

Frecuencia y Distribución de Descargas Eléctricas en Sudamérica

Joao H. Huamán Chinchay





Fuente:
[Univision](#)
[Noticias](#)

1400 millones de rayos caen al año en todo el mundo (3.8 millones al día) ([Metoffice](#)).

Se estima que al año ocurren entre 1000 y 24000 muertes por rayos a nivel mundial. ([Cardoso et al. \(2011\)](#); [Holle and Lopez \(2003\)](#))

Decenas de millones de dólares en pérdidas sólo en la industria aérea.

El Comercio

HUANCVELICA

Tormenta eléctrica mató a más de 100 ovejas en Huancavelica

El Comercio

LA LIBERTAD

La Libertad: niño falleció tras ser impactado por un rayo

El Comercio

AYACUCHO

Ayacucho: adolescente murió tras ser impactado por un rayo

El Comercio

CAJAMARCA

Cajamarca: niña murió sepultada por pared que impactó un rayo

andina

Podcast RPP | Newsletter

PUNO

Puno: Una mujer y sus dos hijas mueren al ser impactadas por un rayo en llave

Las personas que viven en el centro poblado donde vivía la mujer y sus hijas solicitaron la instalación de pararrayos para evitar la muerte de más personas.

Redacción RPP 02 de febrero del 2020 10:15 AM | Actualizado el 02 de febrero del 2020 10:15 AM

Síguenos en Google News



Historias RPP Ver Más

Reportes de... Asesinato... Libros mandatos... Ombudsman Alternati...

Más en Puno

Dos personas murieron tras chocar entre camionetas en la vía Puno - Desaguadero [VIDEO]

Rayo mató a una joven madre de familia y a sus dos hijas en llave. | Fuente: RPP

SOCIEDAD 19 ENE 2022 | 14:05 h

Puno: agricultor fallece tras ser impactado por rayo en Azángaro

La víctima verificaba sus sembríos de avena cuando recibió la descarga eléctrica. Caso ocurrió en el centro poblado de Chucaripo.



Azángaro registró una fuerte tormenta eléctrica el último lunes. Foto: referencial/ archivo LR

LR Puno ediciondigital@glp.pe

andina English Versión

Lo último Actualidad Galería Canal Online Vídeos Especiales Perfiles Bicentenario Podcast

Áncash: turista muere impactada por un rayo en el nevado Pastoruri

Un varón también se encuentra herido con graves quemaduras



La víctima mortal es María Mercedes Romero Taglio, quien falleció en el acto, mientras el herido es Daniel Samuel Gregorio Babacocho, quien presenta graves quemaduras en el cuerpo.

11:30 | Chimbote, nov. 21.

SOCIEDAD 08 FEB 2021 | 19:39 h

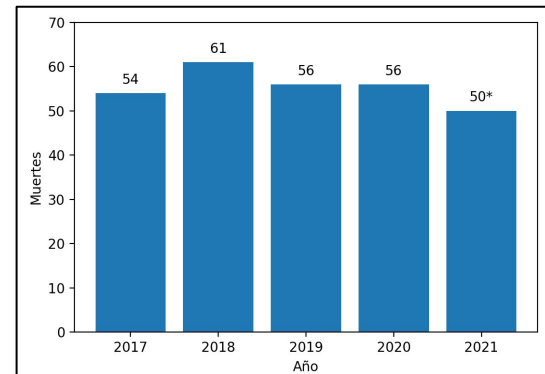
Hombre fallece al recibir el impacto de un rayo en Cusco

Ciudadano de la comunidad de Huarqui hallaron el cuerpo con quemaduras. Esta es la segunda muerte por descarga eléctrica registrada en la región del Cusco.



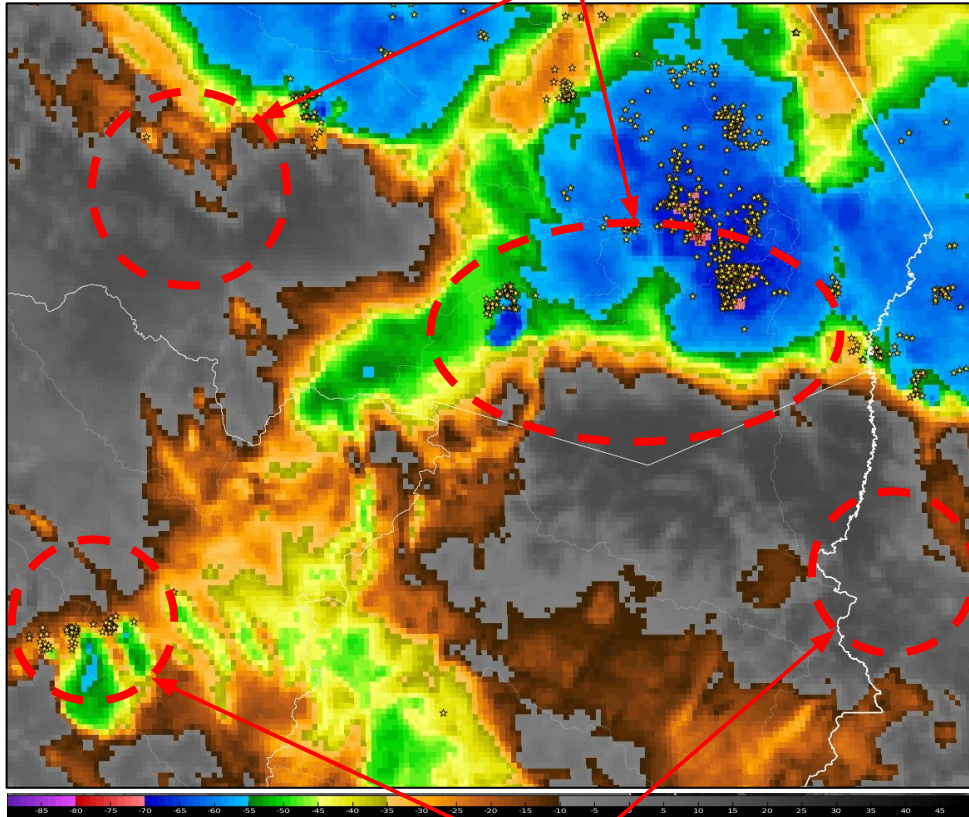
El hecho se registró en la comunidad de Huarqui, distrito de Lamay. Foto: PNP

Entre 2017 y el 2021 han fallecido 277 personas a causa de los rayos (Sistema Informático Nacional de Defunciones - SINADEF).

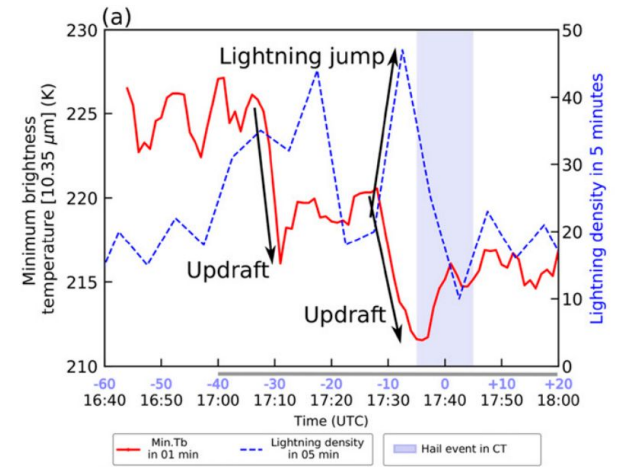


*cifra hasta el 29/11/2021

Identificación de la región
más convectiva de la nube



Indicador de convección



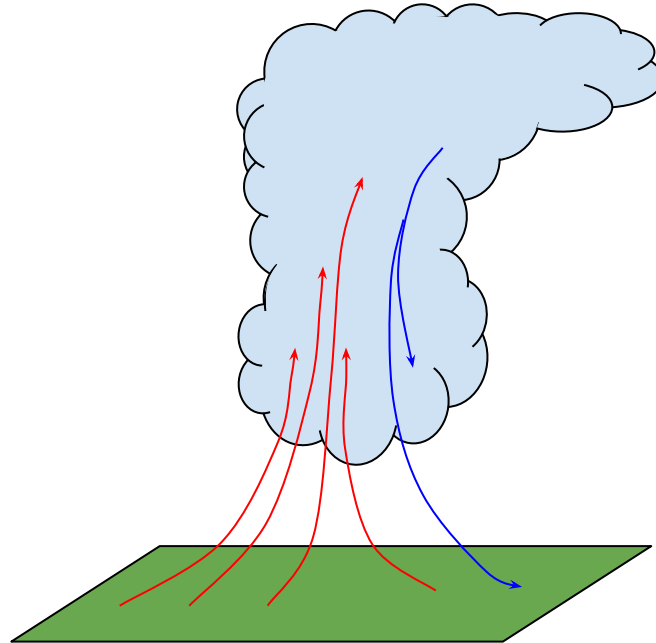
Ribeiro et al. (2019)

“Lightning jump” se anticipan entre 5 y 30 minutos al tiempo severo (Williams et al. 1999).

“Lightning jump” se anticipan alrededor de 22 minutos a la ocurrencia de tornados (Darden et al. 2010).

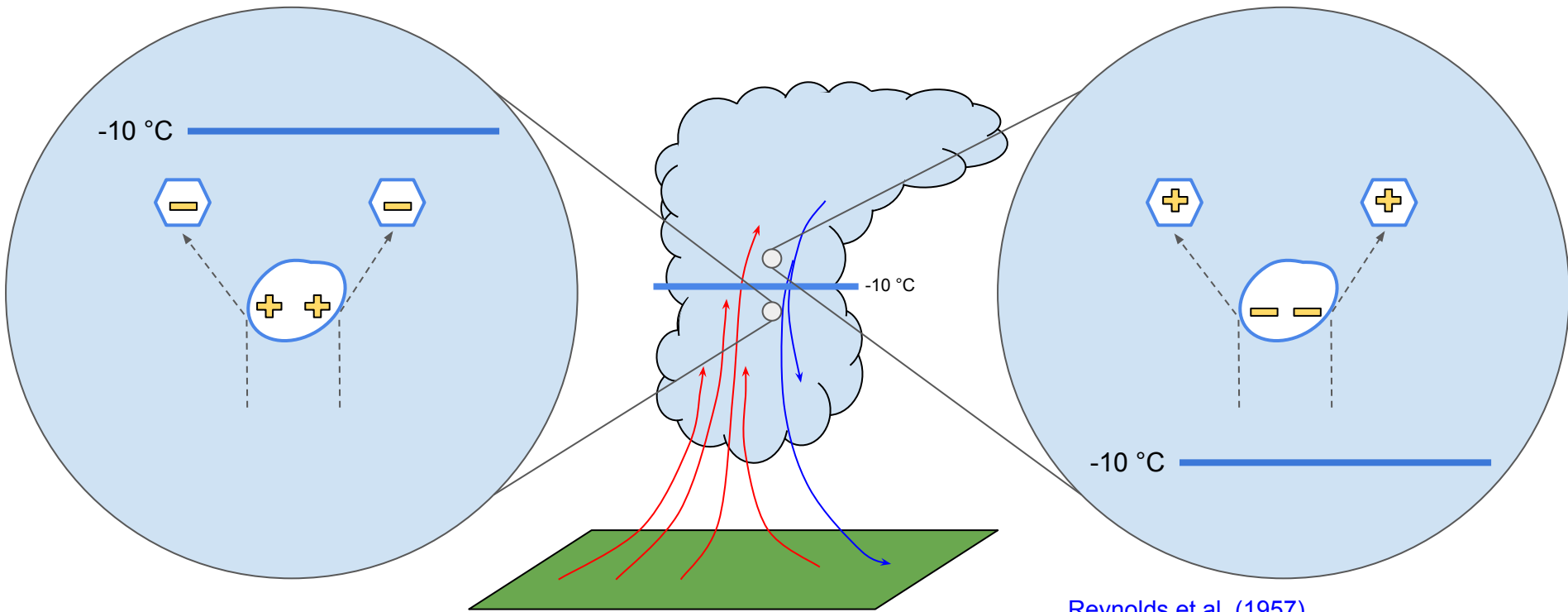
“Lightning jump” se anticipan entre 8 y 10 minutos a la caída de granizo Ribeiro et al. (2019).

Teoría gravitacional
con cargamento no
inductivo



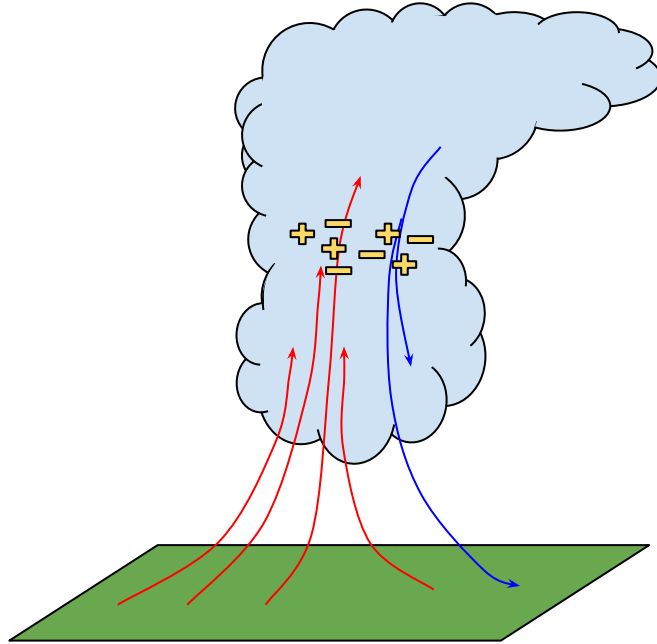
Producción del autor.

Reynolds et al. (1957),
Takahashi (1978),
Saunders et al. (2008)



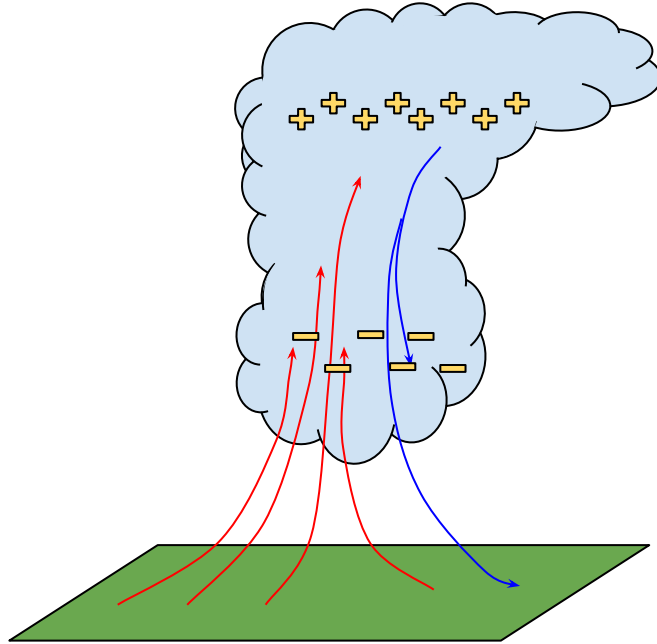
Producción del autor.

Reynolds et al. (1957),
Takahashi (1978), Saunders et al. (1991)



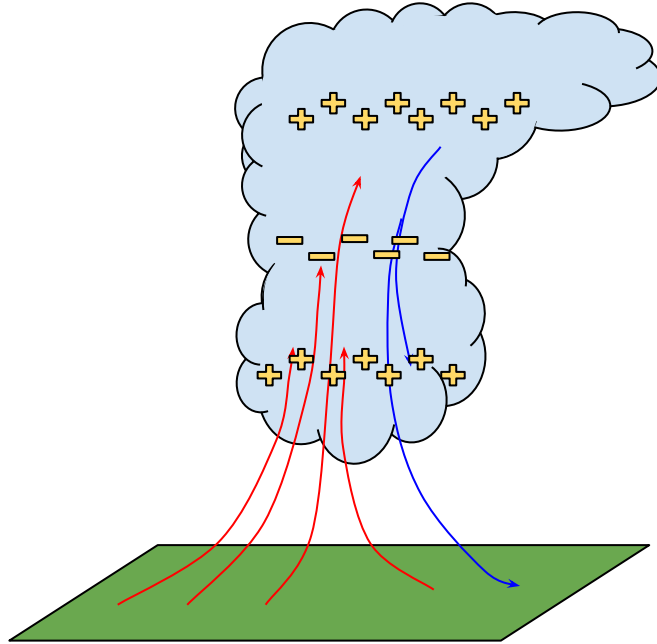
Producción del autor.

Reynolds et al. (1957),
Takahashi (1978),
Saunders et al. (2008)



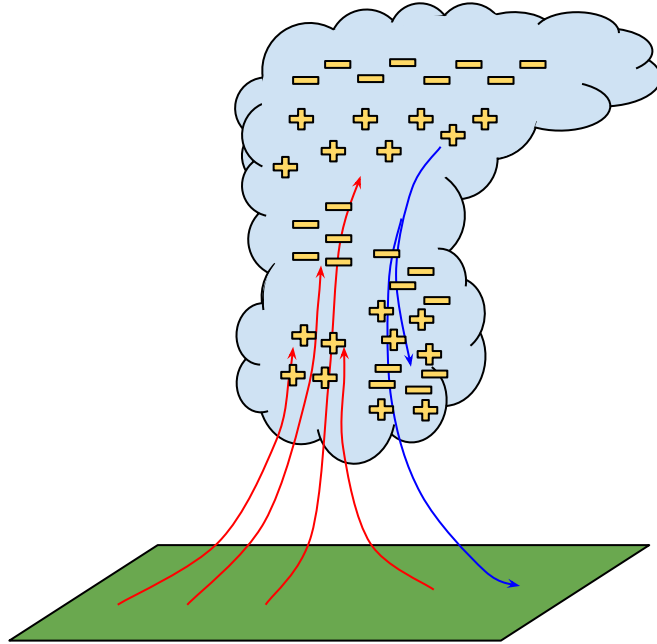
Producción del autor.

Wilson (1921), Brook et al. (1982), Saunders (1993)



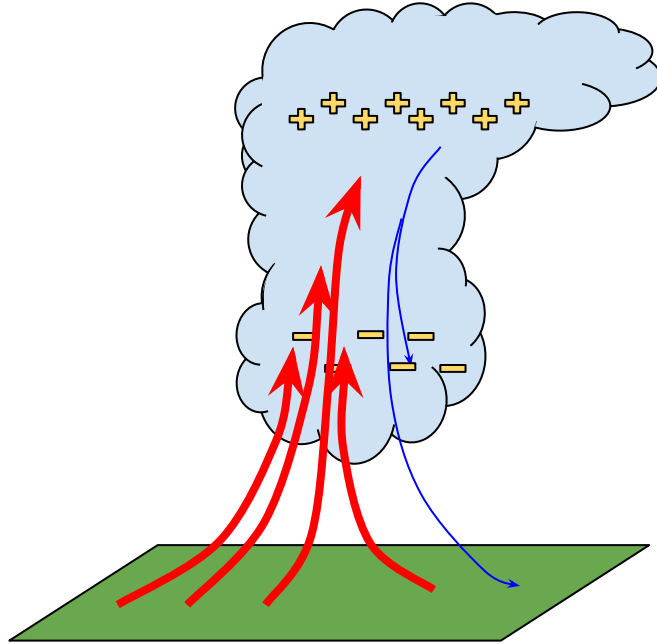
Producción del autor.

Krehbiel (1986), Williams (1989), Takahashi (1996)



Producción del autor.

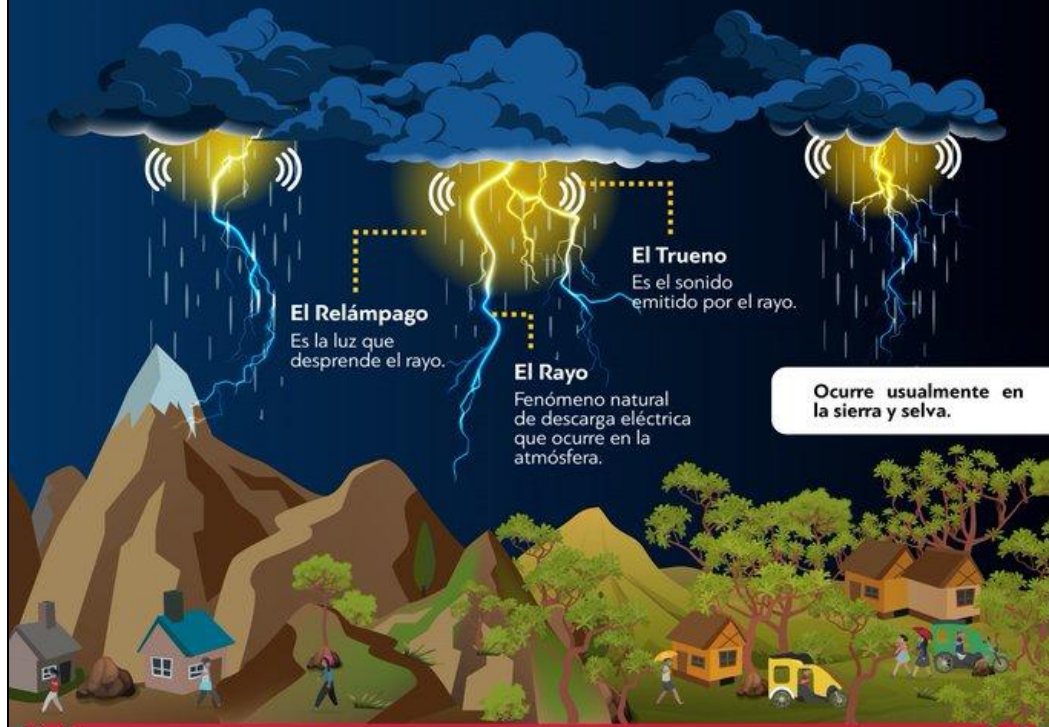
Stolzenburg et al. (1998), Mitzeka et al. (2003)



Producción del autor.

Petersen and Rutledge (1998)

RAYO, RELÁMPAGO Y TRUENO



El Relámpago

Es la luz que desprende el rayo.

El Trueno

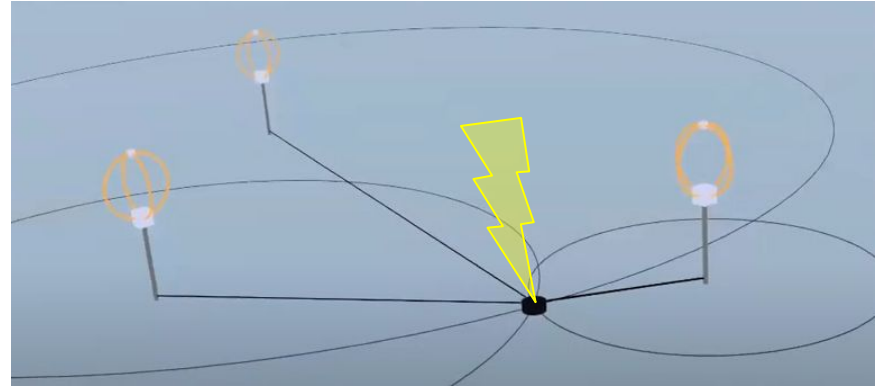
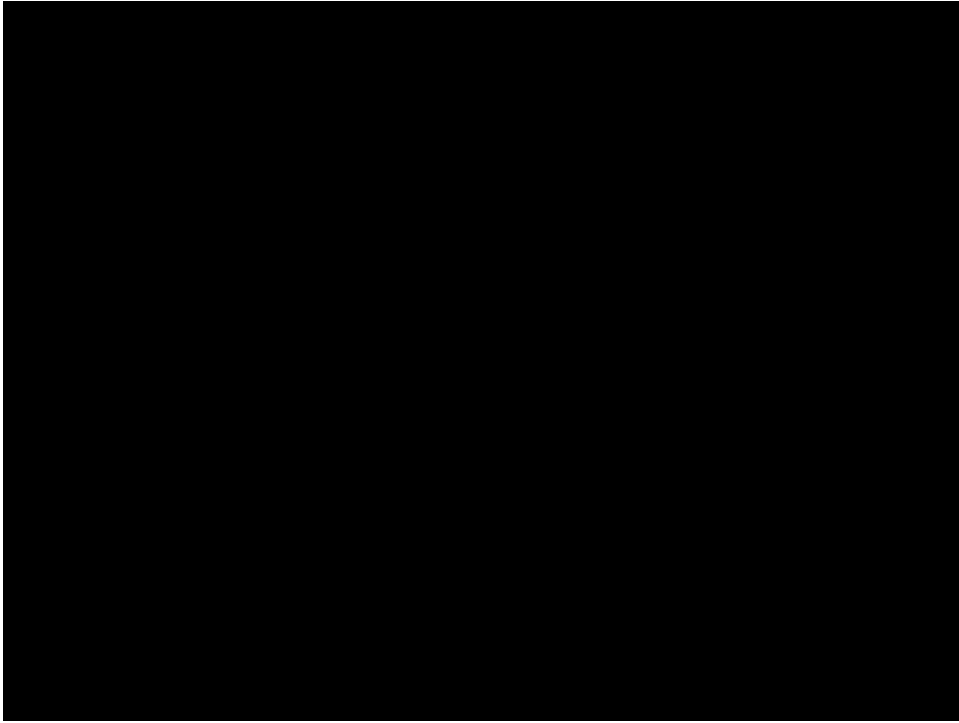
Es el sonido emitido por el rayo.

El Rayo

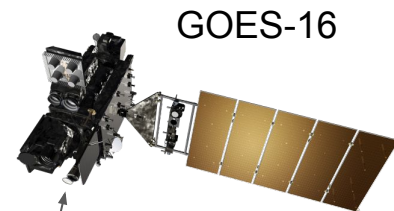
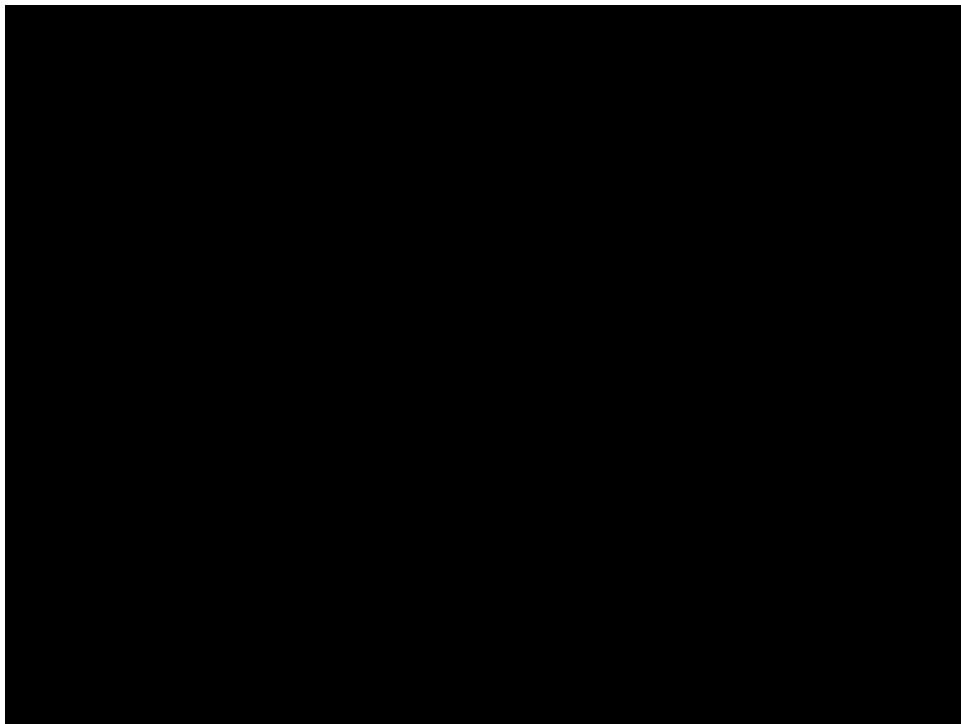
Fenómeno natural de descarga eléctrica que ocurre en la atmósfera.

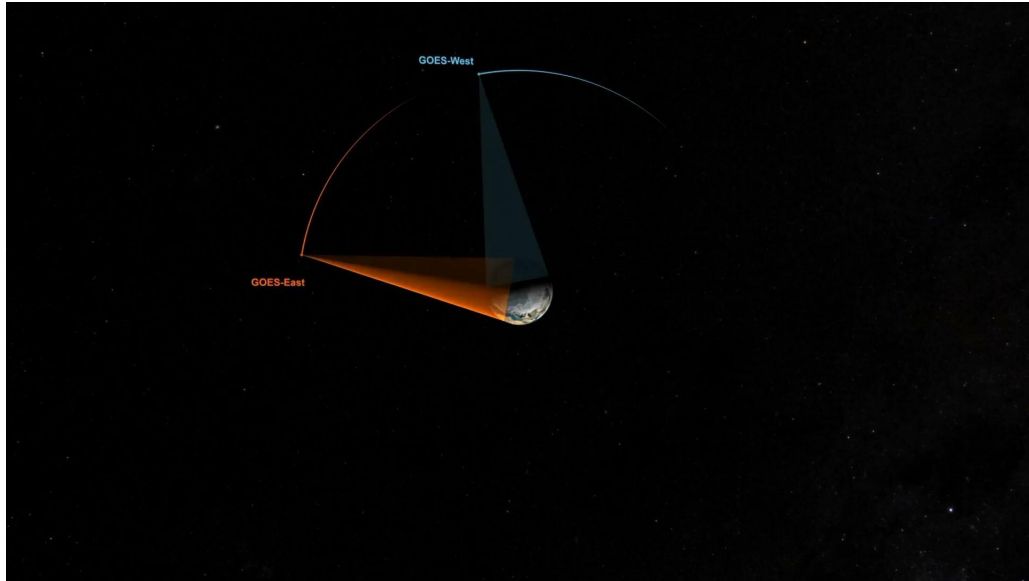
Ocurre usualmente en la sierra y selva.

Detección de rayos

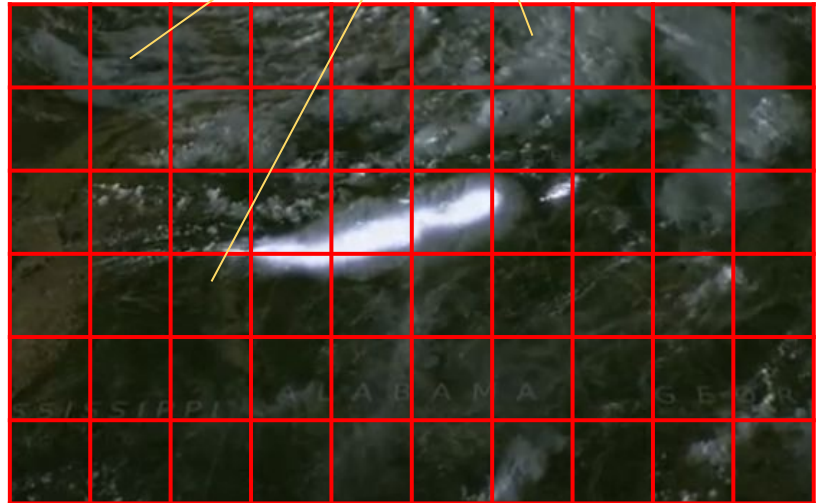
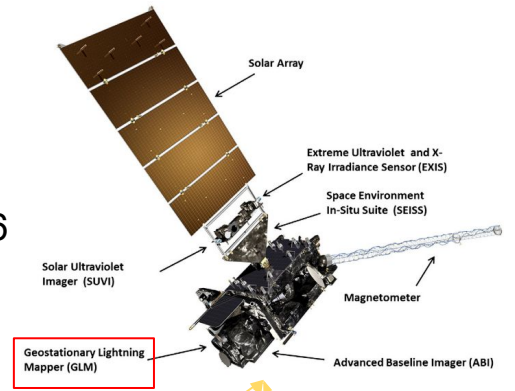


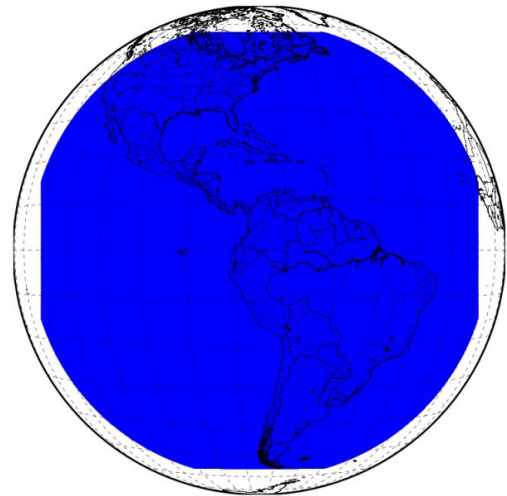
Detección de rayos





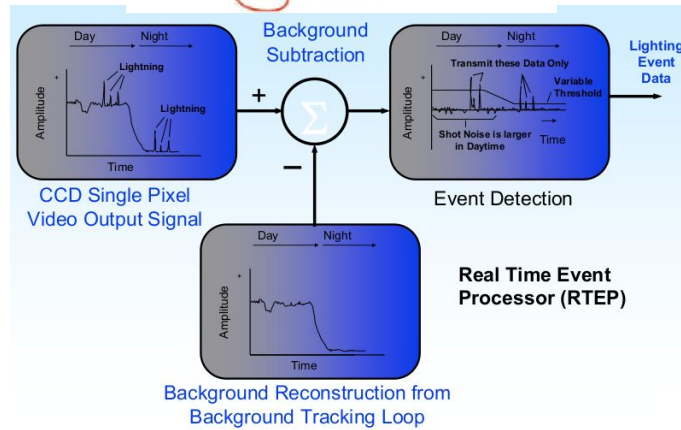
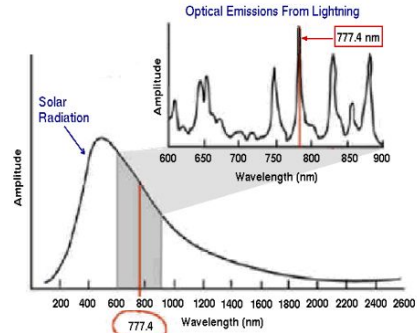
GOES-16



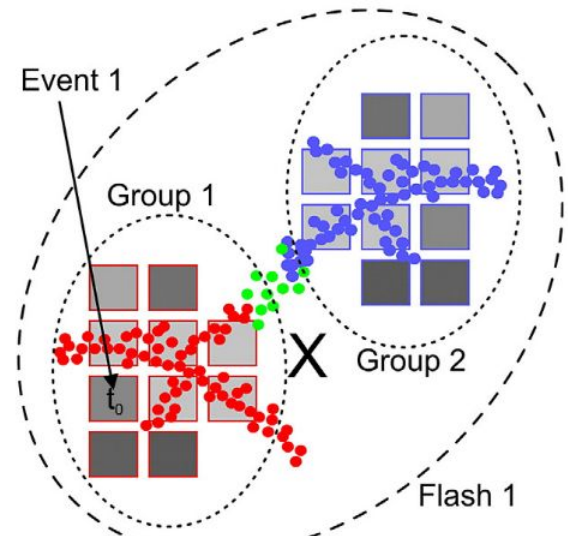


Matriz de 1372 x 1300 píxeles
8 km (Nadir) y 14 km (Borde)

Producción del autor.



Goodman et al. (2008)



Evento: pixel que excede un determinado limiar
Grupo: eventos que son registrados en píxeles adyacentes
Flash: Conjunto de grupos separados no más de 330 ms y 16.5 Km

Goodman et al. (2013)

DATOS Y MÉTODOS

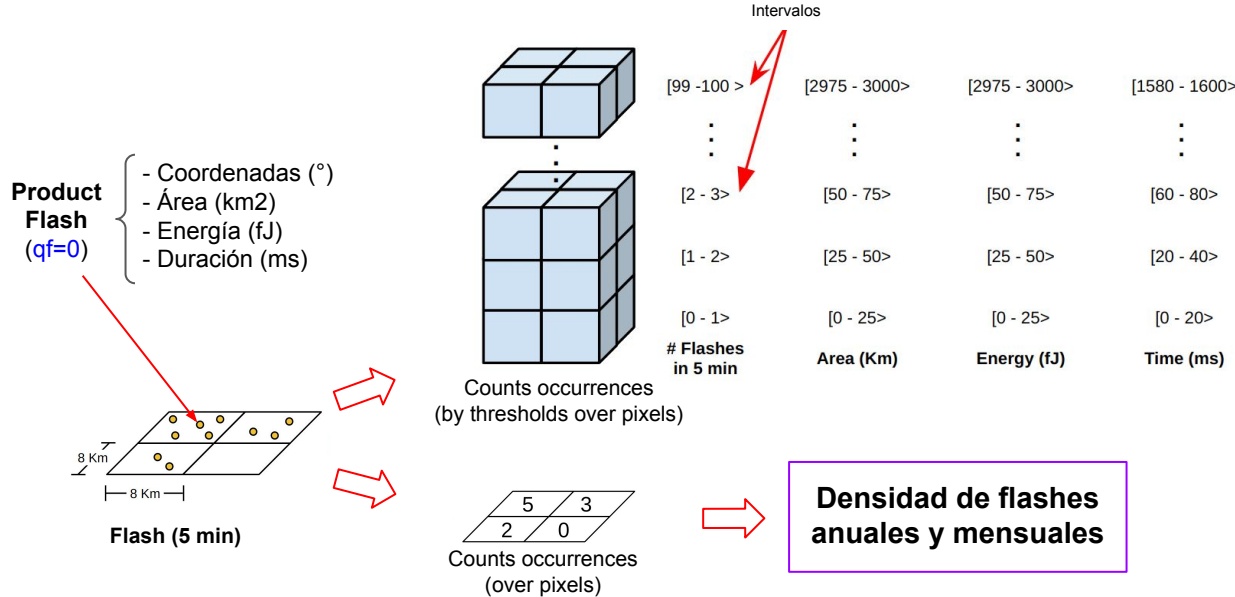
GLM (GOES-16)
Datos desde 2019 al 2021

Year	Expected files (Count)	Missed files		
		Count	(%)	Time
2019	1576800	7612	0.48	42h 17m 20s
2020	1581120	4433	0.28	24h 37m 40s
2021	1576800	6824	0.43	37h 54m 40s
Total	4734720	18869	0.40	104h 49m 40s

Librería desarrollada en python



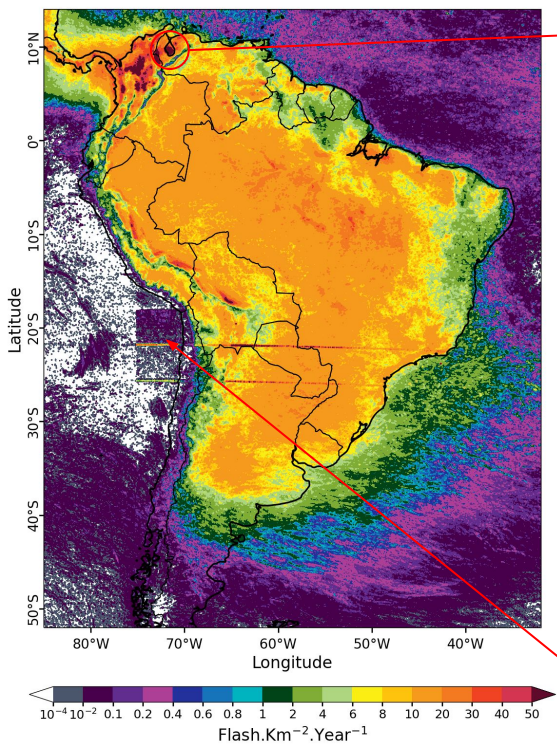
<https://github.com/joaohenry23/GOES>



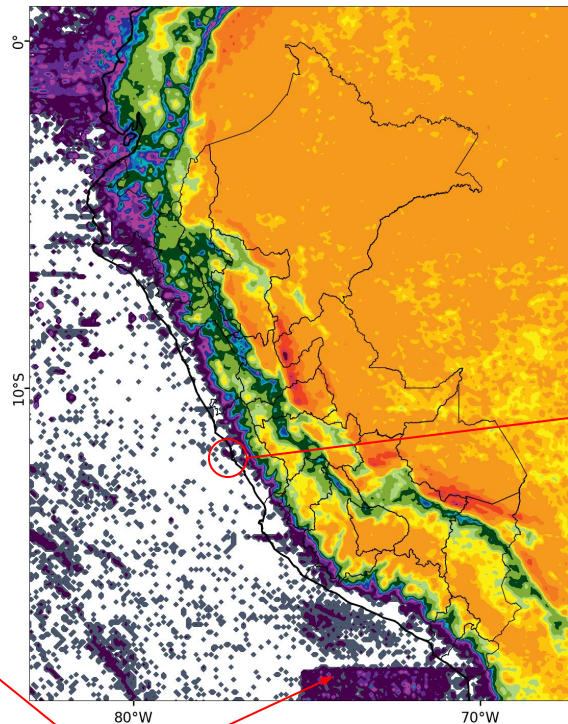
⇒ **Percentiles**

⇒ **Densidad de flashes anuales y mensuales**

RESULTADOS

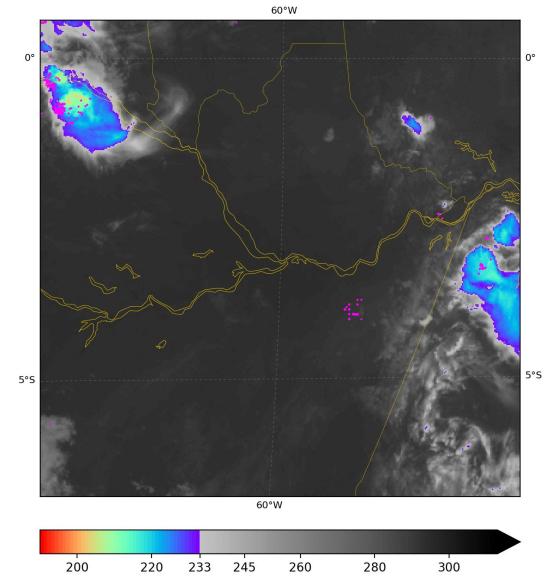
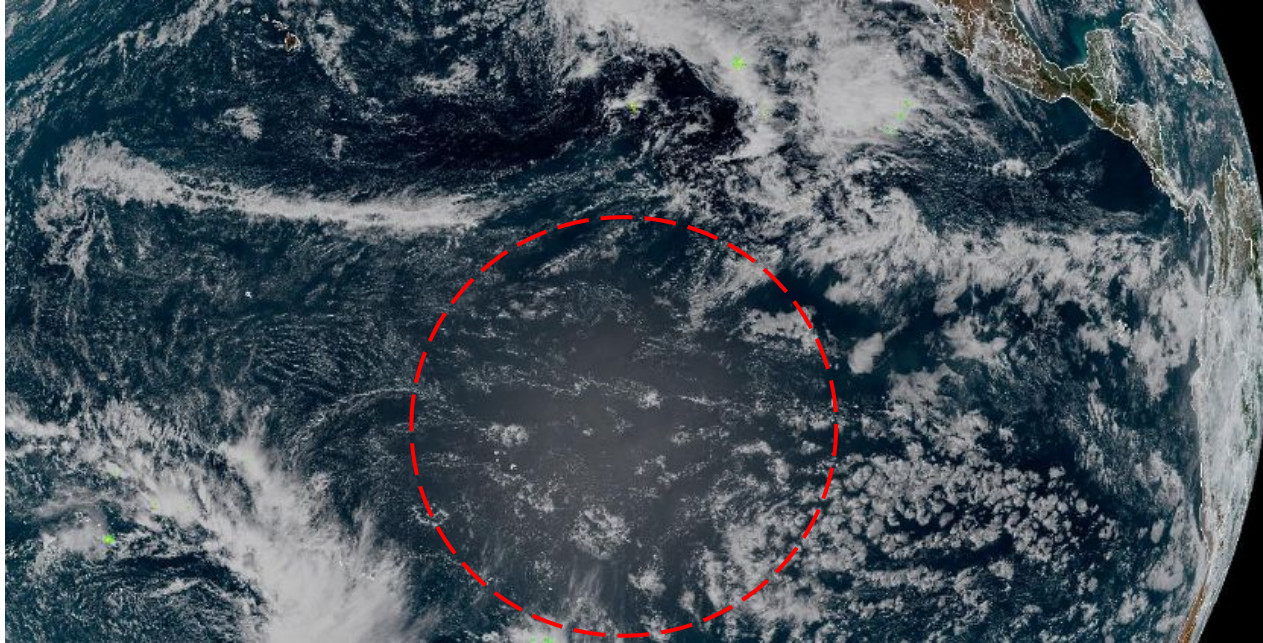


Densidad media anual de flashes (GOES-16/GLM)



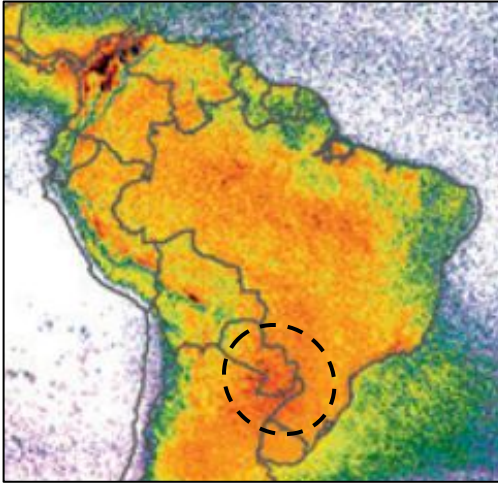
Artefacto: Es cualquier error en la percepción o representación de cualquier información introducida por los equipos o técnicas involucradas.

RESULTADOS



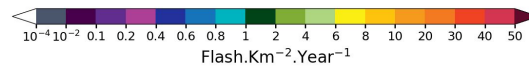
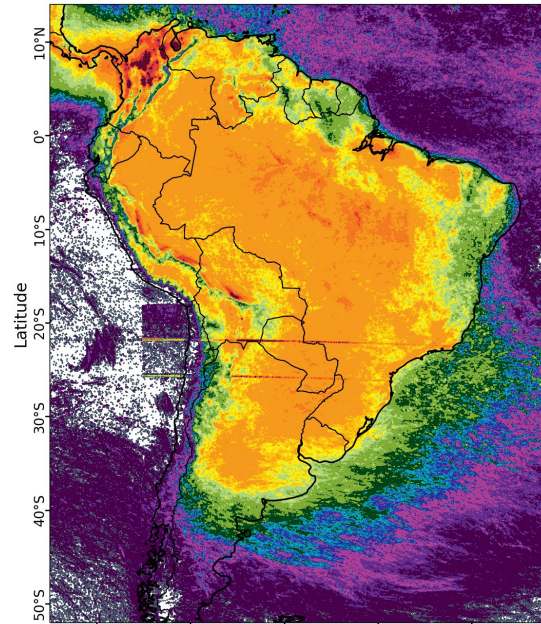
RESULTADOS

Densidad media anual de flashes (TRMM/LIS)

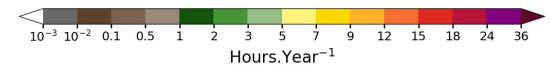
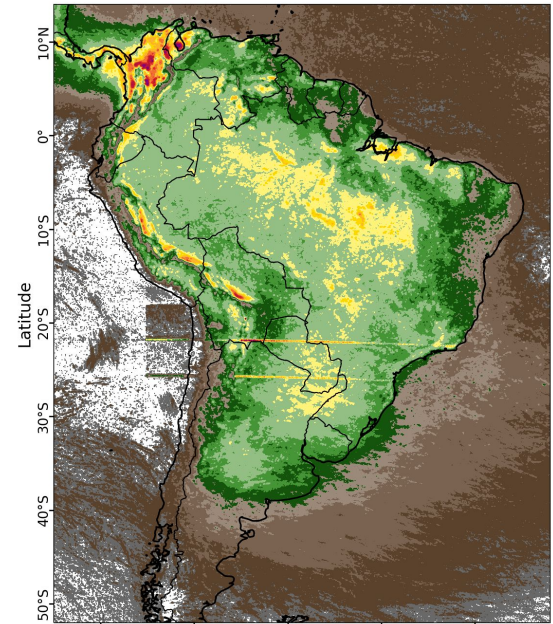


Albrecht et al. (2016)

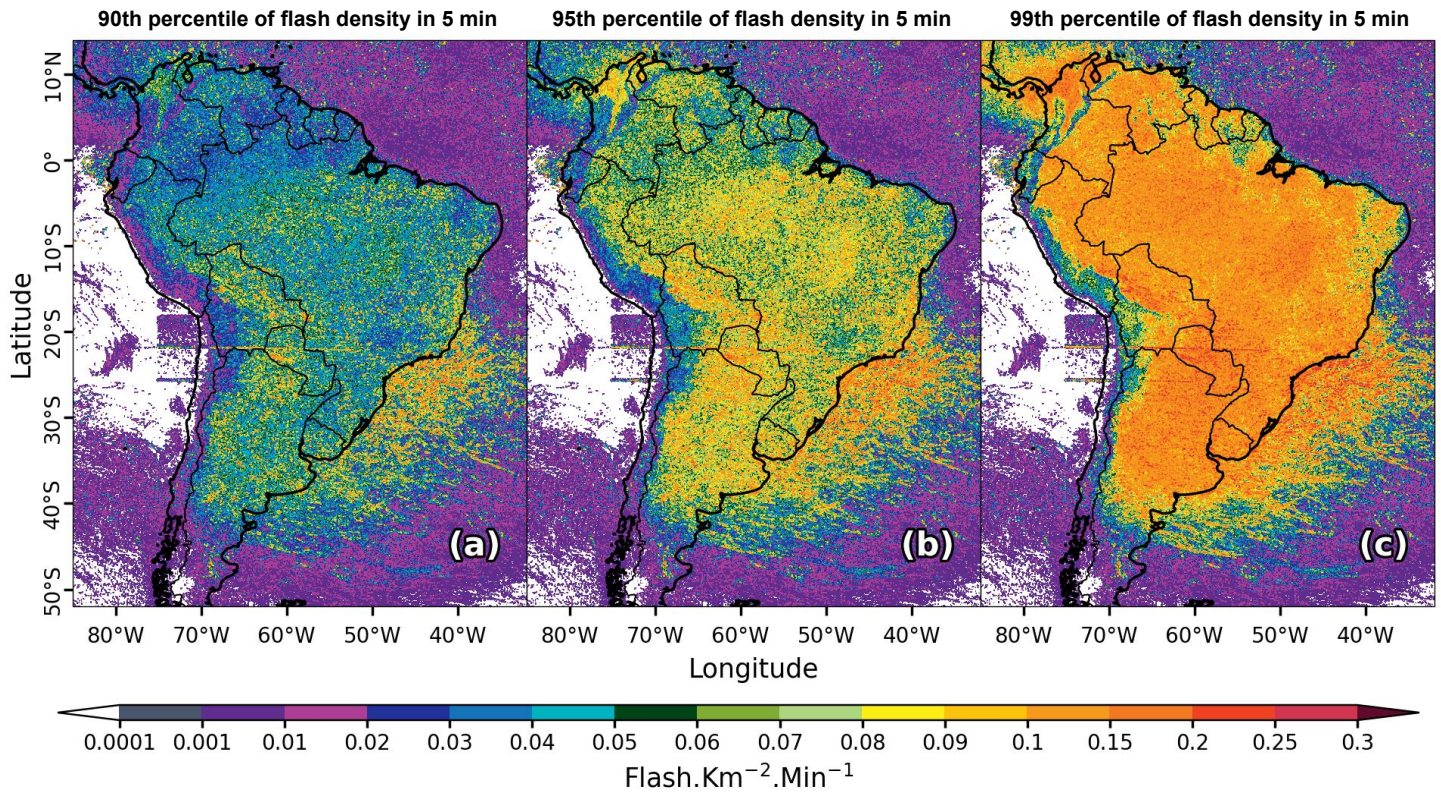
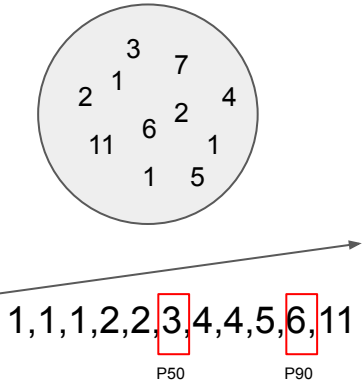
Densidad media anual de flashes (GOES-16/GLM)



Promedio anual de horas con flashes

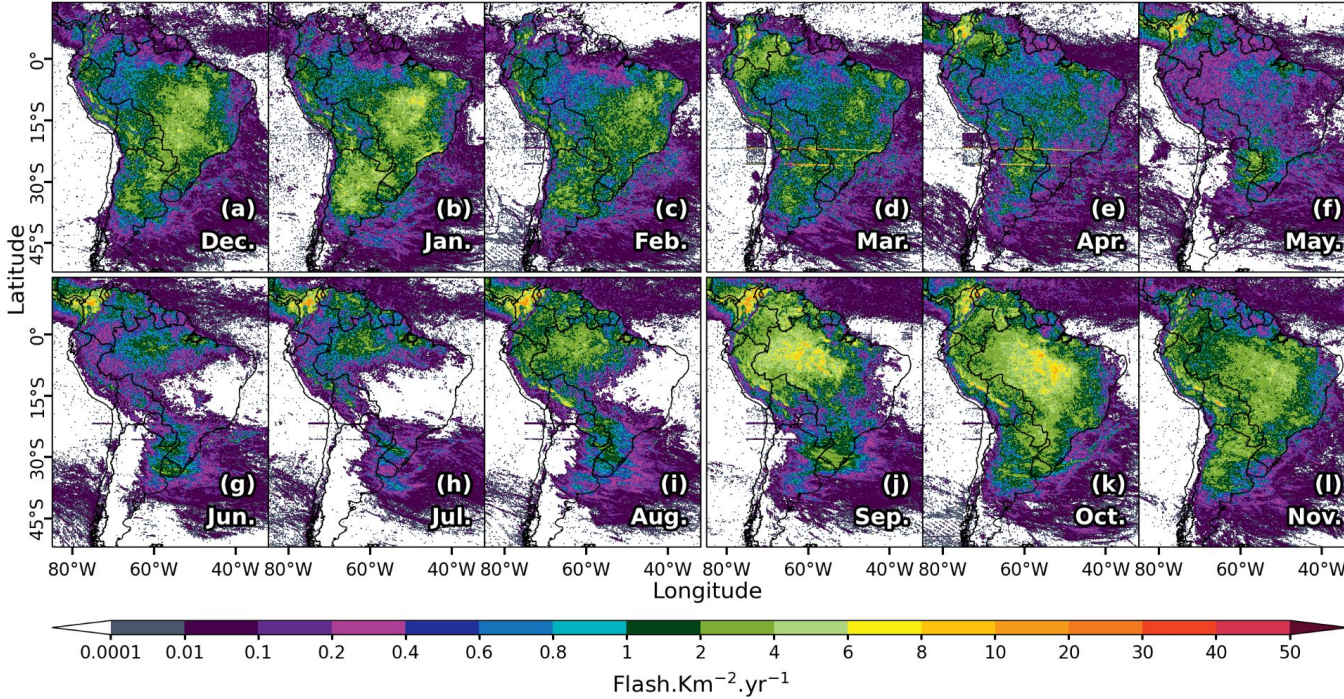


RESULTADOS



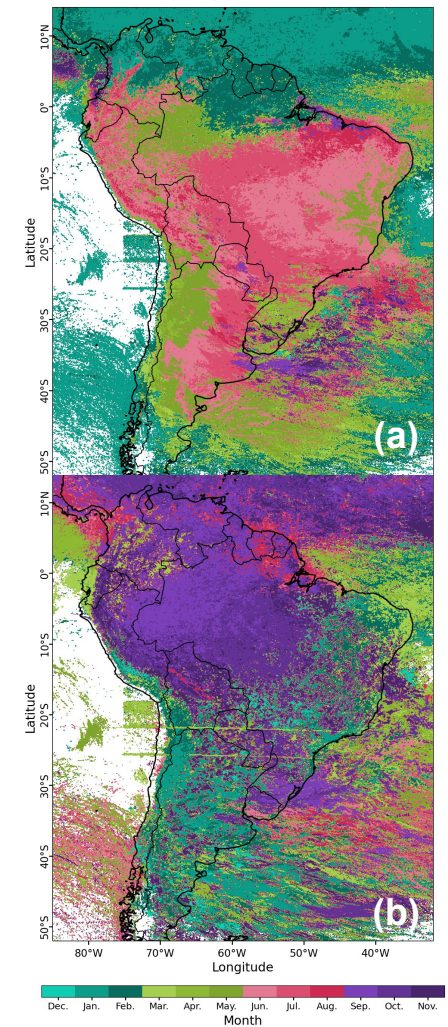
RESULTADOS

Densidad media mensual de diciembre a noviembre [(a)-(l)]

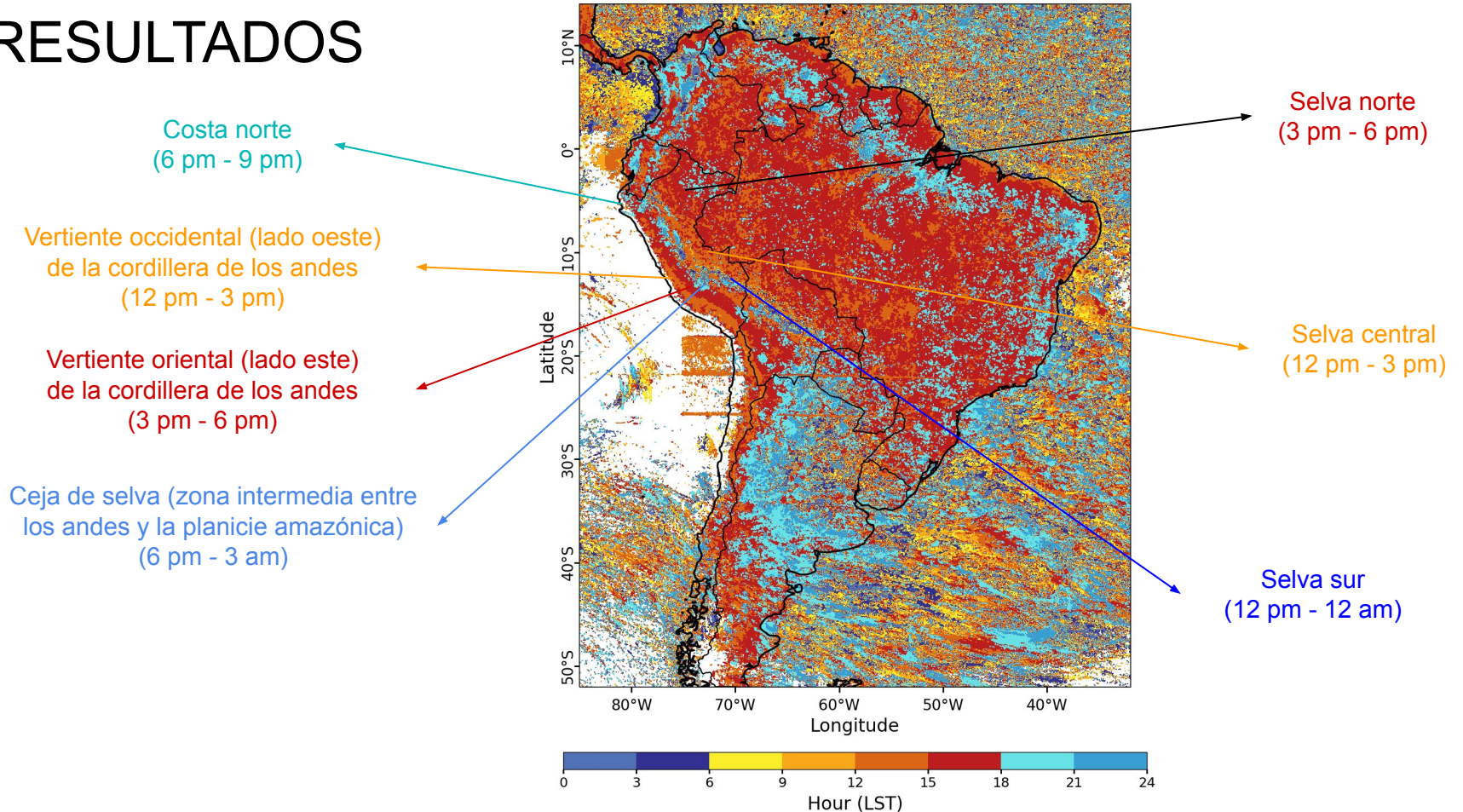


Los artefactos localizados al norte de Chile son observados desde enero a abril, mientras que las dos líneas de artefactos entre 20°S y 25° S están presentes todo el año.

Mes con menor (a) y mayor (b) ocurrencia de flashes

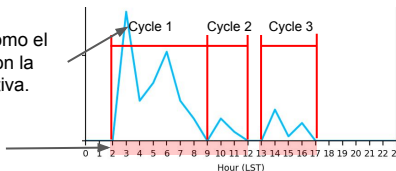


RESULTADOS



RESULTADOS

Un ciclo es definido como el periodo de tiempo con la ocurrencia consecutiva.

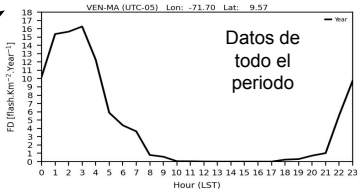
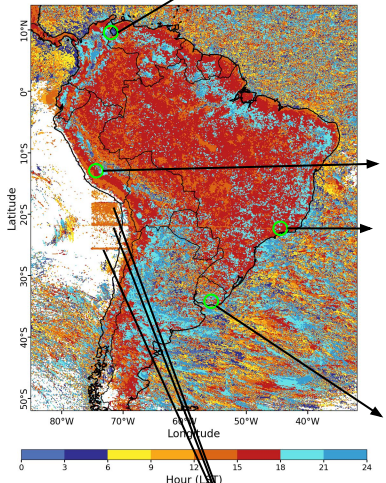


Horas con flashes

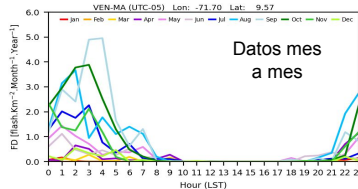
Número de ciclos al día con flashes

Número de horas al día con flashes

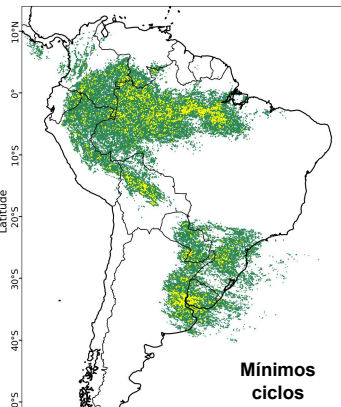
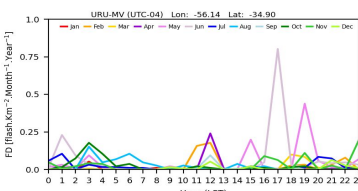
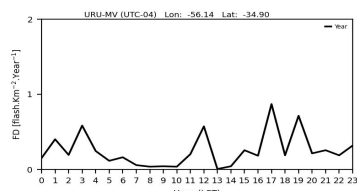
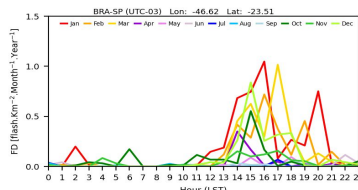
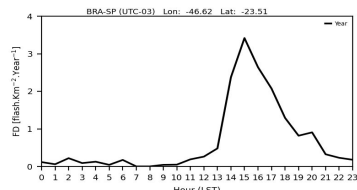
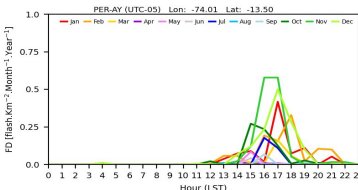
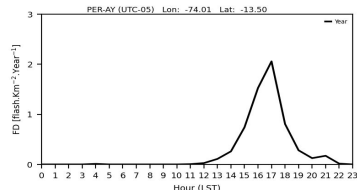
Hora local con mayor ocurrencia de flashes



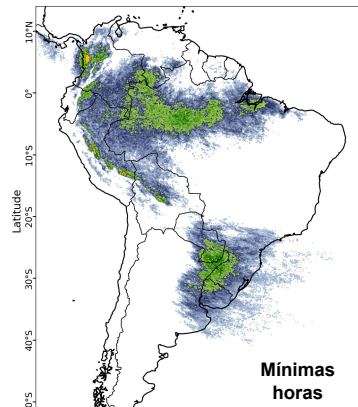
Datos de todo el periodo



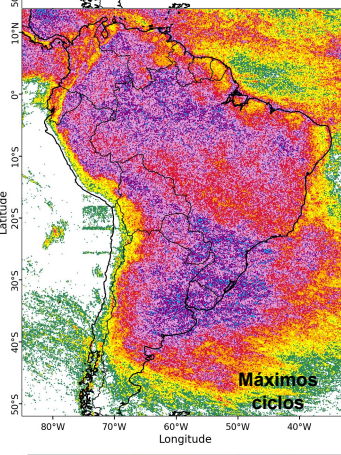
Datos mes a mes



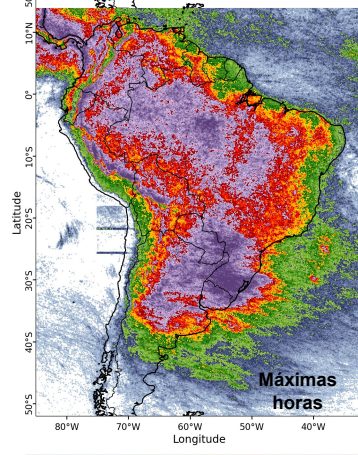
Mínimos ciclos



Mínimas horas

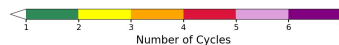


Máximos ciclos

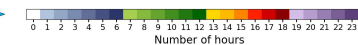


Máximas horas

Artifacts ocurren al mediodía debido a la luz solar

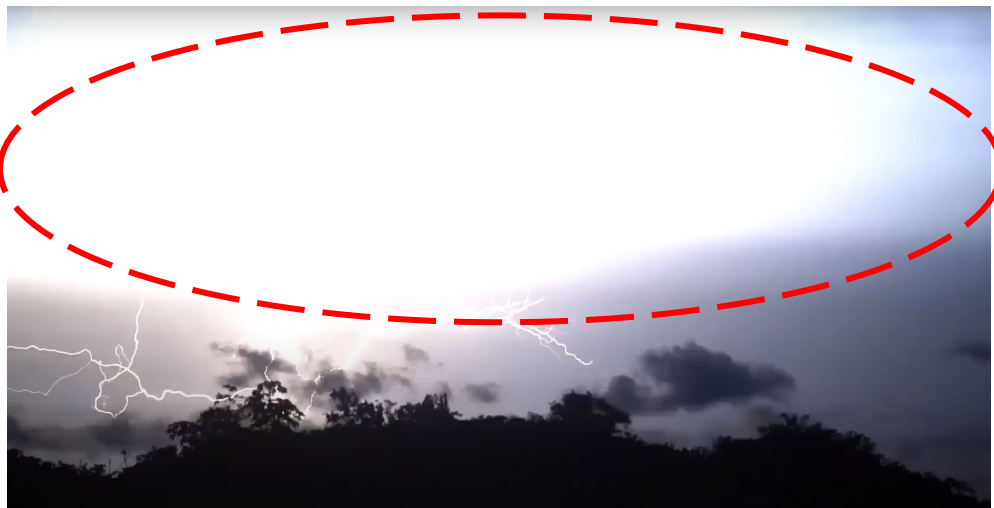


Number of Cycles

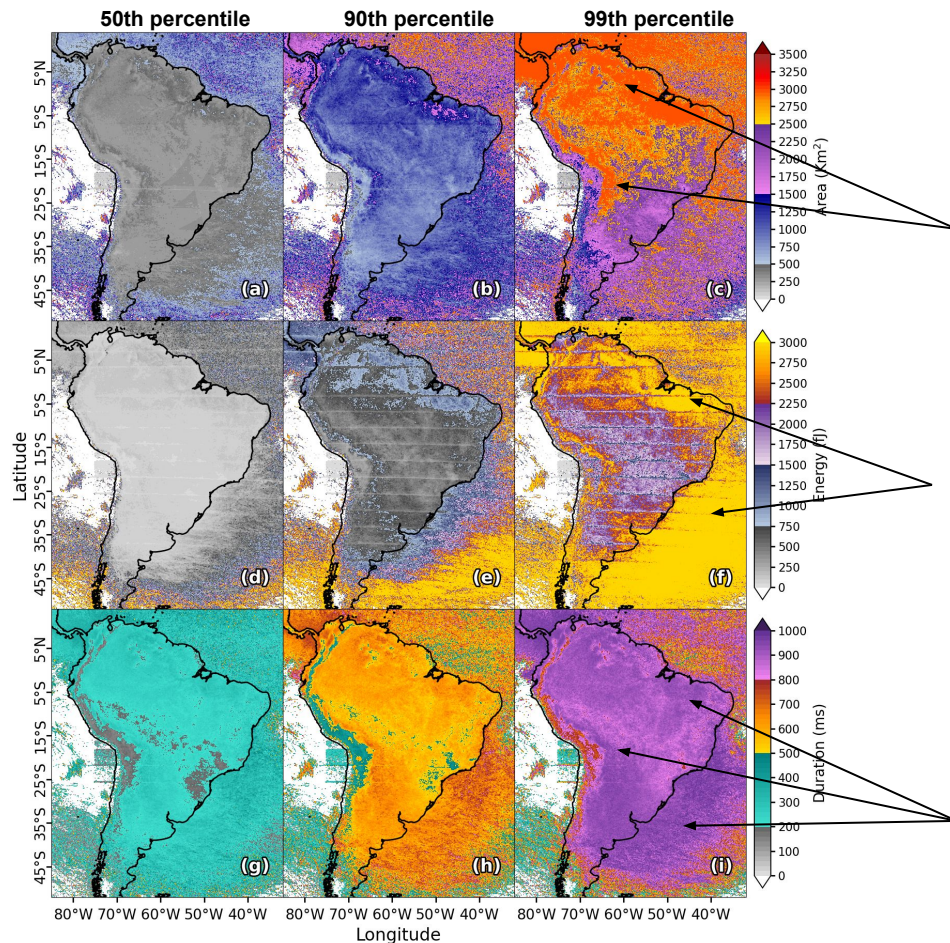


Number of hours

Longitud, tiempo, energía del flash



RESULTADOS



Los flashes sobre el norte y el centro de sudamérica pueden alcanzar mayores áreas.

Los flashes que ocurren sobre y cerca al océano emiten mayor energía.

A excepción de los Andes, casi toda Sudamérica tiene el mismo potencial para presentar flashes con larga duración.

Percentiles de área, energía y duración.
50th, 90th y 99th percentiles de área [(a)-(c)];
50th, 90th y 99th percentiles de energía [(d)-(f)];
50th, 90th y 99th percentiles de duración [(g)-(i)].

CONCLUSIONS (1/2)

- La densidad media anual de flashes obtenidos del GOES-16 presenta una distribución similar observada en satélites de órbita terrestre baja, siendo la principal diferencia la disminución de la actividad eléctrica en Argentina y Paraguay.
- Los lugares con mayor actividad eléctrica (hotspots) en términos de densidad de flashes (>50 flashes.Km-2.Year-1) y número de horas con actividad eléctrica (>18 hours.64Km-2.Year-1) fueron encontrados en Venezuela, Colombia, Perú y Bolivia.
- Las regiones localizadas al este de la cordillera de los andes muestra el mismo potencial que los hotspots para presentar una alta densidad de flashes en cortos intervalos de tiempo (5 minutos) (> 0.15 flash.Km-2.Min-1).
- Los hotspots son causados por un mayor número de horas con actividad eléctrica, antes que una alta densidad de flashes un intervalo corto de tiempo (5 minutos).
- La mayor actividad eléctrica en Sudamérica, en términos de alta densidad de flashes y mayores áreas con descargas eléctricas, ocurre entre septiembre y marzo, mientras que la menor actividad eléctrica ocurre entre junio y julio.

CONCLUSIONS (2/2)

- De forma general, en el Perú, la mayor actividad eléctrica ocurre entre septiembre y noviembre (primavera), mientras que la menor actividad eléctrica ocurre entre junio y agosto.
- Los horarios con mayor actividad eléctrica en Sudamérica ocurren entre las 3 pm y las 12 am.
- De forma general, en el caso del Perú, la mayor actividad eléctrica ocurre entre 12 pm y 6 pm.
- La cordillera de los andes presenta una actividad eléctrica diurna más corta y menos variables de la región, mientras la actividad eléctrica diurna más larga y variable se encuentra en el sureste de Sudamérica.
- Los flashes que ocurren en el norte y centro de Sudamérica logran alcanzar mayores áreas (>2500 Km²) en la región.
- Los flashes que ocurren sobre y cerca al océano presentan una mayor emisión de energía.
- Con excepción de la cordillera de los andes, Sudamérica tiene el mismo potencial para presentar flashes de larga duración (>800 ms).

APLICACIÓN



¿En qué mes mi localidad presenta la mayor ocurrencia de descargas eléctricas?
¿Cual es el horario más peligroso para realizar actividades al aire libre?

Referencias

- Brook, M., Nakano, M., Krehbiel, P., & Takeuti, T. (1982). The electrical structure of the Hokuriku winter thunderstorms. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C2), 1207-1215.
- Cardoso, I., Pinto O. Jr., Pinto I. R. C. A. , and Holle R. L. , 2011: A new approach to estimate the annual number of global lightning fatalities. Preprints, 14th Int. Conf. on Atmospheric Electricity, Rio de Janeiro, Brazil, IUGG/IAMAS International Commission on Atmospheric Electricity, 4 pp.
- Darden, C. B., Nadler, D. J., Carcione, B. C., Blakeslee, R. J., Stano, G. T., & Buechler, D. E. (2010). Utilizing total lightning information to diagnose convective trends. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(2), 167-176.
- Goodman, S. J., Blakeslee, R., & Koshak, W. (2008, January). Geostationary lightning mapper for GOES-R and beyond. In *STAR Science Forum*.
- Goodman, S. J., Blakeslee, R. J., Koshak, W. J., Mach, D., Bailey, J., Buechler, D., ... & Stano, G. (2013). The GOES-R geostationary lightning mapper (GLM). *Atmospheric research*, 125, 34-49.
- Holle, R. L., and López R. E. , 2003: A comparison of current lightning death rates in the U.S. with other locations and times. Preprints, Int. Conf. on Lightning and Static Electricity, Blackpool, United Kingdom, Royal Aeronautical Society, P103-34 KMS.
- Krehbiel, P. R. (1986). The electrical structure of thunderstorms. *The Earth's Electrical Environment*, EP Krider and RG Roble, Eds.
- Mitzeva, R. P., Samardjiev, N., & Saunders, C. P. R. (2003). Charge density in the updraughts of thunderstorms: a numerical study in the frame of a Lagrangian model. *Atmospheric research*, 69(1-2), 51-71.
- Petersen, W. A., & Rutledge, S. A. (1998). On the relationship between cloud-to-ground lightning and convective rainfall. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 103(D12), 14025-14040.
- Ribeiro, B. Z., Machado, L. A., Huamán Ch, J. H., Biscaro, T. S., Freitas, E. D., Mozer, K. W., & Goodman, S. J. (2019). An Evaluation of the GOES-16 Rapid Scan for Nowcasting in Southeastern Brazil: Analysis of a Severe Hailstorm Case. *Weather and Forecasting*, (2019).
- Reynolds, S. E., Brook, M., & Gourley, M. F. (1957). Thunderstorm charge separation. *Journal of Atmospheric Sciences*, 14(5), 426-436.
- Saunders, C. P. R., KEITH, W. D., & MITZEVA, R. P. (1991). The effect of liquid water on thunderstorm charging. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 96(D6), 11007-11017.
- Saunders, C. P. R. (1993). A review of thunderstorm electrification processes. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 32(4), 642-655.
- Saunders, C. (2008). Charge separation mechanisms in clouds. In *Planetary Atmospheric Electricity* (pp. 335-353). Springer, New York, NY.
- Stolzenburg, M., Rust, W. D., & Marshall, T. C. (1998). Electrical structure in thunderstorm convective regions, 3, Synthesis (Paper 97JD03545). *Journal of Geophysical Research-Part D-Atmospheres-Printed Edition*, 103(12), 14097-14108.
- Takahashi, T. (1978). Riming electrification as a charge generation mechanism in thunderstorms. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 35(8), 1536-1548.
- Williams, E. R. (1989). The tripole structure of thunderstorms. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 94(D11), 13151-13167.
- Williams, E., Boldi, B., Matlin, A., Weber, M., Hodanish, S., Sharp, D., ... & Buechler, D. (1999). The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. *Atmospheric Research*, 51(3-4), 245-265.
- Wilson, C. T. R. (1921). III. Investigations on lightning discharges and on the electric field of thunderstorms. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 221(582-593), 73-115.

¡GRACIAS!