



VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA CIUDAD DE TRUJILLO (PERÚ)

Climate variability in the city of Trujillo-Perú

CARLOS A. BOCANEGRA GARCÍA
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

KEYWORDS

*Climate
Climate change
Climatic variability
Climate classification
Transformation of the terrestrial
ecosystem*

ABSTRACT

What has been happening in the city of Trujillo (Peru), is a notorious change in climatic variability that has occurred especially since the 1990s, attributable to the transformation of what was a desert coastal ecosystem by an impressive cover of vegetables (Chavimochic irrigation project). The methodology responds to a descriptive study that consisted of collecting secondary information on variables such as temperature, humidity, and precipitation. The conclusions corroborated the hypothesis that the transformation of the coastal desert ecosystem by artificial vegetation contributes to climatic variability in the city of Trujillo.

PALABRAS CLAVE

*Clima
Cambio climático
Variabilidad climática
Clasificación climática
Transformación de ecosistema
terrestre*

RESUMEN

Lo que viene ocurriendo en la ciudad de Trujillo (Perú), es un notorio cambio en variabilidad climática que se presenta sobre todo a partir de la década de 90, atribuible a la transformación de lo que fue un ecosistema costero desértico por una impresionante cubierta de vegetales (proyecto de irrigación Chavimochic). La metodología responde a un estudio descriptivo que consistió en la recopilación de información secundaria sobre variables como temperatura, humedad, y precipitación. Las conclusiones corroboraron la hipótesis de que la transformación del ecosistema desértico costero por vegetación artificial aporta a la variabilidad climática en la ciudad de Trujillo.

Recibido: 07/ 11 / 2022

Aceptado: 08/ 01 / 2023

1. Introducción

La población mundial y en particular los gobernantes se encuentran preocupados por los crecientes y cada vez más frecuentes de los climas extremos que se presentan en los territorios ya no cíclicamente sino de forma recurrente y más intensos. Una preocupación que forma parte del debate vivo en redes (Caldevilla-Domínguez et al., 2008 y 2022; Durán Medina, 2006 y Sierra-Caballero, 2018) y de los fenómenos de desinformación asociados (Rodríguez y Barrio, 2015). Siempre el clima como factor ambiental ha incidido en las actividades humanas y del territorio, sus fluctuaciones o anomalías son denominadas como variabilidad climática (Gómez Quezada, 2011) y si se analiza a largo plazo se habla de cambio climático. Comprender los procesos y conocer el origen de la variabilidad climática permite tener mejores posibilidades de gestión del riesgo de desastres por cuanto se conoce que las actividades productivas tienen relación directa con las condiciones climáticas que determinan las amenazas, vulnerabilidad y resiliencia. Sin duda su estudio permite reducir las pérdidas humanas, infraestructura y calidad de vida. El cambio climático y la variabilidad climática afectan el bienestar humano por lo que se requiere ampliar las investigaciones sobre este tema para enfrentar con mejores condiciones los embates de los climas extremos y por otra parte mitigar los impactos y desarrollar estrategias de adaptación (Fernández Reyes et al., 2015).

No se pueden ignorar las evidencias del cambio climático global. Sin embargo, también se observan cambios climáticos locales, debido a la transformación que el hombre realiza en los ecosistemas naturales, manipula y modifica a su antojo la naturaleza. Constituyen ejemplos representativos: Intentos por provocación de lluvias, disipación de niebla, eliminación de granizo, supresión de rayos, domesticación de tornados, derretimiento de nieves, y, como logros, desviación de mares y cauces de ríos y construcción de grandes represas e irrigaciones, además de transformaciones de ecosistemas como son las grandes irrigaciones que han impactado en las características climáticas locales. Según el Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2017), la variabilidad climática no es más que las variaciones del estado medio y características del clima en las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad está relacionada a procesos internos naturales del sistema climático o a variaciones de presión externa natural o antropógeno. También se dice que la variabilidad climática es una medida del rango de cambio de la temperatura o patrones de lluvia, que presentan una variación interanual. La variabilidad climática se evidencia en el cambio de temperatura local, regional y hemisférica y puede presentarse como variabilidad climática terrestre. Actualmente se evidencia con mayor frecuencia y recurrencia nunca vista de aumento de la temperatura terrestre, alteraciones en el clima, del ciclo del agua que se manifiestan en inundaciones (IDEAM, 2018).

La ciudad de Trujillo, parte de la costa desértica de zona norte del Perú y desde finales de la década de los 90 se puso en marcha uno de los más grandes proyectos hidráulicos costeros denominado Chavimochic que comprende III etapas, de las que están en ejecución la I y la II. Se inicia en la bocatoma en el río Santa (Región de Ancash), a 412 m.s.n.m, con una capacidad de captación de 105m³/s. Los túneles y canales atraviesan los Valles de Chao, Virú y Moche. La III etapa que comprende el valle de Chicama aún no está construido. El área total beneficiada por el sistema es de 144.385 has, de las cuales se han ganado al desierto 60.075 has. El proyecto además garantiza el suministro de agua a 78.310 has de tierras de los Valles que ya eran cultivados, pero que no tenían el agua durante todo el año (CORPEI, 1983). El proyecto Chavimochic ha significado la modernización de la actividad agrícola en la región La Libertad y costa norte del Perú, las nuevas empresas han realizado significativas inversiones en el campo y en sus plantas industriales, utilizando tecnología de punta. Las empresas agroindustriales utilizan el riego por goteo y desarrollan investigación científica mediada por redes (López Frías, 2014), actividades culturales según los principios de RSC perfilados por Viñarás Abad (2010), y desarrollan nuevas estrategias de manejo de los cultivos alcanzando mejores niveles de producción incluso superiores a los promedio nacionales e internacionales. Según Inga (2016), al año 2012 la producción alcanzó un valor bruto de US\$ 536 millones, 11,9 veces más de lo alcanzado en 1981, cuando no existía el Proyecto. Las exportaciones de productos agroindustriales aumentaron de US\$ 12,7 millones en 1995 a US\$ 700,3 millones en el 2016, en este escenario las empresas agroexportadoras crearon 72,600 nuevos puestos de trabajo directo.

En el Perú, existe información sobre problemas vinculados al cambio, variabilidad climática y modelos ejemplares de adaptación por regiones (Damonte *et al.*, 2017). El cambio climático en los Andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática (Lozano *et al.*, 2021) cuyas consecuencias recorren todo el rango desde las puras cuestiones de afecciones a la biodiversidad hasta efectos en el tejido social (Barrientos-Báez *et al.*, 2020). Desarrollo rural: Influencia de la variabilidad climática en las prácticas productivas ancestrales de una comunidad indígena (Espinoza, 2020), Los Grandes Sistemas de Riego y el Cambio Climático: Márgenes y Medidas de Gestión” (Hendriks, 2009), en general orientadas a la zona andina y no costera. Otras investigaciones son muy generales o se centran en los aspectos económicos de este tipo de transformaciones (Caldevilla-Domínguez *et al.*, 2020) y no dan cuenta del impacto de la variabilidad climática por transformación del ecosistema desértico natural. En la región de Piura se realizó un estudio sobre la variación de los factores climáticos que evidenció, que el decenio más caluroso ocurrió entre el 2006 y el 2015 llegando a 18,04 °C promedio mes/año, mientras que entre 1976 a 1985 fue de 13,41 °C, lo cual demuestra un incremento indudable atribuible al cambio climático y con influencia

en la productividad de las cosechas, en la distribución y variabilidad de las especies vegetales, influyendo en la fenología y extinción de especies nativas (Peña y Calero, 2018).

Las poblaciones humanas actualmente se encuentran interesadas en disminuir su vulnerabilidad ante los fenómenos meteorológicos y climáticos que condiciona su calidad de vida, toda vez que cualquier cambio que se produzca en un componente, actuará o redundará en la variación de las condiciones climáticas cuyos pronósticos son cada vez más inciertos. Dentro de este contexto, y considerando que actualmente la población de la ciudad de Trujillo se encuentra preocupada por la variabilidad climática que vive y con la finalidad de explicar por qué Trujillo ya no se puede seguir llamada la “ciudad de la eterna primavera”, se planteó la presente investigación. Se pretende identificar, analizar e interpretar los cambios en las condiciones climáticas que dan cuenta que la actual definición de clima para la ciudad de Trujillo para comprobar que ya no se corresponden con la realidad por las fluctuaciones espaciotemporales y bajo fundamentos físicos, que explican el por qué de este comportamiento climático. Se pretende contribuir a desarrollar estrategias de adaptación a la variabilidad y el cambio climático en el país.

2. Metodología

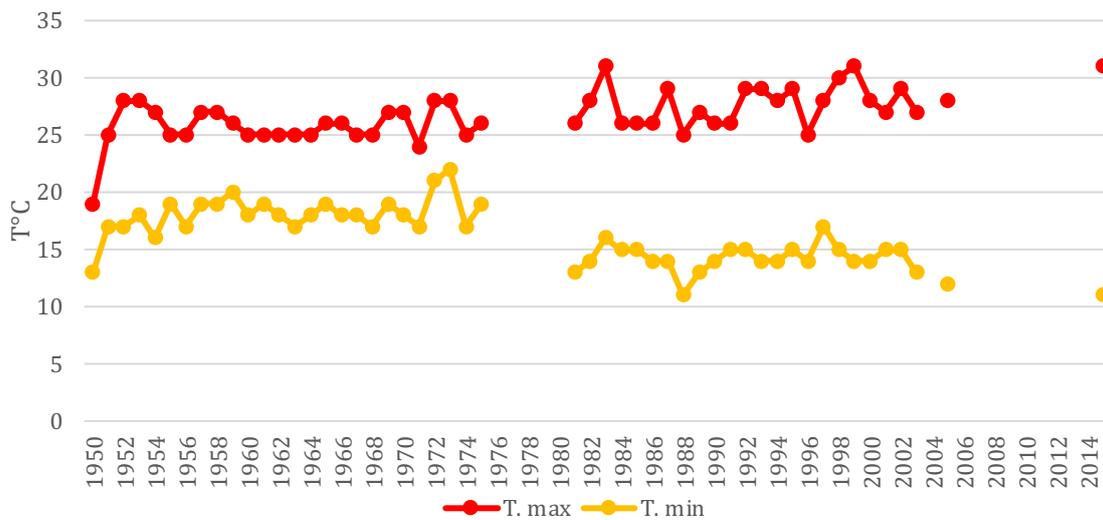
La investigación se enfocó en identificar y asumir los aspectos teóricos necesarios para determinar las evidencias de la variabilidad climática que se viene presentando en la ciudad de Trujillo, a partir de datos meteorológicos e investigaciones de investigaciones realizadas por diversos autores e instituciones. Los datos para evaluar la variación climática se tomaron de la Estación de la Corporación peruana de aviación comercial (CORPAC) para el periodo entre 1950 al 2004, la Estación meteorológica del proyecto Huaca del Sol y la Luna (2018) para el periodo de 2006 al 2016, la Gerencia Regional de Agricultura (2010) y el INEI (2010). En ese sentido, es un estudio descriptivo de las condiciones del clima a través del tiempo, lo cual implica cumplir con el objetivo de esta investigación que es la relación entre los factores, los actores y las variables. La investigación descriptiva en este caso está orientada a describir, los componentes principales, una realidad en particular tal como señala Guevara *et al.* (2020).

3. Resultados

3.1. Variación de la Temperatura Ambiental

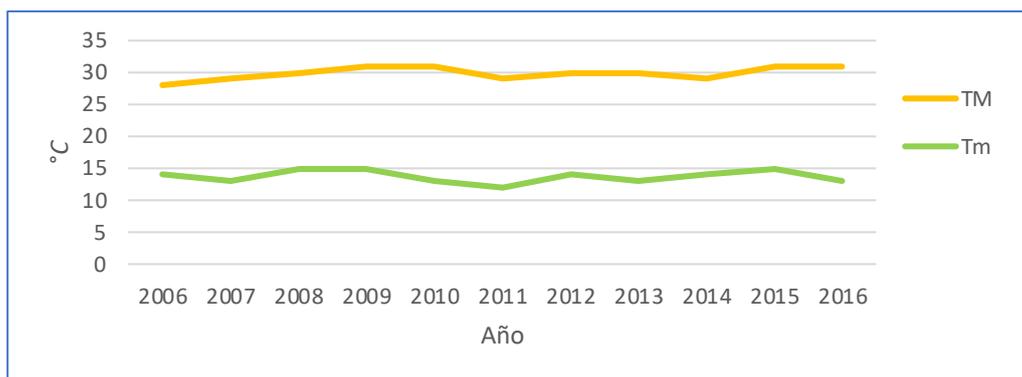
Según los registros de CORPAC (Corporación Peruana de Aviación Comercial), desde 1950 a 1970, la temperatura media anual ambiental en la ciudad de Trujillo se mantuvo en el rango de 16 a 26 °C a excepción de los años 1952 y 1973 donde alcanzó valores de 27 °C (eventos El Niño) y el valor más bajo en 1950 con 12 °C (Es importante mencionar que en la serie de datos no se tiene registros de los años 1975,76,77 y 78). Es a partir de la década de los 80 que se manifiesta un cambio significativo en la temperatura ambiental con valores promedio de temperatura que van desde los 15°C de temperatura mínima a los 28 °C de temperatura máxima, con máximas de 31 °C en 1983 y 1998 (eventos El Niño). En la figura 1.se observan dos escenarios de temperaturas entre 1950 y 1975?, donde se alcanzan máximas de temperatura media anual de 26 °C y mínimas de temperatura media anual de 16 °C y entre el año 1980 al 2004 con máximo de 31°C y mínimo de 12 °C. Este resultado marca una notable diferencia entre los rangos de temperatura media anual. Si observamos la figura 2, podemos evidenciar que el escenario climático referido a las temperaturas máximas y mínimas mantienen la tendencia del periodo entre 1980 al 2004, vale decir la amplitud de la brecha es notoria alcanzando valores de 31 °C y de 12°C.

Figura 1. Representación de la variabilidad de la temperatura ambiental promedio anual (°C) en la ciudad de Trujillo (1950-2014)



Fuente: CORPAC de 1950 a 2004, adaptación del autor.

Figura 2. Representación de la variabilidad de la temperatura ambiental promedio anual (°C) en la ciudad de Trujillo (2006-2016).

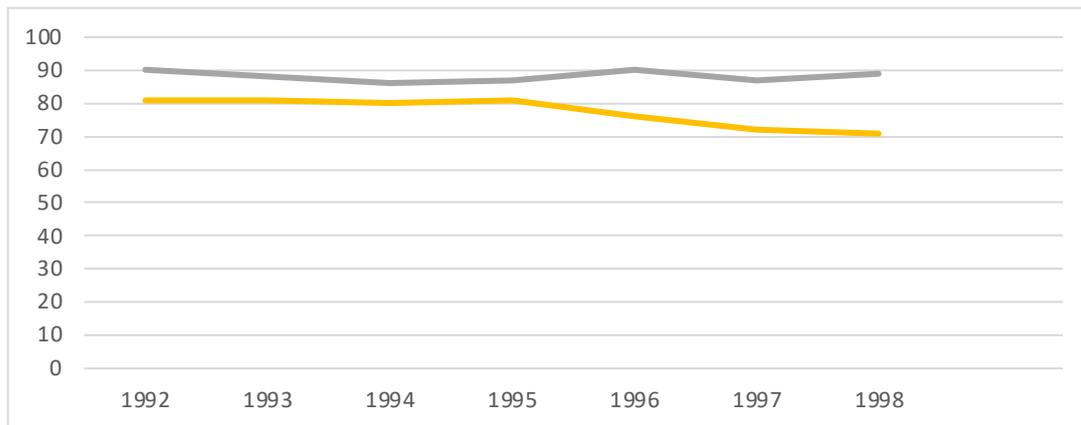


Fuente: Estación Meteorológica del proyecto Huaca del Sol y la Luna (2006 -2016).

3.2. Variación de la Humedad Relativa.

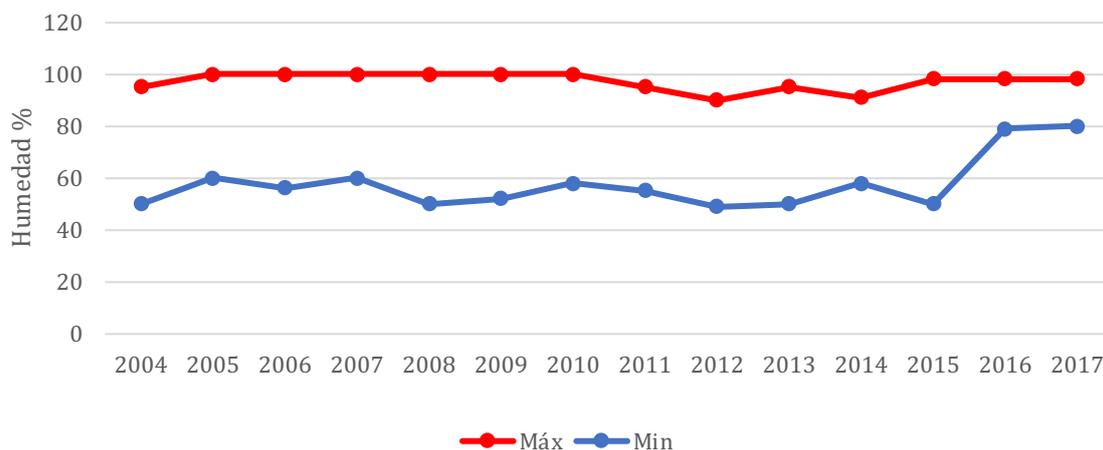
En la figura 3, se observa cómo la humedad relativa máxima y mínima anual se mantiene en un rango de 70 a 90%, valores correspondientes a la etapa anterior al inicio del proyecto de irrigación costero de Chavimochic. La Figura 4, evidencia que los valores de humedad relativa aumentan al 100 % y a partir del año 2016 se muestra que la brecha entre los valores máximos y mínimos se acortan, estos resultados estarían relacionados con la ampliación de la frontera agrícola.

Figura 3. Variabilidad máxima y mínima anual de la humedad media relativa (%) en la ciudad de Trujillo, 1992-1998



Fuente: Gerencia Regional de Agricultura (2010).

Figura 4. Variabilidad máxima y mínima anual de la humedad relativa media (°C) en la ciudad de Trujillo, 2004-2017

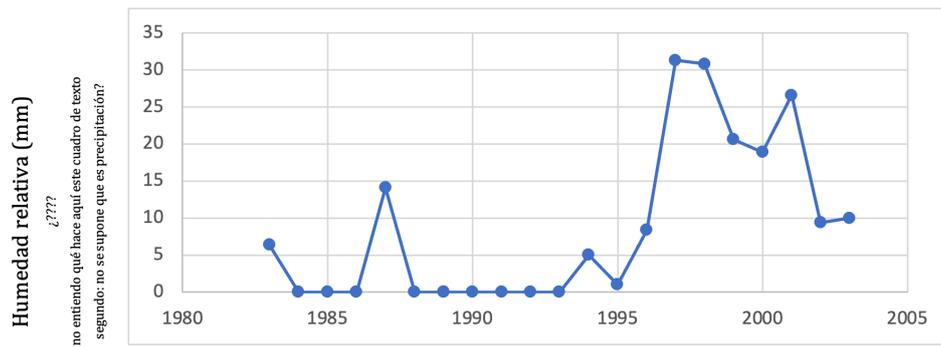


Fuente: Estación meteorológica proyecto Huacas del Sol y la Luna, 2018.

3.3. Variación del patrón de Precipitaciones

La Figura 5 nos muestra la variación del patrón de lluvias para la ciudad de Trujillo, dos escenarios bien definidos, el primero entre la década del 80 al 90 con escasa precipitaciones y el segundo entre finales del 90 e inicios del 2000 con precipitaciones frecuentes y valores altos. El evento climático extremo denominado Fenómeno El Niño se muestra con los valores **más altos correspondientes a los años 1986, 1987, 1997, 1998 y 2002.**

Figura 5. Variabilidad de las precipitaciones total promedio anual (mm) en la ciudad de Trujillo (1980-1985)



Fuente: Gerencia Regional de Agricultura (2010).

Los registros de la Estación meteorológica del proyecto Huacas del Sol y la Luna (ubicada en la ciudad de Trujillo), muestran el acumulado de lluvias que evidencia una tendencia al alza, con valor extremo en el año 2017 (Figura 6). Estos valores muestran la continuidad del escenario de mayor frecuencia e intensidad de precipitaciones en la ciudad de Trujillo.

Figura 6. Variabilidad del acumulado de lluvias (mm) en la ciudad de Trujillo (2004-2017)

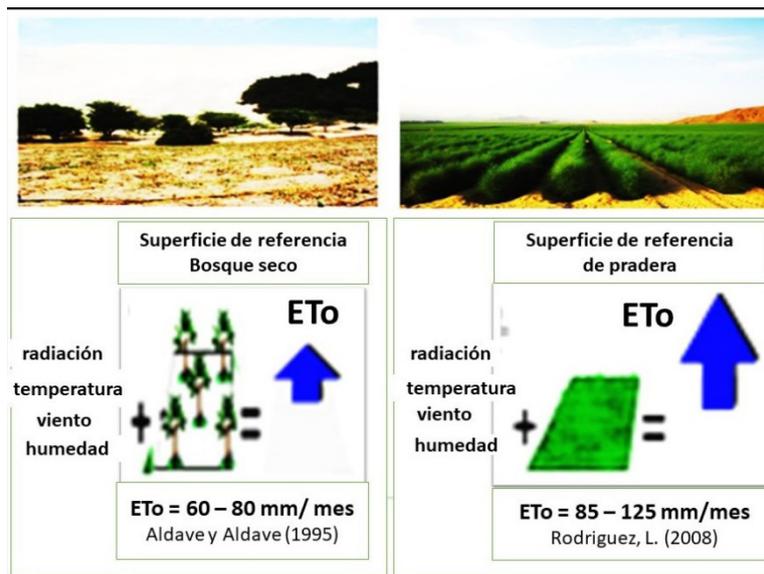


Fuente: Estación meteorológica del proyecto Huacas del Sol y la Luna, 2018.

3.4. Variación de la evapotranspiración

La figura 7, representa los efectos de la transformación del ecosistema desértico por el de cultivos de vegetales, los que sin duda alguna ha significado un aporte importante en la modificación climática ocurrida en la ciudad de Trujillo. Es notorio el cambio brusco de la evapotranspiración, una cosa es la evapotranspiración de un ecosistema arenoso con bosque seco (algarrobales) y otra muy diferente de un ecosistema de vegetación. Si tenemos en cuenta que años antes del proyecto Chavimochic la evapotranspiración era de 60-80 mm/mes (Aldave y Aldave, 1995); actualmente con el proyecto de irrigación costera la evapotranspiración ha venido oscilando entre los 85 y 125 mm/mes (Rodríguez, 2008); esto obedecería a una mayor cubierta vegetal por la ampliación de la frontera agrícola.

Figura 7. Representación de la transformación del ecosistema desértico costero, por cultivos de vegetales

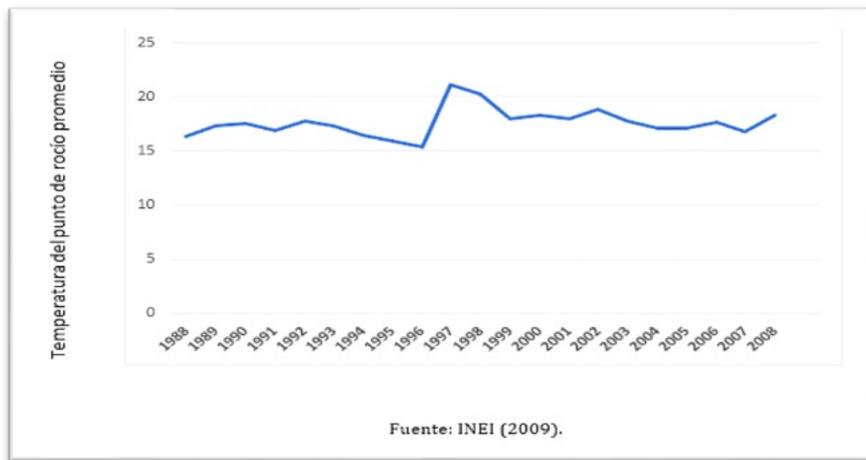


Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.5. Variación de la temperatura del punto de rocío

La figura 8, muestra la variación de la temperatura del punto de rocío, donde se observa dos escenarios el primero desde 1988 hasta 1996 con valores entre 16 y 17, y el segundo desde 1999 hasta 2008 con valores de 17 a 18 grados centígrados. Este hecho demostraría el aumento del contenido actual de vapor de agua en el aire. Los valores de 21 y 22 °C corresponden a la presencia del Fenómeno El Niño.

Figura 8. Variación anual de la temperatura del punto de rocío (°C), 1988-2008



Fuente: INEI, 2010

4. Discusión

Se conoce que en un determinado territorio interaccionan diversos factores ambientales que están regulados por patrones climatológicos anuales de temperatura, humedad, viento, lluvias que influyen en la población y en los ecosistemas que derivan en condiciones climáticas que permiten caracterizar los diferentes biomas y su clasificación. Además, el clima contribuye a determinar los servicios ecosistémicos y las actividades productivas en los territorios, en la salud humana, culturales que se ven alteradas cuando se presentan climas extremos atribuibles al cambio climático y a la variabilidad climática que muchas de las veces producen grandes inundaciones, sequías y que se denominan desastres.

El clima que se origina por las condiciones atmosféricas predominantes determinadas por factores como la radiación solar y el efecto invernadero con interacción con otros componentes del planeta como atmósfera,

hidrosfera, litosfera, biosfera y antroposfera, componentes que tienen que ver con la distribución global de la energía (calor y viento) y de masa (humedad del aire, nubosidad y precipitación). El clima de un territorio o región en particular está en relación a la ubicación en la distribución global que a su vez está en función de las características físico-geográficas como altitud, latitud de, cercanía al mar, Sistema de circulación atmosférica, Corrientes marinas que en suma funciona como un sistema. El clima no es estático, presenta ciclos o fluctuaciones de duración variable, si los valores de temperatura del aire, precipitación, humedad, etc. fluctúan por encima o debajo de lo normal es decir del valor promedio de por lo menos 30 años, se conoce como variabilidad climática y se evidencia por las anomalías. La variabilidad climática se analiza través de una serie de tiempo en un determinado lugar donde es posible observar una serie de ciclos que se dan en meses, años y decenios que se expresan en escalas intra estacional, interanual e inter-decadal, atribuibles a procesos relacionados con el océano, la atmósfera y las oscilaciones en la radiación solar (IDEAM, 2018).

El clima de la Tierra no ha sido, no es, ni será estable por cuanto obedece a una dinámica propia que está en función a las fluctuaciones en el aporte de energía solar, la inclinación del eje terrestre, los desplazamientos y choques de las placas tectónicas o la evolución de las formas vivas, que son procesos de desarrollo lento en el tiempo y que alteran paulatinamente la temperatura, la misma que se manifiesta como fenómenos a veces cíclicos, como las glaciaciones y deshielos producidos a lo largo de miles de años; pero además las actividades antrópicas contribuyen a su alteración a pequeña y gran escala. El clima, así como el ciclo del agua son complejos, están sujetos a relaciones causa-efecto y acción reacción no proporcionales y, por tanto, resulta complicado determinar los impactos directos que se derivan de alteraciones en la hidrosfera (Duarte *et al.*, 2006). Se cuenta con información científica que dan cuenta del fenómeno de la desertificación y sus impactos, principalmente, en el clima (Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación CNUCLD, 2016) que define la desertificación como “la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas resultante de factores diversos como las variaciones climáticas y las actividades humanas”. Sin embargo, son escasas las publicaciones que nos hablen del fenómeno contrario, vale decir de la transformación de las zonas áridas o semiáridas en frondosa vegetación por el desarrollo de la agricultura costera.

Se conoce el estudio realizado por Peña y Calero (2018) en la región de Piura (Perú), donde encontraron que durante los últimos cuarenta años la temperatura atmosférica en la microcuenca Los Molinos, se incrementó en 4,63 °C, la precipitación en 183 mm y la humedad relativa en 2%; condiciones climáticas que alteró los ecosistemas y con ello la abundancia y distribución de las especies vegetales con marcada influencia en la productividad y en las cosechas, fenología y ausencia de especies nativas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que en la ciudad de Trujillo (Perú), viene mostrando una marcada variabilidad en la temperatura ambiental, variación de la humedad relativa, variación de la temperatura del punto de rocío, el patrón de lluvias y en la evapotranspiración. Esta variabilidad estaría influenciada por la ampliación de la cobertura vegetal que significó transformar el ecosistema desértico de dunas por cultivos agrícolas.

La información científica nos dice que el calentamiento o enfriamiento del aire es el índice de la temperatura que es resultado de la interacción calórica entre la tierra y la atmósfera. La temperatura es un indicador numérico del nivel de energía endógena que se da en un determinado lugar y tiempo.

Es importante este factor por cuanto afecta el oxígeno disuelto (OD), la fotosíntesis y la cadena alimentaria en los medios acuáticos, además es considerando como un factor limitante en la distribución de los seres vivos. La temperatura es uno de los elementos del clima que varía en función de la latitud, vientos predominantes, corrientes marinas, distancia al mar, altitud y relieve.

Los datos disponibles sobre temperatura ambiental media anual en la ciudad de Trujillo muestra dos escenarios definidos: uno con el rango de 16 a 26 °C en el periodo de 1950-1970 y otro con un rango de 15 a 28°C en el periodo de 1990-2016 (Figuras 1 y 2); con valores extremos cuando se presenta el Fenómeno El Niño. Este hecho demostraría una evidente modificación en las condiciones climáticas y que no correspondiéndose con la definición de clima para Trujillo que es considerado como de clima desértico (Salcedo, 2021), desierto desecado subtropical (Atlas Regional del Perú, 2013), clima primaveral con mínimas variaciones diarias y anuales del tiempo (Atlas Ambiental de Trujillo, 2002). Las máximas temperaturas no superaban los 25 °C y las mínimas alcanzaban 14 °C, hecho que le permitió llamar a Trujillo, la “Ciudad de la eterna primavera”. Estas condiciones cambiantes ha despertado inquietud entre la población pues ya no se disfruta del clima primaveral, afectadando las actividades productivas que se desarrollan en la ciudad como es la confección textil, de calzado y sobre todo de la gastronomía que se caracteriza por el consumo de especies marinas, el tradicional desfile de primavera y el concurso nacional de marinera que se realizaban en el mes de setiembre cada año a cambiado y ahora se realiza en el mes de octubre por esta variabilidad que se manifiesta en el clima de la ciudad de Trujillo.

El proyecto de irrigación Chavimochic, sin duda ha impactado en el medio ambiente de manera evidente, al transformar el ecosistema costero desértico por un ecosistema artificial de cultivos vegetales (Bocanegra *et al.*, 2019), pero es importante resaltar el gran aporte al desarrollo económico de la región La Libertad, de acuerdo a Inga (2016), el sector agropecuario se ubicó en el tercer lugar en la generación del producto bruto interno (PBI)

con el 14,5%, después del sector servicios con 37,3% y manufactura con 16,9% hechos que han permitido colocar a la región La Libertad en el segundo en contribución al PBI con un peso de 11,5%, después de Lima la ciudad capital. La agricultura en la región La Libertad, se ha erigido como líder en la producción de caña de azúcar, espárrago, sandía, alcachofa, ají, paprika entre otros productos agrícolas.

La humedad relativa (Figura 3 y 4), en el periodo 2014-2017, tiende ligeramente a incrementarse y se mantiene casi constante en ambos casos en el rango de 80-90 %. Ello confirmaría la variabilidad climática que hasta antes de la década del 90 no se registró, quedando relegada la condición seca que antes predominaba, lo cual explica el aporte de la evapotranspiración de los cultivos del proyecto Chavimochic (Rodríguez Lacherre, 2008). Esta condición confirma el hecho de que la humedad o cantidad de vapor de agua forma parte del aire y que varía por diversos factores como las precipitaciones que se han incrementado en la ciudad, la proximidad al mar que en este caso si corresponde, la temperatura del aire a la presencia de vegetales que está ocurriendo desde la puesta en marcha del proyecto de irrigación costero Chavimochic, hecho que fue advertido por Bocanegra *et al.* (2019).

El patrón de lluvias, también varió en el tiempo (Figuras 5 y 6), los valores registrados del acumulado de lluvias evidencian una tendencia al alza, con valor extremo en el año 2017, donde se presentó el fenómeno El Niño que generó fuertes inundaciones a la ciudad de Trujillo. Este hecho estaría también relacionado con el aporte de la vegetación que sin duda afecta al clima por la liberación del vapor de agua en el aire va alterando los flujos de energía de la superficie y va promoviendo la formación de nubes (Tejeda, 2018). Gracias a esas nubes se dan las precipitaciones. Por lo tanto, la vegetación es fundamental para que el régimen de precipitaciones se mantenga estable.

Con relación a la evapotranspiración, está determinada por el agua disponible en la superficie de la Tierra, la radiación solar que alcanza al suelo y la densidad de la vegetación. La evapotranspiración será mayor mientras mayor sombra genere un cultivo o área vegetal en el suelo, mayor será la transpiración, mientras menos sombra genere mayor será la evaporación. La FAO (2006) menciona que, al momento de la siembra de un cultivo, la evaporación constituye el 100 por ciento de la evapotranspiración (la evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua: vaporización y se retira de la superficie evaporante denominada remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación húmeda; a diferencia cuando el cultivo y la cobertura vegetal es completa es la transpiración el 90% de la evapotranspiración (la transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera). Este hecho se ha presentado con el proyecto de irrigación Chavimochic, al cambiar las condiciones del desierto costero por vegetación, pues se conoce que los cultivos pierden agua principalmente a través de las estomas. Las estomas son pequeñas aberturas que se encuentran en las hojas de las plantas por donde atraviesan los gases y el vapor de agua de la planta a la atmósfera.

La evapotranspiración, constituye el factor de mayor evidencia en la variabilidad climática que ocurre en costa de Trujillo. Lo que anterior al proyecto de irrigación (Chavimochic) era un ecosistema de desierto natural que se caracterizan por albergar vegetación (matorral xerófilo, bosques de algarrobos, etc.) propia de climas secos debido a la falta de lluvias que aporten el agua, pero que además presentan fauna (ejemplo, los cañanes) que se esconden durante el día para conservar la poca humedad. Este ecosistema natural se transformó en un ecosistema artificial de cultivos agrícolas (Figura 7), que impactó en las condiciones climáticas por uso del recurso hídrico en el sistema de irrigación, según Rodríguez Lacherre (2008), antes del proyecto Chavimochic la evapotranspiración era de 60-80 mm/mes; actualmente con el proyecto de irrigación costera de la evapotranspiración ha venido oscilando entre los 85 y 125 mm/mes; esto obedecería a una mayor cubierta vegetal por la ampliación de la frontera agrícola. Resultado que se confirma con lo manifestado Duarte *et al.* (2006) que menciona que los cambios generados por el hombre en los recursos hídricos (embalses, sistemas de irrigación, sobreexplotación de acuíferos) impactan en las condiciones climáticas. El clima como el ciclo del agua son complejos, están sujetos a relaciones causa-efecto y acción reacción no proporcionales y, por tanto, resulta complicado determinar los impactos directos que se derivan de alteraciones en la hidrosfera. No cabe duda de que las intervenciones del hombre sobre la naturaleza deben ser investigadas para plantear el uso racional de los ecosistemas y mitigar los impactos que de ella se deriven.

La variación de la temperatura del punto de rocío, denota la relación con la concentración de vapor de agua que según la Figura 8, se incrementó, lo cual se explicaría por el aumento de la humedad relativa y de la temperatura del aire que hace que actualmente por las mañanas la niebla sea la característica significativa en la zona de influencia del proyecto Chavimochic.

5. Conclusiones

Es conocido que en un determinado territorio interaccionan diversos factores ambientales que están regulados por patrones climatológicos anuales de temperatura, humedad, viento, lluvias que influyen en la población y en los ecosistemas que derivan en condiciones climáticas que permiten caracterizar los diferentes biomas y su clasificación. Además, el clima contribuye a determinar los servicios ecosistémicos y las actividades productivas en los territorios, en la salud humana, culturales que se ven alteradas cuando se presentan climas

extremos atribuibles al cambio climático y a la variabilidad climática que muchas de las veces producen grandes inundaciones, sequías y que se denominan desastres.

Con el presente trabajo se han analizado e interpretado los cambios en las condiciones climáticas registrados para la ciudad de Trujillo como consecuencia de la implementación de un proyecto de irrigación agrícola.

Con la implementación de las etapas I y II de la puesta en marcha del proyecto de irrigación agrícola en la costa del Perú, se incrementó la frontera agrícola en la región La Libertad en 46,700 hectáreas nuevas y mejoró el riego de 28,3 mil hectáreas lo cual significó el valor bruto de producción al lograr alcanzar mayores y mejores rendimientos en los cultivos por encima del promedio nacional e internacional, impactando positivamente en el aspecto económico y social, sin embargo, es evidente que las condiciones climáticas (temperatura ambiental, humedad relativa, temperatura del punto de rocío, evapotranspiración) de La ciudad de Trujillo, muestran un notorio cambio o variabilidad en el tiempo sobre todo a partir de fines de la década del 80 e inicios del año 2000, atribuible a la transformación del ecosistema desértico en un ecosistema artificial agrícola por la influencia del proyecto de irrigación Chavimochic que implicó cambiar las características de la superficie terrestre y composición gaseosa de la atmósfera. Podríamos decir que actualmente el clima de Trujillo es producto ya no solo de su ubicación físico-geográfica, su cercanía al mar, sino también de la transformación del ecosistema de arena por vegetación que generó impactos en el ámbito ambiental.

Referencias

- Aldave, A. y Aldave, H. (1995). *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. Edit. Nuevo Mundo.
- Atlas Regional del Perú (2013). *La Libertad*. Ediciones Peisa.
- Barrientos-Báez, A., Caldevilla-Domínguez, D., Cáceres Vizcaíno, A. y Sueia Val, E. G. (2020). Sector Turístico: Comunicación e Innovación sostenible. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 53, 153-173 <https://doi.org/10.15198/seeci.2020.53.153-173>
- Bocanegra, G. C., Veneros, U. y Garay, M. (2019). Local Change Climate in The City Trujillo (Perú). *Sócrates*, 7. <https://www.socratesjournal.com/index.php/SOCRATES/article/view/375>
- Caldevilla-Domínguez, D. (2008). El nuevo modelo global de comunicación a partir de las redes sociales y TT.II. CC. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 16, 115-145. <https://doi.org/10.15198/seeci.2008.16.115-145>
- Caldevilla-Domínguez, D., Barrientos-Báez, A. y Vidal de Carvalho, J. (2022). Transversalidad del discurso en redes sociales y medios de comunicación tradicionales. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 27, 1-15. <https://www.revistaccinformacion.net/index.php/rcci/article/view/261>
- Caldevilla-Domínguez, D., García García, E. y Barrientos-Báez, A. (2019). La importancia del turismo cultural como medio de dignificación del turista y de la industria. *Mediaciones Sociales*, 18, 59-69. <https://doi.org/10.5209/meso.65117>
- CORPEI (1983). *Proyecto Chao-Virú-Moche-Chicama (Chavimochic)*. Informe de factibilidad. Edit. Presidencia del 110 Consejo de Ministros. República del Perú. <https://cutt.ly/5X4hDCa>
- Convención de Lucha contra la Desertificación (2016). <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas>
- Damonte, G., Cabrera, A. y Miranda, F. (2017). *Problemas vinculados al cambio y variabilidad climáticos y modelos ejemplares de adaptación por regiones en el Perú*. <https://cutt.ly/BX4h5sT>
- Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, P., Ríos, A. F., Simó, R. y Valladares, F. (2006). *Cambio global Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. <https://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01>
- Durán Medina, J. F. (2006). Historia de los blogs. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 11, 1-12. [https://doi.org/10.35742/rcci.2006.11\(0\).1-12](https://doi.org/10.35742/rcci.2006.11(0).1-12)
- Estación meteorológica proyecto Huacas del Sol y la Luna (2018). *Investigaciones en la Huaca de la Luna 2016-2017*. <https://www.cienciassocialesunt.pe/wp-content/uploads/2020/06>
- Espinosa, A., Salazar, W. y Rodríguez, J. (2020). *Desarrollo rural: Influencia de la variabilidad climática en las prácticas productivas ancestrales de una comunidad indígena*. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n38>
- FAO (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00>
- Fernández-Reyes, R., Piñuel-Raigada, J. L. y Vicente-Mariño, M. (2015). La cobertura periodística del cambio climático y del calentamiento global en El País, El Mundo y La Vanguardia. *Revista Latina de Comunicación Social*, 70, 122-140. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2015-1038>
- Gerencia Regional de Agricultura (2010). *La Libertad: Clima y Ríos en Cifras Estadísticas de Seis Décadas*. <https://cutt.ly/CX4jA1l>
- Gobierno Regional de La Libertad (2009). *Límites políticos de la Provincia de Trujillo*.
- Gómez Quezada, R. (2011). Chile 27 F y Fukushima: Medios de comunicación, terremotos y tsunamis; los casos de Chile y Japón. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 26, 50-61. <https://doi.org/10.15198/seeci.2011.26.50-61>
- Guevara, L., Verdesoto, A. y Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción)*. <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- <https://sial.segat.gob.pe/mapas/mapa-limites-politicos-provincia-trujillo>
- Hendriks, J. (2009). *Los Grandes Sistemas de Riego y el Cambio Climático: Márgenes y Medidas de Gestión*. <https://www.iproga.org.pe/descarga/riegoycambioclimatico.pdf>
- IPCC (2007). *Climate Change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability (Working Group II Report)*, United Nations Environment Program. <https://cutt.ly/yX4ktdk>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM (2018). *La variabilidad climática y el cambio climático en Colombia*. <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778>
- INEI (2010). *Perú. Anuarios de Estadísticas Ambientales*. <https://cutt.ly/wX4kzGj>
- Inga, D. A. (2016). *El proyecto de Chavimochic y su impacto en la economía*. *Revista Ex Cathedra en negocios*, 1. <https://cutt.ly/oX4kUsn>
- Tejeda M. A. (2018). *La humedad en la atmósfera. Bases físicas, instrumentos y aplicaciones*. <https://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos>
- López Frías, C. (2014). La interrelación entre las redes sociales específicas de la comunicación científica y las redes sociales de uso general. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 127, 103-116. <https://doi.org/10.15178/va.2014.127.103-116>

- Lozano, A., Álvarez, C. y Moggiano, N. (2021). *El cambio climático en los andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática*. <https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077>
- Municipalidad Provincial de Trujillo (2002). *Atlas Ambiental de Trujillo*. <https://searchworks.stanford.edu/view/5409015>
- Peña, R. y Calero, M. (2018). Factores climáticos y diversidad de especies vegetales, en la microcuenca Los Molinos, Ayabaca. *Manglar* 15(2), 115-125. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/101>
- Rodríguez L. M. (2008). *La actividad humana como factor modificador del ecosistema de dunas, en el área de influencia del Proyecto Especial Chavimochic, Perú*. Tesis doctoral. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/1736>
- Rodríguez, R. y Barrio, M. (2015). Infoxicación: implicaciones del fenómeno en la profesión periodística. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 38, 141-181. <https://doi.org/10.15198/seeci.2015.38.141-181>
- Salcedo, A. (2021). *Clasificación climática de Koppen*. <https://cutt.ly/TX4lJtP>
- Sierra-Caballero, F. (2018). Ciberactivismo y movimientos sociales. El espacio público oposicional en la tecnopolítica contemporánea. *Revista Latina de Comunicación Social*, 73, 980-990. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2018-1292>
- Viñarás Abad, M. (2010). El discurso de la RSC en los medios de comunicación social. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 110, 160-181. <https://doi.org/10.15178/va.2010.110.160-181>