



Tendencias locales de cambio climático y sus efectos en la Cuenca Nazas-Aguanaval: análisis de un periodo de 80 años (1940-2020)

Omag Cano-Villegas*, Gisela Muro-Pérez*, Joel Flores**,
Gamaliel Castañeda Gaytán*, Jaime Sánchez Salas*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.113-1>

RESUMEN

Se presenta una evaluación integrada de cambio climático para identificar patrones regionales en condiciones meteorológicas para la Cuenca Nazas-Aguanaval en el centro norte de México durante 1940-2020. Datos históricos de 26 estaciones meteorológicas corresponden a 15 municipios. Los datos fueron organizados en cinco grupos demográficos de tres municipios cada uno. El resultado principal fueron dos escenarios contrastantes de exposición y vulnerabilidad al cambio ambiental; calentamiento generalizado en temperatura mínima y condiciones estables relacionadas con la disponibilidad de agua. Esta evaluación pudiera incorporarse a futuro en estrategias de manejo en zonas áridas, particularmente dentro del Desierto Chihuahuense.

Palabras clave: cambio ambiental, distrito de riego, municipios, sector primario, meteorología.

ABSTRACT

An integrated evaluation of climate change is presented to identify regional patterns in the meteorological conditions at the Nazas-Aguanaval basin in Central Northern Mexico from 1940 - to 2020. Historical data from 26 meteorological field stations correspond to 15 Municipalities. Data were organized by demography into five groups of three Municipalities each. The main result of the analysis was two main contrasting scenarios of exposure and vulnerability to environmental change; generalized warming in minimum temperature and stable meteorological conditions related to water availability. This evaluation can be further incorporated into management strategies in arid and semi-arid lands, particularly within the Chihuahuan Desert.

Keywords: Environmental change, irrigation district, municipalities, primary sector, meteorology.

El cambio climático es una realidad a nivel global y local, ya que en la segunda mitad del siglo XX se han presentado las temperaturas más altas cada decena a escala global (Cook *et al.*, 2016) y local (Jáuregui, 2005; Pavia *et al.*, 2009). Sin embargo, dentro del Desierto Chihuahuense se ha presentado una tasa de enfriamiento decenal durante ese mismo lapso (Brito-Castillo *et al.*, 2009; Inzunza-López *et al.*, 2011). Asumiendo que el cambio climático conlleva una mayor frecuencia de eventos extremos, el sector primario se encuentra en riesgo latente económica y socialmente, como ha sucedido durante los eventos

extremos de sequías (década de 1950, 1960, 1990) e inundaciones (1958, 1968, 1991-1992, 2008, 2010, 2016 y 2017) desde la segunda mitad del siglo XX (Stahle *et al.*, 2016; Williams *et al.*, 2020).

Entre las principales consecuencias observadas en el pasado, los periodos de sequía prolongados pueden asociarse con la disminución de superficie agrícola (como en 1963 al reducirse 85%), así como afectaciones en precios y disponibilidad de productos e insumos necesarios para la producción del sector primario debido a

* Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango.
** Instituto Potosino de Investigación Ciencia y Tecnología, A.C, San Luis Potosí, México.
Contacto: j.sanchez@ujed.mx

daños en vías de comunicación y suministro de servicios básicos (Villanueva-Díaz *et al.*, 2005). El objetivo del presente estudio fue identificar tendencias de cambio climático en cuestión de temperatura y precipitación a nivel regional y municipal en el Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera con relación a la diversidad productiva del sector agropecuario para gestionar estrategias de adaptación local, bajo la hipótesis de que pudieran presentarse diferentes grados de variabilidad meteorológica como evidencias de cambio climático para las distintas comunidades que conforman dicho distrito.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de datos

Se adquirió información climática de 26 estaciones climatológicas (15 municipios) del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera desde el portal del Sistema Meteorológico Nacional (Conagua, 2020; para ver la localización en México ver figura 1). Los datos fueron calculados para periodos de diez años, cubriendo el periodo 1940-2020 (Jáuregui, 2005; Inzunza-López *et al.*, 2011). Posteriormente se analizaron seis variables climáticas: dos de precipitación (máxima en 24 horas y promedio mensual); dos de temperatura máxima

(extrema y promedio) y dos de temperatura mínima (extrema y promedio) (Pavia *et al.*, 2009). De manera similar, se consultaron los datos municipales en cuanto a número de habitantes para obtener una idea detallada del grado de vulnerabilidad socioeconómica que existe ante el cambio climático, por lo cual se conformaron cinco categorías de tres municipios (Inegi, 2020).

Vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad se buscaron diferencias significativas en el comportamiento de las variables meteorológicas a nivel municipal; posteriormente se hicieron cinco grupos demográficos para 1) realizar una estimación de vulnerabilidad meteorológica e 2) identificar las principales fuentes de ingreso del sector primario a nivel municipal. Posteriormente se aplicó una ANOVA de una vía para establecer diferencias significativas entre las variables climáticas a través del tiempo, seguido de una comparación de medias *Tukey Test* para obtener posibles grupos estadísticos (Eakin y Luers, 2006). Los datos fueron analizados utilizando el software estadístico JMP-SAS (v.15.2.1).

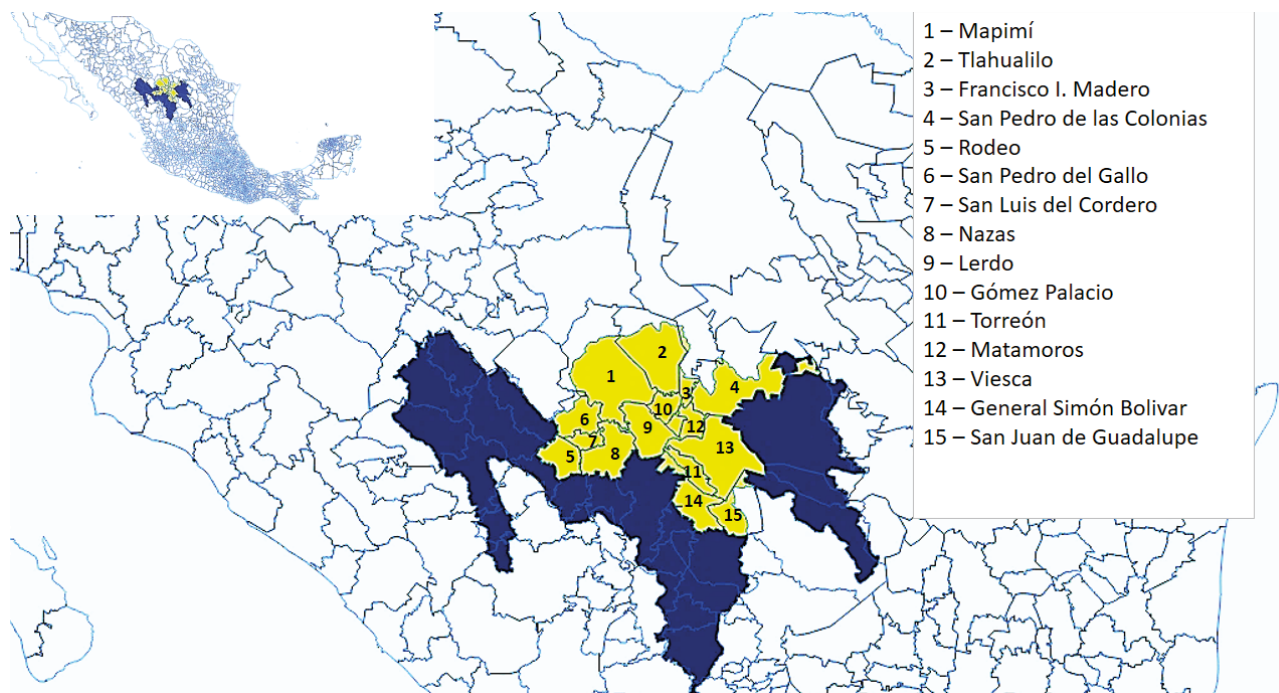


Figura 1. Mapa de localización de los 15 municipios del estudio (color amarillo) dentro de la Cuenca Nazas-Aguanaval (color azul).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como principal evidencia de cambio climático a nivel regional se presentó calentamiento progresivo para temperatura mínima para el periodo de 1940 a 2020 (figura 2); específicamente se presentó en 53% de los municipios (más 17% con variabilidad significativa; figura 3). Para temperatura máxima, únicamente 80% de los municipios presentaron condiciones variabilidad significativa (figura 3), mientras que en precipitaciones sólo 33% (figura 3). Esto es un reflejo de distinto grado de variabilidad climática a escala localizada, lo cual puede extrapolarse a otro tipo de datos (por ejemplo, la cantidad de personas que habitan una comunidad).

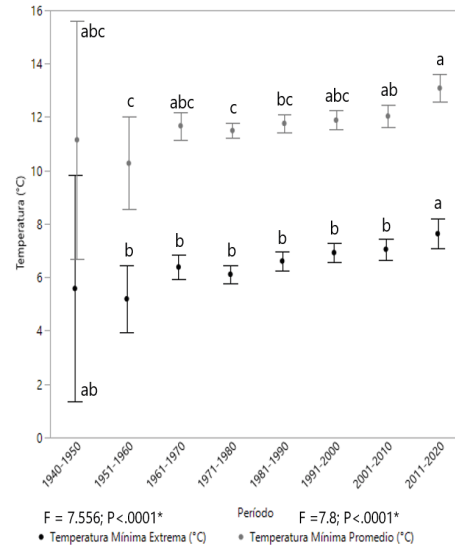
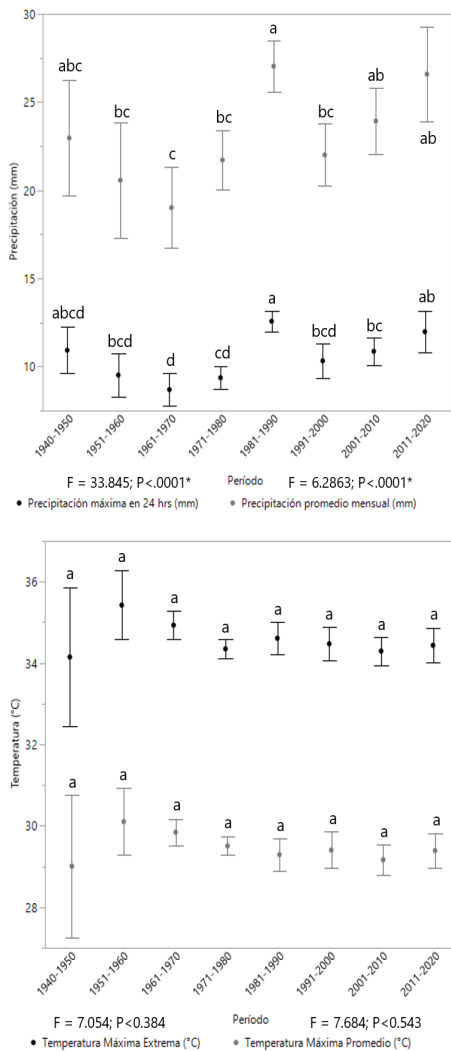


Figura 2. Comportamiento de las seis variables climáticas para la 'Comarca Lagunera' a través del periodo de estudio (1940-2020) en valores decenales; de izquierda a derecha se muestran: 1) precipitación máxima en 24 horas y promedio mensual; 2) temperatura máxima extrema y promedio; 3) temperatura mínima extrema y promedio. Los intervalos de confianza se muestran junto a los valores medios, letras distintas representan diferentes grupos estadísticos para comparación de medias (prueba Tukey).

Figura 3. Matriz de vulnerabilidad climática municipal, de acuerdo a la categorización de grupos demográficos representados por colores en la escala de grises que corresponden al número de habitantes. En el eje vertical se indican evidencias de cambio climático durante el periodo 1940-2020 para precipitación, temperatura máxima y mínima.

Variabilidad por categorías demográficas

De los 15 municipios estudiados, se organizaron cinco grupos de tres cada uno, de acuerdo a la cantidad de habitantes. Para la primera categoría, Torreón fue el municipio más vulnerable debido al calentamiento

generalizado y mayor número de habitantes en la región de estudio. En la segunda categoría se presentó vulnerabilidad meteorológica generalizada. Para la tercera categoría, se presenta la mayor diversidad de cultivos con alto valor económico, así como variabilidad en temperaturas. En la cuarta categoría se presentó estabilidad climática (para el municipio Nazas, con un número limitado de productos y el mayor valor económico). La quinta categoría con menos pobladores presentó la mayor exposición a riesgos meteorológicos.

En contraste con el calentamiento progresivo para México en temperatura máxima (Pavia *et al.* 2009), el calentamiento regional se ha presentado como temperatura mínima de manera general, mientras que para las condiciones generales de humedad y periodos prolongados de sequía (Villanueva-Díaz *et al.*, 2005; Stahle *et al.*, 2016; Williams *et al.*, 2020) han sido similares históricamente en la región norte-centro-oeste. Al respecto, se presentan dos escenarios distintos: donde el calentamiento generalizado (temperatura máxima y mínima) es evidente, como el caso de Torreón, Coahuila (Jáuregui, 2005), y condiciones estables, como en el caso de Lerdo y Nazas.

Lobell y Bonfils (2008) explican el papel de las corrientes de agua superficiales como estabilizadores térmicos, siendo el caso del Área Natural Protegida del Cañón de Fernández (Lerdo), así como el trayecto natural del río (Nzas). Respecto a la segunda categoría demográfica (por encima del promedio), con el mayor valor económico, la exposición a riesgos climáticos es un factor de riesgo latente que prevalece durante el periodo de estudio; algunas actividades, como caprinocultura, producción avícola y de hortalizas, pudieran representar actividades potencialmente redituables en sitios vulnerables, al promover la reducción de consumo de agua para la producción (Navarrete-Molina *et al.*, 2020). Es importante tomar en cuenta qué papel jugará la diversidad de los agroecosistemas a nivel local para alcanzar la resiliencia ante posibles afectaciones por el cambio climático, ya que tanto las condiciones de temperatura como humedad han sido evidenciadas de manera local y regional (Klocker *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

La obtención de evidencias del cambio climático a escala regional y municipal reflejadas como variabilidad meteorológica a escala decenal y tendencias de calentamiento, principalmente en temperatura mínima, tiene usos potenciales al generar un marco de referencia para la comprensión y manejo de los eventos extremos que representan factores de riesgo, particularmente para el sector primario. En ese sentido, será posible planear e implementar acciones relevantes en el manejo de los recursos naturales ante los efectos del cambio climático a nivel regional. Con el fin de aumentar la resiliencia de las comunidades locales del sector primario a nivel local y regional, la diversificación en los productos de importancia económica (padrón agrícola) permitirá mantener ingresos económicos durante periodos de condiciones meteorológicas adversos; mismos que pueden estabilizar a largo plazo la conservación de ecosistemas dulceacuícolas superficial como los ríos Nazas y Aguanaval. De esta manera, utilizando enfoques de investigación multidisciplinarios, desde el punto de vista climatológico y agroecológico, es posible promover el desarrollo sostenible regional en materia de cambio climático y seguridad alimentaria.

REFERENCIAS

- Brito-Castillo, L., Díaz-Castro, S.C., y Ulloa-Herrera, R.S. (2009). Observed tendencies in maximum and minimum temperatures in Zacatecas, México and possible causes. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*. 29(2):211-221.
- Comisión Nacional del Agua. (2020). *Programa de Prevención contra Contingencias Hidráulicas para el Organismo de Cuencas Centrales del Norte*. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/cuencas-centrales-del-norte>
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P.T., *et al.* (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*. 11(4):048002.
- Eakin, H., y Luers, A.L. (2006). Assessing the vulnerability of social-environmental systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 31:365-394.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2020). *México en cifras*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=10>
- Inzunza-López, J.O., López-Ariza, B., Valdez-Cepeda, R.D., *et al.* (2011). La variación de las temperaturas extremas en la 'Comarca Lagunera' y cercanías. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17(spe):41-61.
- Jáuregui, E. (2005). Possible impact of urbanization on the thermal climate of some large cities in México. *Atmósfera*. 18(4):249-252.
- Klocker, N., Head, L., Dun, O., *et al.* (2018). Experimenting with agricultural diversity: Migrant knowledge as a resource for climate change adaptation. *Journal of Rural Studies*. 57:13-24.
- Lobell, D.B., y Bonfils, C. (2008). The effect of irrigation on regional temperatures: A spatial and temporal analysis of trends in California, 1934–2002. *Journal of Climate*. 21(10):2063-2071.
- Navarrete-Molina, C., Meza-Herrera, C.A., Herrera-Machuca, M.A., *et al.* (2020). Not all ruminants were created equal: Environmental and socio-economic sustainability of goats under a marginal-extensive production system. *Journal of Cleaner Production*. 255:120237.
- Pavia, E.G., Graef, F., y Reyes, J. (2009). Annual and seasonal surface air temperature trends in México. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*. 29(9):1324-1329.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). *Publicaciones SIAP*. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap
- Stahle, D.W., Cook, E.R., Burnette, D.J., *et al.* (2016). The Mexican Drought Atlas: Tree-ring reconstructions of the soil moisture balance during the late pre-Hispanic, colonial, and modern eras. *Quaternary Science Reviews*. 149:34-60.
- Villanueva-Díaz, J., Luckman, B.H., Stahle, D.W., *et al.* (2005). Hydroclimatic variability of the upper Nazas basin: Water management implications for the irrigated area of the Comarca Lagunera, México. *Dendrochronologia*. 22(3):215-223.
- Williams, A.P., Cook, E.R., Smerdon, J.E., *et al.* (2020). Large contribution from anthropogenic warming to an emerging North American megadrought. *Science*. 368(6488):314-318.