



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 27

Número 57

Enero-Abril 2021

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



EJEMPLAR DE GUACAMAYA VERDE ('*Ara militaris*'): PROGRAMA DE RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LA UMA DE PSITÁCIDOS.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco, México.

Fotografía: Jesús Ramírez.



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ E D EN ... EN ... EN ... ”

DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

Ing. Filemon Baeza Vidal
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez (†)
Equipo de diseñador

Ing. Armando Hernández Triano
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Traductoras

Est. Biól. Gloria Cecilia Arecha Soler
Biól. José Francisco Juárez López
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto:



Revistas Universitarias (www.revistas.ujat.mx)

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx>)

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (www.latindex.ppl.unam.mx)

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



Revista de divulgación científica de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Nuestra portada:

De macro a micros estudios mexicanos en nuestros entornos naturales.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Imágenes obtenidas de textos aquí publicados, así como, expuestas en diversos medios (internet por ejemplo).

KUXULKAB', año 27, No. 57, enero-abril 2021; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 11 de enero del 2021.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

Desearo, ante todo, que este 2021 sea un año con mucha menor incertidumbre y adversidad, pero con mayor salud y prosperidad; hoy nos dirigimos para presentar el primer número de **Kuxulkab'** para este nuevo año; dando muestra en que seguimos trabajando para recuperar el esfuerzo y tiempo postergado en el 2020. Este actual número se preparó con cuatro aportaciones, donde, la mayoría, hace alusión al estudio y descripción de actividades realizadas en la investigación de gabinete o campo; y también es importante recalcar, la presencia de una aportación de académicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), a quienes le brindamos una fraterna bienvenida.

En constancia a nuestra manera de trabajo, proporcionamos una breve sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Análisis del registro de temperatura local en el sureste de México**», texto que nos permite conocer las variaciones de temperatura para el sureste de México durante 1960 al 2000, todo esto a relación del proceso de calentamiento global.

«**Descripción morfológica de algunas especies de angiospermas tropicales de importancia alimentaria y ornamental**», una aportación más donde se expone la conformación polínica de angiospermas, contribuyendo con ello a los estudios aerobiológicos y en la sistemática botánica del estado de Tabasco.

«**Caracterización del viento en Villahermosa, Tabasco en el período 2008-2018**»; participación en la que los autores, presentan un análisis de información donde se identifica la dirección de viento dominante en la capital del estado de Tabasco.

«**Evaluación "in vitro" de extractos de plantas medicinales como posibles agentes antimicrobianos para bacterias patógenas en tilapia**»; escrito que permite conocer el efecto antimicrobiano de algunos extractos de plantas medicinales sobre bacterias patógenas presentes en el cultivo de tilapia en Guatemala.

«**Atributos funcionales de plántulas de mangle bajo condiciones ambientales contrastantes**»; documento que brinda información respecto a la conservación y utilización del mangle con fines de restauración ambiental.

Como siempre hemos mencionado, la consolidación de este número es un esfuerzo en conjunto con los autores, evaluadores, editores asociados y demás miembros del comité editorial de esta revista. Agradecemos a cada uno de ellos su apoyo y entusiasmo de colaborar en la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

Arturo Garrido Mora
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

Fernando Rodríguez Queredo
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

Contenido

ANÁLISIS DEL REGISTRO DE TEMPERATURA LOCAL EN EL SURESTE DE MÉXICO 05-14

ANALYSIS OF THE LOCAL TEMPERATURE RECORD IN SOUTHEAST MEXICO

Fabiola Hernández Jiménez & Mercedes Andrade Velázquez

DESCRIPCIÓN MORFOPOLÍNICA DE ALGUNAS ESPECIES DE ANGIOSPERMAS TROPICALES DE IMPORTANCIA ALIMENTARIA Y ORNAMENTAL 15-25

MORPHOPOLLINIC DESCRIPTION OF SOME SPECIES OF TROPICAL ANGIOSPERMS OF ALIMENTARY AND ORNAMENTAL IMPORTANCE

Sara Salazar Arias & Marcela Alejandra Cid Martínez

EVALUACIÓN *in vitro* DE EXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES COMO POSIBLES AGENTES ANTIMICROBIANOS PARA BACTERIAS PATÓGENAS EN TILAPIA 27-35

in vitro EVALUATION OF MEDICINAL PLANT EXTRACTS AS POTENTIAL ANTIMICROBIAL AGENTS FOR PATHOGENIC BACTERIA IN TILAPIA

Josué García Pérez & Dora Marroquín Mora

ATRIBUTOS FUNCIONALES DE PLÁNTULAS DE MANGLE BAJO CONDICIONES AMBIENTALES CONTRASTANTES 37-46

FUNCTIONAL ATTRIBUTES OF MANGROVE SEEDLINGS UNDER CONTRASTING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Benjamín Eliú Guillén Rivera, Jorge Alejandro López-Portillo Guzmán & Eunice Pérez Sánchez



ANÁLISIS DEL REGISTRO DE TEMPERATURA LOCAL EN EL SURESTE DE MÉXICO

ANALYSIS OF THE LOCAL TEMPERATURE RECORD IN SOUTHEAST MEXICO

Fabiola Hernández Jiménez¹ & Mercedes Andrade Velázquez^{2✉}

¹Egresada de la Licenciatura en Geofísica en la División Académica de Ciencias Básicas (DACB) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Actualmente colabora en el Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera. ²Física, Maestra y Doctora en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Con experiencia en el manejo de los modelos globales del clima (AR5-IPCC); sus líneas de investigación son la climatología aplicada y generación de escenarios. Actualmente investigadora del Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad (CCGS, A.C.).

Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad (CCGS, A.C.): Calle Centenario del Instituto Juárez S/N; Col. Reforma; C.P. 86080. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ mercedes.andrade@ccgs.mx

DOI¹ 0000-0002-7893-6306 DOI² 0000-0001-9810-6003

Como referenciar:

Hernández Jiménez, F. & Andrade Velázquez, M. (2021). Análisis del registro de temperatura local en el sureste de México. *Kuxulkab'*, 27(57): 05-14, enero-abril. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a27n57.3501>

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>
<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a27n57.3501>

Resumen

Durante los últimos años, el planeta se ha visto envuelto en un proceso de calentamiento global, lo que lleva a la necesidad conocer más sobre variaciones de temperatura. El objetivo de esta investigación fue identificar las tendencias anuales de temperatura máxima (variable 1) y mínima (variable 2) en el sur de México en el periodo de registro de 1960 a 2000. Las estaciones de los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán presentaron rangos de temperatura similares, mientras que Chiapas presenta variaciones asociadas a la orografía del estado. Los resultados para ambas mostraron una tendencia positiva en la mayoría de las estaciones. Tenían en común que gran parte de éstas, se localizan en zonas urbanizadas o con nula o muy poca vegetación. Esto puede asociarse a la manifestación de islas de calor debido a la urbanización.

Palabras clave: Temperatura; Tendencias climáticas; Cambio climático; Islas de calor.

Abstract

In recent years, the planet has been involved in a process of global warming, which leads to the need to know more about temperature variations. The objective of this investigation was to identify the annual trends of maximum (variable 1) and minimum (variable 2) temperature in southern Mexico from 1960 to 2000. The stations in the states of Campeche, Quintana Roo, Tabasco and Yucatán presented similar temperature ranges, while the station in Chiapas presented variations associated with the orography of the state. The results for both variables showed a positive trend in most of the stations. They had in common that, many of these stations are in urbanized areas or in areas with little or no vegetation. This can be associated with the manifestation of heat islands due to urbanization.

Keywords: Temperature; Climatic trends; Climate change; Heat islands.

El interés de estudiar la variabilidad climática en el sureste de México, donde se comprende a la península de Yucatán (sur de los estados de Quintana Roo y Campeche), los estados de Tabasco y Chiapas, es debido a que esta zona se encuentra doblemente expuesta a los embates de la variabilidad climática, es decir, es una zona expuesta a cambios en los elementos climáticos como la precipitación o temperatura, relacionados con la ocurrencia de huracanes y sequías (Márdero, Nickl, Schmook, Schneider, Rogan, Christman & Lawrence, 2012).

En México la distribución de precipitación ha sido bien documentada por Enriqueta García Amaro de Miranda (2003). En su trabajo describe someramente la distribución de la lluvia en la República Mexicana, la cual se encuentra totalmente en el hemisferio Norte y dado que el Trópico de Cáncer la atraviesa en su parte central, una parte se encuentra dentro de la zona tropical y la otra en la subtropical.

La distribución de precipitación varía enormemente en espacio y tiempo, pero se considera también que la orografía —parte de la geografía que estudia, describe y representa el relieve terrestre— juega un papel muy importante en la cantidad y distribución de la lluvia (García Amaro de Miranda, 2003). En el caso de la temperatura, la orografía juega también un papel importante.

En los últimos años, de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007), la temperatura global se ha incrementado durante los últimos años. En el caso de México se han realizado diversos estudios para analizar los cambios de temperatura donde de acuerdo con Englehart & Douglas (2005) se obtuvo que en las últimas décadas (posteriores a 1970) las tendencias del rango diurno en temperaturas de superficie DTR en México son positivas, ya que las temperaturas máximas se están calentando a una tasa significativamente más alta que las temperaturas mínimas. Para el sureste, en la zona Maya (Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Tabasco y Yucatán), se predice un incremento en la temperatura promedio de 2 al 3.5 °C para el 2090 (Magrin, Gay García, Cruz Choque, Giménez, Moreno, Nagy, Nobre & Villamizar, 2007). Es por ello que en el presente estudio se enfoca en determinar las tendencias de la temperatura mínima y máxima en la zona sureste de México y confirmar este calentamiento, mediante la selección de estaciones características de cada estado.

Proceso de exploración de datos

El acceso a la información de la base de datos climatológica se realizó a través del Servicio Meteorológico Nacional-Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) mediante la plataforma de Google Earth. Se recolectó la información de 106 estaciones climatológicas distribuidas de la siguiente forma (figura 1): Campeche: 21 estaciones; Chiapas: 21 estaciones; Tabasco: 22 estaciones; Quintana Roo: 21 estaciones, y Yucatán: 21 estaciones. Posteriormente se realizó la exploración de los datos mediante el uso del software libre "The R Project for Statistical Computing" (RStudio Team, 2020) se calculó el promedio de los datos mensuales; y se elaboraron los gráficos en el periodo de 1960 al 2000, cumpliendo con lo recomendado por la Organización Mundial de Meteorología de un registro mínimo de 30 años.

«De acuerdo con Romero, Salgado & Smith (2010) los climas urbanos son un componente principal de los cambios climáticos y son diferentes de los climas de áreas rurales, lo que se manifiesta en la presencia de islas de calor, causadas por la urbanización»



Figura 1. Distribución geográfica de las estaciones recabadas para el Sur de México, las variables analizadas por cada estación corresponden a precipitación (milímetros 'mm'), temperatura máxima y mínima (grados centígrados °C).

Se elaboró una base de datos, con el porcentaje de los datos diarios disponibles para cada variable por estación en el periodo analizado. Posteriormente se identificó el rango de valores máximos y mínimos para cada variable por estación y su rango promedio.

A partir de esta información se eligieron únicamente las estaciones que cumplieran con el mayor porcentaje de datos disponibles (mayor a 90 %) y cuyos valores se encontrarán dentro de los rangos promedio de las variables climáticas, es decir que cubrieran el rango de temperatura de las diferentes estaciones en cada estado de la zona de estudio. Esto sirvió para finalmente seleccionar las estaciones en acuerdo con la clasificación de clima en la región sureste del país (tabla 1).

Resultados y discusión

Para el análisis de los datos se realizó un ajuste lineal mediante la línea de tendencias para las variables de temperatura máxima ($T_{máx}$) y mínima ($T_{mín}$); con el valor de R^2 (tabla 2). Se puede observar para el estado de Campeche que la estación 4001 tiene un ajuste y dispersión moderadas para la $T_{máx}$, mientras que $T_{mín}$ tiene un mejor ajuste, para el caso de 4029, los ajustes en ambas variables son bajos, esto nos indica claramente que la calidad de los datos en esta estación no es adecuada.

Para el caso de Chiapas, la estación 7062 tiene en ambas variables ajustes bajos, mientras que 7102 son ajustes moderados, la estación 7200 muestra un buen ajuste para $T_{máx}$ pero bajo para $T_{mín}$. En Quintana Roo, los ajustes son moderados para la estación 23032 y bajos para 23003. En el estado de Tabasco, los ajustes son moderados también para ambas estaciones (27004 y 27054). Por último, Yucatán muestra ajustes bajos para la estación 31008, y moderados para 31024.

A continuación en la figura 2 y 3 se presentan los gráficos de tendencia anual para las variables de $T_{máx}$ y $T_{mín}$. Mediante el análisis realizado para cada estación, se observa que las tendencias de las temperaturas máximas en la mayoría de las estaciones son positivas a excepción de cuatro estaciones: 4001 Bolonchen y 4029 Sabancuy en Campeche, la estación 7062 Finca la Soledad en Chiapas y 27004 Boca del Cerro en Tabasco donde se observa una tendencia negativa. Para determinar las causas de este comportamiento, se identificaron las características del ambiente circundante a las estaciones seleccionadas a partir de la observación de fotografías satelitales de la zona (tabla 3), considerando que dicho ambiente influye de manera significativa en los valores de temperatura registrados por cada estación; siendo la vegetación un factor muy importante de influencia dada su capacidad para la absorción de energía radiante.

Como ha sido ampliamente documentado de acuerdo con Ángel, Ramírez & Domínguez (2010) el reemplazo de suelos cubiertos por vegetación por otros materiales utilizados en el proceso de urbanización, como los asfaltos, concretos, etcétera, generan un incremento térmico mayor al interior de las ciudades en comparación con zonas rurales donde generalmente se tiene una vegetación mucho más abundante.

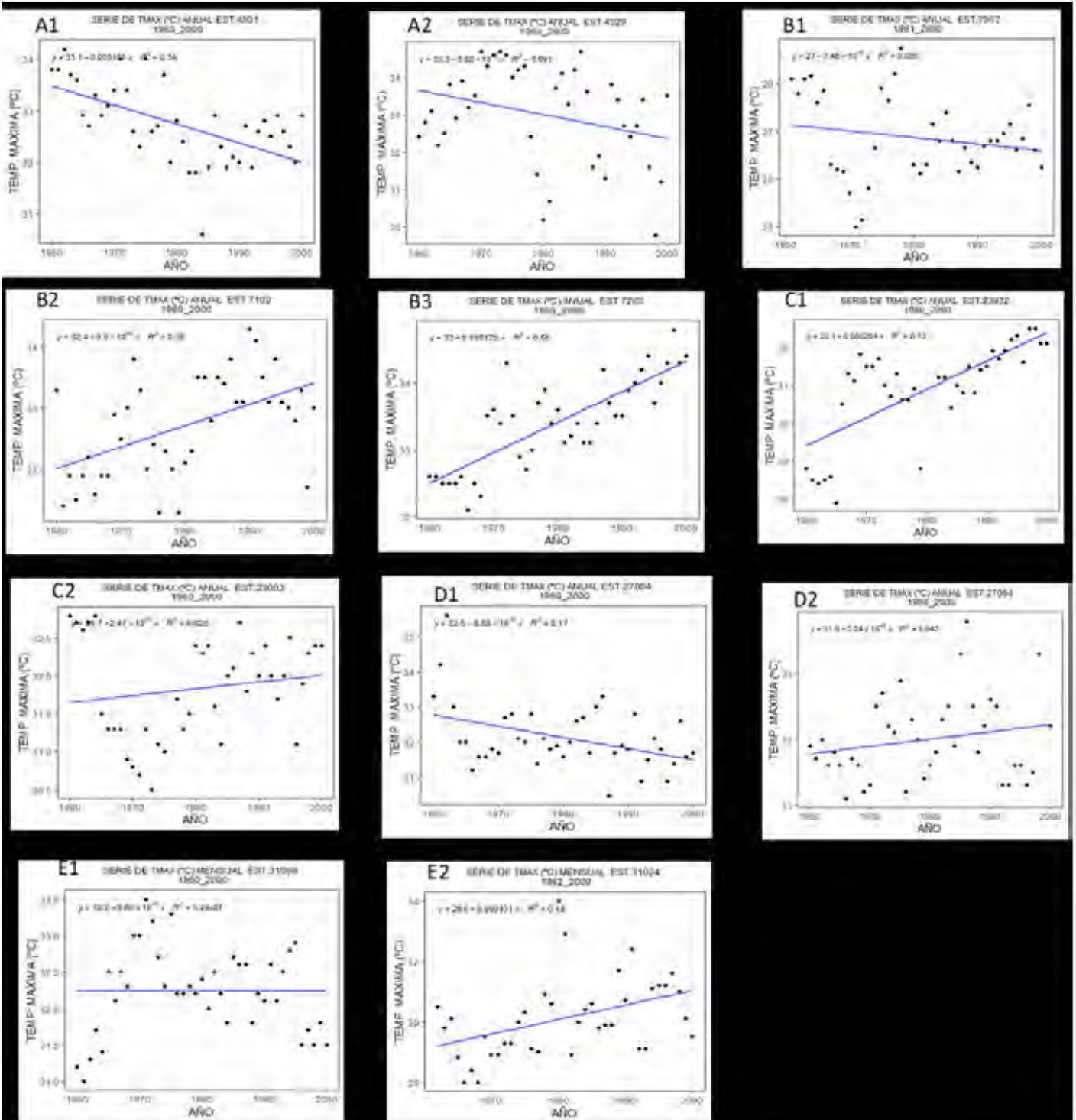


Figura 2. Gráficos de tendencia anual para la variable temperatura máxima (T_{máx}). Letra A corresponde a Campeche, A1: 4001 Bolonchen, A2: 4029 Sabancuy. Letra B corresponde a Chiapas, B1: 7062 Finca la Soledad, B2: 7102 Las Flores, B3: 7200 Tapachula. Letra C corresponde a Quintana Roo, C1: 23032 Chetumal, C2: 23003 Felipe Carrillo Puerto. Letra D corresponde a Tabasco, D1: 27004 Boca del Cerro, D2: 27054 Villahermosa. Letra E corresponde a Yucatán, E1: 31008 Chanchichimila, E2: 31024 Río Lagartos.

Al correlacionar las estaciones con tendencia negativa y su tipo de ambiente, se observa en común que presentan vegetación o muy poca vegetación a sus alrededores, al igual que se ubican en zonas rurales y lejos de la costa a excepción de la estación de 4029 Sabancuy ubicada en un área urbanizada actualmente y cercana a la costa de Campeche. En el caso de las estaciones con tendencia positiva para la variable de T_{máx}, se localizan algunas en zonas rurales y otras en zonas urbanas, las que se localizan en zonas urbanizadas presentan nula o poca vegetación a sus alrededores.

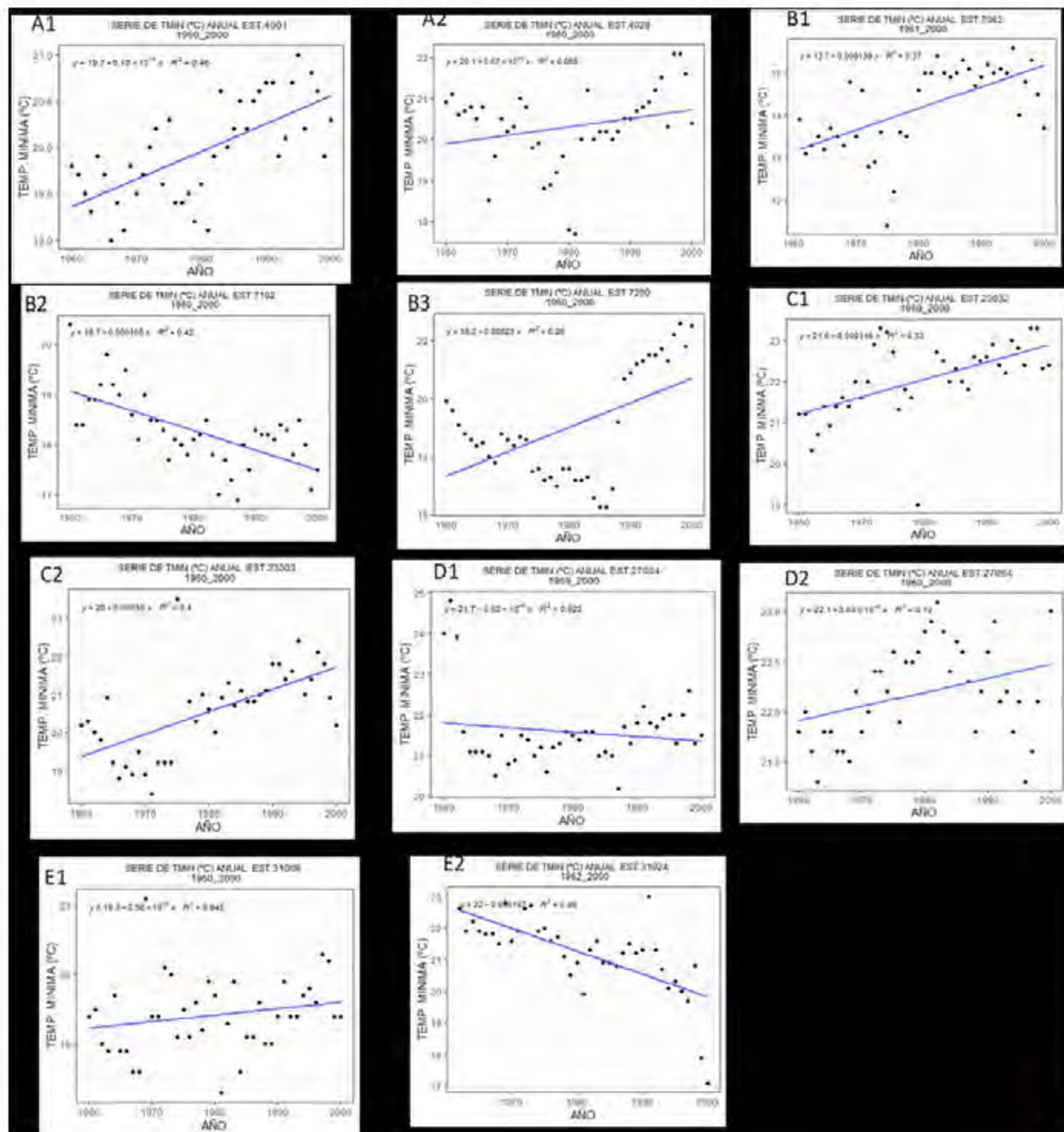


Figura 3. Gráficos de tendencia anual, para la temperatura mínima (T_{mín}). Letra A corresponde a Campeche, A1: 4001 Bolonchen, A2: 4029 Sabancuy. Letra B corresponde a Chiapas, B1: 7062 Finca la Soledad, B2: 7102 Las Flores, B3: 7200 Tapachula. Letra C corresponde a Quintana Roo, C1: 23032 Chetumal, C2: 23003 Felipe Carrillo Puerto. Letra D corresponde a Tabasco, D1:27004 Boca del Cerro, D2: 27054 Villahermosa. Letra E corresponde a Yucatán, E1: 31008 Chanchichimila, E2: 31024 Río Lagartos.

Tabla 1. Tabla de las estaciones seleccionadas por cada Estado.

Campeche									
Estación	Nombre	Período	Número de datos diarios	Porcentaje		Temp. Máxima		Temp. Mínima	
				Tmín	Tmáx	Mín	Máx	Mín	Máx
4001	Bolonchen	1960_2000	14,383	96.10	96.11	30.6	34.2	19	21
4029	Sabancuy	1960_2000	14,607	97.27	97.28	29.8	34.7	17.7	22.1
			Promedio estado			30.2	34.4	18	21.5
Chiapas									
Estación	Nombre	Período	Número de datos diarios	Porcentaje		Temp. Máxima		Temp. Mínima	
				Tmín	Tmáx	Mín	Máx	Mín	Máx
7062	Finca la soledad	1961_2000	13,398	89.30	89.30	23	30.5	11.4	15.6
7102	Las flores	1960_2000	14,811	98.47	98.45	31.3	34.3	16.9	20.4
7200	Tapachula (DGE)	1960_2000	14,851	99.20	99.19	32.1	34.8	16.3	22.6
			Promedio estado			28.8	33.2	14.8	19.5
Quintana Roo									
Estación	Nombre	Período	Número de datos diarios	Porcentaje		Temp. Máxima		Temp. Mínima	
				Tmín	Tmáx	Mín	Máx	Mín	Máx
23032	Chetumal (DGE)	1960_2000	13,880	92.74	92.74	27.9	32.5	19	23.3
23003	Felipe carrillo puerto (DGE)	1960_2000	14,610	96.12	96.12	30.5	32.8	18.4	23.5
			Promedio estado			29.2	32.6	18.7	23.4
Tabasco									
Estación	Nombre	Período	Número de datos diarios	Porcentaje		Temp. Máxima		Temp. Mínima	
				Tmín	Tmáx	Mín	Máx	Mín	Máx
27004	Boca del cerro	1960_2000	14,793	98.84	98.84	30.5	35.6	20.2	24.8
27054	Villahermosa (DGE)	1960_2000	14,335	95.76	95.79	31.1	33.8	21.3	23.1
			Promedio estado			30.8	34.7	20.8	24
Yucatán									
Estación	Nombre	Período	Número de datos diarios	Porcentaje		Temp. Máxima		Temp. Mínima	
				Tmín	Tmáx	Mín	Máx	Mín	Máx
31008	Chanchichimila	1960_2000	14,520	96.79	96.81	31	33.5	18.3	21.1
31024	Río lagartos	1962_2000	13,587	88.07	88.10	28	34	17.1	23
			Promedio estado			29.5	33.8	17.7	22.5

Además algunas se encuentran cercanas a las zonas costeras como son las estaciones de 23032 Chetumal y 23003 Felipe Carrillo Puerto ambas de Quintana Roo; 7200 Tapachula en Chiapas y 31024 Río Lagartos en Yucatán. Para la variable de Temperatura mínima se observa que la mayoría de las estaciones presentan tendencias positivas excepto las estaciones de 31024 Río Lagartos en Yucatán, 27004 Boca del Cerro en Tabasco y 7102 Las Flores en Chiapas que presentan tendencias negativas.

Tabla 2. Base de datos de las estaciones con las ecuaciones de la línea de tendencia y el valor obtenido para R^2 para las variables de $T_{máx}$ y $T_{mín}$.

Campeche			$T_{máx}$			$T_{mín}$		
Estación	Nombre	Periodo	Ecuación	R^2	Varianza	Ecuación	R^2	Varianza
4001	Bolonchen	1960_2000	$Y = 33.1 - 0.000101x$	0.34	0.57	$Y = 19.7 + 8.18 \times 10^{-5}x$	0.46	0.28
4029	Sabancuy	1960_2000	$Y = 33.3 - 8.82 \times 10^{-5}x$	0.091	1.64	$Y = 20.1 + 5.67 \times 10^{-5}x$	0.065	0.95
Chiapas			$T_{máx}$			$T_{mín}$		
Estación	Nombre	Periodo	Ecuación	R^2	Varianza	Ecuación	R^2	Varianza
7062	Finca la soledad	1961_2000	$Y = 27 - 7.46 \times 10^{-5}x$	0.035	2.97	$Y = 13.7 + 0.000139x$	0.37	0.98
7102	Las flores	1960_2000	$Y = 32 + 9.6 \times 10^{-5}x$	0.26	0.68	$Y = 18.7 - 0.000108x$	0.42	0.52
7200	Tapachula (DGE)	1960_2000	$Y = 32 + 0.000125x$	0.65	0.46	$Y = 18.2 + 0.00023x$	0.28	3.57
Quintana Roo			$T_{máx}$			$T_{mín}$		
Estación	Nombre	Periodo	Ecuación	R^2	Varianza	Ecuación	R^2	Varianza
23032	Chetumal (DGE)	1960_2000	$Y = 30.1 + 0.000204x$	0.53	1.58	$Y = 21.6 + 0.000116x$	0.33	0.81
23003	Felipe carrillo puerto (DGE)	1960_2000	$Y = 31.7 + 2.47 \times 10^{-5}x$	0.028	0.43	$Y = 20 + 0.00016x$	0.4	1.26
Tabasco			$T_{máx}$			$T_{mín}$		
Estación	Nombre	Periodo	Ecuación	R^2	Varianza	Ecuación	R^2	Varianza
27004	Boca del cerro	1960_2000	$Y = 32.5 - 8.68 \times 10^{-5}x$	0.17	0.84	$Y = 21.7 - 3.02 \times 10^{-5}x$	0.022	0.79
27054	Villahermosa (DGE)	1960_2000	$Y = 31.9 + 3.04 \times 10^{-5}x$	0.043	0.40	$Y = 22.1 + 3.83 \times 10^{-5}x$	0.12	0.23
Yucatán			$T_{máx}$			$T_{mín}$		
Estación	Nombre	Periodo	Ecuación	R^2	Varianza	Ecuación	R^2	Varianza
31008	Chanchichimila	1960_2000	$Y = 32.2 + 9.66 \times 10^{-8}x$	5.2×10^{-7}	0.34	$Y = 19.3 + 2.56 \times 10^{-5}x$	0.045	0.28
31024	Río lagartos	1962_2000	$Y = 29.6 + 0.000131x$	0.18	1.67	$Y = 22 - 0.000197x$	0.48	1.41

Estas estaciones tienen en común que presentan vegetación a sus alrededores, así como estar localizadas en áreas rurales. Estos resultados indican claramente que las estaciones no cuentan con una buena calidad de datos, por lo que se requiere aplicar un mejor control de calidad, donde se incluya el método de homogenización, de tal manera que la dispersión en los datos no sea muy grande como se observa en la tabla 2 para cada una de las variables registradas por aquellas estaciones de los cinco diferentes Estados, dado que no es un problema generalizado. Además la clasificación del medio circundante a la estación permitirá en futuros estudios determinar los factores que influyen en los registros de las variables de temperatura, permitiendo que se obtenga una mejor calidad de datos.

Por otro lado, al observar la tabla de rangos para cada estación se deduce que las estaciones de los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán presentan un rango de temperaturas máximas casi similar que oscila entre los 28 a 35 °C, donde entre las estaciones por cada estado no se presentan variaciones muy notables; sin embargo, para la temperatura mínima se observa que solo los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche presentan un rango similar entre los 18 a 23.5 °C, mientras que Tabasco tiene un rango entre los 20 y 25 °C; estas similitudes en la temperatura está relacionado con el tipo de clima que existe en esta región correspondiendo a un clima A (tropical).

Los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo poseen un clima A cálido subhúmedo y Tabasco un clima A cálido húmedo, lo que podría relacionarse con la variación observada en la temperatura mínima, donde Tabasco presenta Tmín levemente más altas. La figura 4 muestra la clasificación de climas en la región sureste del país.

Para Chiapas se notan variaciones del rango de temperatura máxima y mínima entre las estaciones lo cual podría estar relacionado en este caso con las diferencias de altura entre cada estación debido a la orografía que presenta el Estado al igual que el tipo de clima de la zona. La estación 7062 Finca la Soledad se encuentra a 1,449 msnm y presenta un rango de temperatura máxima de 23 a 30.5 °C y mínima de 11.4 a 15.6 °C, perteneciente al grupo C (templado) correspondiendo a un clima C semicálido húmedo; la estación 7102 Las Flores ubicada a 480 msnm y la estación 7200 Tapachula con una altura de 170 msnm presentan rangos de 31 a 35 °C y 16 a 23 °C, para las temperaturas máximas y mínima respectivamente y corresponden a un clima A cálido subhúmedo y húmedo.

Esta última estación en Tapachula presenta un salto en los datos registrados entre el periodo de 1986 y 1989 únicamente para la variable Tmín. Esto permite dar confiabilidad en los registros promedios obtenidos en el presente estudio.



Figura 4. Clasificación de climas para el sureste de México (fuente INEGI: mapa digital de México).

Conclusión

De acuerdo a las tendencias de temperatura observadas, las estaciones que presentan tendencias positivas tanto en la temperatura máxima como en la mínima, son las siguientes: 7200 Tapachula, 23032 Chetumal, 23003 Felipe Carrillo Puerto, 27054 Villahermosa y 31008 Chanchichimila; como se aprecia en la tabla 3 la mayoría de estas estaciones se localizan en áreas urbanizadas con excepción de la estación 31008 que se encuentra en un área rural. Esto nos indica un calentamiento en los sitios por el efecto de isla de calor relacionado con el ambiente geográfico en el que se localizan las estaciones de registro, por lo que el análisis de dichas tendencias es una herramienta fundamental para el establecimiento de las estrategias adecuadas para la mitigación del calentamiento global.

Por ejemplo de acuerdo con Romero, Salgado & Smith (2010) los climas urbanos son un componente principal de los cambios climáticos y son diferentes de los climas de áreas rurales, lo que se manifiesta en la presencia de islas de calor, causadas por la urbanización. Por lo general se observa que las zonas donde las temperaturas son más cálidas corresponden a las zonas que presentan mayor densidad de edificaciones y con poca o nula vegetación puesto que estas zonas tienden a incrementar las temperaturas durante la noche debido al calor que acumulan durante el día. La presencia de áreas verdes es entonces uno de los pocos remedios contra el deterioro de las zonas urbanas, es decir, son consideradas como una isla fresca que mitiga las islas de calor urbano al contribuir al enfriamiento de los espacios construidos (Honjo, Narita, Sugawara, Mikami, Kimura & Kuwata, 2003).

Tabla 3. Ambiente geográfico para cada estación; para los datos de vegetación se realizó la visualización de la ubicación de las estaciones mediante Google Earth (recuperado el 13 de Mayo de 2019).

Estación	Campeche	Municipio	Cuenca	Altitud	Latitud	Longitud	Vegetación	Cercanía a la costa
4001	Bolonchen	Holpechen	Quintana Roo	120 m	20.003611	-89.7475	Poca vegetación a los alrededores	
4029	Sabancuy	Carmen	Laguna de Términos	5 m	18.972778	-91.175833	Poca vegetación a los alrededores	Costa de campeche
7062	Chiapas	Municipio Las margaritas	Río Lacantun	1449 m	16.388056	-91.8625	Muy poca vegetación alrededor	
7102	Las flores	Jiquipilas	Río Grijalva - Tuxtla Gutiérrez	480 m	16.691944	-93.563056	Si hay	
7200	Tapachula (DGE)	Tapachula	Río Suchiate	170 m	14.908056	-92.260556	No hay	27 km de la costa
23032	Quintana Roo	Municipio Othon P. Blanco	Bahía de Chetumal	11 m	18.500556	-88.3275	Si hay vegetación cerca	Costa de Quintana Roo
23003	Felipe carrillo puerto (DGE)	Felipe Carrillo Puerto	Yucatán Este	17 m	19.575556	-88.045	No hay	30 km de la costa
27004	Tabasco	Municipio Boca del Cerro	Río Usumacinta	14 m	17.449444	-91.493056	Si hay	Orilla del río Usumacinta
27054	Villahermosa (DGE)	Centro	Río Grijalva - Villahermosa	24 m	17.996667	-92.928333	No hay	
31008	Yucatán	Municipio Chikindzonot	Yucatán	26 m	20.390556	-88.476111	Si hay	
31024	Río lagartos	Río lagartos	Yucatán	4 m	21.589772	-88.1475	Si hay	Costa de Yucatán

En el caso de tendencias negativas para ambas variables $T_{máx}$ y $T_{mín}$ se presenta solo en la estación 27004 Boca del Cerro en Tabasco. En este último sitio se registra un enfriamiento, otro factor que puede influir es su cercanía a un río. Sin embargo, para los registros de esta estación se recomienda aplicar el método de homogenización.

Entre las estaciones que presentan un hueco en el registro de datos están: 23032 Chetumal con un periodo de 1978 a 1982 sin datos; la 7064 Finca la soledad entre 1978 al 1980; 23003 Felipe Carrillo Puerto de 1975 a 1977; 27004 Boca del Cerro con un periodo de marzo a septiembre de 1987; 27054 Villahermosa entre 1998 al 2000; y 31024 Río Lagartos entre 1980 y 1983. Y las que presentan saltos en los registros son: 7200 Tapachula solo para la variable de temperatura mínima, y 23032 Chetumal solo en la temperatura máxima. Mientras que las estaciones que mostraron tendencias contrarias en una variable y otra ($T_{máx}$ y $T_{mín}$ respectivamente) se observa que se sitúan en una zona rural con poca vegetación como se muestra en la tabla 3.

Estos resultados indican que los datos de estas estaciones no son confiables, dado que presentan inhomogeneidades. Es por ello que se recomienda realizar un proceso de calidad de datos para futuros estudios. Y determinar si las tendencias observadas están en correspondencia al calentamiento global generado por emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el caso de 31008, el ambiente donde se sitúa es natural con población rural. Recomendando este sitio para estudios de cambio climático.

Finalmente, el método de selección de estaciones para representación de las variables climáticas por Estado está en acuerdo con la clasificación de clima en la región sureste del país se confirma que es adecuado.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al programa Cátedras-CONACYT y al proyecto Cátedras-CCGS No. 945 <Vulnerabilidad, medidas socio-ambientales y adaptativas al cambio climático en el sureste de México>. Así como también a los revisores de este manuscrito y a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

Referencias

- Ángel, L.; Ramírez, A. & Domínguez, E.** (2010). Isla de calor y cambios espacio-temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(131): 173-183. Recuperado de <http://www.acefyn.com/revista/Vol_34/131/173-183.pdf>
- Englehart, P.J. & Douglas, A.V.** (2005). Changing behavior in the diurnal range of surface air temperatures over Mexico. *Geophysical Research Letters*, 32(1): 1-4. DOI <<https://doi.org/10.1029/2004GL021139>>
- García Amaro de Miranda, E.** (2003). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas*, (50): 67-76. Recuperado el 29 de abril del 2019 de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000100009&lng=es&tln=g=es>
- Honjo, T.; Narita, K.; Sugawara, H.; Mikami, T.; Kimura, K. & Kuwata, N.** (2003). *Observation of Cool Island Effect in Urban Park (Shinjuku Gyoen)*, (Conference presented in the Fifth International Conference on Urban Climate 2000-2003). Lodz, Poland. Recovered from <http://meteo.geo.uni.lodz.pl/icuc5/text/O_24_3.pdf>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate change).** (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, (p. 104). Ginebra, Suiza. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf>
- Magrin, G.; Gay García, C.; Cruz Choque, D.; Giménez, J.C.; Moreno, A.R.; Nagy, G.J.; Nobre, C. & Villamizar, A.** (2007). Chapter 13 - Latin America. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, (p. 581-615). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. Recovered from <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter13-1.pdf>>
- Márdero, S.; Nickl, E.; Schmock, B.; Schneider, L.; Rogan, J.; Christman, Z. & Lawrence, D.** (2012). Sequías en el sur de la península de Yucatán: análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación. *Investigaciones Geográficas*, (78): 19-33. DOI <<https://doi.org/10.14350/riq.32466>>
- Romero, H.; Salgado, M. & Smith, P.** (2010). Cambios climáticos y climas urbanos: relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Revista INVI*, 25(70): 151-179. Recuperado de <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/invi/v25n70/art05.pdf>>
- RStudio Team.** (2020). *RStudio: Integrated Development for R*, [Software]. RStudio, PBC, Boston, MA. <<http://www.rstudio.com/>>



EJEMPLAR DE LORO CABEZA AMARILLA ('*Amazona oratrix*'): PROGRAMA DE RESGUARDO, PROTECCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ESPECIES ENDÉMICAS EN LA UMA DE PSITÁCIDOS.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiól); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Jesús Ramírez.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBIOL



EJEMPLAR HERBORIZADO DE '*Ruellia* sp.' (Acanthaceae) DE LA COLECCIÓN DE PLANTAS VASCULARES DEL «HERBARIO UJAT»

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: José Francisco Juárez López



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039. Villahermosa, Tabasco. México.

