

El comportamiento de las lluvias en El Salvador

Marinero, S. ORCID: 0000-0002-2624-2943

Gerencia de Meteorología, Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador.

smarinero@ambiente.gob.sv

Resumen – La ubicación geográfica de El Salvador, en los Trópicos, rige las condiciones climáticas en dos épocas bien marcadas: "Época lluviosa" y la "Época Seca". Las lluvias en El Salvador y los sistemas productores de lluvia de mayor influencia tienen lugar entre los meses de mayo y octubre, presentando un comportamiento bimodal de precipitaciones con dos máximos en los acumulados promedios mensuales, en septiembre y junio. En el mes de julio, entre los dos acumulados máximos se identifica una etapa de disminución significativa de las precipitaciones denominado "Canícula". La canícula en algunas zonas del país suele ser imperceptible y en otras zonas su presencia es muy acentuada. En el período de tiempo que se presenta la canícula, aumenta la probabilidad de ocurrencia de sequías meteorológicas. El artículo describe y resume el comportamiento de las lluvias en El Salvador.

Palabras clave: – clima, lluvia, bimodal, canícula, régimen de lluvia, sequía.

Abstract – The geographical location of El Salvador, in the Tropics, governs the climatic conditions in two well-marked seasons: "Rainy Season" and the "Dry Season". The rains in El Salvador and the most influential rain-producing systems take place between the months of May and October, presenting a bimodal behavior of rainfall with two accumulated monthly averages maximums, in September and June. In the month of July, between the two accumulated maximums, a stage of significant decrease in precipitation called "midsummer drought" is identified. The midsummer drought in some areas of the country is usually imperceptible and in other areas its presence is very pronounced. In the period of time that the midsummer drought occurs, the probability of occurrence of meteorological droughts increases. The article describes and summarizes the behavior of rains in El Salvador.

Keywords: – weather, rain, bimodal, midsummer drought, drought.

I. INTRODUCCIÓN

El Salvador se encuentra geográficamente ubicado en el cinturón tropical, en el istmo centroamericano entre 13° 10' y 14° 30' de latitud norte y entre 87° 40' y 90° 10' de longitud oeste. Limita al norte con Honduras, al sur con el Océano Pacífico, al oeste con Guatemala y al este con Honduras y El Golfo de Fonseca.

Por su ubicación geográfica y su extensión territorial de 21,041 km², El Salvador se categoriza como un país costero. Considerando el régimen de lluvias presente en el territorio salvadoreño y que, a excepción de la precipitación, la mayoría de los parámetros climáticos influenciados por las corrientes marinas

del Océano Pacífico, se presentan sin experimentar variaciones importantes, se identifican únicamente dos temporadas: "Época lluviosa" y la "Época seca" (Marinero, 2018)

A. Precipitación y tipos de precipitación que ocurren en El Salvador

En Meteorología se define precipitación, al hidrometeoro (fenómeno físico que ocurre en la atmósfera) que consiste en un conjunto de partículas de agua en estado líquido o sólido que caen a través de la atmósfera, habitualmente desde una nube, y que alcanzan la superficie terrestre. Atendiendo al tipo de elemento que precipita, hay distintos tipos o formas de precipitación: lluvia, nieve, granizo, etc.

Las precipitaciones de agua en estado líquido se le denomina de forma general "Lluvia". Las gotas que la componen forman una cortina de lluvia con gotas de diferentes tamaños, incluso hay algunas gotas de tan pequeño diámetro que se evaporan antes de caer al suelo. Dependiendo de su tamaño, intensidad o frecuencia las precipitaciones que ocurren en El Salvador se categorizan en llovizna, lluvia, chubasco y tormenta (García, 2009).

1) *Llovizna*. Precipitación de pequeñas gotas de agua cuyos diámetros son iguales o inferiores a 0.5mm (Viñas, 2019). Las gotas, forman una cortina de lluvia uniforme que varía en su intensidad y duración. Este tipo de lluvia es característica de eventos de temporal donde las lloviznas y lluvias son intermitentes y tienen lugar por 24 horas o más, variando de intensidad, y con ausencia de actividad eléctrica.

2) *Lluvia*. Precipitación en estado líquido del agua con gotas cuyo diámetro está comprendido entre 0.5 y 6mm (Viñas, 2019). Dependiendo de su intensidad y duración se les categoriza como, tormentas, chubascos, aguaceros, etc.

3) *Chubascos*. Lluvias que pueden presentarse de moderada a fuerte intensidad, que inician y terminan de forma brusca y *cuya duración varía entre treinta y noventa minutos*. Los chubascos son producto de perturbaciones en la corriente del este (vientos Alisios) favorecida por la orografía, y por los sistemas locales de viento o transporte de aire húmedo desde el Pacífico (Marinero, 2018) y pueden estar acompañadas, o no, de actividad eléctrica y ráfagas de viento.

En el Salvador, aproximadamente el 85% del total de la lluvia proviene de chubascos que muchas veces son acompañados de tormentas eléctricas y el restante 15% es debido a la influencia de lluvias de tipo temporal (MARN, 2017).



Fig. 1. Nube Cumulo Nimbo, nube de tormenta por excelencia. Fuente: DOA-MARN.

4) *Tormentas*. Fenómenos meteorológicos de distinta naturaleza y escala. Lo más común es referirse a descargas eléctricas que acompañan a las precipitaciones, así como también a los vientos rafagosos. Las Tormentas Eléctricas, se originan de una nube que se denomina Cumulo Nimbo (Fig. 1), dentro de la cual tienen lugar descargas eléctricas y da paso a precipitaciones en forma de lluvias o chubascos fuertes. Es común que previo a la tormenta haya un aceleramiento del viento.

II. RÉGIMEN DE LLUVIA EN EL SALVADOR

A. Inicio de estación lluviosa e inicio de estación seca en El Salvador

El régimen de lluvia presenta variaciones durante el año, pero define claramente para la ubicación de El Salvador, dos épocas: una época seca comprendida entre los meses de noviembre y abril, y una época lluviosa que tiene lugar entre los meses de mayo a octubre. El periodo de cambio entre una época y otra se le conoce como transición. Entre los meses de abril y mayo tiene lugar la transición de época seca a lluviosa y de octubre a noviembre la transición de época lluviosa a seca (García y Fernandez, 1996, 1997).

La actividad lluviosa comienza en la franja norte del país y generalmente, puede verse un inicio temprano en el mes de abril. De manera casi simultánea, inicia la época lluviosa en el occidente del país recorriendo la zona central, siendo por lo general el oriente del territorio salvadoreño el último en el que se establece el régimen lluvioso.

La misma secuencia se presenta para el establecimiento de la época de seca, en la que se observa el recorrido en el inicio de la temporada seca de occidente a oriente, con la entrada de sistemas de alta presión, responsables de inhibir la ocurrencia de lluvias.

B. Descripción de la época lluviosa en El Salvador

El régimen de lluvia en El Salvador tiene un comportamiento bimodal, que se observa con la identificación de dos valores máximos de precipitación en los meses de junio y septiembre. Entre los valores máximos de precipitación, se observa un comportamiento de disminución de precipitación hasta llegar a un "mínimo" al cual se le denomina "Canícula". (Guzmán, 1971; García y Fernandez, 1996, 1997).

En El Salvador la canícula se presenta por lo general en la segunda semana de julio y se extiende a los primeros días del mes de agosto. La canícula, es un período anormalmente seco dentro de la estación lluviosa producto de una disminución de la precipitación. En este período, puede haber más días secos y se pueden registrar los acumulados de lluvia diaria que van de bajos a nulos, de tal forma que aumenta la probabilidad de ocurrencia de sequía meteorológica. Estas condiciones favorecen el aumento de la temperatura ambiente y la presencia de días calurosos.

En la mayoría de los casos, los máximos de lluvia acumulada mensual se presentan en los meses de junio y septiembre, siendo septiembre el mes en el que se registra el máximo de la época lluviosa (Fig. 2). Tal comportamiento se ve influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que actúa de manera intermitente durante la época lluviosa y en forma acentuada en los meses de junio y septiembre (DOA-MARN 2022).

En la figura 2, se grafican los acumulados mensuales promedios de precipitación nacionales a partir de la serie climatológica 1991-2020. El resultado muestra el comportamiento bimodal de la lluvia, además, se observa que el valor máximo de 366 milímetros (mm) se presenta en septiembre seguido de junio con 311 mm de lluvia.

Así mismo entre los valores máximos de precipitación de la época lluviosa existe una disminución de precipitación, debido a la influencia de la canícula, de tal forma que julio presenta un acumulado anual promedio de 267 mm.



Fig. 2. Variación de la lluvia acumulada mensual promedio a escala nacional en El Salvador - Serie 1991-2020. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

El mapa climatológico de lluvia anual promedio en El Salvador, obtenido con la serie climatológica 1991-2020 (Fig. 3) muestra que los valores promedio anuales máximos de lluvia oscilan entre los 2000 y 2600 mm. Se observa además que los valores más

altos de lluvia acumulada se concentran en la franja norte del país, en las cordilleras Alotepeque-Metapán y Nahuaretique; así como en los alrededores de la cordillera volcánica occidental Apaneca-Ilamatepec y en la cordillera del Bálsamo en La Libertad.

Las zonas de EL Salvador con valores de precipitación acumulada anual que no superan los 1600 mm, están ubicadas al oriente y occidente del país; entre los departamentos de San Miguel y la Unión; en el sector norte del departamento de Ahuachapán y en los alrededores del lago de Guija de Santa Ana. En el resto del territorio los acumulados anuales oscilan entre los 1700 y 2000 mm (Fig. 3).

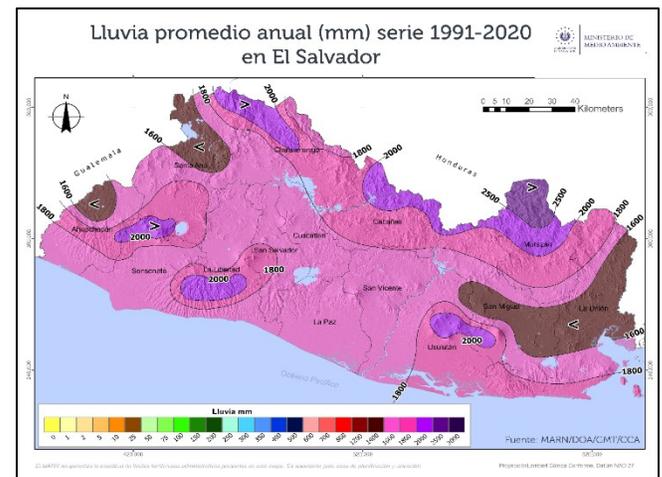


Fig. 3. Mapa de lluvia acumulada promedio en El Salvador. Serie 1991-2020. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

C. Régimen Pluviométrico

El régimen pluviométrico presenta tres variantes vinculadas a las tres regiones del territorio salvadoreño: regiones costeras, regiones de valles interiores y regiones de la zona norte (MARN, 2017).

1) *Regiones costeras.* Régimen bimodal, dos máximos y doble moda. El máximo se presenta en el mes de septiembre y se observa una marcada disminución en los meses de julio y agosto. (Ejemplo Figura 4). En la época lluviosa, las regiones costeras de la zona oriental tienden a presentar un ligero atraso respecto a la costa central y occidental. De igual forma se presenta el desfase en el cambio de época lluviosa a seca, ya que las lluvias en la costa de la zona oriental pueden llegar hasta inicios de noviembre en años húmedos.

2) *Regiones de valles interiores.* El régimen es unimodal. En la figura 5 se observa que, a diferencia de las regiones costeras, los máximos no son tan evidentes, sin embargo, se identifica con mayor claridad un máximo en el mes de septiembre. En el caso del mes de julio el déficit no es extremo y en

ocasiones suele ser imperceptible, debido a que el descenso de los acumulados de lluvia es menor que en el resto del territorio.

3) *Regiones de la zona norte.* Su régimen es bimodal con dos máximos y doble moda. Se presenta en junio el máximo acumulado y en julio una disminución de lluvia en menor magnitud al compararla con las regiones costeras. (Fig. 6)

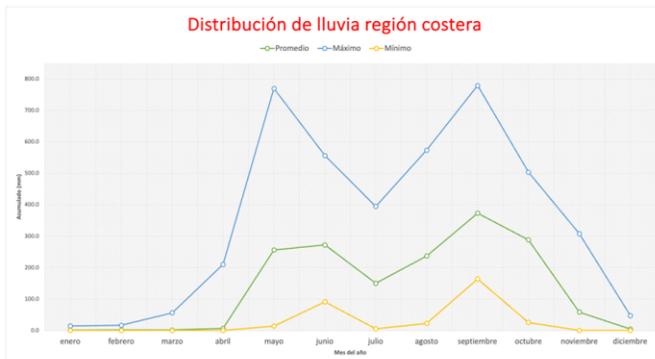


Fig. 4. Régimen bimodal de lluvia en las regiones costeras. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.



Fig. 5. Régimen en las regiones de valles. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

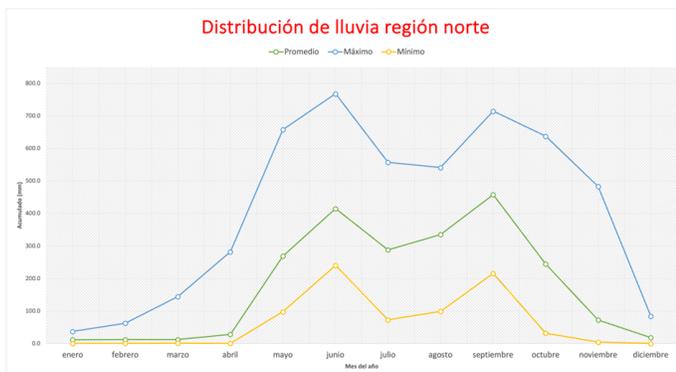


Fig. 6. Régimen bimodal de lluvia de la zona norte. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

III. LA LLUVIA Y EL FENÓMENO DEL NIÑO

La relación entre la lluvia y el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), indica que en ENOS Cálido (El Niño) se presenta una disminución de lluvias, potenciando la canícula y aumentando la probabilidad de registro de sequía meteorológica. El impacto en el régimen de lluvia es mayor durante episodios fuertes y muy fuertes de El Niño, y más aún cuando el océano Atlántico Tropical Norte presenta episodios fríos, es decir hay temperaturas más bajas de lo normal.

En la época lluviosa, la acción de sistemas tropicales y subtropicales favorece o no la presencia de lluvia. Entre los diversos sistemas que existen, los más importantes son las perturbaciones en los vientos alisios a las que se les denomina Ondas Tropicales u Ondas del Este. Asimismo, la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, los sistemas de baja presión y por lo general la influencia indirecta de Ciclones Tropicales como lo son las depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes. (Marinero, 2018)

IV. LA LLUVIA EN ÉPOCA SECA.

Las precipitaciones en época seca generalmente ocurren de manera aislada y en ausencia de actividad eléctrica. Su origen se vincula a la acumulación de humedad, en especial en zonas de montaña, o a la influencia de algún sistema de Frente Frío al entrar en el área del Caribe y Centroamérica.

V. LA CANÍCULA Y SEQUÍA METEOROLÓGICA.

Dentro del período que comprende los valores máximos de precipitación propios del comportamiento bimodal descrito anteriormente, ocurre la Canícula. La canícula se caracteriza por una disminución significativa de las lluvias en plena época lluviosa con presencia de días calurosos y soleados. Su frecuencia es anual y su intensidad depende de los factores atmosféricos presentes (García y Fernandez, 1996; García, 2009).

Durante el periodo canicular aumenta la probabilidad de ocurrencia de tres fenómenos atmosféricos: (i) el aumento de la temperatura ambiente, (ii) el registro de ola de calor, y el más inmediato debido a la disminución de lluvia es (iii) la Sequía. A la sequía la definiremos desde la perspectiva de la meteorología y se entenderá como un período de tiempo sin precipitaciones o con un déficit marcado de las

mismas que se caracteriza por la persistencia de tiempo atmosférico anormalmente seco y con valores de precipitación por debajo del promedio.

La causa inicial de cualquier sequía es la escasez de lluvias o sequía meteorológica, que trae consigo un déficit de humedad en el suelo, incidiendo negativamente en la producción de los cultivos, afectando los distintos ecosistemas y en ocasiones desencadenado diferentes tipos de sequía como la sequía hidrológica y la sequía agrícola.

En El Salvador la caracterización de sequía conlleva a la revisión de diferentes índices que nos indican la presencia/ausencia y persistencia/debilidad de una sequía meteorológica. La manera más básica de caracterizarla es con el conteo de días secos, es decir, días sin presencia de lluvias o con el conteo de días en los que se registra una precipitación acumulada menor a 1mm en 24 horas. En el país se indica la ocurrencia de una sequía meteorológica débil cuando los días secos están en el rango de 5 a 10 días, sequía meteorológica moderada cuando son 11 a 15 días secos, y sequía severa o fuerte cuando son 16 días secos o más. Este conteo cobra más peso y relevancia cuando los días secos se dan de manera consecutiva.

La sequía meteorológica en la mayoría de los casos es desencadenada por el calentamiento de las aguas del Pacífico Ecuatorial Central y en otras ocasiones por un enfriamiento de las temperaturas de la superficie del mar en el Atlántico Norte. El impacto de la sequía se ve potenciado por factores antropogénicos como la deforestación, el mal uso del suelo, entre otros (OMM, 2014; FAO, 2015).

La influencia en el clima del país por parte del sistema océano-atmósfera conocido como variabilidad climática es evidente, con periodos de sequía e inundaciones asociados al Fenómeno de El Niño y La Niña, respectivamente, provocando afectaciones e impactos importantes en diferentes sectores y recursos (agricultura, salud, recursos hídricos etc.).

Se ha observado que los episodios de El Niño han incrementado su frecuencia en los últimos años. Al analizar el número de días secos no consecutivos entre los meses correspondientes al periodo canicular en la zona oriental se destaca que en años deficitarios se contabilizan una cantidad cercana a 60 días secos (Fig. 7).

La susceptibilidad a la sequía en el Salvador (Fig. 8) se distribuye de la siguiente manera (MARN, 2017):

- Sequía meteorológica débil o superior para aproximadamente el 70% del territorio

- Sequía meteorológica moderada o superior para aproximadamente 53% del territorio
- Sequía meteorológica fuerte o severa para alrededor del 35% del territorio salvadoreño.

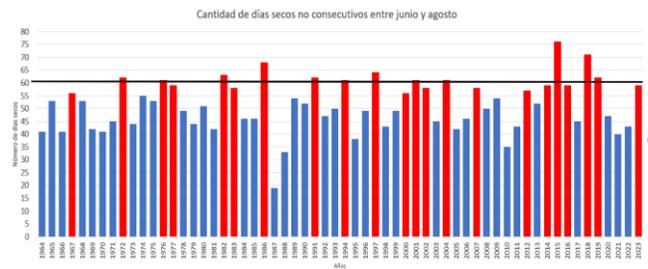


Fig. 7. Cantidad de días secos no consecutivos entre los meses de junio y agosto de los años 1964 a 2022. Tomando como base estación M-24 San Miguel. Fuente: Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

La zona oriental, paracentral y alrededores del lago de Guija se clasifican como zonas con la mayor susceptibilidad a ocurrencia de sequías meteorológicas. La zona central y el departamento de Chalatenango se clasifica como áreas poco susceptibles a la ocurrencia de sequías meteorológicas.

Propensión de sequías meteorológicas

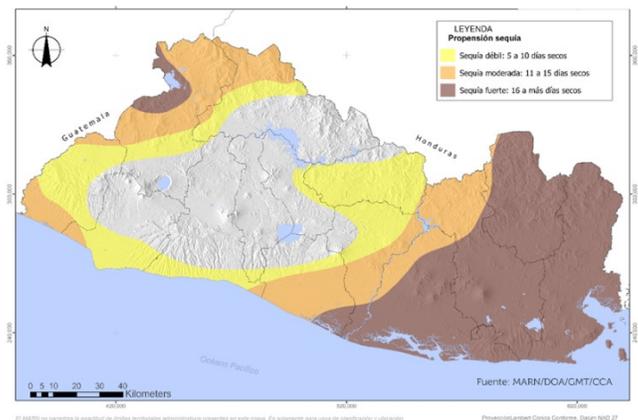


Fig. 8. Mapa de susceptibilidad a la sequía meteorológica en El Salvador. Fuente: MARN-DOA-GMT-CCA.

VI. FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS PRODUCTORES DE LLUVIA EN EL SALVADOR.

En el trópico se observan diversos sistemas atmosféricos, los cuales, al combinarse con escenarios locales en cada región o país, son capaces de generar condiciones meteorológicas adversas. Los tres sistemas atmosféricos productores de lluvia más recurrentes que tienen influencia en El Salvador son las Ondas Tropicales, La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los Ciclones Tropicales (Marinero 2018).

A. Ondas Tropicales

El término "Onda Tropical", hace referencia a una perturbación en los vientos alisios tropicales, es un sistema atmosférico de escala sinóptica dominante que afecta las regiones de: África tropical, Atlántico Tropical, el Caribe y el Pacífico oriental. Estas ondas nacen en África y se desplazan hacia el oeste. En una imagen satelital se reconocen por la convección asociada que forma un patrón nuboso de "V" invertida o en bandas o conglomerados de nubes con un desplazamiento hacia el oeste.

Las ondas tropicales u ondas del este son el producto de una perturbación o inestabilidad que altera un flujo que inicialmente estaba en equilibrio. Un factor importante en el mecanismo que da inicio a las ondas tropicales es la inestabilidad del chorro africano del este, es por ello que la mayoría de las ondas tropicales tienden a formarse en algún lugar entre 15° E y 30° E (África) (Burpee, 1972; Hsieh, J.-S., y Cook, K. H. (2005).

En ocasiones estos sistemas, se fortalecen de tal forma que llegan a formar ciclones tropicales o logran alcanzar la cuenca del Pacífico nororiental.

1) *Estructura de una Onda Tropical.* En términos generales, las ondas tropicales son de núcleo frío, aproximadamente hasta el nivel de 600 hPa (alrededor de unos cuatro mil metros de altitud) y exhiben un núcleo caliente débil a mayor altura (Laing y Byrd, 2012).

2) *Variabilidad.* Normalmente, la duración de la temporada de ondas tropicales es mayor en años húmedos (años en que las precipitaciones se comportan arriba de la media climatológica), por consiguiente, en los años secos (años en que las precipitaciones se comportan por debajo de la media climatológica) están marcados por una menor actividad de ondas tropicales (Grist, 2002).

Lo anterior se puede relacionar con la influencia del ENOS (El Niño-Oscilación del Sur). De manera general y a nivel centroamericano la fase cálida (El Niño) significa para Centroamérica y El Salvador, la presencia de un año seco. Es en la fase cálida donde los vientos asociados al Chorro de Bajo Nivel del Caribe (CLLJ por sus siglas en inglés) son más fuertes de lo normal y ocasionan que las precipitaciones en Centroamérica sean menos frecuentes en la vertiente del Pacífico; y que se reduzca el desarrollo de las Ondas Tropicales que tengan influencia sobre Centroamérica.

La fase fría (La Niña) en Centroamérica produce el efecto contrario, es decir, un aumento en las

precipitaciones e incremento en la incidencia de ondas tropicales. (Amador, 2008).

Si bien las ondas tropicales pueden formarse en cualquier momento entre mayo y mediados de octubre, alcanzan su máxima intensidad y frecuencia durante los meses de julio, agosto y septiembre. La migración y el pico estacional de las ondas tropicales están vinculados al ciclo del chorro africano del este, pudiendo establecer una frecuencia entre una onda y otra en periodos 3 a 5 días. Además, las Ondas Tropicales pueden evolucionar a ciclones tropicales y tener su influencia en la región de esta manera (Laing y Evans, 2016).

3) *Peligros e impactos.* Los impactos más frecuentes de las ondas tropicales son lluvias intensas, y tiempo severo como: fuerte actividad eléctrica, fuertes vientos, granizo entre otros. También contribuyen al transporte de grandes cantidades de polvos minerales a través del norte de África y, desde allá, hasta el Caribe y las Américas (Ventrice et al., 2011).

B. Zona de Convergencia Intertropical

La Zona de Convergencia Intertropical, es un área de bajas presiones que rodea el globo terrestre, manteniendo inestabilidad, nubosidad, humedad y lluvias. Se forma por la convergencia de los vientos alisios del hemisferio norte y del hemisferio sur.

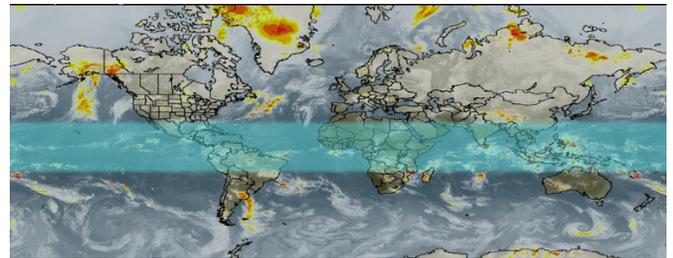


Fig. 9. Línea marcada en celeste representa a los trópicos y el área en la que puede modular la ZCIT, también es la zonas probables de ciclogénesis.

La tierra cuenta con un ecuador "terrestre" (0° de latitud), y es en este y sus alrededores donde la atmósfera tiene mayor espesor, y existe mayor concentración de humedad y calor. De igual manera se puede ubicar un "ecuador térmico" cercano al ecuador, pero ligeramente desplazado al hemisferio norte. El ecuador térmico oscila o modula estacionalmente al norte o al sur "siguiendo" el calor. La franja térmica en el hemisferio norte está relacionada con la zona de convergencia, con su

activación a actividad lluviosa y de tormentas incluso de los Monzones.

Durante el verano del hemisferio norte (junio, julio y agosto), la zona de convergencia modula al norte siendo un sistema importante en la temporada de lluvias en la región centroamericana. Esta modulación al norte o al sur además de ser producto de los cambios de temperatura puede ser producto de la interacción de sistemas ciclónicos, ondas tropicales, bajas presiones que la "halan" y de esta manera modula su ubicación y su área de influencia.

En los meses de la época lluviosa, el acercamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) favorece a la formación de perturbaciones, es decir, campos nubosos que pueden cubrir todo el país y dar paso a condiciones atmosféricas que se conocen como temporales, con precipitaciones continuas que generan acumulados altos de lluvia, siendo el sector sur del país el más afectado y que se extiende al oriente y parte de la zona paracentral del país (Maldonado, 2018).

C. Ciclones Tropicales

El termino Ciclón Tropical es el más general para referirse a grandes perturbaciones que se producen en regiones tropicales de la atmosfera, donde las aguas del océano son cálidas (con temperatura promedio alrededor de los 28°C). Estos sistemas se caracterizan por el desarrollo de una baja presión, en la cual los vientos giran en torno a su centro con máxima velocidad en sentido antihorario, creando un extenso campo nuboso en forma de espiral el cual puede extenderse de varios a cientos de kilómetros. Los ciclones tropicales se categorizan principalmente considerando la velocidad máxima asociada al centro de la baja presión (Marinero, 2007).

Los ciclones tropicales se forman alrededor del globo en zonas tropicales, y a estos sistemas ya bien organizados se les denomina de diferente forma, por ejemplo, en la cuenca del Pacífico oriental y el Atlántico norte se les conoce como Huracanes; Tifones es el nombre que adopta en el Pacífico occidental y ciclones en regiones como la India (Fig. 10).



Fig. 10. Áreas de formación de Ciclones tropicales y el nombre con el que se le conoce en cada región.

De acuerdo a su clasificación asociada a la velocidad de vientos se tiene:

1) *Depresión Tropical*: sistema formado por nubes con movimiento definido con vientos máximos sostenidos menores a los 60 km/h

2) *Tormenta Tropical*: sistema formado por nubes con movimiento bien definido, cuyos vientos máximos sostenidos en su centro oscilan entre 61 y 119 km/h

3) *Huracán*: es un ciclón tropical de intensidad máxima y potencialmente destructivo, con vientos máximos que alcanzan y superan los 120 km/h. A medida que estos se fortalecen y por la velocidad máxima de los vientos se clasifican en: (i) Huracán y (ii) Huracán Mayor. De las 5 categorías de huracanes, la 3, 4 y 5 se encuentran dentro de la clasificación de huracán mayor.

- Huracán categoría 1: vientos de 120 a 153 km/h, considerado muy peligroso.
- Huracán categoría 2: vientos de 154 a 177 km/h, considerado extremadamente peligroso
- Huracán categoría 3 (huracán mayor): vientos de 178 a 208 km/h, causa daños devastadores
- Huracán categoría 4 (huracán mayor): vientos de 209 a 251 km/h, causa daños catastróficos.
- Huracán categoría 5 (huracán mayor): vientos de 252 km/h o más, causando daños catastróficos a gran escala.

La temporada de huracanes inicia para la cuenca del Pacífico el 15 de mayo, mientras que para la cuenca del Atlántico el 1 de junio y finaliza para ambas cuencas el 30 de noviembre. A la fecha no es posible saber en qué momento o lugar se desarrollará uno de estos sistemas. Es debido a lo anterior que es necesario un monitoreo continuo en la génesis del desarrollo de las mismas.

En 1998 entre el 29 de octubre y el 4 de noviembre, el huracán Mitch impactó a Centroamérica, incluido

El Salvador. El huracán Mitch alcanzó la categoría huracán 5, antes de su ingreso a territorio hondureño.

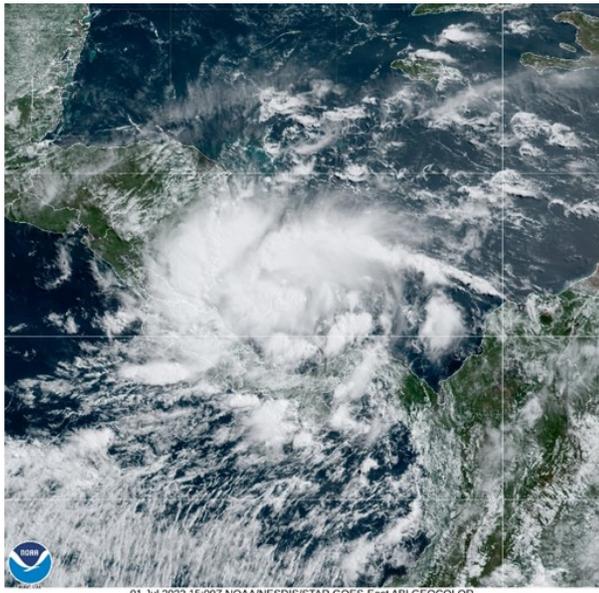


Fig. 11. Huracán Bonnie, 1 de julio 2022. Influenció en el Salvador con lluvias del 1 al 4 de julio 2022. Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration -NOAA-

En El Salvador y de manera paralela para todo Centroamérica, los sistemas ciclónicos que comúnmente tienen influencia son los de la cuenca del Atlántico, específicamente los que entran en el Caribe y en el Golfo de México; los ciclones del Pacífico generalmente pueden influenciar en sus etapas tempranas ya que usualmente estos se desarrollan en el Pacífico, al sur de las costas de México. Sin embargo, puede modular a ZCIT y generar tiempo atmosférico en El Salvador.

REFERENCIAS

- Amador, J. A. (2008). The Intra-Americas Sea Low-level Jet Overview and Future Research, 188, 153-188. <https://doi.org/10.1196/annals.1446.012>
- Amador, J. A., Rivera, E., Mora, G., Sáenz, F., y Calderón, B. (2016a). The easternmost tropical Pacific. Part I: A climate review, 64(June 2006), 1-22.
- Amador, J. A., Rivera, E., Mora, G., Sáenz, F., y Calderón, B. (2016b). The easternmost tropical Pacific. Part II: Seasonal and intraseasonal modes of atmospheric variability, 64(February).
- Burpee, R. W. (1972). The origin and structure of easterly waves in the lower troposphere of north Africa.
- DOA-MARN (2022). Normales climatológicas series: 1991-2020 publicación. https://srt.ambiente.gov.sv/norma_1991_2020.html
- FAO (2015). Entendiendo el impacto de la sequía provocada por El Niño en el área agrícola mundial: una evaluación utilizando el Índice de Estrés Agrícola de la FAO (ASI). ISSN 2071-0992. Roma
- García, L. A. (2009). Régimen de lluvia y caudales en El Salvador, se relación con la variabilidad climática (forzantes Oceánicos-Atmosféricos) para la construcción de mapas de amenazas por déficit o exceso de lluvias. Universidad de Costa Rica.
- García, L. A., y Fernández, W. (1997). Un Análisis de la Lluvia Diaria en EL Salvador: La Canícula y el Comienzo y el Final de la Estación Lluviosa. Revista Geofísica.
- Grist, J. P. (2002). Easterly waves over Africa. Part I: The seasonal cycle and contrasts between wet and dry years.
- Guzmán, G. (1971). Publicación técnica n°10. Meteorología Sinóptica y Climatología de Centroamérica, especialmente de El Salvador. Servicio Meteorológico de El Salvador, 1-14.
- Lain, A. (2016). Introducción a la Meteorología Tropical Recuperado de https://www.meted.ucar.edu/tropical/textbook_2nd_edition_es/index.htm
- Laing, A., y Byrd, G. (2012). Ondas tropicales del este. Recuperado 14 de abril de 2018, de: https://www.meted.ucar.edu/tropical/synoptic/Afr_E_Waves_es/index.htm
- Maldonado, T., Alfaro, E., Amador, J., y Rutgersson, A. (2018). Regional precipitation estimations in Central America using the Weather Research and Forecast model. Revista Biología Tropical, (May). <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.33303>
- Marinero S. (2018.c). Estudio de sensibilidad del pronóstico de lluvias a las parametrizaciones de cúmulos en el modelo WRF para El Salvador Trabajo final de graduación de Maestría, Universidad de Costa Rica
- Marinero S. (2007) Apuntes de Meteorología Básica. El Salvador
- MARN. (2017). Informe Nacional del Estado de los Riesgos y Vulnerabilidad 2017.pdf. Recuperado de http://www.marn.gob.sv/descarga/informe-nacional-del-estado-de-los-riesgos-y-vulnerabilidad_2017/?wpdmdl=37390&yind=UiHFzBqmlccEcsnEkB_98a8lsxnthf4uBjZZIqtKNG9NRZM2-z_WGmB1UKvsZ5FV73Ru8ac4H_iFTnFZmQi3acSvvCdNCJBywCcjulxR0Vac6j3ntRp8idUa8W1eqF_
- OMM (2014). El Niño/oscilación del sur. OMM—no 1145. Ginebra
- Rivera, E. R., y Amador, J. A. (2008a). Predicción Estacional del Clima en Centroamérica mediante la reducción de escala dinámica. Parte 1. Evaluación de los modelos de Circulación General CCM3.6 y ECHAM4.5. Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones, 16(1), 76-104.
- Ventrice, M. J., Thorncroft, C. D., y Roundy, P. E. (2011). The Madden Julian Oscillation's influence on African easterly waves and downstream tropical cyclogenesis.
- Viñas J. M. (2019). Conocer la meteorología, diccionario ilustrado del tiempo y clima.