

## **ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN EN CAMPECHE, MÉXICO**

**Jesús Manuel Soto Rocha<sup>1\*</sup>; Julio Cesar Espinosa Hernández<sup>1</sup>; Raymundo Nava Padilla<sup>2</sup>;  
Juan Guillermo Martínez Rodríguez<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Edzná. Km.15.5 Carretera Campeche-Pocuyaxum, Campeche, México.  
Tel. 01 55 3871 8700 Ext. 88313.

[soto.jesus@inifap.gob.mx](mailto:soto.jesus@inifap.gob.mx) (\*Autor de correspondencia)

<sup>2</sup>INIFAP-Campo Experimental Chetumal. Km. 25.5 Carretera Chetumal-Bacalar, Quintana Roo, México.  
Tel. 01 55 3871 8700 Ext. 88418.

<sup>3</sup>INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo - Zacatecas km. 342+119 # 9515 Hacienda de  
Buenavista C.P. 25315. Saltillo, Coahuila, México. Tel. 01 55 3871 8700 Ext. 83508.

---

### **Resumen**

En la agricultura de temporal la precipitación es la llave del sistema, ya que explica del 40 al 60 por ciento del rendimiento de los cultivos. En Campeche este sistema ocupa el 95 por ciento de la superficie cultivada. Con base a los registros climáticos del SMN, se analizó la precipitación pluvial en cada uno de los once municipios del estado de Campeche. Mediante análisis estadísticos factoriales se determinó la significancia estadística entre estaciones y municipios de la lluvia a nivel mensual y para tres periodos de análisis (actual, intermedio y pasado) agrupados en intervalos de 30 años (normales climatológicas). Los datos reportan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre municipios, estaciones, meses del año y periodos. En todos los municipios el mes de septiembre representa el mes con mayor lluvia y solo los municipios de Champotón y Palizada indican que agosto y octubre son estadísticamente iguales a la cantidad de lluvia de septiembre. Se identifican tres periodos de humedad “época seca, intermedia y lluviosa” bien definidos. El primero de noviembre a abril en los municipios de Calkini, Hecelchakán, Tenabo, Hopelchen y Campeche. Los municipios de Champotón, Calakmul y Escárcega indican un intervalo de noviembre a abril de época seca, en cambio en Candelaria, Carmen y Palizada el periodo seco va de febrero a marzo. El mes de mayo representa la transición entre las épocas seca y lluviosa en todos los municipios. El gradiente pluviométrico se incrementa de norte a sur del estado.

**Palabras claves:** Estaciones, Municipios, Periodos.

## Introducción

El impacto del conocimiento y valoración de los recursos naturales climoedaficos es primordial en la definición del potencial productivo de las especies vegetales para la producción de alimentos. A nivel mundial el grupo consultivo del CIGAR y la FAO, a nivel nacional los sistemas de investigación han generado metodologías para clasificar la aptitud de las tierras y generado agrotecnología para efficientar los procesos productivos de todos los cultivos de importancia económica y social. (Delgado Carranza, C., et al. 2011; Márdero, Sofía, et al. 2012; FAO,2021; FAO and IIASA. 2021; OMM, 2022).

Aun cuando en la actualidad el clima ha obtenido relevancia de interés estratégico en todos los países por la incertidumbre del impacto de los gases de efecto invernadero y el cambio climático. Esto no indica que en el pasado este fuera más benigno con las actividades agropecuarias y la sociedad. Por lo anterior, su caracterización y valoración continúan siendo de vital importancia para tener sistemas productivos sustentables y sostenibles desde el enfoque ecológico, tecnológico, socioeconómico y político. (García, E. 1965; Méndez G., J., et al. 2007; Orellana, Roger, et al. 2009; UNESCO,2010; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. 2021.Chávez, 2022).

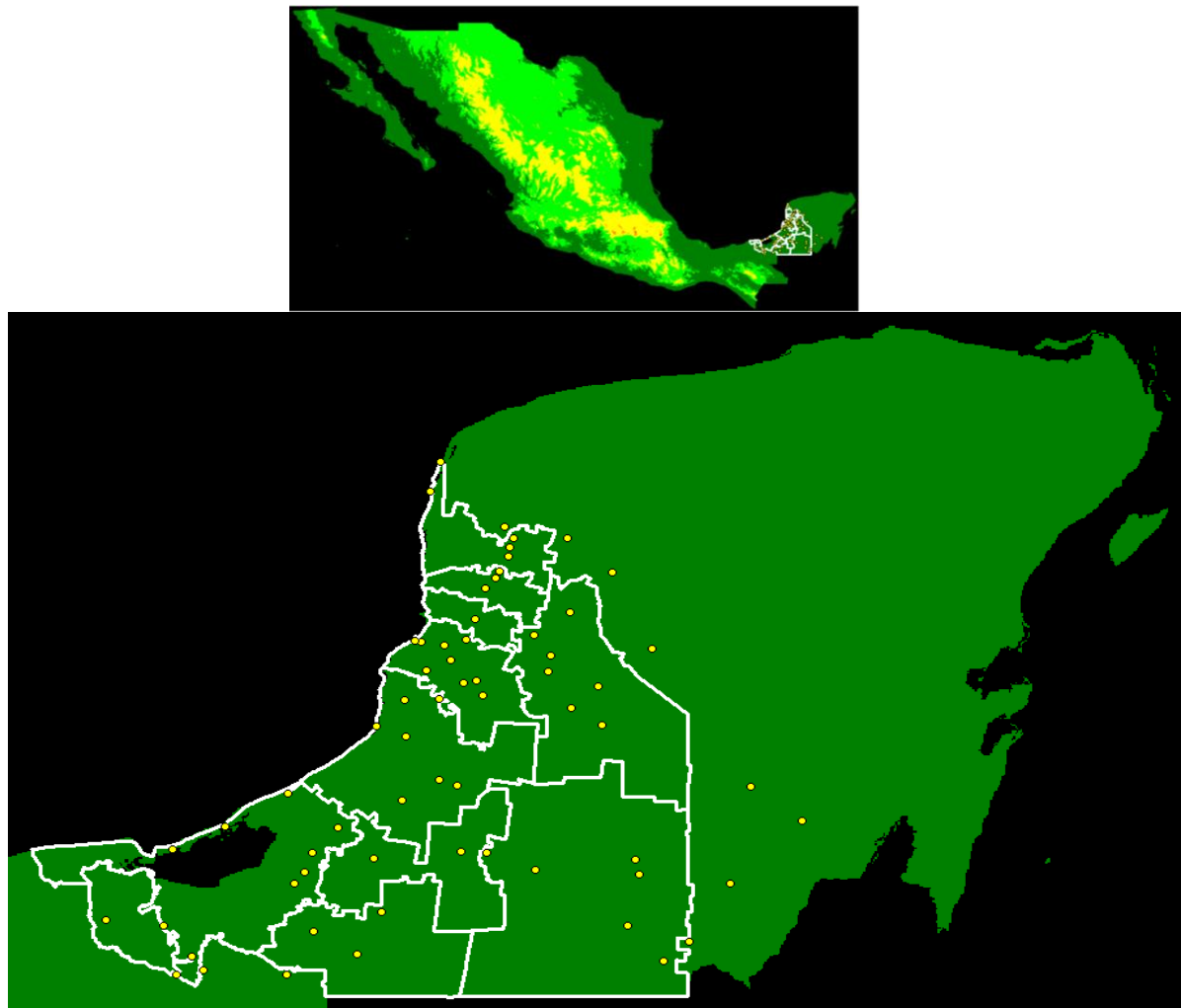
En México la condición hídrica indica que más de la mitad del territorio (56%) está ocupado por zonas áridas y semiáridas, donde las lluvias son escasas, aunque también existen amplias zonas húmedas y subhúmedas en el sureste, donde se incluye al estado de Campeche. La lluvia es el parámetro más importante en la agricultura de temporal ya que representa el factor clave para definir la estación de crecimiento y el potencial productivo de las especies vegetales en las regiones o zonas de un área geográfica definida. Para lograr lo anterior los registros meteorológicos son claves para determinar las diferencias entre estaciones, localidades, municipios o estados (Legorreta Padilla, et al. 2012; Serrano et al, 2007). El gradiente pluviométrico indica en la entidad una fluctuación de 1200 a 2000 mm, de lluvia entre los municipios del norte y sur de la entidad. Lo cual ha impactado en la diversificación y productividad de las distintas actividades productivas del sector agropecuario de los municipios (Márdero, Sofía, et al. 2012; UADY y CONAGUA. 2014).

## Materiales y Métodos

La información obtenida de la base de datos del servicio meteorológico nacional del estado de Campeche (SMN, 2022) y 17 estaciones circunvecinas pertenecientes a los estados a Yucatán (6), Quintana Roo (6) y Tabasco (5); del periodo comprendido de 1969 a 2018. Para Campeche de un total de 82 estaciones, 26 se encuentran suspendidas y 56 se encuentran en operación de estas últimas se realizó una depuración como primer criterio para descartar aquellas que no cuentan con suficiente información de los diferentes años o incompletos; posterior a esta depuración se realizó la agrupación de las estaciones por municipio y circunvecinas para realizar el análisis espacial y temporal

de la precipitación (Figura 1). Para este trabajo cuatro aspectos fueron de suma importancia para el análisis: 1) Municipios (en este caso se omitió los dos municipios de reciente creación Seybaplaya y Dzitbalché), 2) Estaciones seleccionadas, 3) Disponibilidad de la información meteorológica y 4) Periodos de análisis.

La información generada fue sometida a un análisis estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2x2, para cada uno de los once municipios "Calkini (1), Hecelchakán (2), Tenabo (3), Hopelchen (4), Campeche (5), Champotón (6), Calakmul (7), Escárcega (8), Candelaria (9), Carmen (10) y Palizada (11). Los tratamientos fueron las estaciones del municipio y circunvecinas. Los factores A y B corresponden a los meses del año y los periodos de análisis climatológicos (Actual "1989 a 2018"; Intermedio "1979 a 2008" y Pasado "1969 a 1998") respectivamente. Se utilizó el paquete estadístico SAS (1999). La comparación de medias se realizó con la prueba de Duncan, al 5 % de significancia.



**Figura 1.** Localización del estado, municipios y estaciones en Campeche.

## Resultados y Discusión

### A. Análisis espacial de la lluvia por municipios y estaciones.

En este apartado se presentan los resultados de los análisis estadísticos de las estaciones a nivel de municipios en el estado de Campeche.

#### 1. Calkini

Se analizaron las estaciones 4014, 4064, 4067, 4070 y las circunvecinas 4085, y 31005, 31050 y 31040 del estado Yucatán.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p < .05				
4064	Becal	Calkini	Campeche	128.71	a				
4085	Pomuch	Hecelchakán	Campeche	105.82		b			
4067	Calkini	Calkini	Campeche	98.02		b	c		
31005	C.I.A.P.Y.	Muna	Yucatán	97.51		b	c		
4070	Dzitbalché	Calkini	Campeche	89.47			c		
31058	Halacho	Halacho	Yucatán	77.09				d	
4014	Isla arena	Calkini	Campeche	73.43				d	e
31040	Celestun (DGE)	Celestun	Yucatán	61.46					e

a, b, c, d, e: Las diferentes literales en una misma columna indican diferencias significativas entre estaciones.

El diferencial de la lluvia media mensual en las estaciones, indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 73.43 a 128.71 mm/mes en las estaciones localizadas en el municipio. Para las estaciones vecinas la fluctuación es de 61.46 a 97.51mm/mes.

#### 2. Hecelchakán

Se analizaron las estaciones 4043 y 4085. Las circunvecinas 4070 y 4001.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p < .05	
4085	Pomuch	Hecelchakán	Campeche	105.82	a	
4043	Hecelchakán	Hecelchakán	Campeche	103.01	a	
4070	Dzitbalché	Calkini	Campeche	89.47		b
4001	Bolonchen	Hopelchen	Campeche	88.23		b

El diferencial de la lluvia media mensual en las estaciones, indica no diferencias significativas entre las estaciones y varía de 103.01 a 105.82 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas la fluctuación es de 88.23 a 89.47mm/mes.

### 3. Tenabo

Se analizó la estación 4059 y las circunvecinas, 4023, 4038, 4066, 4077 y 4085.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05	
4085	Pomuch	Hecelchakán	Campeche	105.82	a	
4059	Tinum	Tenabo	Campeche	105.09	a	
4023	Nilchi	Campeche	Campeche	98.35	a	b
4077	San Juan Bautista	Hopelchen	Yucatán	93.14		b
4066	Xcupil (DGE)	Hopelchen	Campeche	91.93		b
4038	Campeche	Campeche	Yucatán	89.98		b

Varía de 98.35 a 105.82 mm/mes en base a las que reportan una misma significancia. Para las estaciones vecinas la fluctuación es de 89.98 a 105.82 mm/mes.

### 4. Campeche

En el municipio se analizaron las estaciones 4003, 4023, 4038, 4053, 4058, 4063, 4068, 4071 y 4084 y las circunvecinas 4009, 4012, 4059, 4062, 4066 y 4072.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05						
4012	Hool	Champoton	Campeche	122.31	a						
4072	Siho Chac	Champoton	Campeche	108.02		b					
4084	Tixmucuy	Campeche	Campeche	107.86		b					
4059	Tinum	Campeche	Campeche	105.09		b	c				
4068	China	Campeche	Campeche	104.75		b	c				
4071	Pocyaxum	Campeche	Campeche	104.61		b	c				
4063	Edzna II	Campeche	Campeche	102.57		b	c				
4058	Noh Yaxche	Campeche	Campeche	101.95		b	c				
4053	Santa Cristina	Campeche	Campeche	101.29		b	c	d			
4009	Dzibalchen	Hopelchen	Campeche	100.15		b	c	d			
4023	Nilchi	Campeche	Campeche	98.35			c	d	e		
4003	Campeche (OBS)	Campeche	Campeche	92.83				d	e		
4066	Xcupil (DGE)	Hopelchen	Campeche	91.93					e		
4062	Yohaltun	Champoton	Campeche	90.10							f
4038	Campeche	Campeche	Campeche	89.98							f

El diferencial de la lluvia media mensual indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 89.98 a 107.86 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 90.10 a 122.31 mm/mes.

## 5. Hopelchen

En este municipio se analizaron las estaciones 4001, 4009, 4013, 4017, 4066, 4076 y 4077. Las circunvecinas 4037, 4043, 4059 y 4063. Además de la 31062 del estado de Yucatán.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05			
4059	Tinum	Tenabo	Campeche	105.09	a			
4043	Hecelchakán	Hecelchakán	Campeche	103.01	a			
4063	Edzna II	Campeche	Campeche	102.57	a			
4009	Dzibalchen	Hopelchen	Campeche	100.15	a	b		
4013	Hopelchen	Hopelchen	Campeche	98.08	a	b		
4017	Iturbide	Hopelchen	Campeche	96.30	a	b	c	
4076	Chunchintok	Hopelchen	Campeche	93.33		b	c	
4077	San Juan Bautista	Hopelchen	Campeche	93.14		b	c	
31062	Tabi	Oxkutzcab	Yucatán	92.99		b	c	
4066	Xcupil (DGE)	Hopelchen	Campeche	91.93		b	c	
4001	Bolonchen	Hopelchen	Campeche	88.23			c	
4037	Zoh Laguna	Calakmul	Campeche	76.37				d

El diferencial de la lluvia media mensual en las estaciones de este municipio, indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 88.23 a 100.15 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 76.37 a 105.09 mm/mes.

## 6. Champotón

En el municipio se analizaron las estaciones 4012, 4041, 4044, 4062 y 4078. Las circunvecinas 4010, 4029, 4031, 4052, 4054, 4063, 4068, 4072 y 4076.

El diferencial de la lluvia media mensual en las estaciones de este municipio, indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 62.60 a 122.31 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 93.33 a 127.49 mm/mes.



Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05					
4010	Escárcega (SMN)	Escárcega	Campeche	127.49	a					
4012	Hool	Champoton	Campeche	122.31	a	b				
4044	Pixoyal	Champoton	Campeche	121.29	a	b	c			
4029	Sabancuy	Carmen	Campeche	117.72	a	b	c			
4054	Chicbul	Carmen	Campeche	117.20	a	b	c			
4052	Canasayab	Champoton	Campeche	111.06		b	c			
4031	Silvituc	Calakmul	Campeche	108.91		b	c			
4072	Siho Chac	Champoton	Campeche	108.02		b	c			
4041	Champoton	Champoton	Campeche	107.35		b	c	d		
4078	Chac Cheito	Champoton	Campeche	106.43			c	d	e	
4068	China	Campeche	Campeche	104.75				d	e	
4063	Edzna II	Campeche	Campeche	102.57				d	e	
4076	Chunchintok	Hopelchen	Campeche	93.33					e	
4062	Yohaltun	Champoton	Campeche	62.60						f

## 7. Calakmul

En este municipio se analizaron las estaciones 4037, 4060, 4061, 4076, 4080 y 4081. Las circunvecinas 4031 y 4062. Además de las estaciones 23016 y 23160 del estado de Quintana Roo.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05		
4080	Alvarado	Calakmul	Campeche	109.17	a		
4031	Silvituc	Calakmul	Campeche	108.91	a		
23016	Nicolas Bravo (KM. 71)	Othón P. B.	Q. Roo	97.82	a	b	
4081	Cristóbal Colon	Calakmul	Campeche	95.44	a	b	
4076	Chunchintok	Hopelchen	Campeche	93.33		b	
4060	Xbonil	Calakmul	Campeche	90.46		b	c
4062	Yohaltun	Champoton	Campeche	90.10		b	c
4061	Conhuas	Calakmul	Campeche	86.62		b	c
23160	Reforma	Othón P. B.	Q. Roo	83.21		b	c
4037	Zoh Laguna	Calakmul	Campeche	76.37			c

El diferencial de la lluvia media mensual indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 76.37 a 109.82 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 83.21 a 97.82 mm/mes.

## 8. Escárcega

En este municipio se analizaron las estaciones 4010 y 4031. Las circunvecinas 4030, 4044, 4054, 4057 y 4061.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05		
4030	San Isidro	Carmen	Campeche	127.51	a		
4010	Escárcega (SMN)	Escárcega	Campeche	127.49	a		
4044	Pixoyal	Champoton	Campeche	121.29	a	b	
4054	Chicbul	Carmen	Campeche	117.20	a	b	
4057	Mamantel	Carmen	Campeche	115.48	a	b	
4031	Silvituc	Calakmul	Campeche	108.91		b	
4061	Conhuas	Calakmul	Campeche	86.62			c

El diferencial de la lluvia media mensual indica diferencias significativas entre las estaciones, al tener este municipio una sola estación, este varía de 115.48 a 127.51 mm/mes en la estación local y las cercanas al municipio y que reportan una misma significancia. Para las estaciones vecinas el rango es de 83.21 a 97.82 mm/mes.

## 9. Candelaria

En este municipio se analizaron las estaciones 4004 y 4021 y las circunvecinas 4010 y 4061. Además de la circunvecina 27059 del estado de Tabasco.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05		
4004	Candelaria (SMN)	Candelaria	Campeche	134.09	a		
27059	El Triunfo	Balancan	Tabasco	129.52	a		
4010	Escárcega (SMN)	Escárcega	Campeche	127.49	a		
4021	Monclova	Candelaria	Campeche	126.19	a		
4061	Conhuas	Calakmul	Campeche	86.62			b

El diferencial de la lluvia media mensual, indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 126.19 a 134.09 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 86.62 a 129.52 mm/mes.

## 10. Carmen

En el municipio se analizaron las estaciones 4007, 4015, 4029, 4030, 4054, 4057, 4079 y 4086 y las circunvecinas 4004, 4010, 4024, 4044 y 4056. Además de la circunvecina 27090 del estado de Tabasco.



Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05			
4079	Vista Alegre	Carmen	Campeche	157.28	a			
4024	Palizada	Palizada	Campeche	149.11	a	b		
4086	El Zapote	Carmen	Campeche	144.19		b	c	
27090	El Pipila	Balancan	Tabasco	135.42		b	c	
4007	El Carmen (SMN)	Carmen	Campeche	134.73		b	c	
4004	Candelaria (SMN)	Candelaria	Campeche	134.09		b	c	
4030	San Isidro	Carmen	Campeche	127.51		b	c	d
4010	Escárcega (SMN)	Escárcega	Campeche	127.49		b	c	d
4056	Molino Chumpan	Palizada	Campeche	124.75			c	d
2029	Sabancuy	Carmen	Campeche	117.72			c	d
4054	Chicbul	Carmen	Campeche	117.20			c	d
4057	Mamantel	Carmen	Campeche	117.18			c	d
4015	Isla Aguada	Carmen	Campeche	111.09				d

El diferencial de la lluvia media mensual indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 111.09 a 157.28 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 124.75 a 135.42 mm/mes.

## 11. Palizada

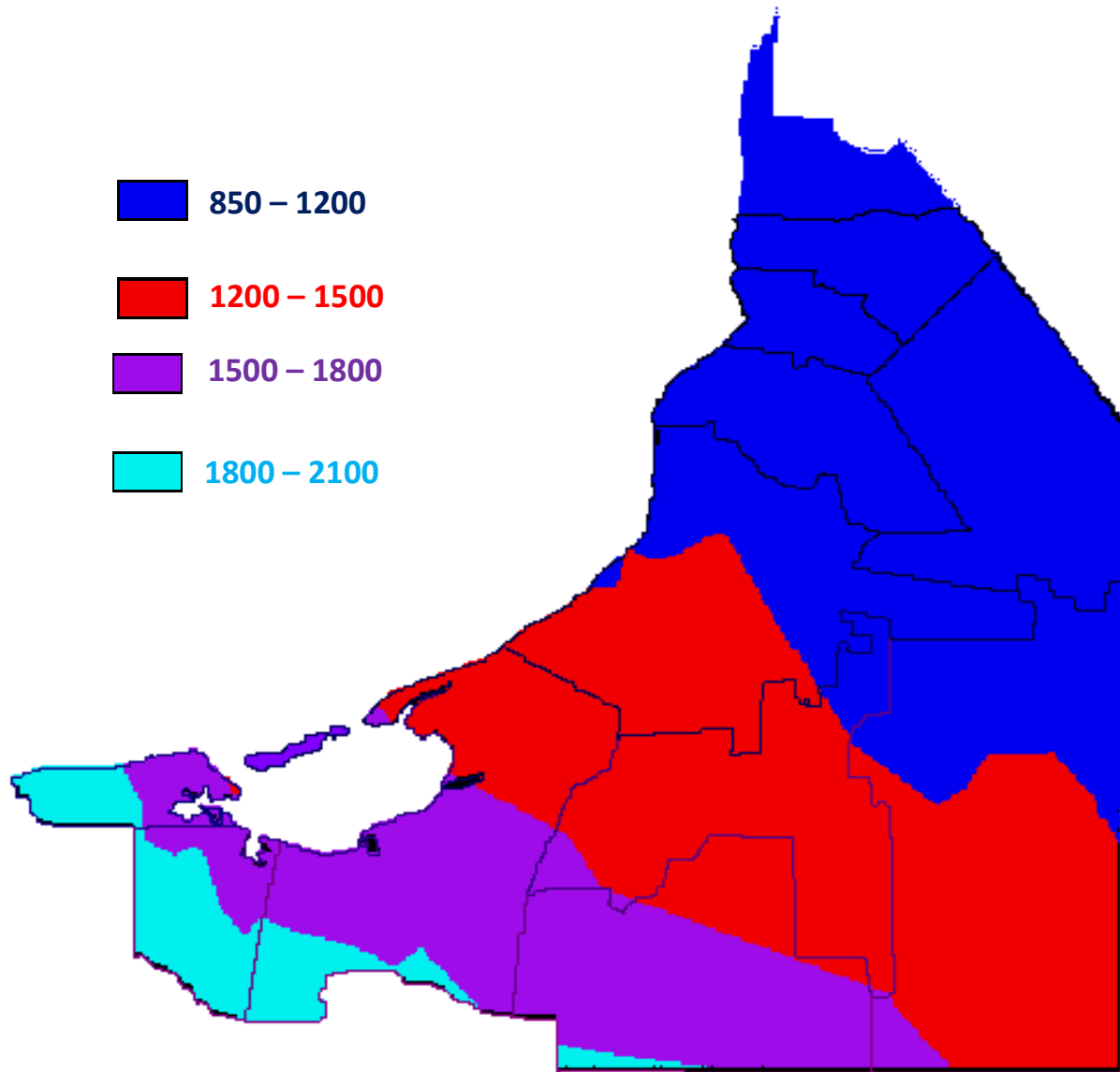
En este municipio se analizaron las estaciones 4024 y 4056 y las circunvecinas 4007, 4079 y 4086.

Clave	Localidad	Mpios.	Estado	Lluvia (mm)	p< .05			
4079	Vista Alegre	Carmen	Campeche	157.28	a			
4024	Palizada	Palizada	Campeche	149.11	a	b		
4086	El Zapote	Carmen	Campeche	144.19	a	b		
4007	El Carmen (SMN)	Carmen	Campeche	134.73		b	c	
4056	Molino Chumpan	Palizada	Campeche	124.75			c	

El diferencial de la lluvia media mensual indica diferencias significativas entre las estaciones, este varía de 124.75 a 149.11 mm/mes en las estaciones localizadas en este municipio. Para las estaciones vecinas el rango es de 134.73 a 157.28 mm/mes.

La figura 2, presenta la precipitación media anual en el estado de campeche, en esta se aprecia que los municipios del norte "Calkini, Hecelchakán, Tenabo, Campeche y el norte de Champotón y en el noreste los municipios de Hopelchén y parte de Calakmul están ubicados en una franja de 800 a 1200 mm. En la segunda franja de 1200 a 1500 mm, se ubica el sur de los municipios de Champotón y Calakmul, la mayor parte de Escárcega y el norte de los municipios de Carmen y Candelaria.

La tercera franja de 1500 a 1800 mm, comprende el centro de Carmen y el centro sur de Candelaria. Por ultimo la franja de 1800 a 2100 mm, que ubica el sur de Carmen y el centro sur de Palizada.



**Figura 2.** Rangos de la precipitación media anual en Campeche.

**B. Análisis espacial de la lluvia por municipios y meses del año.**

Los meses con mayor lluvia son de Mayo a Octubre para los municipios de Calkini, Hecelchakán, Tenabo, Hopelchen y Campeche. En los municipios de Candelaria, Carmen y Palizada se extiende de Mayo a Noviembre “cuadro 1”.

Cuadro 1.- El análisis de la precipitación (mm) mensual en los municipios de Campeche.

Mes	Calk.	Hece.	Tena.	Hope.	Camp.	Cham.	Calak.	Esca.	Cand.	Carm.	Pali.
Ene.	31.2 g	34.6 g	27.4 h	36.5 h	33.8 h	38.4 f	44.9 fe	46.1 e	58.2 f	63.5 f	76.3 d
Feb.	25.3 g	27.8 hg	26.6 h	23.0 j	26.3 ih	26.7 gf	24.3 g	29.4 f	41.2 gf	45.6 g	53.0 e
Mar.	18.7 g	18.9 h	19.7 h	22.8 j	24.9 i	22.6 g	23.1 g	22.5 f	24.3 g	38.8 g	41.1 e
Abr.	29.1 g	34.01 g	29.4 h	28.5 ij	42.8 g	26.9 gf	36.0 fg	31.2 fe	35.1 g	39.7 g	31.8 e
May.	72.3 e	87.5 e	87.4 f	76.8 f	91.6 e	76.9 e	84.8 d	83.9 d	94.2 e	88.7 e	88.5 d
Jun.	156.5 c	179.0 b	176.9 c	185.4 c	161.0 c	193.4 b	142.9 b	191.5 c	204.3 c	208.5 bc	213.5 b
Jul.	152.8 c	154.3 c	159.0 d	167.7 d	135.8 d	172.9 c	125.7 c	179.6 c	170.8 d	196.1 c	193.4 b
Ago.	185.9 b	190.9 b	198.4 b	212.7 b	179.2 b	231.9 a	154.3 b	235.4 b	224.1 b	224.1 b	210.9 b
Sep.	210.3 a	226.9 a	226.8 a	232.6 a	223.1 a	239.3 a	200.1 a	251.4 a	253.6 a	247.3 a	269.6 a
Oct.	131.5 d	124.6 d	132.4 e	141.3 e	132.6 d	159.4 d	157.2 b	181.4 c	183.1 d	222.6 b	286.7 a
Nov.	52.4 f	49.1 f	54.8 g	56.2 g	56.2 f	69.3 e	73.5 d	79.6 d	101.7 e	106.2 d	143.2 c
Dic.	31.1 g	31.9 hg	29.9 h	33.8 ih	33.9 h	37.4 f	50.9 e	47.3 e	58.7 f	69.2 f	96.1 d

a, b, c, d, e, f: Las diferentes literales en una misma columna indican diferencias significativas entre meses, basada en la prueba de comparaciones de medias de Duncan.

Los datos de este cuadro indican diferencias altamente significativas entre meses y municipios. En todos los municipios el mes de septiembre representa el mes con mayor lluvia y solo los municipios de Champotón y Palizada indican que agosto y octubre son estadísticamente iguales a la cantidad de lluvia de septiembre en estos municipios respectivamente.

En este cuadro los datos muestran tres periodos de humedad “época seca, intermedia y lluviosa” bien marcados. El primero de noviembre a abril en los municipios de Calkini, Hecelchakán, Tenabo, Hopelchen y Campeche. Los municipios de Champotón, Calakmul y Escárcega indican un intervalo de noviembre a abril de época seca, en cambio Candelaria, Carmen y Palizada el periodo seco va de febrero a marzo.

El mes de mayo representa la transición entre las épocas seca y lluviosa en todos los municipios de estado. Los meses restantes indican que la estación lluviosa varía de junio a octubre en los municipios del norte y centro del estado. En Champotón, Calakmul y Escárcega el intervalo es de junio a noviembre, en cambio Candelaria, Carmen y Palizada el periodo lluvioso va de junio a enero. Los municipios con mayor precipitación son circunvecinos (Palizada, Candelaria, Escárcega, Champotón y Carmen) entre ellos y colindantes al estado de Tabasco.

### C. Análisis espacial y temporal de la lluvia por municipios y periodos del año.

En la comparación entre los tres periodos (Actual, Intermedio y Pasado) se encontraron diferencias significativas en los municipios de Hecelchakán, Tenabo, Champotón y Escárcega, no así para los municipios de Calkini, Campeche, Hopelchen, Calakmul, Candelaria, Carmen y Palizada.

En los cuadros 2 al 5 se presentan los datos de la lluvia media mensual y la desviación estándar en mm de precipitación para los tres intervalos analizados.

Los datos indican medias mensuales de precipitación menores de 50 mm y desviaciones menores al 20 % en el trimestre de diciembre a febrero en los municipios de Calkini, Hecelchakán, Tenabo, Hopelchen, Campeche, Champotón, Calakmul y Escárcega. El pasado reporta la mayor frecuencia de las desviaciones mayores con 7 y el intermedio 3.

Para el trimestre de marzo a mayo en todos los municipios los meses de marzo y abril reportan medias mensuales de precipitación menores de 55 mm y desviaciones menores al 20 %. El mes de mayo representa la transición entre la época seca y la lluviosa en todos los municipios. La frecuencia de las desviaciones mayores la presenta el periodo pasado con 6 y el actual 4.

En el trimestre de junio a agosto el establecimiento de la estación lluviosa se confirma con los datos la precipitación de cada mes, en todos los municipios se reportan medias mensuales de precipitación mayores a 130 mm y desviaciones mayores a 19 y menores a 77 %. La frecuencia de las desviaciones mayores la presenta el periodo pasado con 9 y el actual con 3.

En cuanto al trimestre de septiembre a noviembre, en los tres periodos analizados el mes de septiembre reporta lluvia media mensual mayor a 200 mm, en todos los municipios, solo Calakmul reporta 199.23, 209.11 y 191.66 mm para los periodos actual, intermedio y pasado respectivamente. En octubre solo los municipios de Carmen y Palizada reporta lluvia media mensual mayor a 200 mm, en todos los municipios restantes la fluctuación de la lluvia media mensual va 110 a 188 mm, en el mes de noviembre solo los municipios de Candelaria, Carmen y Palizada reportan valores mayores a 96 mm, en los demás el rango de la lluvia de este mes va de 45.90 a 84.78 mm. La frecuencia de las desviaciones mayores la presenta el periodo pasado con 8, el intermedio 1 y el actual 2.

Este trabajo y distintos estudios aportan evidencias claras de la existencia de variaciones importantes en las condiciones climáticas de México, a escalas regionales, con patrones geográficamente consistentes, tanto en incremento como en decremento de lluvia. Históricamente se cuenta con registros que documentan que la precipitación en la Península de Yucatán es muy variable, aún sin considerar los fenómenos extraordinarios de abundancia y escasez de agua tales como los huracanes y la sequía (Méndez G., J., et al. 2007; Orellana, Roger, et al. 2009; Delgado Carranza, C., et al. 2011; Márdero, Sofía, et al. 2012).

**Cuadro 2.** El análisis de la precipitación media y la desviación estándar (mm) en los meses de junio a agosto en los municipios de Campeche.

Municipios	Periodo	Meses					
		Junio		Julio		Agosto	
		Media	Dev est	Media	Dev est	Media	Dev est
Calkini	Actual	171.17	36.47	146.77	31.29	189.02	47.55
	Intermedio	164.62	39.42	151.10	28.67	182.59	44.59
	Pasado	133.86	57.61	160.54	36.09	186.04	45.21
Hecelchakán	Actual	194.70	28.01	163.82	33.48	207.92	17.65
	Intermedio	188.52	40.82	152.28	18.75	193.12	18.39
	Pasado	153.83	15.18	146.82	11.23	171.63	9.91
Tenabo	Actual	193.19	22.39	162.32	29.13	204.62	19.48
	Intermedio	184.42	31.99	156.72	27.25	197.37	20.31
	Pasado	152.95	19.10	157.97	21.98	193.36	24.44
Hopelchén	Actual	167.50	25.43	133.06	27.25	185.30	22.59
	Intermedio	159.88	27.58	135.63	21.20	179.53	26.17
	Pasado	155.65	30.07	138.83	20.99	172.65	31.65
Campeche	Actual	200.17	24.76	166.38	25.66	218.02	22.87
	Intermedio	179.75	30.03	164.83	27.64	208.21	21.88
	Pasado	176.40	36.19	171.93	32.71	211.92	33.00
Champotón	Actual	215.12	40.60	176.20	39.63	238.50	29.98
	Intermedio	193.17	42.91	174.10	35.97	232.55	29.90
	Pasado	171.93	63.67	168.28	68.75	224.59	76.48
Calakmul	Actual	161.62	34.63	120.96	13.85	165.72	35.52
	Intermedio	143.32	32.97	127.64	16.14	156.06	29.54
	Pasado	123.64	36.08	128.60	32.45	140.99	35.96
Escárcega	Actual	214.86	38.95	182.11	44.47	243.53	46.27
	Intermedio	193.25	29.86	185.28	42.43	233.87	51.70
	Pasado	166.28	40.55	171.25	65.56	228.70	56.13
Candelaria	Actual	209.69	42.66	162.55	31.85	230.34	48.09
	Intermedio	204.41	40.34	168.50	32.11	221.54	58.04
	Pasado	198.93	40.61	181.42	46.94	220.47	60.30
Carmen	Actual	220.36	31.63	187.19	23.67	227.76	38.63
	Intermedio	210.32	29.20	198.13	29.03	226.08	35.98
	Pasado	194.70	20.06	202.98	35.09	218.39	40.46
Palizada	Actual	220.23	27.39	182.00	19.50	208.88	19.24
	Intermedio	217.85	27.98	196.82	19.03	211.35	15.54
	Pasado	202.40	22.28	201.37	32.26	212.54	29.94

**Cuadro 3.** El análisis de la precipitación media y la desviación estándar (mm) en los meses de septiembre a noviembre en los municipios de Campeche.

Municipios	Periodo	Meses					
		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		Media	Dev est	Media	Dev est	Media	Dev est
Calkini	Actual	209.16	62.09	132.99	32.68	48.56	12.71
	Intermedio	220.43	63.41	135.38	29.88	47.19	12.53
	Pasado	201.40	79.53	126.25	47.61	61.45	31.46
Hecelchakán	Actual	229.86	26.61	131.66	21.44	54.51	3.95
	Intermedio	245.36	44.04	131.98	24.10	47.02	3.17
	Pasado	205.42	32.61	110.27	17.69	45.90	2.92
Tenabo	Actual	225.03	31.90	140.07	18.41	52.53	7.69
	Intermedio	234.50	37.54	142.39	11.96	52.78	11.65
	Pasado	220.90	36.16	114.69	31.79	59.00	15.66
Hopelchén	Actual	221.42	29.94	136.94	25.57	57.20	7.18
	Intermedio	225.83	27.25	137.98	24.42	54.36	5.10
	Pasado	222.18	29.27	122.85	31.71	57.06	9.09
Campeche	Actual	234.40	21.50	149.90	18.59	56.07	8.62
	Intermedio	234.46	19.61	141.94	25.77	54.24	8.46
	Pasado	229.07	25.27	132.19	27.25	58.26	10.43
Chamotón	Actual	244.69	26.43	168.16	22.52	70.11	17.17
	Intermedio	251.87	16.99	164.55	35.98	67.51	12.47
	Pasado	221.43	67.62	145.63	48.10	70.30	28.62
Calakmul	Actual	199.23	33.16	156.08	27.91	68.20	16.33
	Intermedio	209.11	47.04	149.58	45.34	67.60	10.20
	Pasado	191.86	56.18	166.04	89.11	84.78	29.89
Escárcega	Actual	261.36	38.64	187.54	33.43	78.21	21.47
	Intermedio	255.46	31.95	187.54	36.26	78.25	7.95
	Pasado	237.43	32.21	169.21	32.10	82.21	8.06
Candelaria	Actual	248.01	39.65	176.24	30.75	96.34	29.74
	Intermedio	255.56	36.20	185.04	35.84	96.24	18.75
	Pasado	257.26	38.11	188.00	45.74	112.42	25.30
Carmen	Actual	246.56	45.97	213.91	52.36	102.99	33.90
	Intermedio	251.06	44.89	230.84	68.07	105.62	31.43
	Pasado	244.28	49.66	222.90	93.02	109.97	28.68
Palizada	Actual	262.72	38.45	265.01	52.46	140.33	31.80
	Intermedio	273.63	27.13	290.78	66.78	141.73	33.49
	Pasado	272.56	42.81	304.28	109.94	147.57	38.05



**Cuadro 4.** El análisis de la precipitación media y la desviación estándar (mm) en los meses de diciembre a febrero en los municipios de Campeche.

Municipios	Periodo	Meses					
		Diciembre		Enero		Febrero	
		Media	Dev est	Media	Dev est	Media	Dev est
Calkini	Actual	31.77	7.11	30.15	7.06	24.86	5.14
	Intermedio	34.11	8.47	28.64	7.64	29.25	11.01
	Pasado	27.47	9.48	34.76	9.21	21.89	7.55
Hecelchakán	Actual	33.93	4.95	33.97	5.71	27.33	5.46
	Intermedio	35.68	7.64	31.42	9.99	33.91	13.73
	Pasado	26.06	7.95	38.32	12.37	22.22	7.21
Tenabo	Actual	29.14	4.99	27.74	3.12	25.44	5.72
	Intermedio	31.57	5.93	24.18	6.24	33.65	12.45
	Pasado	29.01	8.34	30.18	6.90	20.72	8.34
Hopelchén	Actual	31.84	7.69	34.86	8.15	25.00	3.88
	Intermedio	35.60	6.01	30.45	5.97	29.96	4.88
	Pasado	34.28	5.80	35.92	6.25	23.91	6.00
Campeche	Actual	28.37	5.35	34.05	11.09	22.74	4.61
	Intermedio	34.16	5.43	34.22	9.90	25.84	8.30
	Pasado	38.77	12.42	41.23	10.02	20.45	6.45
Chamotón	Actual	34.52	10.37	38.67	11.12	28.54	5.48
	Intermedio	38.20	8.23	37.21	12.63	31.13	9.13
	Pasado	39.56	14.41	39.43	14.62	20.57	7.72
Calakmul	Actual	46.27	14.20	46.76	11.31	27.21	8.21
	Intermedio	51.57	11.91	44.98	11.48	27.65	8.59
	Pasado	54.84	19.68	43.04	23.85	18.11	13.50
Escárcega	Actual	46.56	8.17	41.98	7.17	30.07	5.93
	Intermedio	48.06	10.02	44.08	13.19	33.37	6.60
	Pasado	47.15	11.31	52.14	16.74	24.80	4.61
Candelaria	Actual	63.44	27.21	52.53	15.70	39.49	15.48
	Intermedio	57.76	6.23	57.25	8.30	43.48	11.35
	Pasado	55.04	14.33	64.77	10.84	40.54	11.48
Carmen	Actual	67.02	27.76	63.93	23.79	48.53	25.90
	Intermedio	68.77	29.93	60.07	23.26	50.94	23.23
	Pasado	71.88	33.31	66.52	22.34	37.48	17.85
Palizada	Actual	90.75	17.80	79.38	5.92	55.25	12.45
	Intermedio	95.67	21.14	69.79	12.96	58.31	11.84
	Pasado	101.85	31.58	79.74	15.09	45.28	13.63

**Cuadro 5.** El análisis de la precipitación media y la desviación estándar (mm) en los meses de marzo a mayo en los municipios de Campeche.

Municipios	Periodo	Meses					
		Marzo		Abril		Mayo	
		Media	Dev est	Media	Dev est	Media	Dev est
Calkini	Actual	19.73	6.54	31.43	14.77	77.20	32.40
	Intermedio	20.21	9.03	27.22	11.87	78.93	30.68
	Pasado	16.09	9.76	28.65	15.42	60.89	36.38
Hecelchakán	Actual	18.60	1.69	36.14	3.12	100.02	27.54
	Intermedio	20.27	2.42	29.71	4.47	94.31	24.44
	Pasado	17.74	6.99	36.20	9.82	68.29	11.18
Tenabo	Actual	21.49	8.62	32.63	10.70	86.15	25.34
	Intermedio	20.36	7.57	26.42	10.26	92.21	20.59
	Pasado	17.22	9.63	29.08	14.20	83.86	26.75
Hopelchén	Actual	23.99	5.81	47.01	13.28	88.47	12.59
	Intermedio	25.71	7.63	40.51	12.73	94.48	12.16
	Pasado	24.96	9.76	40.86	13.22	91.93	12.43
Campeche	Actual	21.34	10.69	33.13	16.70	73.98	13.30
	Intermedio	21.83	6.57	24.37	14.38	81.16	16.78
	Pasado	25.25	8.09	28.13	13.74	75.17	15.90
Champotón	Actual	21.95	9.62	30.14	12.94	81.25	15.54
	Intermedio	21.61	6.44	22.40	11.81	82.77	20.99
	Pasado	24.25	10.60	28.08	14.95	66.55	25.20
Calakmul	Actual	26.02	7.66	39.48	9.46	86.58	20.17
	Intermedio	24.80	7.77	32.10	12.68	91.40	23.87
	Pasado	18.60	10.81	36.26	18.91	76.47	9.92
Escárcega	Actual	16.63	6.03	30.85	7.95	83.75	18.58
	Intermedio	21.10	3.64	28.97	8.45	91.65	16.57
	Pasado	29.75	8.52	33.77	7.74	76.34	9.56
Candelaria	Actual	21.96	12.17	36.14	4.55	86.53	20.97
	Intermedio	22.88	3.55	32.22	0.91	104.61	19.41
	Pasado	28.01	4.84	36.98	4.72	91.53	15.87
Carmen	Actual	34.23	35.43	39.67	35.05	88.83	28.50
	Intermedio	38.30	34.48	37.25	34.39	93.31	30.92
	Pasado	43.83	30.73	42.08	32.26	83.86	32.21
Palizada	Actual	31.30	2.54	27.89	7.37	82.63	9.09
	Intermedio	39.47	9.31	27.99	4.74	90.75	19.84
	Pasado	52.65	13.00	39.58	11.01	92.15	26.76

Por su ubicación, la península recibe la influencia de los vientos alisios, la sequía intraestival “canícula”, las ondas del este, tormentas tropicales y huracanes, los vientos polares y nortes, las altas presiones y las corrientes marinas. De éstos, el que más aporte de lluvias produce son los vientos alisios que penetran con fuerza a la región durante el verano (García, E., 1965; UNESCO, 2010; Delgado Carranza, C., et al. 2011).

En sus rasgos más generales, el régimen pluvial en la Península de Yucatán se caracteriza por la dominancia de una condición subhúmeda en la mayor parte del territorio. Salvo la porción costera noroccidental, que se destaca por su marcada carencia de lluvias por tiempos prolongados, el régimen pluvial muestra un acentuado contraste en su distribución anual, el cual se manifiesta en una clara diferenciación de tres épocas de humedad en el transcurso del año: el temporal o época de fuertes lluvias regulares donde se registra el mayor porcentaje de la precipitación anual (entre 60 y 70% de acuerdo a diferentes autores), en algunos casos con más de 300 mm de lluvia en 24 horas en época de ciclones y una constante de 208 mm durante 20 años en el mes de septiembre; los nortes o época de lluvias escasas pero algo constantes que aportan el resto del porcentaje total de la precipitación anual y mantiene la alta humedad ambiental (entre 60% en el norte y 80% en el sur) y la seca o época con lluvias ocasionales y aisladas (Márdero, Sofía, et al. 2012; Chávez, Ramiro M. 2022).

Históricamente, considerando los promedios de las precipitaciones desde los años 1995 al 2020, la RHA XII alcanzó los 1,215.9 mm anuales, ocupando el tercer lugar nacional, superado sólo por Frontera Sur con 1,846 mm y Golfo Centro con 1,558 mm, respectivamente. Debido a cambios en los niveles de energía del sistema climático y cambios en las corrientes marítimas y de viento, se espera que la frecuencia e intensidad de los huracanes y tormentas incremente en la Península de Yucatán (Orellana, et al. 2009; UADY y CONAGUA. 2014; SMARNAT y CONAGUA. 2021; FAO and IIASA. 2021).

## Conclusiones

Los datos reportan diferencia significativa entre municipios, estaciones, meses del año y periodos.

Mayo representa la transición entre las épocas seca y lluviosa en todos los municipios.

En todos los municipios el mes de septiembre representa el mes con mayor lluvia fluctuando de 200.1 a 269.6 mm, respectivamente en los municipios de Calakmul y Palizada.

Se identifican tres periodos de humedad “época seca, intermedia y lluviosa” bien definidos, los cuales generan un periodo más largo de la estación de crecimiento en los municipios de Candelaria, Carmen y Palizada por disponibilidad pluviométrica.

Los tres periodos (Actual, Intermedio y Pasado) reportan diferencias significativas en los municipios de Hecelchakán, Tenabo, Champotón y Escárcega, no así en el resto de los municipios.

La duración de la estación de crecimiento muestra diferencias entre los municipios del norte y sur del estado, lo cual impacta en el potencial y la productividad de las especies vegetales estacionales, anuales y perennes.

## Referencias Bibliográficas

- Chávez, Ramiro M. 2022. Variación del cambio climático con respecto al clima. En memoria del VII Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas. BUAP. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias. Teziutlán, Puebla. México.
- Delgado Carranza, C., et al. 2011. Clasificación y zonificación agroclimática utilizando la relación precipitación evapotranspiración en el estado de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, núm. 75, agosto, 2011, pp. 51-60 Instituto de Geografía. Distrito Federal, México.
- FAO. 2021. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. Informe de síntesis 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654es>.
- FAO and IIASA. 2021. Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4) – Data Portal user's guide. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb5167en>.
- García, E. 1965. "Distribución de la precipitación en la República Mexicana", *Publicaciones del Instituto de Geografía*, v. I, UNAM, México, pp. 171-191.
- Legorreta Padilla, F., et al. 2012. Potencial Productivo de Especies Agrícolas de Importancia Socioeconómica en México. Coyoacán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Márdero, Sofía, et al. 2012. Sequías en el sur de la península de Yucatán: análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611*, Núm. 78, 2012, pp. 19-33. Distrito Federal, México.
- Méndez G., J., et al. 2007. Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611*, Núm. 65, 2008, pp. 38-55. Distrito Federal, México.
- OMM. 2022. Estado del clima en América Latina y el Caribe 2021. Génova, Suiza. 44p. Sección: Variabilidad y cambio climático, sequías, y fenómenos extremos.
- SAS Institute. 1999. SAS system reléase 9.0 for Windows. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Serrano A., V.; Ruiz C., J. A.; Rodríguez A., J. H.; Medina G., G. y Cano G., M. A. 2007. Estadísticas climatológicas básicas de la Península de Yucatán (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRSE. Mérida, Yucatán, México. 190 p.
- SMARNAT y CNA. 2021. Programa Hídrico Regional 2021-2024 Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México. México.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional) 2022. Normales climatológicas por estado. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=camp> (consultado el 11 de mayo de 2022).
- UADY y CONAGUA. 2014. Informe Final. Programa Nacional contra la sequía. PRONACOSE. Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación del Consejo de Cuenca Península de Yucatán, versión 2014.
- UNESCO, 2010. "Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe". Dentro del marco del proyecto "Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe". CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25.