Vol. 08 (2): 38-45, julio-diciembre (2020)
https://ceprosimad.com/
ISSN 2310-3485
Indexación:
Latindex. Folio-21701
ATMÓSFERA– ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

COMPARACIÓN DEL PRODUCTO DE PRECIPITACIÓN GPM IMERG y PISCOp SOBRE LA INTERCUENCA ALTO MADRE DE DIOS, PERÚ

COMPARISON OF THE PRECIPITATION PRODUCT GPM IMERG AND PISCOp, ON THE INTERCUENCA ALTO MADRE DE DIOS, PERU

Arthur Javier Salas-Choquehuanca[1], Emer Ronald Rosales-Solorzano[1], Carlos Enrique Alvarez-Montalván[2] y Rocío Maribel Asención-Córdova[3]

[1] Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD, Puerto Maldonado, Madre De Dios, Perú.
salasarthj@gmail.com ORCID
errs_1973@gmail.com ORCID

[2] Universidad Nacional del Centro del Perú - UNCP, Huancayo, Junín, Perú.
ceam4492@gmail.com ORCID

[3] Ecoforest Servicios Ambientales SRL, Cusco, Perú.
marychio@gmail.com ORCID

Historia del Articulo:
Recibido: 10 de agosto de 2020
Aceptado: 10 de noviembre de 2020

https://doi.org/10.56636/ceprosimad.v08i2.99

RESUMEN

Las mediciones de precipitación estimadas con fórmulas matemáticas proporcionan información crucial para la aplicación de datos hidrometeorológicos en zonas donde los pluviómetros y pluviógrafos típicos son escasos, por lo que los productos cuadriculados tienen como objetivo proporcionar fuentes de datos alternativos. En el estudio al comparar la precipitación mensual del satélite Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM IMERG con los datos de Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations PISCOp según el análisis estadístico la precipitación del satélite GPM IMERGDF v6 nos muestra un coeficiente de correlación de 0,73 pero, no cuantifica adecuadamente la intensidad de BIAS resultando ser -27,30% el cual subestima la precipitación, en tanto RMSE representó 174,01 mm generando una estimación alta. Sin embargo, la evaluación de eventos de precipitación tuvo un promedio siguiente: POD de 0, FAR de 1, ETS de -0,01 y FBI de 0,50 lo cual indica que la gran mayoría de precipitación en realidad no ocurrió, el mismo que es recomendable tener precauciones al momento de utilizar los datos para una buena estimación.

PALABRAS CLAVE: Precipitación, mensual, IMERG, PISCOp y Madre de Dios.

ABSTRACT

Precipitation measurements estimated with mathematical formulas provide crucial information for the application of hydrometeorological data in areas where typical rain gauges and rain gauges are scarce, so gridded products aim to provide alternative data sources. In the study, when comparing the monthly precipitation of the Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM

IMERG satellite with the Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations PISCOp, according to the statistical analysis, the precipitation of the GPM IMERGDF v6 satellite shows a correlation coefficient of 0.73 but does not adequately quantify the intensity of BIAS, resulting in -27.30%, which underestimates the precipitation, while RMSE represented 174.01 mm, generating a high estimate. However, the evaluation of precipitation events averaged as follows: POD of 0, FAR of 1, ETS of -0.01 and FBI of 0.50 which indicates that the vast majority of precipitation did not actually occur, the same that it is advisable to be cautious when using the data for a good estimate.

KEY WORDS: Precipitation, monthly, IMERG, PISCOp and Madre de Dios.

INTRODUCCIÓN

La precipitación es de elemento importancia como impulsor del ciclo global del agua y la energía y de las interacciones entre la hidrología y la atmósfera, por lo tanto, ha sido declarada como Variable Climática Esencial (GCOS 2016). La información sobre la distribución espacial y temporal de esta variable crucial ayuda a comprender su vasto impacto en numerosos aspectos ambientales de la vida en la Tierra.

La gestión de los recursos hídricos, la predicción y el seguimiento de los rendimientos agrícolas o la prevención de desastres. Los medidores de medición tradicionales son escasos en muchas partes del mundo (Kidd et al. 2017), lo que dificultó la deducción de estimaciones de precipitación significativas para estas regiones hasta hace algunas décadas, cuando los productos de la cuadrícula (satélites) llegaron a cerrar estas brechas. Actualmente, se puede adquirir una distribución de precipitación medida físicamente mediante la interpolación de mediciones de calibre, estimaciones de radar meteorológico u observación satelital.

A escala mundial, la variabilidad espacial de la lluvia y las nevadas se puede representar mejor con imágenes de teledetección, ya que no hay estaciones de medición de radar y medidores en todo el mundo con suficiente densidad y cobertura. Además, las series de tiempo de los datos satelitales permiten que los patrones y la distribución de las precipitaciones globales sean evidentes. Aun así, las diferencias específicas de la región en el clima y la topografía son factores determinantes de las incertidumbres en el desempeño de los productos de precipitación satelital (Crow et al., 2011; Brocca et al., 2013; Tarpanelli et al., 2017).

La misión Global Precipitation Measurement (GPM) de la NASA lanzó el GPM Core Observatory (CO) como el sucesor de la reconocida nave espacial Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) en 2014. Los canales adicionales tanto en el radar de precipitación de frecuencia dual (DPR) como en el generador de imágenes por microondas GPM (GMI) lo convierten en un reemplazo avanzado del satélite más antiguo. El conjunto de datos cuadriculados Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM (IMERG) utilizado en este estudio es un producto de Nivel 3 de la NASA que unifica e intercalibra datos de aproximadamente 10 constelaciones de satélites de varias agencias espaciales basadas en GPM CO (Huffman et al. 2015).

La última versión del algoritmo IMERG (versión 6), puesta a disposición del público en octubre de 2019, combina el reanálisis de la precipitación estimada por satélites entre 2000-2014 por TMPA y en el período posterior por GPM, lo que da como resultado 19 años de información. lejos. Sus productos tienen una resolución espacial de 0,1 ° y una resolución temporal de 30 minutos (Huffman et al. 2019). De esta forma, el análisis de

tendencias y el análisis de eventos extremos se podrían realizar con mayor precisión. Además, el rendimiento de los modelos climatológicos e hidrológicos podría mejorarse con mayor detalle de la información reciente sobre precipitaciones. Por lo tanto, los estudios que evalúan el desempeño de los productos IMERG versión 6 son importantes y prometedores a escala regional.

La base de datos PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) por sus siglas en ingles. El producto PISCO de precipitación (PISCOp) en su versión diaria y mensual es el resultado de la combinación de datos de estaciones terrenas con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial (~ 5*5 km); los datos grillados abarcan una serie temporal que se inicia el 1 de enero 1981 hasta el 31 de diciembre del 2016 (Aybar et al. 2017).

El propósito de este estudio es evaluar y comparar los datos de precipitación mensual de IMERG con los datos de PISCOp en la Intercuenca Alto Madre De Dios desde 01 de enero de 2010 hasta 31 de diciembre de 2016 en cuatro estaciones administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI de las cuales la estación Pakitza se encuentra cerrado desde el año 2007, en tanto a las estaciones Salvación, Chontachaca y Acjanaco se encuentra funcionando.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El Área de estudio es Intercuenca Alto Madre de Dios de la cuenca Madre de Dios. El Intercuenca Alto Madre de Dios ocupa un área de 34472.2 km2 y cubre un aprox. de 31 % del territorio de la región de Madre De Dios (ANA 2010). Según la clasificación realizada por el método de Pfafstetteer en cual fue aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 003-2008-AG, publicada el 17 de enero de 2008.

La Intercuenca Alto Madre de Dios abarca dos regiones, la región de Madre de Dios un 89% y la región de Cusco un 11%, cuya elevación varia 224 – 5 552 m, se muestra en la figura 1.

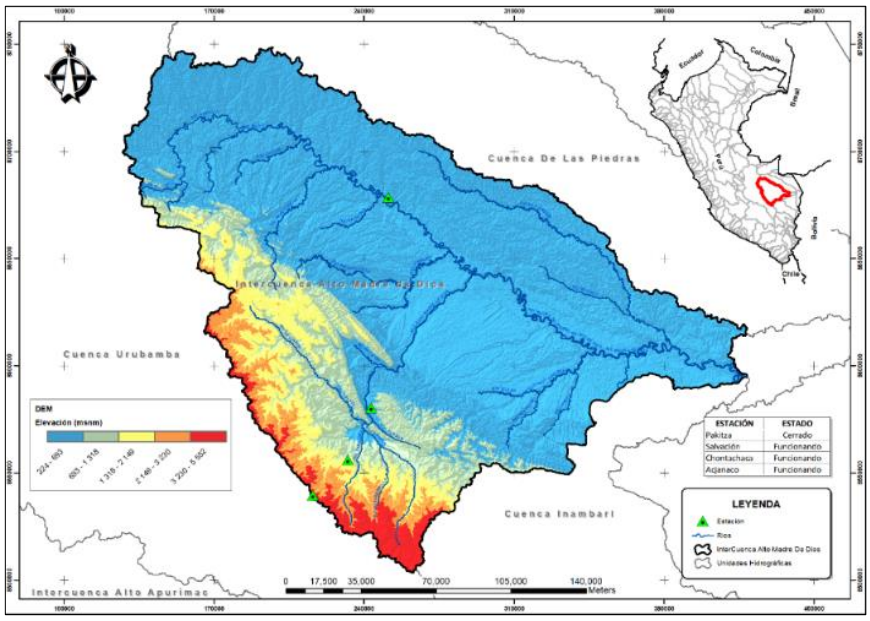

Figura 1
Ubicación del área de estudio y distribución de las estaciones en cuadricula

Estaciones utilizadas

Para el presente estudio se utilizaron cuatro estaciones (tabla 01) como punto de simulación de precipitación tanto para IMERG y PISCOp e cual se ubican dentro de la zona de estudio y están administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e

Hidrología – SENAMHI de las cuales la estación Pakitza se encuentra cerrado desde el año 2007, en tanto a las estaciones Salvación, Chontachaca y Acjanaco se encuentra funcionando.

Tabla 01
Características de ubicación de las estaciones hidrometeorológicas.

N°	Estación	Este	Norte
1	Pakitza	251387	8678594
2	Salvación	243356	8580355
3	Chontachaca	232369	8556014
4	Acjanaco	216084	8539626

PISCOp
SENAMHI ha generado una base de datos denominado PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) por sus siglas en ingles. El producto PISCO de precipitación (PISCOp) en su versión diaria y mensual es el resultado de la combinación de datos de estaciones terrenas (pluviometros) con climatologías, reanálisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial (~ 5*5 km).

Para la construcción del producto PISCOp, se utilizó como variable la base global del proyecto CHIRPS (Climate Hazards InfraRed Precipitation with Station data). CHIRPS es una mescla de datos provenientes de sensores remotos, modelos y datos provenientes de estaciones terrenas (pluviometros)(Aybar et al. 2017). Los datos de PISCO se pueden descargar del sitio web de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI (ftp://ftp.senamhi.gob.pe/).

IMERGDF v6
GPM fue lanzado por la NASA y la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial el 27 de febrero de 2014. Es una nueva generación de misiones satelitales globales, siguiendo el TRMM y proporciona datos confiables que respaldan diversas investigaciones. Consta de aproximadamente 10 constelaciones de satélites y un observatorio central (Huffman et al. 2015)(Huffman et al. 2019).

IMERG es el producto de precipitación de nivel 3 de GPM, que se produce calibrando, fusionando e interpolando "todos" los datos de los satélites en el GPM IMERG ofrece una fina resolución espacial de 0.1 ° × 0.1 ° y una alta resolución temporal de 30 min con una cobertura espacial de 60° S a 60° N (Huffman et al. 2019). Sin embargo, la precisión y el rendimiento de IMERG varían ampliamente en diferentes regiones.

Los datos de precipitación mensual sobre PISCO se utilizaron en este estudio para evaluar la aplicabilidad de IMERG en el área de estudio. Los datos de IMERG se pueden descargar del sitio web de Misiones de Medición de Precipitación (https://gpm.nasa.gov/data/directory), como también se puede obtener del sitio web Giovanni (https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/).

Métodos

Indicador de error estadístico
Para evaluar la precisión de los productos de precipitación IMERG en PISCO, se utilizaron tres indicadores en este estudio: r, sesgo, RMSE, (Castro 2014; Feidas 2010; Ochoa, Pineda, Crespo y Willems 2014; Scheel et al 2011; Su, Hong y Lettenmaier 2008; Tang, Zeng et al 2016 citado en Cabrera 2016), Las ecuaciones para las estadísticas mencionadas anteriormente se muestran a continuación:

Coeficiente de correlación (r), calcula el nivel de asociación entre datos de información satelital y los pluviómetros, el valor del coeficiente esta $-1 \leq 1$. Donde 1 indica correlación positiva perfecta.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \bar{O})^2 \, x \sum_{i=1}^{n}(P_i - \bar{P})^2}}$$

El sesgo relativo (PBIAS), evalúa la diferencia media entre las estimaciones del producto satelital y la observada pluviométrica. El sesgo relativo puede ser positivo o negativo. Un sesgo negativo indica una subestimación de la precipitación satelital y un sesgo positivo una sobreestimación de precipitación satelital, el valor perfecto es 0.

$$bias = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i - O_i}{\sum_{i=1}^{n} O_i} x100\%$$

Raíz del error medio cuadrado (RMSE), evalúa la magnitud típica del error de lo simulado con lo observado donde los valores pequeños son óptimos y poniendo énfasis en valores extremos.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(P_i - O_i)^2}$$

Donde:

O_i representa la cantidad de precipitación data por PISCOp.

$\bar{O}$ representa la precipitación promedio de PISCOp.

P_i representa a los valores estimados del producto de precipitación IMERG.

$\bar{P}$ son los valores promedio estimados del producto de precipitación IMERG. n representa la cantidad de estaciones distribuidas en el área de estudio.

Índice de detección de eventos de precipitación

Para reflejar la capacidad de los productos de precipitación basados en satélites para capturar eventos de precipitación, se utilizaron cuatro indicadores:

Tabla 2
Tabla de contingencia para el cálculo de índice de detección.

		PISCOp	
		Lluvia	No llueve
GPM	Lluvia	a	b
	No llueve	c	d

Probabilidad de detección (POD), representa la fracción de eventos de precipitación detectados correctamente por el satélite entre todos los eventos de precipitación observados por PISCOp.

$$POD = \frac{a}{a + c}$$

Falsa alarma (FAR), describen la fracción de falsas alarmas entre todos los eventos detectados por el satélite.

$$FAR = \frac{b}{a + b}$$

Probabilidad de detección corregido (ETS), denota la fracción general de eventos de precipitación detectados correctamente por el satélite.

$$ETS = \frac{a - He}{a + b + c - He}$$

Frecuencia de sesgos (FBI), indica la tendencia sobreestimada o subestimada en los satélites detectados ocurrencias de precipitación (Wilks 2011).

$$FBI = \frac{a + b}{a + c}$$

Dónde: **a** significa que observada y simulada detectan precipitación. **b** significa simulación

detecta precipitación, pero la observada no detecta. **c** significa observada detecta precipitación, pero la simulación no detecta. **d** significa observada y simulada no detectada precipitación. ***He*** significa ajuste a un numero de detección. Los mejores valores posibles son POD = 1, FAR = 0, ETS = 1 y FBI = 1.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Indicador de error estadístico

En la Figura 2 a, b se muestra la precipitación mensual de los dos conjuntos de datos, donde se evidencia claramente las diferentes técnicas de grabación.

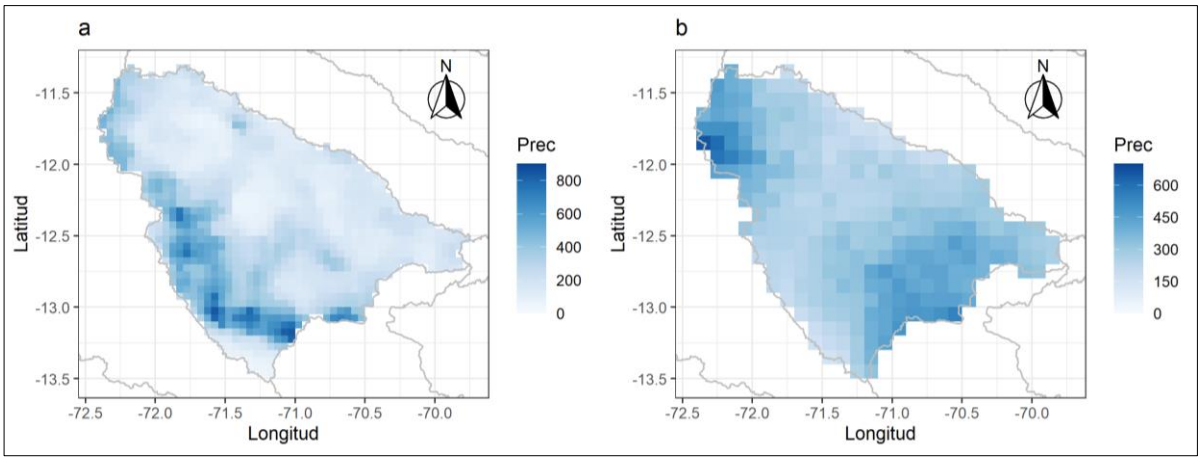

Figura 2
Precipitación mensual a partir de los datos de PISCOp (a) y GPM (b).

En la tabla 2. Se muestra los datos determinados del indicador del error estadístico, el cual se observa un sesgo relativamente bajo para cada una de las estaciones. El valor más bajo es de la estación Chontachaca que fue subestimación (-44,60).

En el coeficiente de correlación se obtuvo un valor mínimo de 0,44 según los criterios de (Barría 2010) "correlación bajo" de la Estación Pakitza y en cuanto al RMSE en valor minimo de 62,23 mm de la estación Acjanaco y un valor máximo de 226,89 mm.

Tabla 2
Análisis estadístico por estación.

Estaciones	r	Bias (%)	RMSE
Pakitza	0,44	-20,50	187,71
Salvación	0,80	-37,10	219,19
Chontachaca	0,85	-44,60	226,89
Acjanaco	0,84	-7,00	62,23

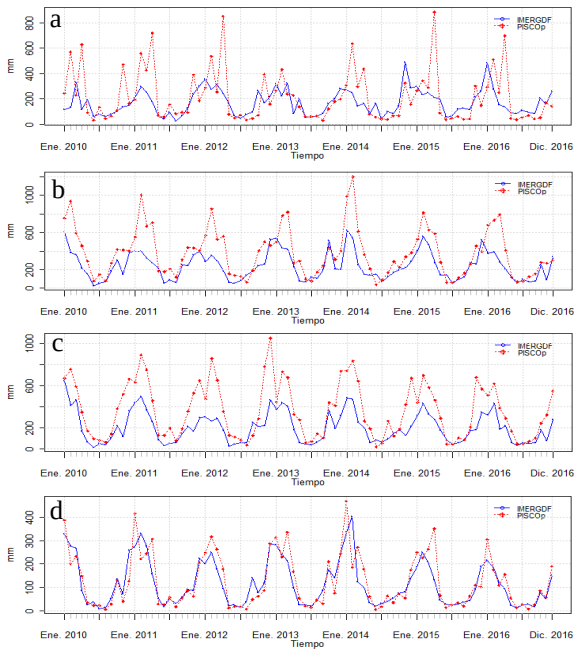

Figura 5
Suma de precipitación mensual, espacialmente en los conjuntos de datos GPM IMERG y PISCOp por estaciones Pakitza (a), Salvación (b) Chontachaca (c), Acjanaco (d).

Índice de detección de eventos de precipitación

Tabla 2
Índice de detección de eventos por estación.

Estaciones	POD	FAR	ETS	FBI
Pakitza	0,70	0,32	0,14	0,86
Salvación	0,80	0,02	0,24	0,81
Chontachaca	0,77	0,01	0,25	0,78
Acjanaco	0,71	0,24	0,30	0,85

Del POD un valor mínimo de 0,70 y un valor máximo de 0,80 en el cual hay una detección moderada.

FAR tiene un valor máximo de 0,32 y un valor mínimo de 0,01, de acuerdo a lo que indica que una porción mínima de precipitación captada por satélite en realidad no ocurrió.

Los valores ETS fueron menores a los de POD el cual cambia la tendencia y los valores varían de 0,14 a 0,30.

En cuanto a FAR en valor mínimo fue de 0,78 y el valor máximo fue de 0,86, lo cual indica que una pequeña proporción de precipitación captada por el satélite en realidad no ocurrió.

Por otra parte, en la evaluación de datos PISCOp no se tomaron en cuenta estas estaciones evaluadas en este estudio, por lo que para tomar consideración los datos de PISCOp tienen que ser en estaciones evaluadas (Aybar et al. 2017).

CONCLUSIONES

La precipitación mensual calculada por IMERG comparado con el PISCOp tuvo un coeficiente de correlación (r) de 0,73 que significa una correlación buena, un sesgo relativo de -27,30 % porque subestima valores y una raíz del error medio cuadrático 174,01 mm, que representa estimación alta.
En tanto la evaluación de eventos de precipitación tuvo un promedio de siguiente: POD de 0, FAR de 1, ETS de -0,01 y FBI de 0,50 lo cual indica que la gran mayoría de precipitación en realidad no ocurrió.

AGRADECIMIENTO

A todos los que participaron durante el trabajo de investigación y nuestro equipo de trabajo quienes dieron su tiempo en la recopilación de información y procesamiento de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. 2010. Estudio Diagnóstico Hidrologico de La Cuenca de Madre de Dios.

Aybar Camacho, Cesar, Waldo Lavado Casimiro, Adrian Huerta Julca, Carlos Fernández Palomino, Fiorella Vega Jacome, Evelin Sabino Rojas, and Oscar Felipe Obando. 2017. "Uso Del Producto Grillado 'PISCO' de Precipitación En Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico." in Nota Técnica 001 SENAMHI-DHI-2017.

Barría, Pilar Andrea. 2010. "Pronóstico de Caudales Medios Mensuales En Las Cuencas de Los Ríos Baker y Pascua." Universidad de Chile.

Brocca, L., T. Moramarco, F. Melone, and W. Wagner. 2013. "A New Method for Rainfall Estimation through Soil Moisture Observations." Geophysical Research Letters. doi: 10.1002/grl.50173.

Cabrera, Eduardo Benigno. 2016. "Evaluación de Imágenes Satelitales de Precipitaciones GPM (Global Precipitation Measurement) a Escala Mensual Para El Azuay."

Univeresidad de Cuenca.

Crow, W. T., M. J. Van Den Berg, G. J. Huffman, and T. Pellarin. 2011. "Correcting Rainfall Using Satellite-Based Surface Soil Moisture Retrievals: The Soil Moisture Analysis Rainfall Tool (SMART)." Water Resources Research. doi: 10.1029/2011WR010576.

GCOS. 2016. "The Global Observing System For Climate Implementation Needs." World Meteorological Organization 200(June):316.

Huffman, George J., David T. Bolvin, Dan Braithwaite, KuoLin Hsu, Robert Joyce, Christopher Kidd, Eric J. Nelkin, Soroosh Sorooshian, Jackson Tan, and Pingping Xie. 2019. "Integrated Multi-Satellite Retrievals for the Global Precipitation Measurement (GPM) Mission (IMERG)."

Huffman, george J., David T. Bolvin, Dan Braithwaite, Kuolin Hsu, Robert Joyce, Christopher Kidd, Eric J. Nelkin, Pingping Xie, George Huffman, David T. Bolvin, Dan Braithwaite, Kuolin Hsu, Robert Joyce, Christopher Kidd, Eric J. Nelkin, and Pingping Xie. 2015. "NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-SatellitE Retrievals for GPM (IMERG)." Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Version 4.5 (November):26.

Kidd, Chris, Andreas Becker, George J. Huffman, Catherine L. Muller, Paul Joe, Gail Skofronick-Jackson, and Dalia B. Kirschbaum. 2017. "So, How Much of the Earth's Surface Is Covered by Rain Gauges?" Bulletin of the American Meteorological Society. doi: 10.1175/BAMS-D-14-00283.1.

Tarpanelli, A., C. Massari, L. Ciabatta, P. Filippucci, G. Amarnath, and L. Brocca. 2017. "Exploiting a Constellation of Satellite Soil Moisture Sensors for Accurate Rainfall Estimation." Advances in Water Resources. doi: 10.1016/j.advwatres.2017.08.010.

Wilks, Daniel S. 2011. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Third Edit.