentados (Ortiz, 2004) de elevado potencial erosivo, de derrumbes y de arrastre de materiales que pueden ser influenciados por la pendiente del cauce, la geología, tipo de suelo, precipitaciones y la cobertura vegetal (Bardales, 2016).

Tabla 1. *Parámetros morfométricos de la cuenca del río Talgua*

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
A. Morfometría general			
Área superficial	79.16 km ²	Ancho	7.08 km
Perímetro	44.3 km	Desnivel altitudinal	1891 m
Longitud máxima	11.18 km	Longitud del cauce principal	12.56 km
B. Morfometría Asociada al Relieve			
Altitud máxima	2344 msnm	Altitud mayor del cauce	1976 msnm
Altitud mínima	453 msnm	Altitud menor del cauce	453 msnm
Altitud media	1387.1 msnm	Desnivel altitudinal del cauce	1523 m
Pendiente media	15.1%		
C. Morfometría Asociada a la Forma y a la Red de Drenaje			
Forma de Horton	0.634	Orden de la cuenca	5
Coefficiente de Gravelius	1.394	Longitud total de drenajes	112.8 km
Coefficiente de circularidad	0.507	Densidad de drenajes	1.42 km/km ²
Índice de alargamiento	1.58	Frecuencia de drenajes	1.96 km/km ²
Drenajes de Orden 1	83	Tiempo de concentración ^{/*}	63.04 minutos
Coefficiente de torrencialidad	1.05	Tiempo de concentración ^{/**}	de 62.97 minutos
Pendiente del cauce	12.07%		

^{/*} *Calculado mediante fórmula de California Curvert Practice (CPA Ingeniería, 2018)*

^{**} *Calculado mediante fórmula de Kirpich (CPA Ingeniería, 2018)*

Las características morfométricas influyen en el escurrimiento superficial que fluye rápidamente por el cauce principal (Camino et al., 2018; Cruz-Romero et al., 2015). Estos valores del factor de forma de Horton, coeficiente de Gravelius, coeficiente de circularidad y el índice de alargamiento indican que se trata de una cuenca ensanchada oval-redonda a oval oblonga (Salas-Aguilar et al., 2011), con mediana susceptibilidad para concentrar grandes volúmenes de agua en eventos de lluvias torrenciales (Gaspari

et al., 2012) por la variación moderada del tiempo de concentración del agua desde diferentes puntos del perímetro de la cuenca hasta el punto de salida en el cauce principal (Fuentes, 2004; Ramírez-Granados & Alfaro-Jiménez, 2018).

La red de drenaje está conformada por los cauces y pequeñas corrientes que confluyen en Río Seco, Quebrada de Agua y Quebrada de Pinabetales, que en su conjunto conforman el colector principal del Río Talgua, cuya red de corrientes es de quinto orden calculada de acuerdo con la clasificación de Horton. Esta corriente se forma en el punto de concentración en la zona baja al confluir las aguas de la Quebrada Pinabetales de orden 4 (vertiente derecha), con la corriente de orden 4 que se forma en la confluencia de Río Seco (vertiente izquierda), y con la Quebrada de Agua (vertiente central).

La red hidrográfica es dendrítica, en particular sobre los 800 msnm; la longitud total de drenajes, densidad de drenajes y la frecuencia de drenajes presentan valores bajos que sugieren un drenaje deficiente y baja respuesta de la cuenca frente a un tormenta evacuando el agua en mayor tiempo (Fuentes, 2004; Gaspari et al., 2012; Srinivasa Vittala et al., 2004). Estos parámetros morfométricos asociados a la red de drenaje son el resultado de la combinación de las características climáticas (clima lluvioso de altura), geomorfológicas (relieve montañoso), litológicas (rocas sedimentarias clásticas lutitas de grano muy fino), edafológicas (suelos superficiales de fuerte pendiente susceptibles a la erosión) y cobertura vegetal (bosque latifoliado denso en la zona media-alta) (Cruz-Romero et al., 2015; Esper Angillieri & Perucca, 2014; Gordon et al., 2004). El coeficiente de torrencialidad, la pendiente del cauce y el tiempo de concentración corresponden a una cuenca torrencial, pequeña y de relieve montañoso.

Los valores de estos parámetros son propios de cuencas ensanchadas con mediana susceptibilidad a las crecidas y que permiten que el agua de escorrentía fluya por corto tiempo (± 1.0 horas) con mayor rapidez en la concentración de los flujos superficiales de agua drenados por el cauce principal. En época lluviosa, esta situación posibilita la degradación del material geológico del lecho del cauce y orillas del río durante la ocurrencia de crecidas, arrastrando materiales y sedimentos que son depositados en la parte baja de la cuenca (Bardales, 2016). En vista de la alta vulnerabilidad y riesgo que presenta esta zona frente a los efectos del cambio climático por la ocurrencia de fenómenos de alta pluviosidad (Reyes et al., 2003), estos índices podrían ayudar a la

toma de decisiones que permitan reducir los impactos en la parte baja por la concentración del agua en cortos períodos de tiempo (Meza Aliaga et al., 2014). De acuerdo con la forma de la curva hipsométrica, se infiere que la cuenca se encuentra en la etapa de equilibrio y madurez con estabilización de los procesos de erosión del suelo (Campos-Aranda, 1998; Gaspari et al., 2012; Racca, 2007), con el 50% de la superficie (39.58 km²) que está por encima de la altitud media de la cuenca (Figura 2).

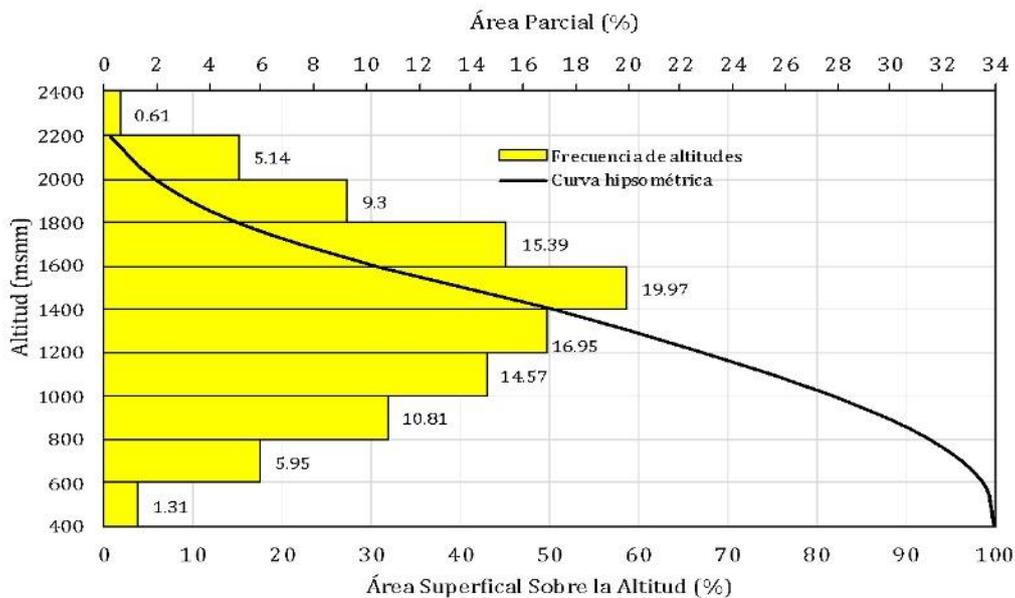


Figura 2. Curva hipsométrica y frecuencias altitudinales de la cuenca del río Talgua

La curva de frecuencias altitudinales como parámetro asociado al relieve indica que las áreas comprendidas entre 1000-1800 msnm, representan el 66.9% del total y tienen mayor grado de incidencia en el flujo de agua superficial drenada por la cuenca; además las diferencias de altitud podrían indicar una mayor diferenciación de ecosistemas (Cruz-Romero et al., 2015) entre los que destaca el bosque latifoliado húmedo.

3.2 Características climáticas de la cuenca. El clima de la zona está influenciado por las diferencias de altitud, la ubicación y orientación de las montañas y la incidencia de corrientes húmedas provenientes del Caribe (Ministerio del Ambiente, 2002). Prevalece un clima variante lluvioso de altura, evapotranspiración potencial (ETP) anual entre 1400 y 1600 mm y humedad relativa del 74%; los meses de junio y julio son los más lluviosos; febrero y marzo los menos lluviosos. Según el análisis de los registros de los períodos de 1998-2019 y 2000-2015 de la estación climática de la ciudad de Catacamas, la precipitación media anual de la cuenca es de 1271 ± 209 mm (Reyes, 2017; Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), 2020). La temperatura media anual se estima en

25.2 °C; marzo y abril son los meses más calientes que alcanzan temperaturas de 28 °C; en contraste, diciembre y enero son los meses más frescos al alcanzar 22 °C de temperatura media (Harris et al., 2020; Ministerio del Ambiente, 2002).

Al igual que ocurre en todo el territorio hondureño, el patrón climático normal prevaleciente en la cuenca del río Talgua se caracteriza por la existencia de dos estaciones climáticas claramente definidas: una estación húmeda y la otra seca (Argeñal, 2010). La estación húmeda ocurre entre el período de mayo a octubre y registra hasta el 90% de las lluvias, los meses de junio y septiembre se presentan como los más lluviosos; entre julio y agosto se presenta un período de reducción significativa de las lluvias conocido como la canícula. La estación seca inicia a mediados del mes de noviembre y continúa hasta inicios del mes de mayo; y marzo y abril se destacan como los meses más secos y calientes del año (Argeñal, 2010; Ministerio del Ambiente, 2002).

Basados en los escenarios de cambio climático propuestos para la República de Honduras por Navarro et al. (2018), en la cuenca del río Talgua no se prevén cambios significativos de precipitación total, sin embargo, se proyectan aumentos ligeros de hasta un 2.7% bajo los escenarios RCP 2.6 y RCP 6.0 hacia el año 2030 y aumentos de hasta el 5.1 y 1.7% para el escenario RCP 2.6 hacia el año 2050 y 2080, respectivamente. El escenario RCP 4.5 proyecta leves disminuciones de 0.5% hasta el año 2050 y de 3.5% hacia el año 2080. El clima será menos favorable para el escenario pesimista RCP 8.5 ya que se estima que la disminución de las precipitaciones será del 3.8% al año 2050 y seguirá disminuyendo hasta 11.5% en el año 2080. En este período, todos los escenarios muestran aumentos en la temperatura media anual. En el escenario RCP 2.6 el aumento se prevé un aumento de hasta 1.1 °C a partir del año 2050; los escenarios intermedios RCP 4.5 y RCP 6.0 tendrán un comportamiento similar con aumento de la temperatura en 1.5 °C en el año 2050 y de 2.0 °C hacia el año 2080. Para el escenario pesimista RCP 8.5, se prevé un incremento en la temperatura media de 2.1 y 3.6 °C para el año 2050 y 2080, respectivamente.

3.3 Hidrografía e Hidrología. La cuenca del Río Talgua la constituyen tres afluentes: Río Seco (34.4 km²), Quebrada de Agua (17.7 km²), y Quebrada de Pinabetales (27.1 km²). Es un afluente del río Guayape, que a su vez es afluente del río Patuca, que desemboca en el océano atlántico. Hidrológicamente, el río Talgua reviste gran valor

para las comunidades del área de influencia, es la fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico y agrícola por las corrientes y quebradas que nacen en su interior (Ministerio del Ambiente, 2002). La cuenca hidrológica del Río Talgua considera una reserva de 111 mm de humedad, 1720 mm de lluvia, 451 mm de flujo superficial y 1158 mm de evapotranspiración real; además, las sequías ocasionan una escasez de agua como resultado principalmente del cambio continuo en la utilización de la tierra (Reyes, 2017). El escurrimiento superficial de la cuenca es afectado por la conversión de bosques primarios a pastizales y cultivos agrícolas que aceleran la degradación edáfica. Estimaciones en estos suelos de laderas con pasturas degradadas muestran valores de conductividad hidráulica saturada de 8 a 11 mm h⁻¹, que resulta en un flujo superficial bajo comparado con suelos en plantaciones de café y bosque primario, que fácilmente conducen agua en cantidades de 109 y 840 mm h⁻¹, respectivamente (Hanson et al., 2004).

Con relación a la hidrogeología de la cuenca, las aguas subterráneas la constituyen los acuíferos locales de moderada a altamente productivos que cubren un área de 73.8 km² y en menor grado las rocas con recursos de aguas subterráneas locales que abarcan un área de 5.4 km². Esta condición confiere a la cuenca un alto potencial como fuente productora de agua para la población de la ciudad de Catacamas y para actividades agrícolas en el valle ubicado en la parte baja, que de acuerdo con Reyes (2017), el efecto de la cobertura vegetal sobre la producción de agua es muy importante en esta zona.

La Quebrada Pinabetales caracterizada por tener una baja cobertura forestal (51%) y pendientes pronunciadas (>60%), presenta la mayor producción de agua superficial de la cuenca. Asimismo, la estacionalidad de las variables climáticas y la acumulación del agua en el suelo se combinan con su uso y crea un escenario con un flujo de corriente muy bajo, particularmente en época de verano que se agudizará más a futuro con los continuos cambios en el uso del recurso edáfico. El flujo hídrico de la cuenca se estima que representa el 63% del flujo total anual y constituye el 80% del flujo total en la época seca (Reyes, 2017). El incremento térmico podría aumentar el proceso de evapotranspiración disminuyendo la oferta hídrica para la agricultura y otros usos. La disminución en las lluvias y el aumento significativo de las temperaturas a largo plazo ocasionarían una disminución importante de caudales que afectarían a la mayoría de los

pobladores que se abastecen de aguas superficiales (Navarro et al., 2018). Dados los impactos del clima en la agricultura de subsistencia familiar debido a las variaciones en el patrón de las precipitaciones y aumentos del régimen térmico, se prevé que los productores de granos básicos necesitarán implementar estrategias de adaptación climática para producir de forma sostenible afín de suplir sus requerimientos de alimentación.

3.4 Geología y Edafología. Según el mapa geológico más reciente elaborado en 1998 por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1999), a partir del mapa geológico de Honduras a escala 1:500000 de 1991 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), las formaciones geológicas existentes pertenecen al Grupo Honduras (JKhg) (72.92 km²) y Rocas Intrusivas del Cretácico Terciario (KTi) (6.24 km²). El Grupo Honduras (JKhg) son depósitos jurásicos que yacen disconformemente sobre las rocas del Grupo de Esquistos Cacaguapa (Pzm) y gradúa hacia arriba la Formación Atima del Cretácico Inferior dentro del Grupo Yojoa (Ky). Este grupo consiste en rocas de secuencias siliciclásticas de lutitas, limonitas y areniscas verdes y moradas verduzcas; localmente conglomerados de guijarros importantes y menos capas calcáreas, tiene varios espesores, desde algunos metros a varios cientos, y están distribuidos al este de Honduras. Las Rocas Intrusivas del Cretácico Terciario (KTi) se desarrollan en suelos lateríticos muy susceptibles a deslizamientos rotacionales, especialmente en pendientes intermedias.

Con relación a la edafología y como resultado de procesos edafogénicos asociados a estas formaciones geológicas se han desarrollado, en toda la extensión de la cuenca, suelos de la serie Sulaco (Su). Estos son suelos bien drenados, formados sobre calizas o mármol, son frecuentes los afloramientos rocosos y los precipicios, y están ubicados en relieves escarpados con pendientes mayores al 60%. En general, estos suelos son de vocación forestal caracterizados por su fuerte pendiente y baja profundidad. En la parte media-baja se ha eliminado la cobertura vegetal para la ganadería y establecer cultivos agrícolas de subsistencia; en la parte alta los suelos están cubiertos de bosque latifoliado con áreas de frontera agrícola que han sido intervenidas para establecer fincas de café.

3.5 Zonas de vida. Castañeda & Villatoro (2006) mencionan la predominancia de dos zonas de vida según la Clasificación de Holdridge: 1) bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS); y 2) bosque muy húmedo subtropical (bmhs). El bosque

muy húmedo montano bajo subtropical es el ecosistema predominante y abarca 77% del área total; comprende pisos altitudinales por encima de 1300 msnm en donde las plantas epífitas son abundantes (Ministerio del Ambiente, 2002). Hidrológicamente el bmh-MBS es el ecosistema principal como la zona productora de agua por excelencia que regula las precipitaciones (Castañeda & Villatoro, 2006) y los flujos de escorrentía con implicaciones en términos de conservación del recurso hídrico (Burbano-Girón et al., 2016). El Bosque muy húmedo sub-tropical (bmhs) abarca un 23.0% del área total, y se ubica entre los 600 a 1500 msnm (AFE/COHDEFOR, 1996). Este bosque se caracteriza por la presencia de árboles con fustes rectos, comúnmente lisos y ramificados a gran altura; su función principal es regular la precipitación y el flujo de agua que proviene del bmh-MBS a través de la infiltración (Ministerio del Ambiente, 2002).

3.6 Uso del suelo. Según el mapa de cobertura y uso del suelo del país elaborado por ICF (2014), el área superficial de la cuenca está cubierta por Bosque Latifoliado Húmedo que abarca desde los 1200 msnm y representa aproximadamente el 72% del área total y forma parte del Parque Nacional Sierra de Agalta (Figura 3). Los cultivos de maíz, frijol, pastos y cafetales abarcan un 21% del área por debajo de los 1200 msnm en Río Seco y Quebrada de Agua, y por debajo de 1400 msnm en la Quebrada Pinabetales. El 7% restante está ocupada por pequeñas áreas de vegetación secundaria húmeda, vegetación secundaria decidua, y árboles dispersos fuera del bosque.

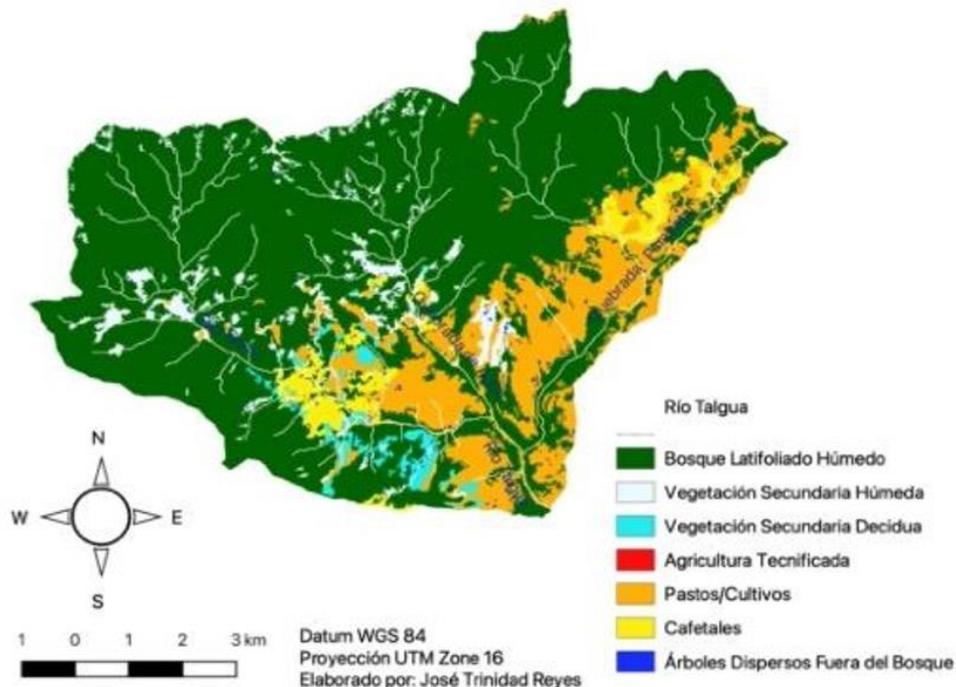


Figura 3. Mapa de uso actual del suelo en la cuenca del río Talgua

El área del margen izquierdo en la quebrada de Río Seco presenta una mayor superficie boscosa debido a una menor intervención antrópica al ser una zona de difícil acceso. En contraste el margen derecho en la Quebrada Pinabetales presenta mayor intervención antrópica de las zonas boscosas al soportar las áreas de cultivo y pastizales y por estar comunicada por caminos de terracería.

El área de frontera agrícola se ha ampliado para establecer cafetales en detrimento del bosque latifoliado húmedo que con los años experimenta una disminución de su superficie. Esta pérdida de bosque podría afectar el escurrimiento y la oferta hídrica de la cuenca, no obstante, se sabe que estas variables están mediadas por la precipitación y otros factores (Burbano-Girón et al., 2016). Por otra parte, podría afirmarse que las zonas con mayor cobertura de bosques en la cuenca ofrecen mayor regularidad en la disponibilidad del recurso hídrico bajo eventos de cambio climático (Domínguez et al., 2010), especialmente el área superficial en el margen izquierdo en Río Seco.

Finalmente, en referencia a los potenciales impactos del cambio climático en los recursos naturales y los medios de vida predominantes en la cuenca del río Talgua, es posible que los pequeños productores de granos básicos y café vean afectados los rendimientos por los incrementos en la temperatura y leves incrementos de la precipitación que podrían disminuir la producción de maíz y frijol en la zona (Navarro et al., 2018). Además, estos cambios y la variabilidad en el clima podrían ocasionar el aumento en la incidencia de plagas y enfermedades que disminuirían aún más los rendimientos de los cultivos.

4. CONCLUSIONES

Las características morfométricas de la cuenca se relacionan con la dinámica del flujo de agua que escurre y es drenada por el cauce principal. Las diferencias de altitud, el relieve de alto potencial erosivo y la rapidez en el escurrimiento superficial indican moderado riesgo para concentrar el agua en lluvias torrenciales. La red de drenaje la conforman los cauces y pequeñas corrientes que confluyen en los tributarios que conforman un río de quinto orden. La red de corrientes de tipo dendrítico presenta una densidad de drenaje deficiente condicionado por el relieve, litología, pendiente del terreno y la cobertura vegetal, que hacen fluir el agua rápidamente para drenarse en un corto tiempo. En la zona prevalece un clima variante lluvioso de altura; los meses de junio y julio son los más lluviosos y febrero y marzo los menos lluviosos. El escenario

de normal de cambio climático se proyecta ligeros incrementos en la precipitación en el mediano plazo con disminuciones a largo plazo; en escenarios pesimistas las precipitaciones disminuirán ligeramente hacia el mediano plazo y serán más marcadas en el largo plazo. Bajo todos los escenarios de cambio climático se prevé incrementos de hasta 1 °C de temperatura en el corto plazo; a mediano y largo plazo la temperatura seguirá aumentando en los escenarios pesimistas. Las formaciones geológicas presentes dieron lugar al desarrollo de suelos poco profundos, bien drenados, formados sobre calizas o mármol, y ubicados en relieve escarpado de fuertes pendientes. Los sistemas agrícolas representan una quinta parte del área total, en su mayoría se ubican por debajo de los 1200 msnm; y por encima de esta altitud se tiene el Bosque Latifoliado Húmedo que es el ecosistema natural predominante en la cuenca. Estas características morfométricas y biofísicas inciden en el comportamiento hidrológico de la cuenca y su conocimiento podría resultar de mucha importancia para la gestión de los recursos disponibles y para prevenir los efectos adversos ante la ocurrencia de eventos extremos.

5. LISTA DE REFERENCIAS

- AFE/COHDEFOR. (1996). *Plan operativo reserva biológica Guajiquiro*.
- Aguilar, G., & Iza, A. (2009). *Gobernanza de Aguas Compartidas. Aspectos Jurídicos e Institucionales* (Issue 58). UICN. <https://bit.ly/3nMKhFs>
- Argeñal, F. (2010). *Variabilidad climática y cambio climático en Honduras*. SERNA-PNUD. <https://bit.ly/3Ar0C7w>
- Ávila Flores, B. (2015). *Un estudio sobre la percepción del riesgo de poblaciones vulnerables al cambio climático en la cuenca del Papaloapan* [Universidad Veracruzana]. <https://bit.ly/3ABmME0>
- Bardales, W. (2016). *Caracterización biofísica de la cuenca del Río Nahualate y las 19 sub-cuencas de interés para el Proyecto*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Burbano-Girón, J., Domínguez, E., & Barón-Ruiz, O. (2016). Análisis de la relación entre variables morfométricas y biofísicas en la estimación de características probabilísticas para la oferta hídrica superficial en Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(156), 514. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.291>
- Camino, M., Bo, M. J., Cionchi, J., Del Rio, J., Lopez de Armentia, A., & De Marco, S.

- (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista Universitaria de Geografía*, 27(1), 1–19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383257036005>
- Campos-Aranda, D. F. (1998). Procesos del ciclo hidrológico. In *Universidad Autónoma de San Luis Potosí* (p. 550 págs.). Editorial Universitaria Potosina. <https://bit.ly/3GOKZdS>
- Castañeda, S., & Villatoro, F. (2006). *Evaluación ecológico - hidrológica del plan de manejo de la microcuenca del río Talgua, Olancho* [Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bit.ly/3fVIWdj>
- Chow, V. Te, Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Chow Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill. <https://bit.ly/2Ye0VVO>
- CIAT. (1999). *Mapa Geológico de Honduras*. <https://bit.ly/3nV1hJE>
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A., Wehner, M., Allen, M., Andrews, T., Beyerle, U., Bitz, C., Bony, S., & Booth, B. (2013). Cambio climático de largo plazo: Proyecciones, compromisos e irreversibilidad. In V. B. y P. M. TF Stocker, D. Qin, GK. Plattner, MMB Tignor, SK Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia (Ed.), *Cambio climático 2013 - La base de la ciencia física: contribución del grupo de trabajo I a la quinta evaluación. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (pp. 1029–1136). Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Cotler Ávalos, H., Galindo Alcántar, A., González Mora, I. D., Pineda López, R. F., & Ríos Patrón, E. (2013). *Cuencas hidrográficas: Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. SEMARNAT. <https://bit.ly/3bCPfz2>
- CPA Ingeniería. (2018). *Consultoría para elaborar el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de Los Directos Río Cauca – Río Amagá Quebrada Sinifaná – Nss (2620-01), localizada en el Departamento de Antioquia*.
- Cruz-Romero, B., Gaspari, F., Rodríguez-Vagaría, A., Carrillo-González, F., & Téllez-López, J. (2015). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale, Jalisco, México. *Investigación y Ciencia*, 23(64), 26–34. <https://bit.ly/3bBbDbT>
- Domínguez, E., Moreno, J., & Ivanova, Y. (2010). Water scarcity in a tropical country? - Revisiting the Colombian water resources. *IAHS-AISH Publication*, 340, 335–

342. <https://www.researchgate.net/publication/230846980%0AWater>
- Esper Angillieri, M. Y., & Perucca, L. P. (2014). Geomorphology and morphometry of the de La Flecha river basin, San Juan, Argentina. *Environmental Earth Sciences*, 72(8), 3227–3237. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3227-4>
- Faustino, J., & Jimenez, F. (2000). *Manejo de Cuencas Hidrográficas*. <https://bit.ly/3BFkFzg>
- Fuentes, J. D. J. (2004). Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro. In *Instituto Nacional de Ecología*. Instituto Nacional de Ecología. <https://bit.ly/3GOLVio>
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Denegri, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *Augmdomus*, 4, 143–158. <https://bit.ly/3CFgpkw>
- Gordon, N. D., McMahon, T. A., Finlayson, B. L., Gippel, C., & Nathan, R. (2004). *Stream hydrology: an introduction for ecologists*.
- Guevara, R. D., Olguín López, J. L., Mancilla Villa, Ó. R., & Barreto García, Ó. A. (2019). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del Río Ayuquila, Jalisco-México. *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 24, 141–158. <https://doi.org/10.21138/GF.622>
- Hanson, D. L., Steenhuis, T. S., Walter, M. F., & Boll, J. (2004). Effects of soil degradation and management practices on the surface water dynamics in the Talgua river watershed in Honduras. *Land Degradation Development*, 15, 367–381. <https://doi.org/10.1002/ldr.603>
- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P., & Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>
- ICF. (2014). *Mapa Cobertura Forestal*. <http://geoportal.icf.gob.hn/geoportal/main>
- Jiménez, F. (2009). *Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas*.
- Lux Cardona, B. (2014). Conceptos básicos de morfometría de cuencas hidrográficas. *Maestría En Energía y Ambiente*, 8. <https://bit.ly/3iv61V1>
- Meza Aliaga, M., Rodríguez Valdivia, A., & Corvacho Ganahín, O. (2014). Análisis morfométrico de microcuencas afectadas por flujos de detritos bajo precipitación intensa en la Quebrada de Camiña, Norte Grande de Chile. *Diálogo Andino*, 44,

- 15–24. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rda/n44/art03.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2002). *Plan de manejo: Parque Nacional Sierra de Agalta*.
Ministerio del Ambiente. <https://bit.ly/2ZIIk5I>
- Navarro, C., Monserrate, F., Llanos, L., Obando, D., & Córdoba, J. (2018). *Desarrollo de los escenarios climáticos de Honduras y módulo académico de capacitación*. CIAT-PNUD-Dirección Nacional de Cambio Climático de MiAmbiente. <https://bit.ly/2SyhSHI>
- Ortiz, V. (2004). Evaluación hidrológica. *Hidrored, 1*, 1–7.
- Pareta, K., & Pareta, U. (2011). Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS. *International Journal of Geomatics and Geosciences, 2*(1), 248–269.
- Racca, J. (2007). Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de Modelos Digitales del Terreno. *Boletín Del Instituto de Fisiografía y Geología, 77*(1–2), 31–38.
- Ramírez-Granados, P., & Alfaro-Jiménez, K. (2018). Morfometría de la subcuenca del río Toyogres, Cartago, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central, 1*(60), 255. <https://doi.org/10.15359/rgac.60-1.9>
- Reyes, W. (2017). *Landscape heterogeneity and complexity: implications for terrestrial carbon and water cycles* [North Carolina State University]. <https://bit.ly/3t17jcr>
- Reyes, W., Francisco, J., Jorge, F., & Velásquez, S. (2003). *Vulnerabilidad y áreas críticas a deslizamientos en la microcuenca del Río Talgua, Honduras. 48*, 103–110.
- Rossini, L., Leiva, F., Baca, P., Perez, R., Garcia, I., Zapata, A., Rodriguez, L. K., Rivas, D., Perez, C., Dilger, R., Gonzales, F., Cedeño, V., Martinez, I., Moreno, A. L., Feliciani, F., Ramos, E., Rodriguez, J. C., Rivera, P., & Ramirez, C. (2011). *Metodología del proceso de planificación de cuencas hidrográficas de Nueva Segovia y El Paraíso, Honduras*.
- Salas-Aguilar, V. M., Pinedo-Álvarez, C., Viramontes-Olivas, O. A., Báez-González, A. D., & Quintana-Martínez, R. M. (2011). Morfometría de la cuenca del río Nazas- Rodeo en Durango, México, aplicando tecnología geoespacial. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, 5*(1), 34–42. <https://bit.ly/3nYQbDI>
- Sönke, K., Eckstein, D., Dorsch, L., & Fischer, L. (2015). Global climate risk index

2016: who suffers most from extreme weather events?. Weather-related loss events in 2014 and 1995 to 2014. In *Think Tank & Research*.

Srinivasa Vittala, S., Govindaiah, S., & Honne Gowda, H. (2004). Morphometric analysis of sub-watersheds in the pavagada area of Tumkur district, South India using remote sensing and gis techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 32(4), 351–362. <https://doi.org/10.1007/BF03030860>

Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). (2020). *TRMM (TMPA / 3B43) Rainfall Estimate L3 1 mes 0.25 grados x 0.25 grados V7*. Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). <https://doi.org/10.5067/TRMM/TMPA/MONTH/7>

UNDP. (2000). *Climate change and development*. <https://bit.ly/3AyeRaD>