

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**VARIABILIDAD DE PRECIPITACIÓN EN DÍAS, PERIODOS
SEMANALES Y BIDECADALES EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO
MEXICANO, PERIODO 1940-2010**

TESIS

Como requisito para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

Por:

ING. SANTIAGO AVELARDO REYES CARRERA

Linares, Nuevo León

Septiembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**VARIABILIDAD DE PRECIPITACIÓN EN DÍAS, PERIODOS
SEMANALES Y BIDECADALES EN LA REGIÓN DEL PACÍFICO
MEXICANO, PERIODO 1940-2010**

TESIS

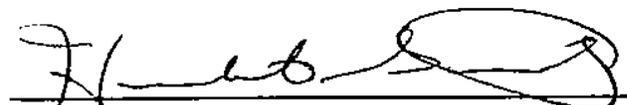
Como requisito para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

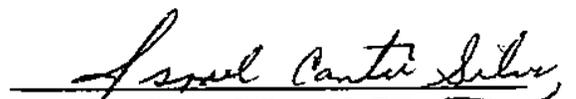
Presentada por:

ING. SANTIAGO AVELARDO REYES CARRERA

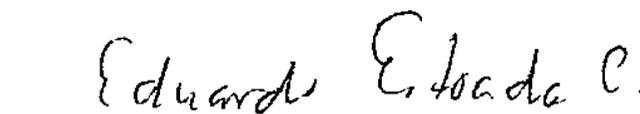
Comité de tesis:



Dr. Humberto González Rodríguez
Asesor



Dr. Israel Cantú Silva
Asesor



Dr. A. Eduardo Estrada Castellón
Asesor



Dr. Jorge Méndez González
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Catalina Carrera y Juvencio Reyes, por ser mis tesoros más preciados de este mundo, por darme la vida, su cariño y amor y sobre todo su apoyo incondicional durante mi formación profesional y por todas las cosas que me han enseñado para salir adelante ¡gracias!

A mi abuelita Antonia Tapia, que te considero mi otro tesoro más valioso que dios me ha regalado, por brindarme tu cariño y amor de madre en los momentos cuando más lo necesitaba y por esos buenos consejos que me has enseñado, por ello te doy mil gracias.

A mis abuelitos paternos Leobardo Reyes por tu cariño y por ser un amigo más dándome los buenos consejos de la vida y Guadalupe Reyes (†) que dios ahora te tiene a su lado y que en vida me diste tu cariño y amor sin ninguna condición, donde quiera que estés siempre te llevare en corazón.

A mis hermanos: Rubén y Antonio, por la gran amistad que nos une y porque siempre permanezcamos juntos como hasta ahora.

A mis padrinos María Carrera y Florentino Vázquez, por su gran cariño y amor y por darme siempre ánimos de superación en la vida.

A mi esposa Blanca Velasco por ser una persona muy importante en mi vida, por brindarme tu cariño, amor, apoyo incondicional y a mi hijo que espero con ansiedad tu llegada los quiero y los amaré siempre.

A mis ahijadas: Lucero, Blanca, mis pequeñitas Lupita, Dulce y Janeth, las adoro.

A mis tíos por todas las muestras de apoyo moral que me han brindado, muchas gracias. A mis primos en general por la amistad que siempre nos ha unido.

A mis amigos del Cecyte, Licenciatura, también a Marcelino, Salvador, José Isabel, Bernardo, Alejandro, Juan, Abad y a todos del laboratorio de química (FCF) y a mis compañeros de la Maestría que de una u otra forma me brindaron su amistad durante mi estancia en ésta Facultad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme la existencia en este mundo, por darme fuerzas y voluntad para seguir de frente y luchar por ser cada día mejor y un hombre de bien.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme apoyado con una beca crédito para realizar mis estudios de Maestría.

Agradezco infinitamente a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, quien me brindó la oportunidad de superarme y alcanzar un grado más en la mi vida como profesionista, y por haber obtenido las herramientas necesarias para ser ético y responsable en mi profesión.

De manera especial:

Al Dr. Humberto González Rodríguez, por darme el apoyo y confianza en el trabajo de investigación y por comprometerse a conducir y dirigir ésta tesis, así como por orientarme en los aspectos científicos y personales, que sirvieron para enriquecer aún más este trabajo.

Al Dr. Israel Cantú Silva, por su asesoría y colaboración en la presente investigación que mejoraron el contenido de la tesis.

Al Dr. A. Eduardo Estrada Castellón por dedicarle tiempo en la revisión de este trabajo, sus consejos y su valiosas aportación al documento.

Al Dr. Jorge Méndez González, por los comentarios y sugerencias constructivas que me ayudaron a cimentar nuevos conocimientos y por hacer de este trabajo una importante investigación.

De la misma forma, también quiero agradecer al Servicio Meteorológico Nacional por proporcionarme la base de datos de clima utilizada en este estudio.

A todos los profesores que forman parte de la Facultad de Ciencias Forestales que me brindaron su valiosa enseñanza y apoyo académico ¡gracias!

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 HIPÓTESIS	4
1.2 OBJETIVO.....	5
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Importancia de la precipitación.....	6
2.2 Tipos de precipitación	7
2.2.1 Lluvias frontales o ciclónicas.....	8
2.2.2 Lluvias convectivas o por corrientes ascendentes de aire más cálido.....	9
2.2.3 Lluvias orográficas o de relieve	10
2.3 Medidas de la precipitación.....	11
2.4 Estudios afines de la precipitación semanal	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Descripción del área de estudio.....	15
3.1.1 Climas.....	16

3.1.2 Precipitación	17
3.1.3 Temperatura	18
3.1.4 Vegetación y uso del suelo.....	19
3.2 Fuente de datos	20
3.3 Selección de estaciones climatológicas	20
3.4 Análisis y procedimiento de datos.....	22
3.5 Análisis de precipitación por periodos.....	22
3.6 Análisis de precipitación en días de la semana	23
3.7 Análisis de precipitación entre semana (<i>Ps</i>) y fin de semana (<i>Pf</i>)	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Variación de precipitación entre días de la semana.....	24
4.2. Distribución de precipitación durante los días de la semana y periodo boreal	25
4.3 Periodos semanales (entre semana, <i>Ps</i> / fines de semana, <i>Pf</i>).....	28
4.4 Variabilidad de precipitación (PP) en periodos bidecadales en <i>IB</i> y <i>VB</i>	33
5. CONCLUSIONES	41
6. BIBLIOGRAFÍA.....	42
7. APÉNDICE	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lluvias frontales de frente frío.	8
Figura 2. Lluvia frontal de frente cálido.	9
Figura 3. Desarrollo de lluvias convectivas.	10
Figura 4. Precipitación orográfica.....	11
Figura 5. Tipo de climas registrados en el área de estudio modificado por García (1998).....	17
Figura 6. Precipitación media anual del área de estudio (CONABIO, 2012).	18
Figura 7. Tipo de Temperatura presentada en el área de estudio (CONABIO, 2012).....	19
Figura 8. Tipo de vegetación y uso de suelo en el área de estudio (CONABIO, 2012).....	20
Figura 9. Área de estudio y distribución espacial de estaciones climatológicas analizadas y nueve regiones definidas por estadísticas de precipitación según Wallén (1955).....	21
Figura 10. Comportamiento de la precipitación en días de la semana (P_s) para las 235 estaciones en el Pacífico Mexicano.	24
Figura 11. Comportamiento de la precipitación en VB (a, c) y en IB (b, d) de los días de la semana en el Pacífico Mexicano.	27
Figura 12. Promedio de precipitación estandarizada en el Pacífico Mexicano de 235 estaciones climatológicas ($\alpha \leq 0.10$).....	28
Figura 13. Patrones espaciales de precipitación semanal entre días de la semana, P_s (a) y en fines de semana, P_f (b) en el Pacífico Mexicano.	29
Figura 14. Promedio de precipitación estandarizada de 235 estaciones ($\alpha \leq 0.10$), en el Pacífico Mexicano.....	31

Figura 15. Patrones espaciales de precipitación semanal en <i>VB</i> (días de la semana, <i>Ps</i> (a), fin de semana, <i>Pf</i> (b)) e <i>IB</i> (días de la semana, <i>Ps</i> (c), fin de semana, <i>Pf</i> (d)), presentes en el Pacífico Mexicano.....	32
Figura 16. Comportamiento promedio de precipitación en el Pacífico Mexicano, total ($n=235$) (a, b) y significativo ($\alpha=0.10$) (c, d) durante <i>VB</i> e <i>IB</i>	35
Figura 17. Distribución de estaciones climatológicas con significancia estadística ($\alpha\leq 0.10$) en verano boreal (<i>VB</i>) e invierno boreal (<i>IB</i>) en el área del Pacífico Mexicano.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de climas en el área de estudio.	16
Cuadro 2. Estaciones de precipitación con diferencias significativas entre semana (Ps) y fines de semana (Pf), en el Pacífico Mexicano.	30
Cuadro 3. Agrupación de medias de Duncan del análisis de varianza entre periodo de precipitación (<i>P</i>) estandarizada de 235 estaciones climatológicas distribuidas en el Pacífico Mexicano.	34
Cuadro 4. Distribución de precipitación estandarizada (mm) de acuerdo a las regiones propuestas por Wallén (1955) en la región del Pacífico Mexicano en verano boreal (VB) e invierno boreal (IB).	37

RESUMEN

En los últimos años, la variabilidad climática ha tenido gran relevancia para su análisis, como es el caso del ciclo diario de precipitación ya que es una característica importante de un lugar o región que juega un papel fundamental en los procesos biológicos, ecosistémicos y socioeconómicos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las series de precipitación en días, periodos semanales y bidecadales para identificar los patrones geográficos de variabilidad en la región del Pacífico Mexicano. Los resultados encontrados de 235 estaciones distribuidas en la región del Pacífico Mexicano fueron: miércoles es el día con mayor registro de precipitación, seguido del jueves y martes, considerando las épocas boreales (Verano e Invierno boreal) no se encontraron diferencias, es decir, en todos los días el registro de precipitación fueron iguales aunque el miércoles mostró mayor presencia de precipitación en ambas épocas. En periodos semanales (precipitación en días de la semana, P_s , precipitación en fines de semana, P_f), el 14% de las estaciones climatológicas presentan diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$) entre P_s y P_f , registrándose en la mayoría de los casos mayor presencia de precipitación en P_s . Considerando las épocas de año (VB e IB), el 34% de las estaciones climatológicas indica diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$) entre P_s y P_f , de las cuales, el 26% se presentaron en VB y el 74% en IB , indicando que en ambos casos en P_s se registró mayor precipitación. En cuando a periodos bidecadales, el 71% de las estaciones registran diferencias de precipitación, en la cual el 60% se presentó en VB con mayor registro de precipitación en el PII (1951-1970) y 40% en IB encontrándose en el PIV (1991-2010) mayor registro de precipitación. En términos generales, los resultados revelan que a través del tiempo, el clima ha presentado variaciones importantes en la región de estudio y que de una forma repercuten en los hábitos de la sociedad.

Palabras clave: Precipitación, días, semanales, periodos.

ABSTRACT

In recent years, the climate variability has had great significance for analysis, as it is the case of the daily rainfall cycle since it is an important feature of a place or region that plays a fundamental role in biological processes, ecosystem and socio-economic. The objective of the present study was to know the variability of precipitation series in days, weekly periods and bidecadales to identify the geographic patterns of increase and decrease in the region of the Mexican Pacific. The results of 235 stations distributed in the region of the Mexican Pacific were: on days of the week, Wednesday is the day with greater record of precipitation, followed by Thursday and Tuesday, and whereas the time of *VB* and *IB* no differences were found, although on Wednesday showed greater presence of precipitation in both seasons. In weekly periods (precipitation in days of the week, *Ps* / precipitation on weekends, *Pf*), 14% show significant differences ($\alpha \leq 0.10$) between *Ps* and *Pf*, was recorded in most cases greater presence of precipitation standardized in *PS*. whereas the times of year (*VB* and *IB*), 34% indicates significant differences ($\alpha \leq 0.10$) between *Ps* and *Pf*, of which 26% were in *VB* and 74% in *IB*, indicating that major rainfall event occurred in both cases in *Ps*. When the bidecadales periods 71% of stations recorded differences in rainfall, in which 60 per cent occurred in *VB* with greater precipitation in the *P//* record and 40% found in the *P//V IB* higher rainfall record. In general terms, the results show that over time, the climate has been presenting significant variations in the local region and that in a way they have impacted on the significant changes of life on the planet.

Key words: precipitation, weekly days periods.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la variabilidad climática ha tenido gran relevancia para su análisis, principalmente en el comportamiento de la precipitación ya que éste ha sido un componente fundamental en el sistema climático para conocer sus características y comportamiento a nivel local, regional y global y su relación con los tópicos como los desastres hidrometeorológicos y el manejo de los recursos hídricos; por lo que en la actualidad existe un amplio consenso sobre la necesidad de profundizar el conocimiento sobre su variabilidad espacial y temporal dentro del contexto del cambio climático global (Solomon *et al.*, 2007). Diversos estudios han demostrado incrementos o decrementos en el régimen de la lluvia en muchos lugares del mundo en las últimas décadas, algunos de los resultados más relevantes permitieron identificar que aproximadamente 30 regiones del mundo han presentado prolongados y abruptos cambios en sus patrones lluviosos a lo largo del siglo XX (Dore, 2005; Zhang *et al.*, 2007).

La precipitación como componente clave del ciclo hidrológico, varía su comportamiento dependiendo de la localización y del tiempo, su variabilidad en la escala de años a días e incluso en la escala regional puede ser irregular y muy alta y estar afectada tanto por fuerzas naturales como antropogénicas (Zhang *et al.*, 2007). De esta manera, se considera que las actividades antropogénicas han repercutido en las variaciones del cambio climático. Esto se debe, en parte, a que en los últimos años el desarrollo industrial ha incorporado gases de efecto invernadero a la atmósfera y ha dado lugar a la variabilidad climática y las diferencias regionales en el clima siguen siendo parte inherente de la vida del planeta (IPCC 2007).

El entendimiento de las variaciones estacionales, los cambios interanuales, los patrones de distribución espacio temporal, la aparición de anomalías o similitudes interanuales es un tema en continuo e intenso debate dada la relevancia que tiene el manejo de recursos hídricos con el desarrollo de las regiones. Las modificaciones en el comportamiento de la lluvia afectan directamente a sistemas socioeconómicos y

naturales, tal es el caso de los ecosistemas y el mantenimiento de la biodiversidad, así como la salud de las poblaciones por citar algunos ejemplos, por este motivo son de particular interés para diversos sectores de la sociedad.

El ciclo diario de las variables climatológicas es una característica importante de un lugar o región ya que juega un papel fundamental en los procesos biológicos (ciclo circadiano, por ejemplo), ecosistémicos (funcionamiento diario del componente biótico) y socioeconómicos (horarios de actividades) (Murillo *et al.*, 2005). Debido a la variabilidad climática que presenta la precipitación, en algunas partes del mundo diversos investigadores han enfocado sus estudios para conocer el comportamiento de precipitación que se registran entre días de la semana (*Ps*) y fines de semana (*Pf*); entre ellos, se encuentran estudios que mencionan que el jueves es el día más lluvioso de la semana (Nicholson, 1965; Simmonds y Kaval, 1986). López (1995) menciona que en Zaragoza, España, el lunes, viernes y sábado son los días con mayor presencia de precipitación y la mínima el jueves. Cehak (1982) menciona que los fines de semana es donde se registra mayor frecuencia de lluvias que los días de la semana. De la misma manera, Simmonds y Keay (1997) afirman que en Melbourne, Australia, los fines de semana son los más húmedos durante la temporada fría. En Estados Unidos, Bell *et al.* (2008) reportan que en la década de 1940, los fines de semana presentaron mayor registros de precipitación principalmente entre los días domingo y lunes, lo cual sugieren que estas diferencias encontradas se originaron por la variabilidad en la composición de la contaminación por aerosoles generados en ese momento por las actividades antropogénicas.

No obstante, los ciclos semanales de precipitación pueden ser afectadas por las actividades humanas debido a que se ha demostrado cualitativamente que la contaminación atmosférica urbana e industrial suprime la precipitación generada por los procesos de formación de nubes convectivas (Rosenfeld, 2000; Rosenfeld y Givati, 2006). Sin embargo, en estudios realizados sobre la relación entre la actividad humana, la presencia y cantidad de precipitación a través de análisis de posibles ciclos semanales de precipitación, sugieren que en Estados Unidos ni la presencia ni

la cantidad de precipitación significativa depende de los días de la semana durante un periodo de análisis de 42 años, lo cual desmiente estas posibles relaciones (Schütz *et al.*, 2007).

La distribución geográfica de la precipitación en México está firmemente ligada con la orografía del país así como también con la distribución de los rasgos más prominentes de la circulación atmosférica de la humedad del Océano Pacífico. La climatología de la precipitación muestra notables variaciones espaciales y a la atribución al cambio ocasionado por las actividades antropogénicas (Englehart y Douglas, 2002; García, 2003, 2009). Sin embargo, en muchos estudios se menciona que el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es uno de los factores más influyentes en la variación del clima, ya que se ha documentado que El Niño es capaz de modificar los patrones normales del clima alrededor del mundo (Magaña *et al.*, 2003; Gavidia, 2010). En el Pacífico Mexicano, estos fenómenos (El Niño y La Niña) también modifican los patrones del clima principalmente de precipitación. Es evidente que en gran parte de estas regiones durante el invierno, en escenarios de El Niño, la precipitación se incrementa significativamente en el noroeste de México y disminuye en el sur. Por el contrario, en condiciones de La Niña, la precipitación se incrementa en el sur y decrece hacia el norte (Magaña *et al.*, 2003; Bravo *et al.*, 2010).

Las alteraciones en el régimen de lluvias son importantes en varios sectores del país; para el sector hidroeléctrico e hidráulico, la agricultura, así como con el manejo de las fuentes y suministro de agua en regiones urbanas, entre otros. En la agricultura, es particularmente importante, ya que su uso y manejo se ven afectados por la variabilidad interanual y diversos estudios han insistido respecto a la estrecha asociación de la fluctuación de la productividad de los campos con el patrón de la lluvia (Kirschbaum *et al.*, 2008), de tal forma que la planeación de las actividades agrícolas es altamente dependiente del conocimiento que se tenga de la disponibilidad del recurso hídrico en las distintas regiones.

Por lo anteriormente expuesto, es importante conocer el ciclo diario de precipitación ya que con ello se puede establecer una relación de éste con los procesos biológicos, ecosistemicos y socioeconómicos; esto hacia futuro permite optimizar tal relación en beneficio de la sociedad (adecuado manejo de los recursos naturales, conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas con fines de conservación y gestión, etc.) en general y principalmente en los Estados que conforman el Pacífico Mexicano, ya que hasta el momento no se han documentado estudios relacionados con la variabilidad de precipitación entre estos periodos en México. Sobre este contexto, surge un mayor interés por conocer las posibles variaciones de precipitación que se han originado en los últimos 50 años, dado que juegan un papel fundamental en el país en donde la gran mayoría de las actividades cotidianas están relacionadas con la variabilidad espacio-temporal, en éste caso, en la agricultura, ya que es la fuente de alimento para la sociedad, así como también para la producción de energía, almacenes de agua, de ahí la importancia de este estudio.

1.1 HIPÓTESIS

- a) La variación de precipitación entre días de la semana cuando menos uno es mayor que cualquier otro día de la semana.
- b) La precipitación registrada entre semana (P_s) es mayor a la registrada en los fines de semana (P_f) en la región del Pacífico Mexicano.
- c) La precipitación diaria en verano boreal es mayor a la registrada en invierno boreal.
- d) El registro de precipitación de las estaciones climatológicas en periodos bidecadales es mayor en verano boreal que invierno boreal en la región del Pacífico Mexicano.

1.2 OBJETIVO

Evaluar las series de precipitación en días, periodos semanales y bidecadales para identificar su variabilidad y patrones geográficos-temporales en la región del Pacífico Mexicano.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analizar los registros de precipitación en días de la semana y en periodos de verano boreal e invierno boreal, en el área de estudio
- b) Analizar los periodos semanales de precipitación en los últimos 50 años, en el área de estudio
- c) Analizar la variación de registro de precipitación en periodos bidecadales en el en el área de estudio

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de la precipitación

La relevancia del clima como factor regulador del medio natural y su incidencia sobre el ser humano, tanto de manera poblacional como sobre sus actividades, es innegable. En este sentido, la precipitación, al igual que la temperatura, es uno de los elementos climáticos que más influye sobre la naturaleza y su configuración. Su distribución temporal y espacial condiciona los ciclos agrícolas y forestales, así como el desarrollo de las principales especies vegetales y animales. Esta variable también influye, notoriamente, sobre otros rubros de la economía y la correspondiente producción de bienes y servicios, especialmente cuando es escasa (Pizarro *et al.*, 2003).

La precipitación es considerada como cualquier forma de agua que se deposita a la superficie de la tierra, como parte importante del ciclo hidrológico, e incluye a la lluvia, nieve, aguanieve y el granizo. La precipitación es producida por las nubes, que cuando alcanzan el punto de saturación, las gotitas de agua (o cristales de hielo) crecen hasta precipitarse a La Tierra por efecto de la gravedad (SMAGDF, 2006). De esta forma, es uno de los elementos definidores del clima de cualquier punto o área de la superficie terrestre (Guerra *et al.*, 2006). La precipitación es un componente principal del ciclo hidrológico y es responsable de depositar la mayor parte del agua dulce en el planeta. Además, da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio (Maderey y Jiménez, 2005).

La lluvia que cae sobre el terreno se dispersa de varios modos: una parte es retenida temporalmente por el suelo en las proximidades de la superficie del lugar de caída y luego es evaporada a la atmósfera o absorbida por plantas y luego transpirada; otra parte del agua ocurre sobre la superficie del suelo hasta llegar a arroyos y ríos, mientras que otra más penetra al terreno y pasa a formar parte de los acuíferos, los

cuales eventualmente desembocan en los océanos, afloran espontáneamente o son explotados por el hombre (Estrada, 1995).

Por otro lado, la lluvia ejerce sobre el suelo influencias mecánicas, físicas y químicas, nutricionales, algunas de las cuales son favorables y otras desfavorables para la agricultura. La influencia mecánica consiste en una compactación del terreno y/o una degradación de las partículas superficiales (Estrada, 1995).

El agua aportada por las precipitaciones es un recurso esencial para las actividades humanas en particular para la agricultura y la ganadería. Las lluvias de verano para México tienen gran importancia para diversas actividades de la sociedad; una de las necesidades en la planeación de tales actividades es el pronóstico climático estacional en donde los modelos de circulación general son herramientas que en los últimos años se han sofisticado, volviéndose de gran utilidad para el pronóstico estacional e interanual (Méndez y Magaña, 2005). La precipitación es el elemento climático más importante en México, desde un punto de vista climático como en su consideración de recurso, dadas su modesta cuantía en gran parte del territorio y su elevada variabilidad temporal y espacial.

La magnitud de la precipitación pluvial desempeña un papel muy importante en el campo de la Hidrología, ya que es una de las variables de mayor relevancia para determinar la disponibilidad de agua superficial y subterránea requerida para satisfacer las demandas actuales y futuras de los diferentes grupos de usuarios de una región o cuenca hidrológica.

2.2 Tipos de precipitación

En general, las nubes se forman por el enfriamiento del aire por debajo de su punto de saturación. Este enfriamiento puede tener lugar por varios procesos que conducen al ascenso adiabático con el consiguiente descenso de presión y descenso de temperatura en donde, una parte se condensa rápidamente y se precipita. La

intensidad y cantidad de precipitación dependerán del contenido de humedad del aire y de la velocidad vertical del mismo. De estos procesos, se derivan los diferentes tipos de precipitación (SMAGDF, 2005; Maderey y Jiménez, 2005):

2.2.1 Lluvias frontales o ciclónicas

La precipitación frontal puede ocurrir en cualquier depresión barométrica, resultando el ascenso debido a la convergencia de masas de aire que tienden a rellenar la zona de baja presión. Se presentan en dos formas frontales y no frontales. La precipitación frontal se asocia a un frente frío o a un frente cálido. Una masa de aire frío puede actuar como una barrera montañosa, pues es más densa que las más cálidas y permanece en niveles más bajos. En los frentes fríos (Figura 1) el aire cálido es desplazado hacia arriba por el aire frío, se condensa, dando lugar a nubosidad de gran desarrollo vertical acompañada de chubascos que a veces son muy intensos, así como de tormentas y granizo. La precipitación del frente frío es generalmente de tipo tormentoso, extendiéndose poco hacia delante del frente. Estas lluvias son características de latitudes medias y altas (SMAGDF, 2005; Maderey y Jiménez, 2005).

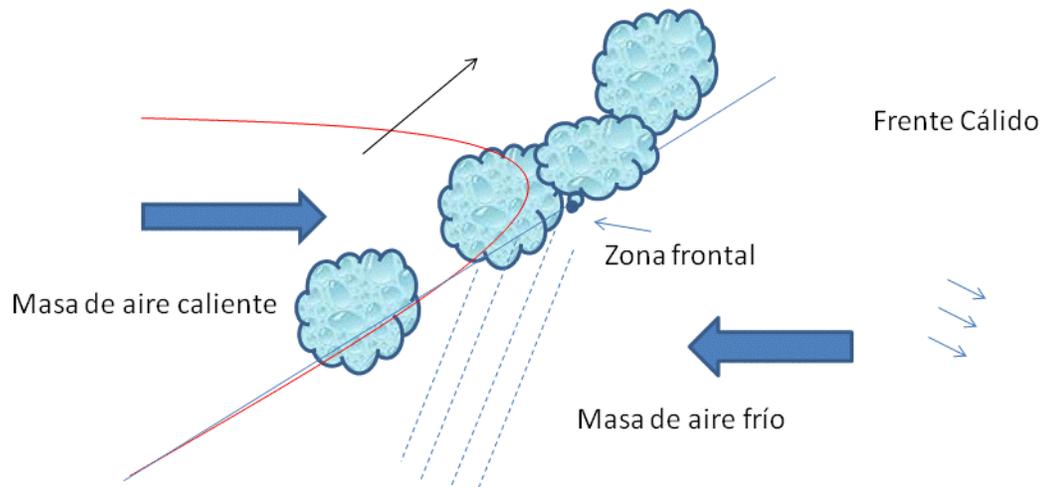


Figura 1. Lluvias frontales de frente frío.

En los frentes cálidos (Figura 2), el aire caliente asciende con relativa suavidad sobre la cuña fría, en general de escasa pendiente, dando lugar a una nubosidad más estratiforme que en el frente frío y, por lo tanto, a lluvias y lloviznas más continuas y prolongadas, pero de menor intensidad instantánea (Maderey y Jiménez, 2005).

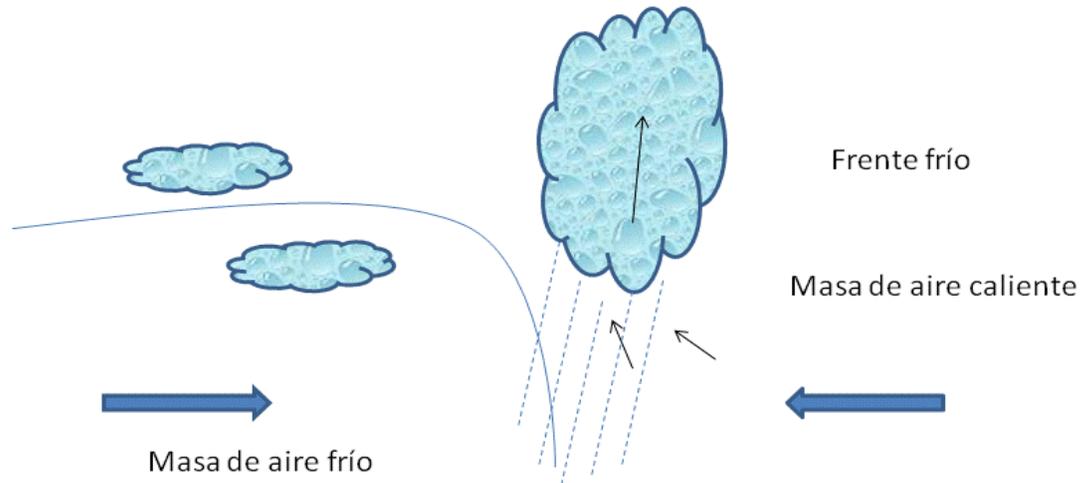


Figura 2. Lluvia frontal de frente cálido.

2.2.2 Lluvias convectivas o por corrientes ascendentes de aire más cálido

Tiene su origen en la inestabilidad de una masa de aire más caliente que las circundantes. La masa de aire caliente asciende, se enfría, se condensa y se forma la nubosidad de tipo cumuliforme, originando precipitaciones en forma de chubascos o tormentas (Figura 3). El ascenso de la masa de aire se debe, generalmente, a un mayor calentamiento en la superficie. El aire húmedo asociado a la convección es característico de zonas cálidas y húmedas. También las lluvias convectivas se presentan durante los veranos secos de las zonas templadas: son las típicas tormentas ya avanzada la tarde, acompañadas de truenos (Maderey y Jiménez, 2005).

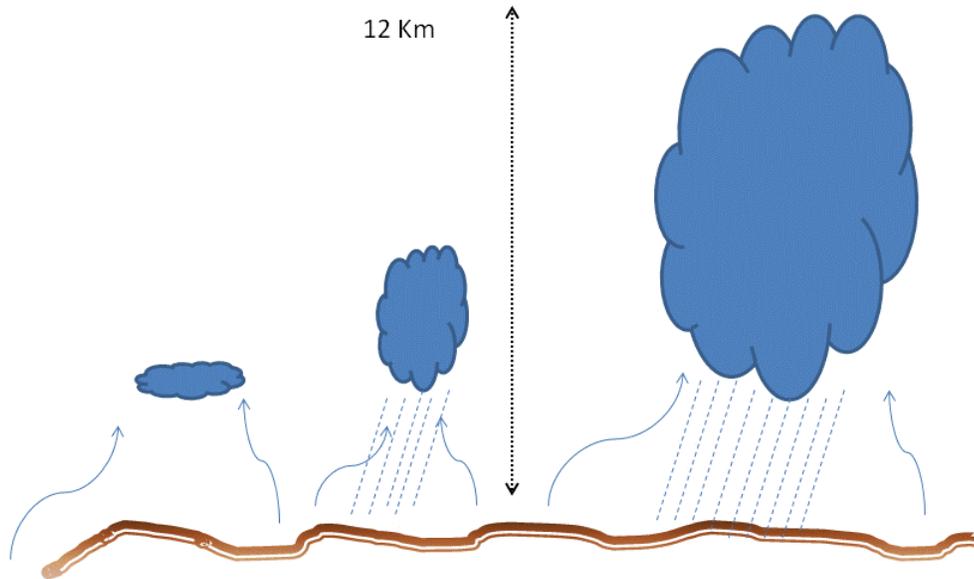


Figura 3. Desarrollo de lluvias convectivas.

2.2.3 Lluvias orográficas o de relieve

Es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzado por una barrera montañosa. La precipitación es mayor a barlovento, disminuyendo rápidamente a sotavento, es decir, a medida que el aire asciende por la ladera de barlovento se enfría, puede llegar a condensarse, se forman nubes y, entonces, llueve. En las cadenas montañosas importantes, el máximo de precipitación se produce antes de la divisoria o parteaguas. A veces, con menores altitudes, el máximo se produce pasada ésta, debido a que el aire continúa en ascenso. Tras pasada la cumbre, el aire desciende por la ladera de sotavento, se recalienta, pero como no hay una fuente de humedad, el aire es seco y no llueve. Así se forman los desiertos orográficos o sombras pluviométricas (Maderey y Jiménez, 2005).

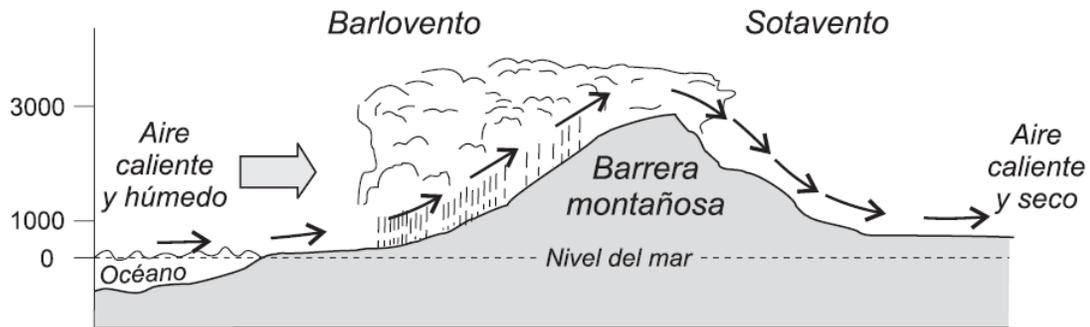


Figura 4. Precipitación orográfica.

2.3 Medidas de la precipitación

La determinación de los valores de cada una de las distintas modalidades de precipitación se efectúa mediante instrumentos estandarizados para registrar las cantidades en horarios preestablecidos, con la finalidad de que los datos puedan ser compatibles y comparables. La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviógrafos. Los instrumentos deben estar instalados en localidades apropiadas donde no se generen interferencias por edificaciones, árboles u otros obstáculos. La unidad de medida que se emplea para cuantificar la precipitación es el milímetro (mm), la cual equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría al caer un litro de agua sobre una superficie plana e impermeable de un metro cuadrado de superficie (Maderey y Jiménez, 2005).

2.4 Estudios afines de la precipitación semanal

En el mundo se han realizado algunos estudios sobre los días semanales de precipitación para conocer el comportamiento que se registra en determinadas regiones entre los más relevantes encontramos los reportados por Nicholson (1965), donde menciona que en algunas partes de Inglaterra el jueves es el día más lluvioso

de la semana. Cehak (1982) reporta que los fines de semana es donde se registra mayor frecuencia de lluvias que los días de la semana en el centro de Europa.

Simmonds y Kaval (1986) reportan en sus estudios encontrados sobre registros de lluvias en Melbourne, Australia, durante 26 años que en cuanto a los registros de lluvias entre días no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en la temporada de invierno, las precipitaciones mostraron un incremento monótono de domingo a un máximo el jueves, mientras que la temperatura máxima se observa una disminución monótona de lunes a un mínimo el sábado. La precipitación de día de la semana en invierno es significativamente ($P=0.05$) mayor que la precipitación fin de semana, la razón por la cual parece ser la contaminación atmosférica. La relación fuera de fase entre la precipitación en invierno parece ser debido a la cubierta creciente de nubes asociados con los eventos de lluvia.

De manera similar, en otro estudio realizados por Martin (1990) sobre la percepción del clima en las ciudades particularmente a la ciudad de Barcelona, España, reporta que el sábado y domingo son los días con mayor presencia de precipitación que cualquier otro día de la semana laboral, lo que se explica por una mayor sensibilización ante el tiempo del fin de semana, por causa de que en él puede disfrutarse de unas actividades de pasatiempo al aire libre.

En otro estudio realizado por Simmonds y Keay (1997) en Melbourne, Australia, analizando la precipitación de los días de la semana en diferentes periodos bidecadales, demostraron que la precipitación registra una gran variación, tal es el caso de la época de verano boreal, en donde el periodo que va de 1937-1963 el viernes fue el más lluvioso, y de 1964-1990, el domingo; y para invierno boreal mencionan que en esta época en todos los periodos no presentaron diferencias significativas, donde el martes fue el día más lluvioso de la semana.

Por otra parte, López (1995) en un estudio realizado sobre la percepción del clima urbano en la ciudad de Zaragoza, España, menciona que el lunes, viernes y sábado

son los días con mayor presencia de precipitación y el jueves la mínima. Sin embargo, menciona que es poco el aporte, ya que la mayoría de las investigaciones realizadas arrojan datos en los que se indica que las precipitaciones, tanto en frecuencia como en cantidad, suelen ser mayores en los días centrales de la semana con respecto a los sábados y domingos, debido a que la mayor actividad urbana e industrial se presenta en los días laborables de la semana, con un efecto, incluso, acumulativo desde los iniciales, potencia ciertos mecanismos de convección, además del incremento de partículas y núcleos de condensación lo que a escala climatológica, se traduciría en una mayor frecuencia de precipitación en esos días. Lo anterior se explica por un fenómeno de modificación climática por causa urbana, es decir, específico de la climatología urbana.

Cervený y Balling (1998) en un estudio realizado en las regiones costeras del Atlántico en los Estados Unidos de Norteamérica, con datos de 1946 a 1996, encontraron que la cantidad de precipitación máxima se presenta el sábado, el lunes registró menor precipitación.

Cicek and Turkoglu (2005) mencionan que en Ankara (zona urbana) el miércoles es el día de la semana con mayor cantidad de precipitación, y el viernes es el día con menos precipitación. Lo cual afirman que esto se relaciona con el aumento de núcleos de condensación en la atmósfera de la ciudad por la mitad de la semana y la distribución de las precipitaciones en los días de la semana es al azar en las zonas rurales.

Baumer y Vogel (2007), analizando los datos semanales de precipitación de 12 estaciones meteorológicas comprendidas de 1991 a 2005 en Alemania, reportan que el sábado es el día con mayor registro de precipitación para estas regiones y la mínima se registra el lunes.

Bell *et al.* (2008) mostraron evidencias de las estimaciones satelitales de precipitación (1998-2005) durante el verano en el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica, y reportan, en promedio que la mitad de la semana (de martes a

jueves) es superior a los fines de semana. Los resultados fueron atribuibles a una intensificación de las tormentas por la tarde entre semana y a un aumento en el área con lluvia. Sin embargo, reportan que los ciclos semanales de precipitación fueron detectables en la década de 1940, en donde los fines de semana presentaron mayor registros de precipitación entre los días domingo y lunes, lo cual mencionan que estas diferencias encontradas se originaron por la variabilidad en la composición de la contaminación por aerosoles generados en ese momento por las actividades antropogénicas.

Gong *et al.* (2007), en otro estudio realizado en China durante el periodo de 2001-2006 utilizando 29 estaciones meteorológicas, reportan que el domingo presenta mayor registro de precipitación y el mínimo se registra en miércoles, encontrando una diferencia entre ellos del 3%; por tanto, los mencionados autores concluyen que los fines de semana registran mayor evento de precipitación que entre semana.

En otra investigación realizada para encontrar una posible relación entre la actividad humana, la presencia y cantidad de precipitación a través de análisis de posibles ciclos semanales de precipitación para los Estados Unidos de Norteamérica, Schütz *et al.* (2007), reportan que ni la presencia ni la cantidad de precipitación depende de los días de la semana, lo cual, con estos resultados desmiente que para esa región existan esas posibles relaciones entre precipitación y las actividades humanas generadas cotidianamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

Los Estados Unidos Mexicanos se localizan en la porción norte del continente americano entre las coordenadas 32° 43' - 14° 32' Norte y 86° 42' - 118° 22' Oeste. Presenta una extensión territorial de 1,964,375 km². Colinda al norte con Estados Unidos de Norteamérica, y con Guatemala y Belice al sureste; con el Golfo de México y el Mar Caribe al este, y el Océano Pacífico al oeste (INEGI, 2011).

El Pacífico Mexicano se extiende desde la entrada del Golfo de California hasta la frontera sur de México, donde comienza el Pacífico Tropical Oriental Centroamericano, lo cual está conformada por once de los 31 estados que conforman la República Mexicana (Figura 5). Presenta una extensión territorial de 867,000 km², que corresponde al 44% del territorio nacional y una longitud de línea de costa, de 7,800 kilómetros; representa el 70% del total nacional (Falck, 2000). El litoral mexicano en el Océano Pacífico, presenta una fisiografía de alto relieve, con costas escarpadas o angostas y planicies muy inclinadas, bordeadas por montañas con elevaciones hasta de 3,000 msnm (Flores-Verdugo *et al.*, 1992).

Debido a su heterogeneidad, puede dividirse en Océano Pacífico Norte comprendiendo desde las costas de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco. A excepción del Golfo de California, tiene predominio de clima mediterráneo semiárido, con inviernos fríos y húmedos, y veranos cálidos y secos (García, 1987), y el Pacífico Sur tomando como línea divisoria Cabo Corrientes en el Estado de Jalisco (Merino, 1987) y comprende las costas de los estados de Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; posee una gran diversidad biológica, resultado de la gran variedad de ecosistemas presentes como ríos, lagunas costeras, zonas de manglar y bahías (Flores-Verdugo *et al.*, 1992).

3.1.1 Climas

Los climas comprendidos para esta región de acuerdo a la modificación por García, (1988) al sistema de clasificación climática de Köppen son mostrados en Cuadro 1 y representado en la Figura 5.

Cuadro 1. Tipos de climas en el área de estudio.

Tipo de clima	Descripción
(A)C(fm), (A)C(m) y (A)C(m)(f)	Semicalido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
(A)C(w1), (A)C(w2), (A)C(wo) y (A)C(wo)x'	Semicalido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
A(f), Am y Am(f)	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
Aw1, Aw2, Aw2(x') y Awo	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
BS1(h')(x') y BS1(h')w	Semiárido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
BS1h(x') y BS1hw	Semiárido, semicalido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
BS1k(x') y BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.
BShs	Árido, semicalido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
BSks	Árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.
BSo(h')(x') y BSo(h')w	Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
BSo(h')(x') y Bsohw	Árido, semicalido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
BSok(x')	Árido, templado, temperatura entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.
BW(h')(x'), BW(h')s y BW(h')w	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.
BWh(x'), BWhs y BWhw	Muy árido, semicalido, temperatura media anual entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.
BWk(x') y BWks	Muy árido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.
C(f), C(m) y C(m)(f)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
C(w1), C(w1)x', C(w2), C(w2)x', C(wo) y C(wo)x'	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
Cb'(m) y Cb'(m)(f)	Semifrío, húmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C; temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
Cb'(w1), Cb'(w2), Cb'(w2)x' y Cb's	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.
Cs	Templado, lluvias en invierno y temperatura media anual entre 12°C y 18°C y temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente debajo de 22°C.
E(T)CHw	Frío, temperatura media anual entre -2°C y 5°C, temperatura del mes más frío sobre 0°C y temperatura del mes más caliente entre 0°C y 6.5°C.

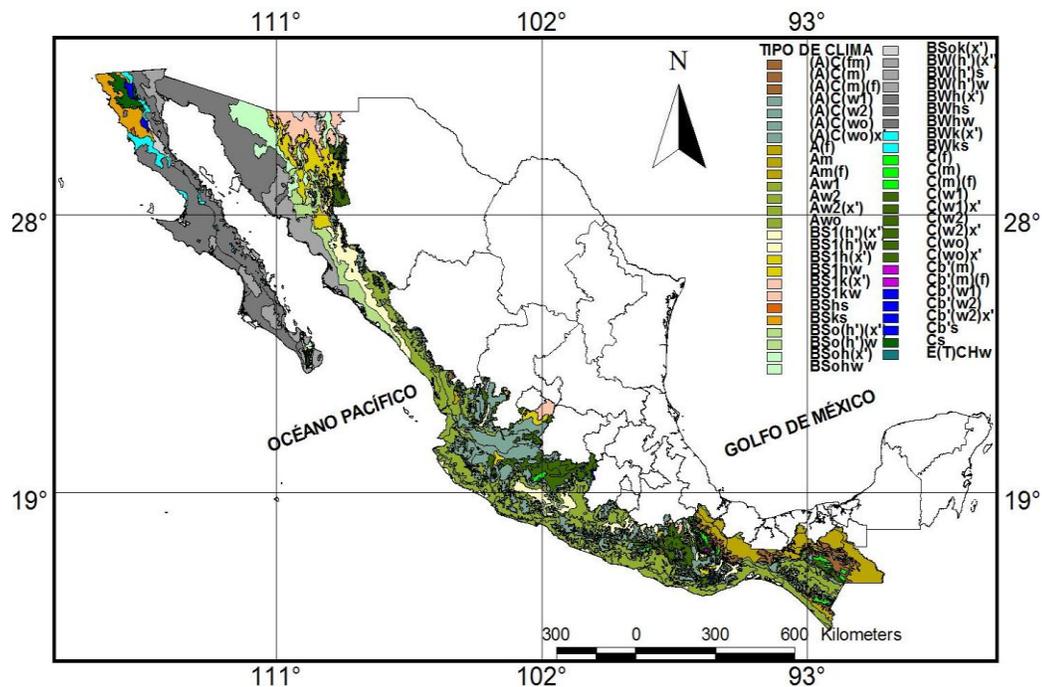


Figura 5. Tipo de climas registrados en el área de estudio (modificado por García,1998).

3.1.2 Precipitación

Las variaciones de precipitación media anual reportadas por CONABIO (2012) para los estados que comprenden el área de estudio (Figura 6) son: para los estados de Baja California y Baja California Sur la precipitación es menor a 400 mm. Para Chiapas, varía de los 1,200 mm a más de 4,000 mm en la selva. Para Colima, las precipitaciones oscilan de 800 a 1,500 mm. En Guerrero es muy variada ya que puede fluctuar desde 600 mm en regiones secas hasta 2,500 mm en las montañas. En Jalisco, varía de 600 a 2,000 mm. En Michoacán se encuentran precipitaciones desde 600 mm a mayores de 1,500 mm. Para Nayarit presentan precipitaciones de 800 a 2,000 mm. En Oaxaca, de 400 mm en las regiones áridas de la Mixteca hasta 4,000 mm en las sierras montañosas. En Sinaloa, de 125 mm a los 1500 mm. El estado de Sonora precipitaciones menores a los 125 mm anuales en las zonas desérticas y precipitaciones de 600 mm en las partes montañosas.

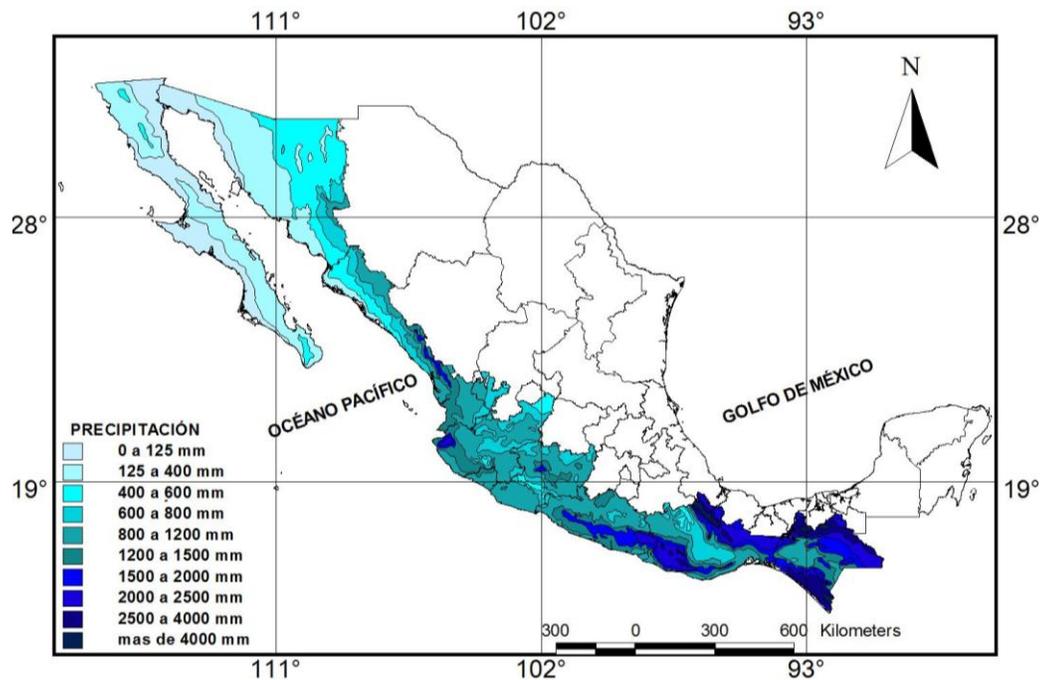


Figura 6. Precipitación media anual del área de estudio (CONABIO, 2012).

3.1.3 Temperatura

Las temperaturas representadas en la zona de estudio de acuerdo a los gradientes latitudinales son: cálido, semicalido, templada y semifrío (CONABIO, 2012), siendo las temperaturas cálidas de mayor presencia en esta región de Pacífico Mexicano (Figura 7).

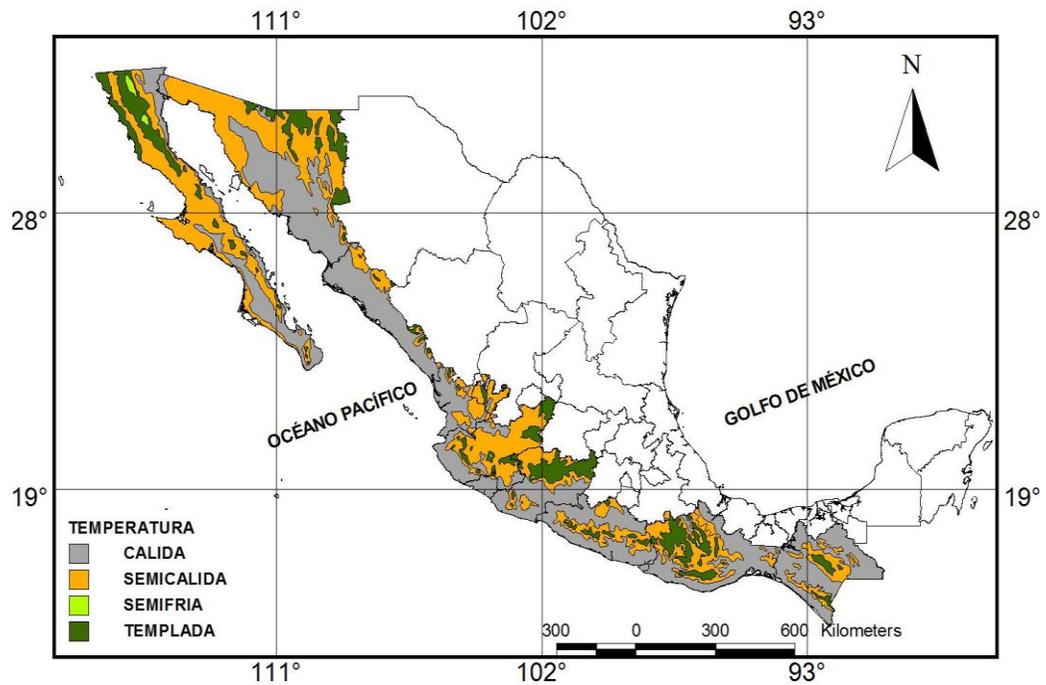


Figura 7. Tipo de Temperatura presentada en el área de estudio (CONABIO, 2012).

3.1.4 Vegetación y uso del suelo

En el área de estudio se encuentran diferentes tipos de vegetaciones (CONABIO, 2012) tales como Áreas Perturbadas, Bosques de Coníferas, Bosque de Coníferas y Latifoliadas, Bosques de Latifoliadas, Bosques Fragmentados, Matorral y otro tipo de Vegetación, Plantaciones Forestales, Selva Alta y Mediana, Selva Baja, Selva Fragmentada, Uso no Forestal y Zonas Urbanas (Figura 8).

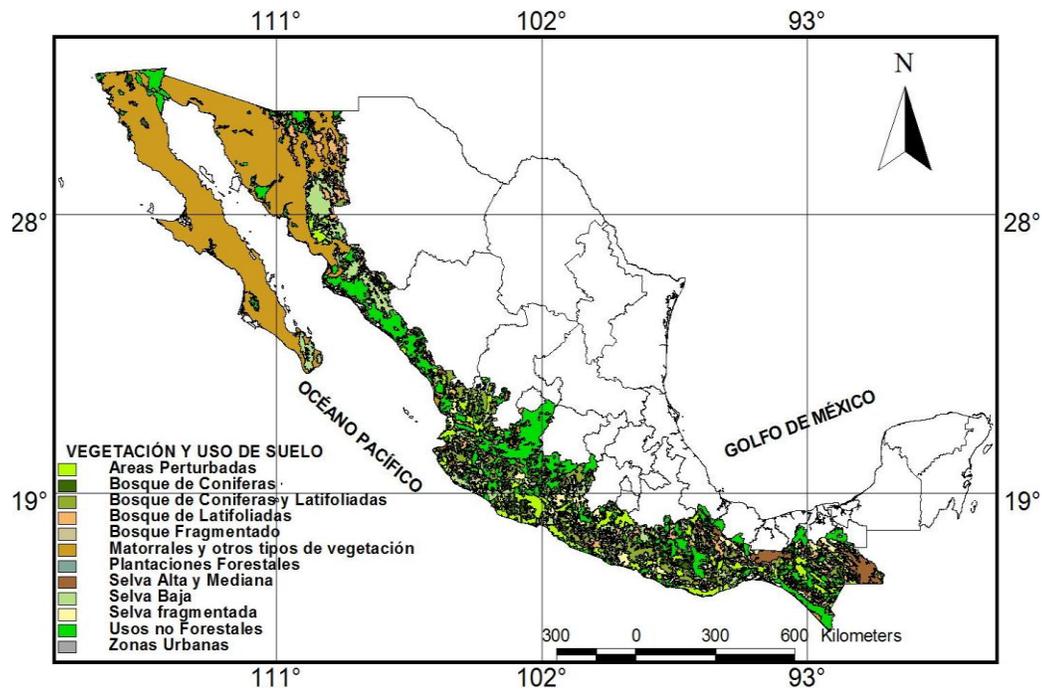


Figura 8. Tipo de vegetación y uso de suelo en el área de estudio (CONABIO, 2012).

3.2 Fuente de datos

Los datos provienen de estaciones climatológicas distribuidas en once estados del Pacífico Mexicano (Figura 9), mismos que fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN); los cuales varían desde 1923 a la 2010. La información que se analiza corresponde a los registros diarios de precipitación de cada estación climatológica.

3.3 Selección de estaciones climatológicas

Un total de 235 estaciones fueron consideradas para este estudio (Figura 9). Para la selección de las estaciones, se utilizó algunos criterios tales como: los registros diarios de precipitación sean mayores a 50 años, con una base de datos mayores al 80% de información de consistencia anual e interanual para que los resultados sean de mayor confiabilidad.

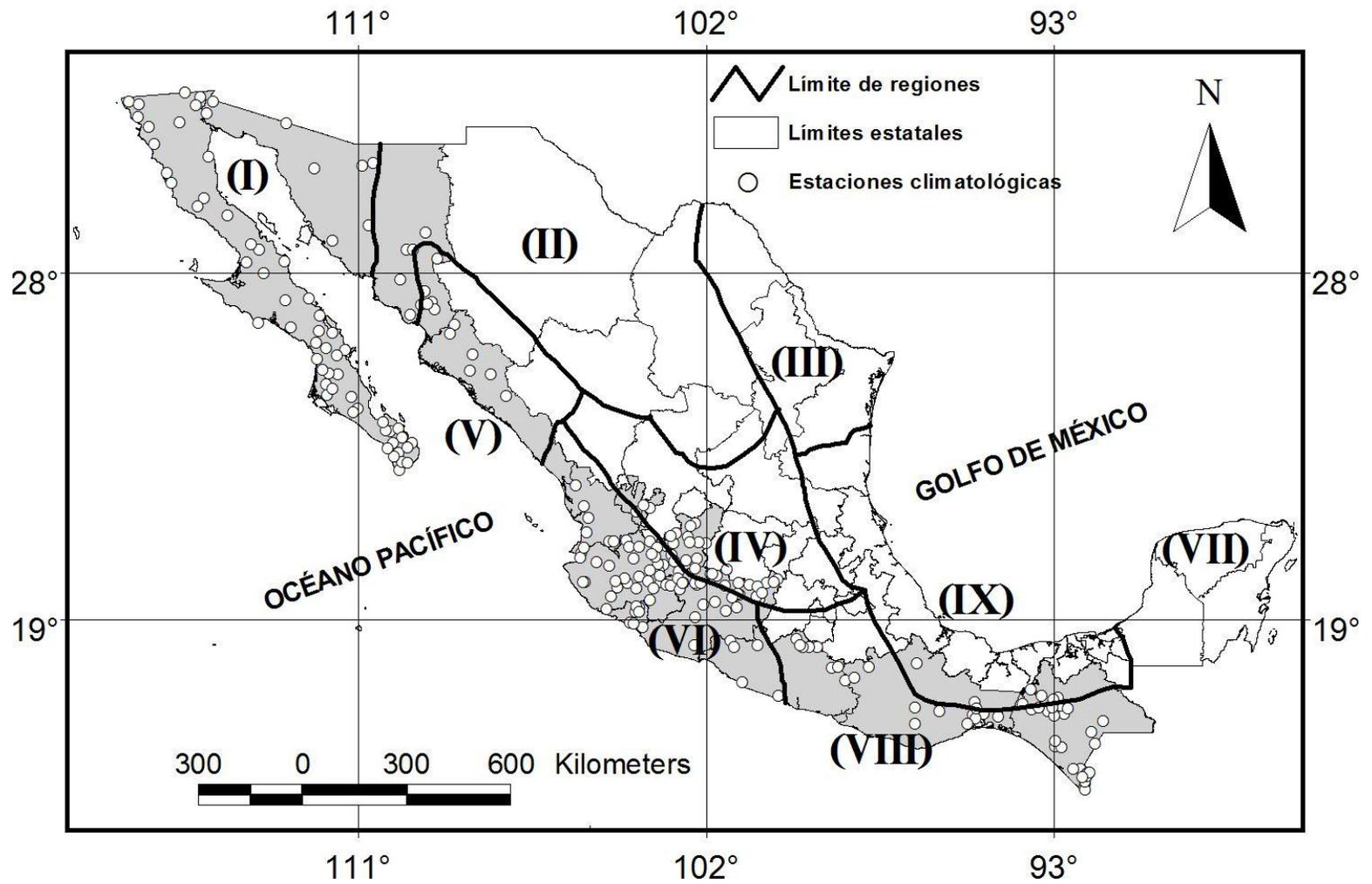


Figura 9. Área de estudio y distribución espacial de estaciones climatológicas analizadas y nueve regiones definidas por estadísticas de precipitación según Wallén (1955).

3.4 Análisis y procedimiento de datos

Los datos diarios de precipitación se dividieron en días de la semana (P_s), de martes a viernes; y fines de semana (P_f) de sábado a lunes, según propuesto por Simmonds y Keay (1997).

Una vez realizado esta categorización de acuerdo a Simmonds y Keay (1997), los datos fueron estandarizados, siguiendo la metodología propuesta por Pavia *et al.* (2006) y Méndez *et al.* (2010):

$$\alpha = [x - \mu(x)] / \sigma(x),$$

Donde x es la precipitación del mes,

$\mu(x)$ es su valor climatológico promedio,

y $\sigma(x)$ es su desviación estándar.

3.5 Análisis de precipitación por periodos

Los datos diarios de precipitación se dividieron en periodos bidecadales (20 años cada uno): ≤ 1950 (PI), 1951-1970 (PII), 1971-1990 ($PIII$), y 1991-2010 (PIV). Debido a la variabilidad de precipitación que se registra, estos periodos se dividieron en invierno boreal (IB), de Noviembre-Abril y verano boreal (VB), de Mayo-Octubre (Simmonds and Keay, 1997). Lo anterior con la finalidad de disminuir la variabilidad de precipitación y para facilitar la interpretación de los datos.

El registro de precipitación se analizó en cada estación climatológica durante el período de estudio (1940-2010) y se determinó el promedio de variación de lluvias en los siete días de la semana.

3.6 Análisis de precipitación en días de la semana

Se utilizaron intervalos de confianza al 90% sin considerar la época del año al promedio normal y estandarizado para evaluar días de la semana; considerando la época del año (*IB* y *VB*) se realizó un análisis de varianza, utilizando pruebas de *F* ($\alpha=0.10$), esto con la finalidad de detectar diferencias de precipitación entre días de la semana.

3.7 Análisis de precipitación entre semana (*Ps*) y fin de semana (*Pf*)

Una vez estandarizados los datos, se agruparon en bloques de *Ps* (martes a viernes) y *Pf* (sábado a lunes), se procedió a realizar una prueba de *t de student* ($\alpha=0.10$) de una cola propuesta por Gordon (1994) para encontrar diferencias entre ambos grupos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variación de precipitación entre días de la semana

De acuerdo a los resultados obtenidos en un análisis global, se muestra que el miércoles presenta mayor registro de precipitación con 0.0070 mm (precipitación estandarizada) seguido del jueves (0.0059 mm) y viernes (0.0033 mm), siendo el sábado la menor con -0.0079 (Figura 10, Anexo 2), sin embargo, la lluvia del miércoles, martes y jueves es igual, pero diferente al domingo, lunes, viernes y sábado (Figura 10).

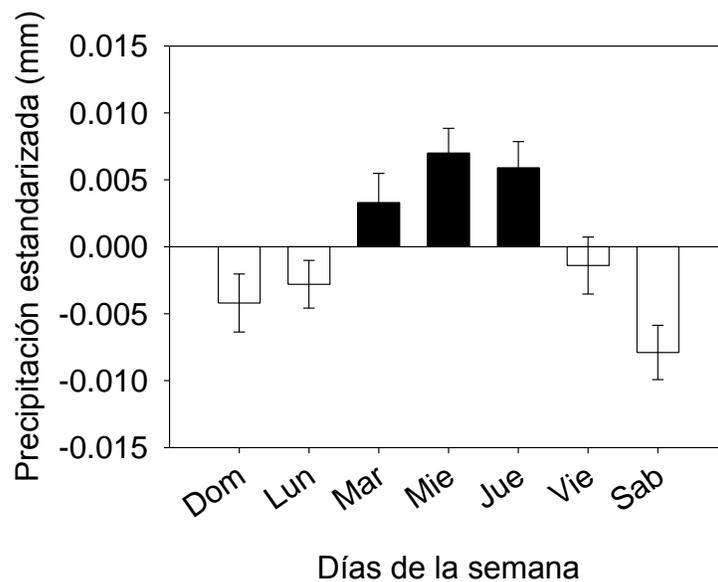


Figura 10. Comportamiento de la precipitación (estandarizada) en días de la semana para las 235 estaciones en el Pacífico Mexicano.

Los resultados obtenidos en éste estudio de 235 estaciones climatológicas distribuidas a lo largo de la costa del Pacifico Mexicano, son semejantes a los reportados por Cicek and Turkoglu (2005), en donde mencionan que en Ankara el miércoles es el día de la semana con mayor cantidad de precipitación, y el viernes el de menor precipitación en zonas urbanas. Lo cual afirman que esto se relaciona con el aumento de núcleos de condensación en la atmósfera de la ciudad por la mitad de

la semana y la distribución de las precipitaciones en los días de la semana es al azar en las zonas rurales. Por su parte, Nicholson (1965) menciona que en algunas regiones de Inglaterra el jueves es el día más lluvioso de la semana. Caso contrario fueron los reportados por López (1995) en la ciudad de Zaragoza, España, y por Cerveny y Balling (1998) en las regiones costeras del Atlántico de los Estados Unidos en donde mencionan que el lunes, viernes y sábado son los días con mayor presencia de precipitación y el jueves se registraron las mínimas. Martin (1990) menciona que en la ciudad de Barcelona, España, el sábado y domingo son los días con mayor presencia de precipitación que cualquier otro día de la semana laboral, lo que se explica por una mayor sensibilización ante el tiempo del fin de semana, por causa de que en él puede disfrutarse de unas actividades de pasatiempo al aire libre, similar a éste resultado son los reportados por Baumer y Vogel (2007) en Alemania en donde mencionan que el sábado es el día con mayor registro de precipitación y la mínima el lunes. Sin embargo, Gong *et al.* (2007), en otra investigación realizada en China de 2001 al 2006 reportan que el domingo presentó mayor registro de precipitación y el miércoles la mínima. Los resultados anteriores muestran un ejemplo de que la precipitación presenta gran variabilidad de una región a otra dependiendo en donde se encuentran, aunque mencionan que la mayoría de las investigaciones realizadas arrojan datos en los que se indica que las precipitaciones, tanto en frecuencia como en cantidad, suelen ser mayores en los días centrales de la semana que los sábados y domingos. Es posible que esto se deba por la mayor actividad urbana e industrial de los días laborables de la semana, que provoca un efecto, incluso, acumulativo de contaminación desde los inicios de la semana y potencia ciertos mecanismos de convección, además del incremento de partículas y núcleos de condensación lo que, a escala climatológica, se traduciría en una mayor frecuencia de precipitaciones en esos días (López 1995).

4.2. Distribución de precipitación durante los días de la semana y periodo boreal

En este mismo contexto y considerando la época boreales (*VB* e *IB*) se observa que no existen diferencias de registros de precipitación en los días de la semana (Figura

11a, 11b); al 90% de confiabilidad estadística no presentaron diferencias de registro de precipitación para cualquier día de la semana en las estaciones climatológicas evaluadas tanto para *VB* e *IB* (Figura 11c, 11d), lo cual significa que el comportamiento de los registros de lluvias fueron similares en los dos periodos (*VB* e *IB*) que beneficiaron en gran parte a la región aprovechando la lluvia para la agricultura y ganadería, actividades importantes de ingreso en la economía de la población en esta región del Pacífico mexicano.

Similares resultados, fueron los reportados por Simmonds y Kaval (1986), en Melbourne, Australia, en donde mencionan que al realizar el análisis de varianza no reveló diferencias significativas entre los días de la semana de precipitación considerando las épocas de verano e invierno, sin embargo, mencionan que en la temporada de invierno, las precipitaciones muestran un incremento monotonico de domingo a un máximo el jueves. De esta manera Simmonds y Kaval (1986) consideran que la precipitación de invierno en día de la semana es significativamente (al nivel del 5%) mayor que la precipitación fin de semana, cuya razón principal a estos cambios se debe probablemente a la contaminación atmosférica. En otro estudio en Melbourne, Australia Simmonds y Keay (1997), analizando la precipitación de los días de la semana en diferentes periodos bidecadales, afirman que la variación de la precipitación es muy notorio, para la época de verano boreal, el periodo de 1937-1963 el viernes fue el más lluvioso, y de 1964-1990, el domingo; en *IB* en todos los periodos el martes fue el día más lluvioso de la semana.

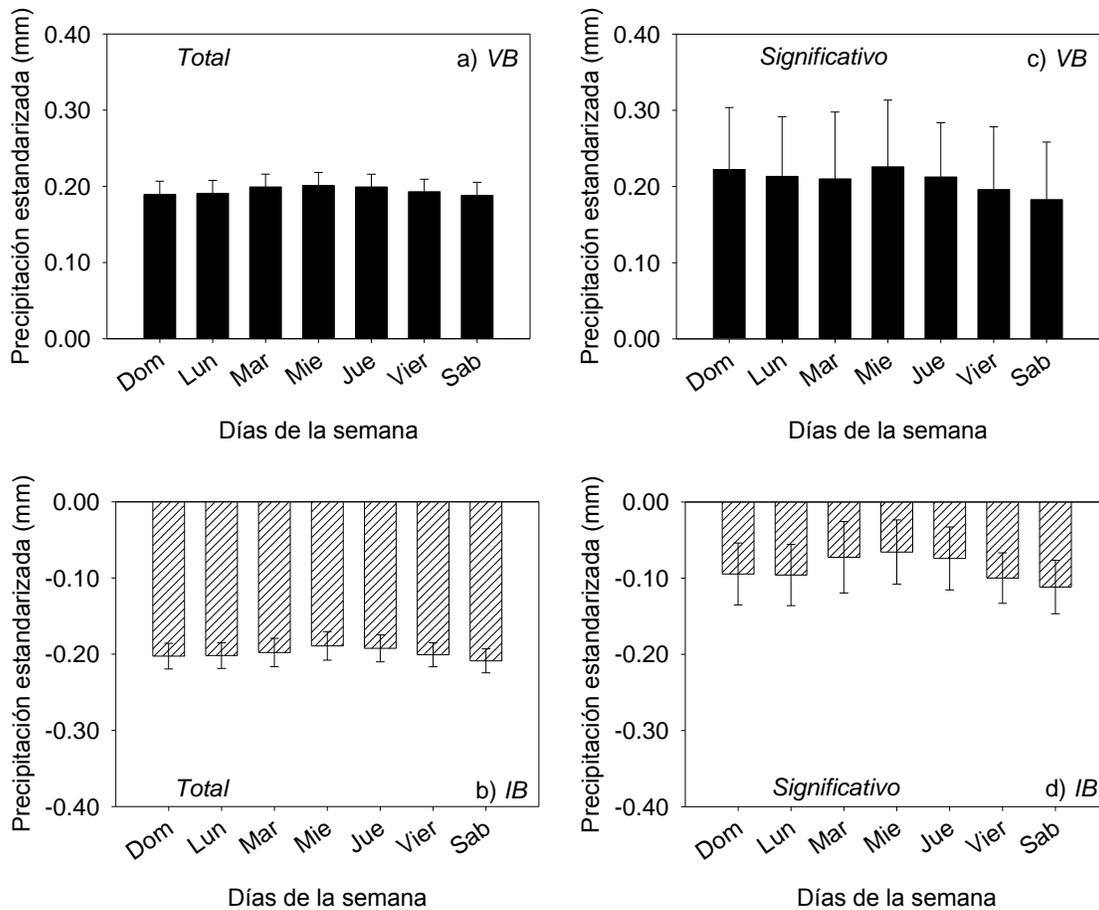


Figura 11. Comportamiento de la precipitación en VB (a, c) y en IB (b, d) de los días de la semana en el Pacífico Mexicano.

En Ankara, Cicek y Turkoglu (2005) explican que en periodos cálidos, los lugares con mayor presencia de precipitación se presenta en zonas urbanas, en los días martes y miércoles, lo cual lo atribuyen a que la urbanización tiene efectos sobre la precipitación, dado que, se observaron un incremento de 50% en el número de los días con precipitación abundante en zonas urbanas, en comparación con el número de días para las zonas rurales. En ambas estaciones la variabilidad de este parámetro puede estar relacionada con cambios en el clima. Sin embargo, concluyen que el incremento en los días de precipitación abundante está dado principalmente a la urbanización.

4.3 Periodos semanales (entre semana, P_s / fines de semana, P_f)

Los resultados obtenidos de la prueba “ t ” *student* para evaluar lluvia entre semana y fin de semana en las 235 estaciones del área de estudio, sin considerar la época del año (IB y VB), se encontró que en todos los casos existe mayor registro de precipitación entre días de la semana (P_s) que los fines de semana (P_f) (Figura 12a). De la misma manera, con un nivel de significancia ($\alpha \leq 0.10$) se observa que de las 235 estaciones climatológicas, el 14% de ellas presentan diferencias significativas entre P_s y P_f (Cuadro 2), registrándose en la mayoría de los casos mayor presencia de precipitación estandarizada en P_s (Figura 12b). Con estos resultados indica que aunque en los dos periodos semanales existe presencia de precipitación, en días de la semana fueron los periodos más lluviosos de acuerdo a la variación promedio estandarizada (cero) considerada en este estudio.

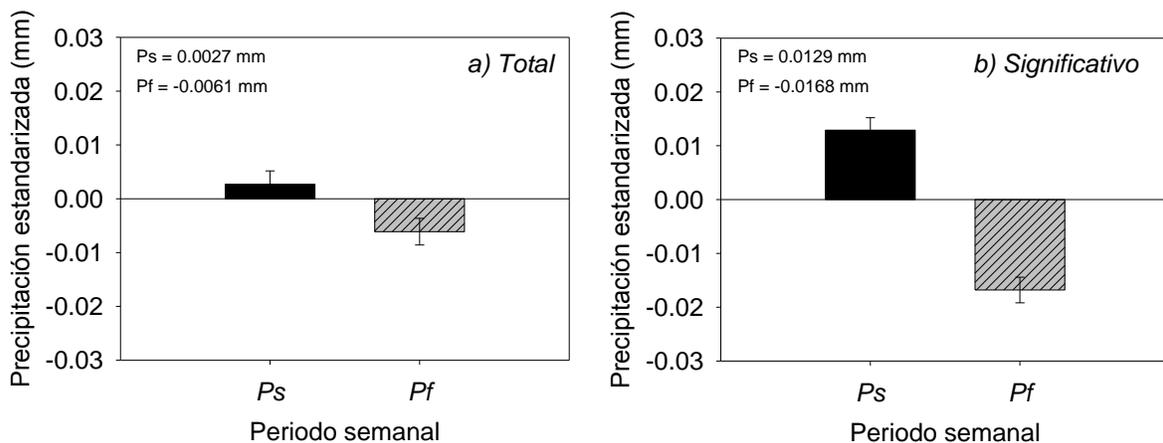


Figura 12. Promedio de precipitación estandarizada en el Pacífico Mexicano de 235 estaciones climatológicas ($\alpha \leq 0.10$).

En los estados de Nayarit, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas no presentaron estaciones climatológicas con variaciones de precipitación entre días de la semana y fines de semana, lo que indica que los registros de precipitación se comportaron similares en todo los años de estudio (1940.2010); sin embargo, 32 estaciones climatológicas de las 235 presentaron variaciones de precipitación siendo éstas estaciones en días de la semana (P_s) mayor variación de precipitación en el

noroeste (Sonora, Sinaloa y las Baja californias norte y sur) y centro del área de estudio (Chapala y Jamay) en Jalisco, en este último también se encontró la estación con menor variación de registro de precipitación promedio que fue en San Diego de Alejandría con un valor de -0.0111 mm (Figura 13, Cuadro 2). Con referente a precipitación fin de semana (Pf), los resultados mostraron que en gran parte del área de estudio el comportamiento de la precipitación fue similar presentando precipitación por debajo de la media estandarizada (cero), en este mismo contexto, en el municipio de San Diego de Alejandría ubicada en el estado de Jalisco fue la única región que se encontró la estación con mayor variación de precipitación en fin de semana (Pf) con un valor de 0.0148 mm.

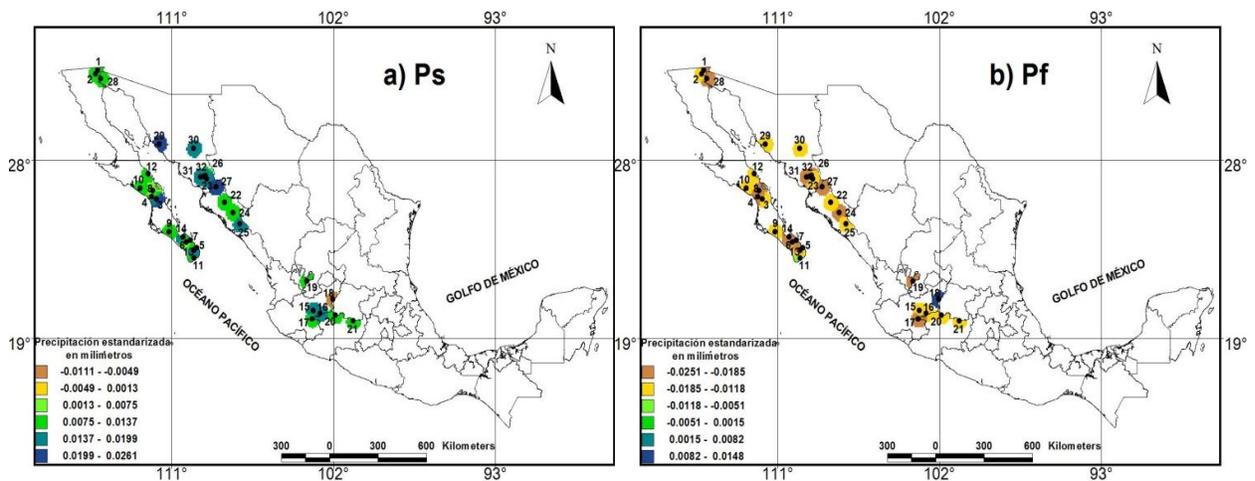


Figura 13. Patrones espaciales de precipitación semanal entre días de la semana, P_s (a) y en fines de semana, P_f (b) en el Pacífico Mexicano.

Cuadro 2. Estaciones de precipitación con diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$) entre semana (P_s) y fines de semana (P_f), en el Pacífico Mexicano.

Número	Estado	Municipio	ID	P_s (mm)	P_f (mm)	Valor P
1	Baja California	Mexicali	2003	0.0133	-0.0203	0.0261
2		Mexicali	2011	0.0133	-0.0155	0.0598
3	Baja California Sur	Comondu	3008	0.0229	-0.0172	0.0047
4		Comondu	3029	0.0092	-0.0208	0.0144
5		Santiago	3030	0.0107	-0.0138	0.0603
6		San Antonio	3036	0.0045	-0.0168	0.0999
7		San Antonio	3037	0.0085	-0.0228	0.0312
8		Comondu	3039	0.0037	-0.0186	0.0919
9		La Paz	3042	0.0089	-0.0172	0.0849
10		Mulege	3055	0.0130	-0.0167	0.0584
11		Los Cabos	3056	0.0127	-0.0116	0.0732
12		Mulege	3061	0.0137	-0.0119	0.0608
13		Santiago	3062	0.0207	-0.0217	0.0008
14		La Paz	3074	0.0171	-0.0242	0.0024
15	Jalisco	Chapala	14016	0.0152	-0.0145	0.0444
16		Jamay	14075	0.0167	-0.0178	0.0298
17		Manzanilla de la Paz	14086	0.0127	-0.0244	0.0152
18		San Diego de Alejandría	14123	-0.0111	0.0148	0.0684
19		Totatiche	14153	0.0123	-0.0191	0.0445
20	Michoacán	Penjamillo	16024	0.0085	-0.0142	0.0884
21		Zinapécuaro	16052	0.0110	-0.0140	0.0684
22	Sinaloa	Badiraguato	25006	0.0090	-0.0197	0.0677
23		Choix	25019	0.0262	-0.0251	0.0074
24		Sinaloa	25046	0.0121	-0.0129	0.0759
25		Culiacán	25081	0.0172	-0.0133	0.0353
26	Sonora	Álamos	26024	0.0117	-0.0200	0.0421
27		Álamos	26053	0.0190	-0.0132	0.0137
28		San Luis Rio Colorado	26076	0.0094	-0.0213	0.0322
29		Hermosillo	26082	0.0221	-0.0184	0.0166
30		San Javier	26083	0.0167	-0.0175	0.0311
31		Navojoa	26098	0.0159	-0.0207	0.0117
32		Navojoa	26102	0.0170	-0.0188	0.0113

Dónde: ID= Clave de estaciones climatológicas, P_s = Días de la semana (Martes-viernes), P_f = Fin de semana (Sábado-Lunes).

En general, en las 235 estaciones indicaron que la mayor presencia de precipitación se encontró en *Ps* (días de la semana) tanto para verano boreal como Invierno boreal (Figura 14a, 14b), lo cual indica que en días de la semana fueron los periodos más húmedos en todo los años de estudio.

Al 90% de confianza de las 235 estaciones climatológicas analizadas, el 34% presentaron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$) entre días de la semana y fines de semana, de las cuales el 26% se presentó en la época humedad de verano boreal (Anexo 3) y el 74% en el periodo seco de invierno boreal (Anexo 4), demostrando en ambos casos que en días de la semana (*Ps*) se registraron mayor presencia de precipitación estandarizada (Figura 14c, 14d).

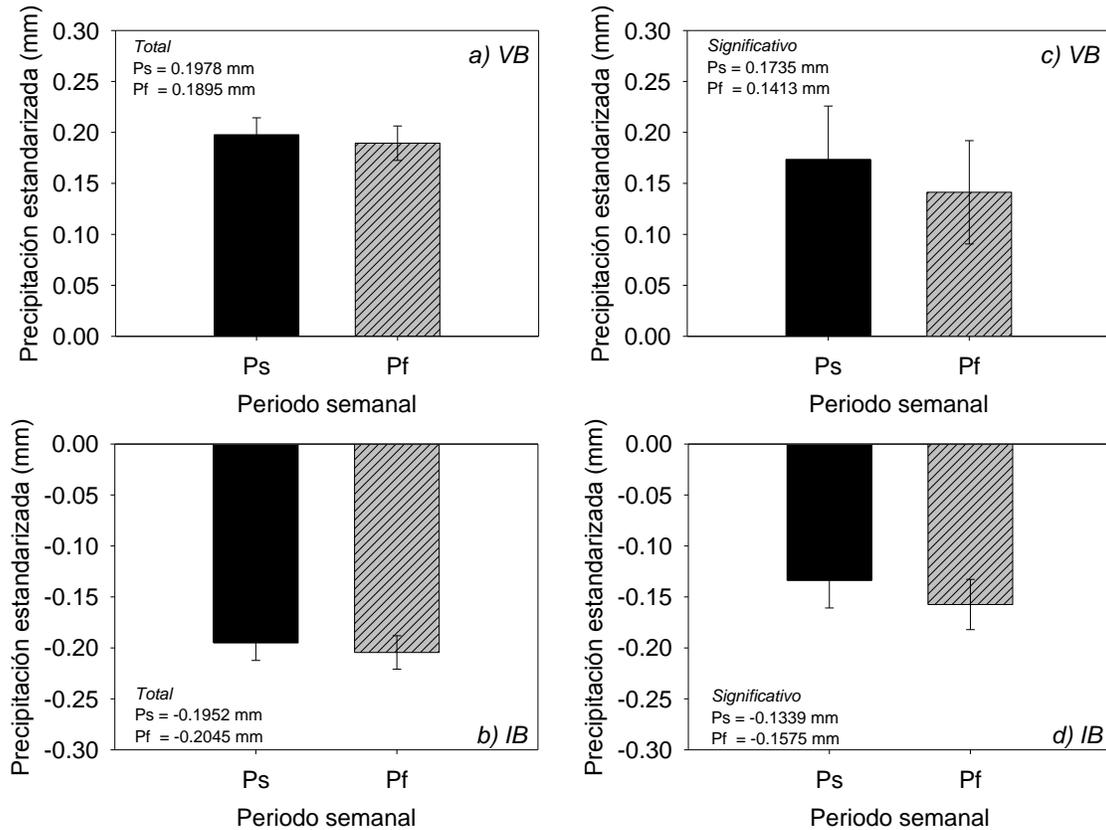


Figura 14. Promedio de precipitación estandarizada de 235 estaciones ($\alpha \leq 0.10$), en el Pacífico Mexicano.

Con los resultados encontrados anteriormente indica que en ambos periodos de tiempo (días de la semana y fines de semana) se registran lluvias que favorecen a la economía en ésta región del Pacífico Mexicano, siendo los días laborales (martes-viernes) los de mayor importancia debido a que presentan registros mayores de lluvias necesarias para la agricultura que es uno de las actividades más comunes de esta región.

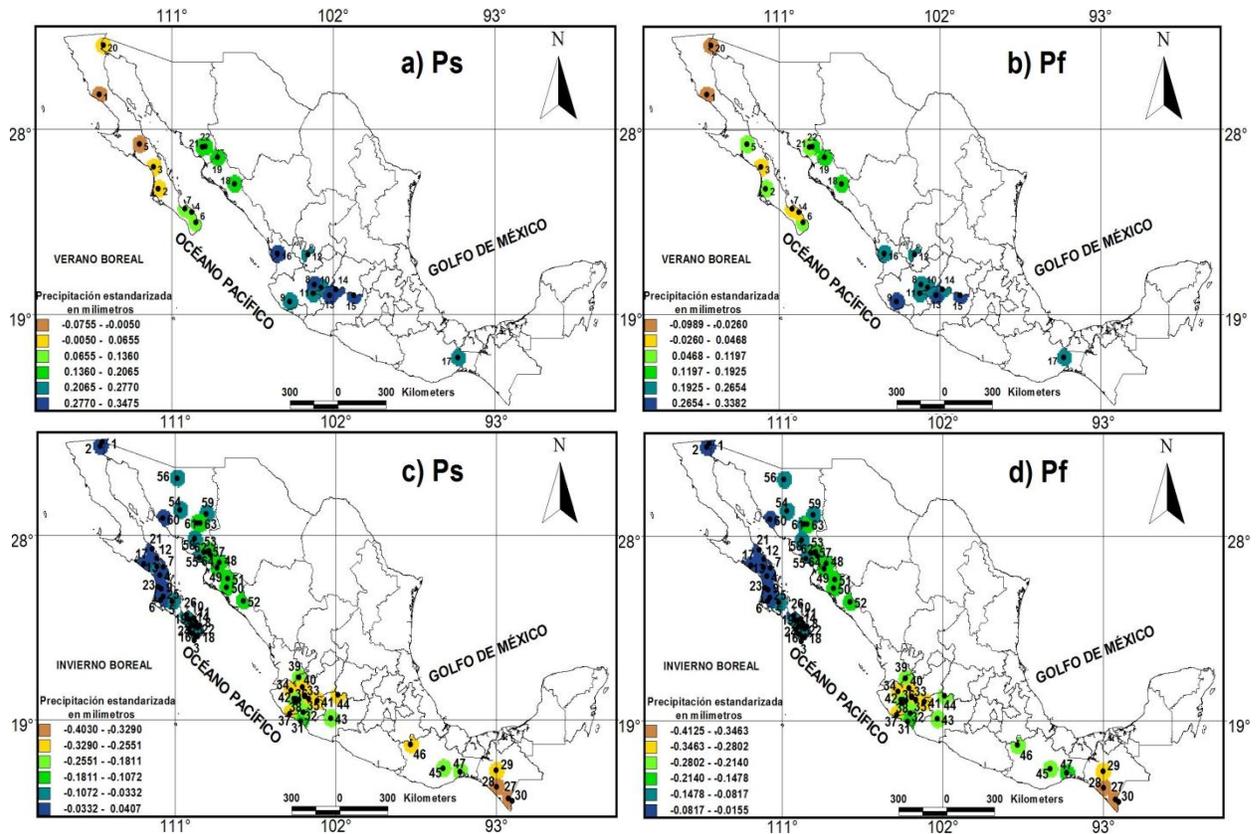


Figura 15. Patrones espaciales de precipitación semanal en VB (días de la semana, *Ps* (a), fin de semana, *Pf* (b)) e IB (días de la semana, *Ps* (c), fin de semana, *Pf* (d)), presentes en el Pacífico Mexicano.

En las épocas boreales la distribución de la precipitación en periodos semanales muestran en verano boreal lluvias en gran parte del centro y sur del Pacífico Mexicano, y la mínima en el noroeste del área de estudio principalmente en las Bajas Californias (Figura 15), siendo en días de la semana donde se registra mayor precipitación desde partes de Sonora hacia el centro sur del Pacífico Mexicano. En

cuando a la época de invierno boreal los periodos de lluvias conocidas como de invierno se presentan en gran parte del noroeste del Pacífico Mexicano, es decir de los estados de Sinaloa, Sonora y las Bajas Californias, caso que no sucede en el sur del Pacífico donde se registran lluvias por debajo de la media estandarizada, siendo en ambas épocas mayor registro de precipitación en días de la semana (Figura 15), similar a lo reportado por Simmonds y Keay (1997) en Melbourne, Australia, donde menciona que del periodo 1964-1990 hubo mayor registro de precipitación en fin de semana para VB y el IB, pero en general la mayor presencia de precipitación se registró en días de la semana. Caso contrario son los resultados reportados en China por Gong *et al.* (2007) en donde mencionan que los fines de semana son los periodos con mayor registro de precipitación. Por tanto, comparando esos resultados con las encontradas en este estudio muestran una clara variación en cuando al comportamiento de la precipitación y se debe posiblemente a las características fisiográficas de cada región y del clima local.

Sin embargo, otros investigadores (Dettwiller y Landsberg, 1974) mencionan que la variación de la precipitación a través de los días de la semana son resultados de la urbanización, en diferentes estudios, se observó que entre semana recibe más precipitación que los fines de semana. Generalmente los lunes registró menos precipitación que entre semana, y hacia el final de la semana aumenta la cantidad de precipitación. Esto se atribuye al hecho de que los fines de semana se reducen las actividades económicas y, como resultado, disminuye menos forma de núcleos de condensación en la atmósfera y por lo tanto la cantidad de precipitación.

4.4 Variabilidad de precipitación (PP) en periodos bidecadales en IB y VB

En forma general, utilizando las agrupaciones de Duncan (Cuadro 3) tanto para verano boreal como para invierno boreal, se observa que la concentración de estaciones con mayor registro de precipitación estandarizada se presenta en el periodo II (1951-1970), siendo el de menor registro de estaciones climatológicas en el periodo I (1940-1950) (Cuadro 3), lo cual indica que fueron periodos con menor registro de precipitación.

Cuadro 3. Agrupación de medias de Duncan del análisis de varianza entre periodo de precipitación (*P*) estandarizada de 235 estaciones climatológicas distribuidas en el Pacífico Mexicano.

Estaciones con menor y mayor registro de precipitación						
Invierno boreal (<i>IB</i>)						
Periodos	Grupos Duncan					
	A	AB	B	BC	C	D
<i>PI</i> (1940-1950)	121	9	38	0	2	0
<i>PII</i> (1951-1970)	186	21	26	1	1	0
<i>PIII</i> (1971-1990)	182	28	20	5	0	0
<i>PIV</i> (1991-2010)	168	17	36	0	5	0

Verano boreal (<i>VB</i>)						
Periodos	Grupos Duncan					
	A	AB	B	BC	C	D
<i>PI</i> (1940-1950)	83	15	64	0	6	1
<i>PII</i> (1951-1970)	160	22	45	2	6	0
<i>PIII</i> (1971-1990)	142	32	56	1	4	0
<i>PIV</i> (1991-2010)	145	23	40	2	5	0

Para los cuatro periodos (*I*, *II*, *III* y *IV*) analizados en los 235 estaciones, encontramos mayor variabilidad de registro de precipitación en el periodo de 1951-1970 (*PII*) con 0.2017 mm (estandarizada) para la época de verano boreal (*VB*), sin embargo, a partir de 1971 se registró un descenso de precipitación con 0.1871 mm, y para el periodo de 1991-2010 vuelve a registrarse un aumento con 0.1986 mm (Figura 16a). Caso contrario sucede en el periodo de invierno boreal (*IB*) en donde los registros de variaciones de precipitación fueron similares en todos los periodos estudiados, encontrando una pequeña variación de precipitación estandarizada en el periodo *IV* (1991-2010) con un registro de -0.1958 mm (Figura 16b).

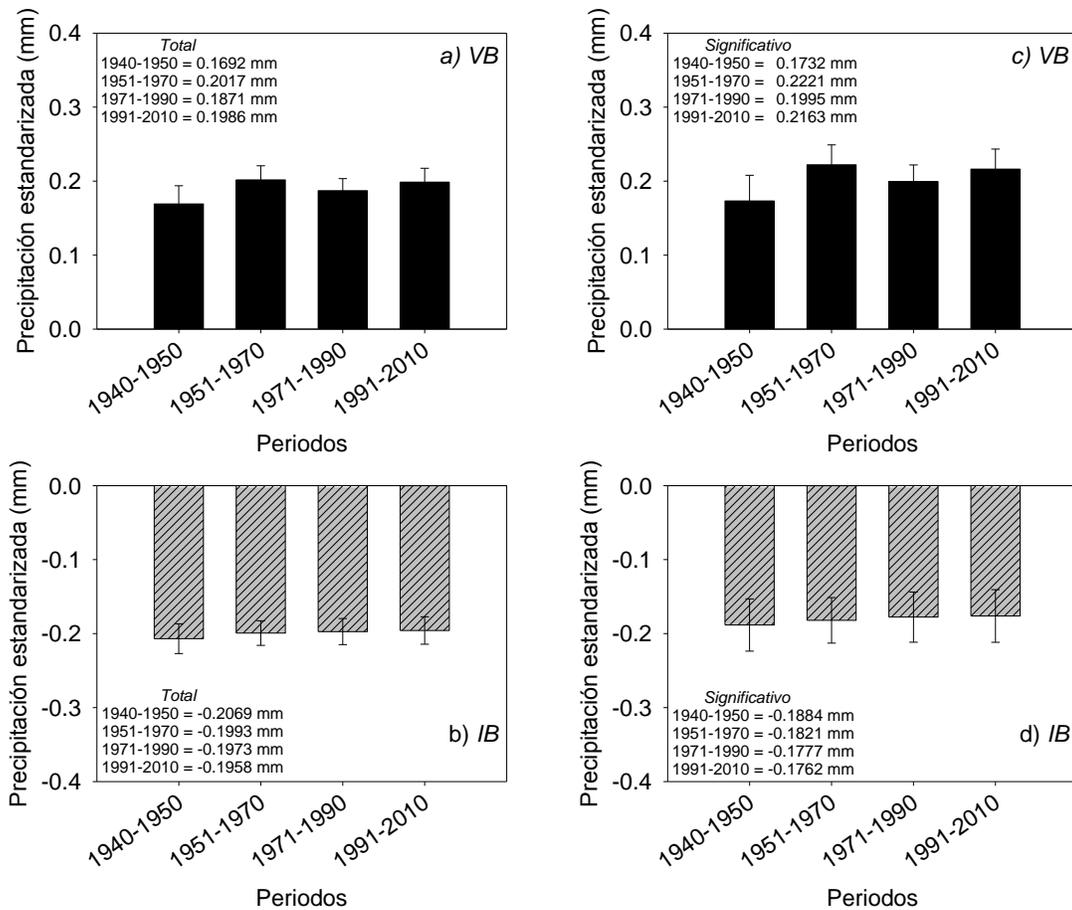


Figura 16. Comportamiento promedio de precipitación en el Pacífico Mexicano, total ($n=235$) (a, b) y significativo ($\alpha=0.10$) (c, d) durante VB e IB.

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza para épocas boreales (VB e IB) indican que de las 235 estaciones evaluadas, el 71% mostraron diferencias ($\alpha=0.10$) entre periodos (I, II, III, IV). La cual, el 60% fue para la época de VB (Figura 17, Anexo 3) en donde la mayor variación de registros de precipitación fue en el periodo de 1951-1970 (II) con un valor de 0.2221 mm y la mínima se registró en el periodo de 1940-1950 (I) con 0.1732 mm, respectivamente (Figura 16c).

El 40% fue para la época de invierno boreal (IB) de estaciones evaluadas con diferencias significativas ($\alpha \leq 0.10$) distribuidas en el área de estudio (Figura 17, Anexo 2), registrando que no presentan variaciones de precipitación entre periodos (Figura 16d).

Desde hace varias décadas Wallén (1955) realizó una regionalización definida por características estadísticas de la precipitación, asociadas a la circulación general con enfoque al interés socio-económico de México representándolo en 9 regiones. De las nueve regiones propuestas por Wallén (1955) para este estudio se encontraron representadas siete regiones (I, II, IV, V, VI, VIII y IX) para los periodos boreales, la región más amplia (I) se ubican al noroeste del área de estudio (las Bajas californias y centro-noroeste de sonora) mientras que la región mas pequeña (IV) en el centro (norte de Jalisco y Michoacán). A nivel más específico en verano boreal la variación de precipitación estandarizada con respecto al promedio, la región I es la que presenta menor variabilidad de lluvias (-0.0149 mm) y la de mayor variación en la región VIII (0.2952 mm) seguido las regiones IV, VI, IX, V y II (0.2841 mm, 0.2563 mm, 0.2176 mm, 0.1228 mm y 0.1176 mm) respectivamente. De la misma forma, en invierno boreal la de menor variación de precipitación se registró en la región I con 0.0252 mm y la de mayor variación se registró en la región VIII (-0.3118 mm) seguido de la VI, IV, IX, V y II (-0.2811 mm, -0.2777 mm, -0.1830 mm, -0.1568 mm y -0.1074 mm) (Figura 17, cuadro 4) con estos resultados muestra que las lluvias presentes en gran parte del área de estudio están influenciadas por los factores fisiográficos, las longitudes y latitudes en que se encuentran y por lo tanto arrojan este tipo de comportamiento de precipitación.

Cuadro 4. Distribución de precipitación estandarizada (mm) de acuerdo a las regiones propuestas por Wallén (1955) en la región del Pacífico Mexicano en verano boreal (*VB*) e invierno boreal (*IB*).

Regiones	Época del año	
	<i>VB</i>	<i>IB</i>
I	-0.0149	0.0252
II	0.1176	-0.1074
III		
IV	0.2841	-0.2777
V	0.1228	-0.1568
VI	0.2563	-0.2811
VII		
VIII	0.2952	-0.3118
IX	0.2176	-0.1830

Dónde: I-IX= Regiones de precipitación. Valores con signo negativo indican precipitaciones por debajo de la media estandarizada.

Con diferencias en resultados en este estudio indican que la precipitación ha presentado cambios significativos que lo hace más interesante su análisis debido a que tanto en verano como en invierno la precipitación juega un papel significativo en la población y en los recursos bióticos necesarios para su permanencia (Cuadro 4).

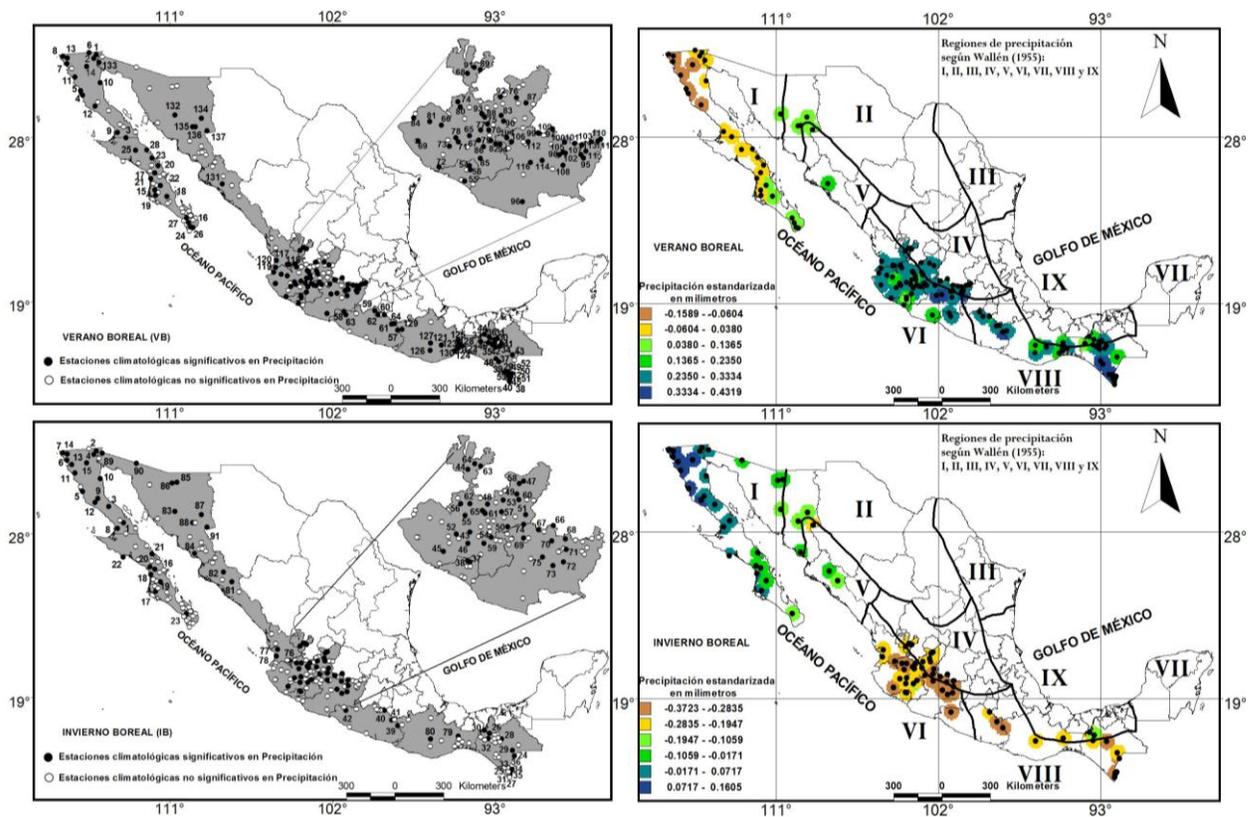


Figura 17. Distribución de estaciones climatológicas con significancia estadística ($\alpha \leq 0.10$) en verano boreal (VB) e invierno boreal (IB) en el área del Pacífico Mexicano.

La distribución de las estaciones climatológicas en el área de estudio con diferencias estadísticas encontradas para periodos boreales (VB e IB) se presentan de 4 msnm a 2520 msnm, donde la mayoría de ellas se concentran en zonas urbanas, orillas de cuerpos de agua (ríos, lagunas, represas) y costas. En verano boreal se registraron más lluvias en el centro-sur del área de estudio con rangos de 0.1341-0.4264 mm siendo Michoacán, Guerrero y Chiapas como los estados con mayor presencia de precipitación (0.3290-0.4264 mm) y la mínima (-0.1582-0.0367 mm) en el norte del área de estudio principalmente en Baja California norte, Baja California sur y noroeste de Sonora (Figura 17); sin embargo en Invierno boreal (Figura 17) estos últimos son los estados con mayor variación de registro de precipitación (-0.0165- 0.1596 mm) y el sur las mínimas (-0.3687—0.1926 mm) de acuerdo a la media estandarizada de precipitación (cero). Cavazos y Rivas (2004), en Tijuana, México, mencionan que la precipitación ha presentado variaciones, por ejemplo de 1950-1976 fueron los

periodos más secos caso contrario a los encontrados en éste estudio en donde para este periodo (1951-1970) fueron los más húmedos (0.2221 mm) en todo el área de estudio y de 1976-2000 Cavazos y Rivas (2004) mencionan que se registraron los periodos más húmedos, y que estas variaciones se encuentran asociadas al fenómeno El Niño - Oscilación Sur (ENOS) y en nuestro estudio del periodo de 1971-1990 la precipitación decrece (0.1995 mm) y de 1991-2010 es uno de los periodos más húmedos después del periodo II (1951-1970). Ruiz y Flebes (2004) mencionan que durante el siglo XX, en el hemisferio norte, se han incrementado las precipitaciones en un 5-10%; aunque ha decrecido en otras tales como, el norte y oeste de África y parte del Mediterráneo. Los eventos de precipitaciones intensas se han incrementado en latitudes nórdicas medias y altas pero a la vez, se han incrementado los veranos secos y asociados con la incidencia de sequias en pequeñas áreas. Además, Benito (2006) menciona que en las cuencas atlánticas se ha presentado un incremento y un decremento de las precipitaciones en donde de 1930-1950 y 1950-1980 fueron los periodos con mayor incremento de lluvias en las cuencas, y para 1990 y 2000 se incrementaron las precipitaciones convectivas. Con esta variación y las encontradas en el estudio, constituyen una señal clara de que el clima actual ha estado experimentando cambios que a futuro pueden ser positivos o negativos. Sin embargo, en el suroeste de Buenos Aires, Argentina, los periodos mas húmedos se presentaron en la década de 1979 y 1980 (Bohn *et al.*, 2011).

A su vez, Cavazos y Hastenrath (1990) concluyeron que el incremento de la lluvia en el norte del territorio Mexicano se debe a las influencias del fenómeno El Niño. Méndez *et al.* (2007) obtuvo resultados similares en el aumento de la lluvia durante el invierno boreal en el norte del territorio Mexicano, y estableció que ha sido consecuencia del fenómeno del ENSO. Bajo estas consideraciones y resultados documentados, el incremento de lluvia invernal en las regiones áridas y semiáridas del territorio Mexicano de enero a marzo, se debe, parcialmente a las teleconexiones del fenómeno del ENOS, el cual parece ser más intenso en el norte de México y costas del Pacífico. Recientemente Méndez (2010) reporta que las lluvias se intensifican por arriba de lo normal durante el invierno boreal coincidiendo con la fase cálida de la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) así como condiciones cálidas

durante el verano boreal extendiéndose sobre el noreste de México, lo cual sugiere que esos resultados confirman las teleconexiones de la ODP y la amplificación de signos climáticos en México a escalas locales y regionales.

5. CONCLUSIONES

El análisis de precipitación a diferentes escalas de tiempo en el Pacífico Mexicano ha sido estudiado en el presente trabajo, concluyendo que en el área de estudio se han estado experimentando cambios significativos de lluvia y que pueden traer importantes efectos en lo social, económico, forestal y ecológico.

Esto se debe, en parte, a que se encontraron variaciones en días de la semana, donde el miércoles es el de mayor registro de precipitación (0.0070 mm) y la mínima el sábado (-0.0079 mm). En la época del año (*VB* e *IB*) no se presentaron diferencias de precipitación en los días de la semana, aunque en forma individual el miércoles sigue siendo el día más lluvioso de la semana en ambas épocas.

En cuando a los periodos semanales (*Ps/Pf*) se detectó mayor precipitación en días de la semana (*Ps*), de las 235 estaciones climatológicas el 34% muestran diferencia, la cual, el 26% fue para *VB* y el 74% para *IB*, indicando en ambos casos mayor registro de precipitación en *Ps* (días de la semana).

En cuando a épocas boreales (*VB* e *IB*), aplicando el análisis de varianza para las 235 estaciones climatológicas el 71% presentaron diferencia estadísticas ($\alpha=0.10$) entre periodos bidecadales (I, II, III y IV), la cual, el 60% se presentó en verano boreal, siendo el periodo de 1951-1970 (0.2221 mm) el de mayor variación de precipitación mm y la mínima se registró en el periodo de 1940-1950 (*I*) con 0.1732 mm y el 40% para *IB* en donde no presentan variaciones de precipitación entre periodos.

En términos generales se acepta la hipótesis anteriormente propuesta, y con los resultados encontrados en este trabajo revelan que a través del tiempo, el clima ha estado presentando variaciones importantes en la región. Por lo que es necesario seguir realizando este tipo de investigaciones para documentar el comportamiento actual de la precipitación y su relación con otros fenómenos naturales que provocan las variaciones climáticas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bell, T., Rosenfeld, D., Kim, K-M., Yoo, J-M., Lee, M-I., Hahnenberger, M. 2008. Midweek increase in U.S. summer rain and storm heights suggests air pollution invigorates rainstorms. *Journal of Geophysical Research*. 113:1-22. Doi: 10.1029/2007JD008623.
- Bohn, V.Y., Piccolo, M.C., Perillo, G.M.E. 2011. Análisis de los periodos húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista de Climatología*. 11:31-43.
- Benito, G. 2006. Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático. *Cuaternario y Geomorfología*. 20:29-44.
- Bravo, C.J.L., Azpra, R.E., Zarraluqui, S.V., Gay, G.C., Estrada, P.F. 2010. Significance tests for the relationship between “El Niño” phenomenon and precipitation in Mexico. *Geofísica Internacional*. 49:245-261.
- Cavazos, P.M.T., Rivas, C.D.A. 2004. Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico. *Climate Research*. 25:229-243.
- Cehak, K. 1982. Note on the dependence of precipitation on the day of the week in a medium industrialized city. *Theoretical and Applied Climatology*. 30:247-251.
- Cicek I and Turkoglu N. 2005. Urban effects on precipitation in Ankara. *Atmósfera* 18(3): 173-187.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2012. Cartografía temática: <http://www.conabio.gob.mx/> (01-05-2012).
- Dettwiller, I. and H.E. Landsberg, 1974. Inadvertent atmospheric modification, *Weather and Climate Modification*, Wilmot N. Hess, Ed. John Willy y Sons 755 p.
- Dore, M.H.I. 2005. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know?. *Environment International*. 31:1167-1181.
- Englehart, P.J. and A.V. Douglas 2002. México's summer rainfall patterns: an analysis of regional models and changes in their teleconnectivity. *Atmósfera* 15: 147-164.

- Estrada, E. y D. Pereyra 1995. Precipitación máxima probable en el estado de Veracruz. *La Ciencia y el Hombre*. Vol. VII (21):169-183. México.
- Falck Melba E. 2000. La región del Pacífico Mexicano en la Cuenca del Pacífico. México y la cuenca del pacífico, vol. 3, núm. 11/ sep-dic de 2000. pp. 71-74.
- Flores-Verdugo, F., González F. F., D. S. Zamorano & P. Ramírez García, 1992. Mangrove ecosystem of the Pacific Coast of México: Distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. In: SEELIGER, U. (Ed.) Coast plant communities of Latin America. *Academic Press*, 1992: 259-288.
- García de Miranda, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 246 pp.
- García E. 2003. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM, No. 50, 2003, pp. 67-76.
- García-Páez F., Cruz-Medina I. R. 2009. Variabilidad de la precipitación pluvial en la región pacífico norte de México. *Agrociencia*. 43: 1-9.
- Gavidia M., F.J., 2010. El niño y la oscilación del sur. Servicio nacional de estudios territoriales. San Salvador: 1-10.
- Gong, D.-Y., C.-H. Ho, D. Chen, Y. Qian, Y.-S. Choi, and J. Kim, 2007. Weekly cycle of aerosol-meteorology interaction over China, *J. Geophys. Res.*, 112.
- Guerra, F; Gómez, H; González, J y Zambrano, Z. 2006. Uso actual de métodos y técnicas para el estudio de la precipitación incluyendo plataformas SIG. *Geoenseñanza*, vol. 11 (1):pp. 97-106.
- IPCC 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- INEGI 2011. Información nacional, por entidad federativa y municipio. INEGI, DF.
- Kirschbaum M.U.F, Guo L.B., Gifford R.M. 2008. Why does rainfall affect the trend in soil carbon after converting pastures to forests?. A possible explanation based on nitrogen dynamics. *Forest Ecology and Management*, 255: 2990–3000.

- Magaña, V. O., J. L. Vázquez, J. L. Pérez and J. B. Pérez, 2003. Impact of El Niño on precipitation in Mexico. *Geofis. Int.* 42:313-330.
- Maderey R. and Jimenez R., 2005. Principios de Hidrogeografía. Estudio del Ciclo Hidrológico. Instituto de Geografía, UNAM. Serie de Textos Universitarios, Num. 1. pp: 15-42.
- Méndez G.E, y Magaña R.V., 2005. Sesión Especial Modelación del Clima en México: Estudio de predictabilidad del clima estacional para México, *Geos*, UNAM, Vol. 25 (1): pp. 215-228.
- Méndez G.J., Návar Ch. J. de J., González R.H., Jurado Y.E. y Treviño E.J.G., 2007. "Teleconexiones del fenómeno ENSO a la precipitación mensual en México", *Revista Ciencia UANL*, 2: 290-298.
- Méndez G. J., Ramírez L. A., Cornejo O. E., Zarate L. A. y Cavazos P. T., 2010. Teleconexiones de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) a la precipitación y temperatura en México. *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 73: 57-70.
- Merino Ibarra, M., 1987. The coastal zone of México. *Coastal Management*. 15:27-42.
- Murillo W., R. Palomino, S. Córdoba, G. Aragón y E. Banguero. 2005. El régimen diario de la precipitación en el municipio de Quibdó (Colombia). *Revista de Climatología*. Vol. 5: 1-7.
- Nicholson, G., 1965. Wet Thursdays again. *Weather*. 20:322–323.
- Pavia, E. G., F. Graef and J. Reyes 2006. "PDO-ENSO effects in climate of Mexico", *Notes and correspondence*", *J. Climate*. 19: 6433-6438.
- Pizarro T.R; Ramírez B.C. y Flores V.J.P., 2003. Análisis comparativo de cinco métodos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos. *Bosque*, Nota técnica, 24(3): 31-38.
- Rosenfeld, D., 2000: Suppression of rain and snow by urban air pollution. *Science*. 287:1793–1796.
- Rosenfeld, D., and A. Givati, 2006. Evidence of orographic precipitation suppression by air pollution-induced aerosols in the western United States. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 45:893-911.

- SMAGDF, 2005. Informe Climatológico Ambiental del Valle de México. Obtenido el 20 de junio de 2012 en: www.sma.df.gob.mx.
- Schultz, D. M., S. Mikkonen, A. Laaksonen, and M. B. Richman, 2007. Weekly precipitation cycles? Lack of evidence from United States surface stations, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L22815, doi: 10.1029/2007GL031889.
- Simmonds, I. and J. Kaval, 1986. Day-of-the Week Variation of Rainfall and Maximum Temperature in Melbourne, Australia. *Arch. Met. Geoph. Bioclim. Ser. B* 36,317-330.
- Simmonds, I. and K. Keav, 1997. Weekly cycle of meteorological variations in Melbourne and the role of pollution and anthropogenic heat release. *Atmos. Environ.* 31:1589-1603.
- SMADF 2006. Informe climático ambiental del valle de México. Gobierno del Distrito Federal. México.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H. L., 2007, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, New York, U.
- Wallén, C.C. 1955. 'Some characteristics of precipitation in Mexico', *Geografiska Annaler*, 37, 1-2: 51-85.
- Zhang X., Zwiers F.W., Hegerl G.C., Lambert F.H., Gillett N.P., Solomon S., Stott P.A. and Nozawa T. 2007. Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature Letters* 448 doi: 10.1038.

7. APÉNDICE

Anexo 1. Estaciones utilizadas para la investigación.

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
1	Baja California	Ensenada	2002	4	28.6039	-113.5561
2	Baja California	Mexicali	2003	23	32.5511	-115.0689
3	Baja California	Ensenada	2006	640	29.4881	-114.3639
4	Baja California	Mexicali	2011	12	32.3531	-115.1892
5	Baja California	Ensenada	2015	300	28.0000	-113.4250
6	Baja California	Ensenada	2016	50	28.3025	-112.8783
7	Baja California	Ensenada	2023	26	30.3206	-115.8206
8	Baja California	Ensenada	2032	30	30.5794	-115.9378
9	Baja California	Mexicali	2033	4	32.6650	-115.4558
10	Baja California	Ensenada	2036	315	32.0492	-116.6808
11	Baja California	Tijuana	2038	120	32.4469	-116.9078
12	Baja California	Ensenada	2040	110	28.2833	-113.8833
13	Baja California	Ensenada	2043	552	29.9375	-114.9669
14	Baja California	Ensenada	2044	412	28.7353	-113.7525
15	Baja California	Ensenada	2046	22	31.0158	-114.8436
16	Baja California	Ensenada	2056	110	31.3292	-116.2478
17	Baja California	Ensenada	2058	270	29.7219	-115.1303
18	Baja California	Ensenada	2065	152	31.7919	-116.4061
19	Baja California	Tecate	2069	280	32.3703	-116.6536
20	Baja California	Ensenada	2072	55	31.8958	-115.5972
21	Baja California Sur	Comondu	3004	30	25.1208	-111.8133
22	Baja California Sur	Los Cabos	3005	15	22.8819	-109.9125
23	Baja California Sur	Santiago	3007	180	23.3319	-109.9472
24	Baja California Sur	Comondu	3008	260	26.0583	-111.8250
25	Baja California Sur	La Paz	3012	140	24.7797	-111.1500
26	Baja California Sur	La Paz	3013	90	24.4750	-111.0014
27	Baja California Sur	Comondu	3014	23	24.8369	-111.7833
28	Baja California Sur	Mulege	3016	122	26.4569	-111.6472
29	Baja California Sur	Comondu	3027	25	25.7611	-112.0375
30	Baja California Sur	Comondu	3028	80	25.3681	-111.5194
31	Baja California Sur	Comondu	3029	95	26.1819	-112.0778
32	Baja California Sur	Santiago	3030	15	23.5972	-109.5861
33	Baja California Sur	Comondu	3033	40	25.3972	-111.7550
34	Baja California Sur	Loreto	3035	10	26.0000	-111.3333
35	Baja California Sur	San Antonio	3036	490	23.8931	-110.1431
36	Baja California Sur	San Antonio	3037	40	23.9681	-109.9361

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
37	Baja California Sur	Mulege	3038	35	26.8889	-111.9844
38	Baja California Sur	Comondu	3039	160	26.4889	-112.0042
39	Baja California Sur	La Paz	3042	50	24.3917	-111.1083
40	Baja California Sur	Mulege	3047	10	26.7111	-113.5750
41	Baja California Sur	San Antonio	3050	395	23.7417	-109.8403
42	Baja California Sur	Los Cabos	3051	380	23.1083	-109.8542
43	Baja California Sur	Mulege	3052	150	27.2986	-112.8750
44	Baja California Sur	Todos Santos	3053	95	23.2375	-110.0681
45	Baja California Sur	Comondu	3054	440	25.8653	-111.5444
46	Baja California Sur	Mulege	3055	195	26.5889	-112.7222
47	Baja California Sur	Los Cabos	3056	40	23.0694	-109.7069
48	Baja California Sur	La Paz	3058	190	23.9250	-110.2639
49	Baja California Sur	Todos Santos	3060	460	23.6000	-110.0750
50	Baja California Sur	Mulege	3061	30	27.3292	-112.2583
51	Baja California Sur	Santiago	3062	125	23.4806	-109.7139
52	Baja California Sur	Comondu	3063	18	25.4903	-111.9153
53	Baja California Sur	Todos Santos	3066	40	23.4500	-110.2194
54	Baja California Sur	Comondu	3068	45	25.0000	-111.6500
55	Baja California Sur	La Paz	3074	16	24.1347	-110.3361
56	Chiapas	Frontera Comalapa	7009	617	15.7942	-91.9203
57	Chiapas	Tapachula	7012	620	15.1500	-92.3000
58	Chiapas	Bochil	7015	1200	16.9864	-92.8914
59	Chiapas	Bochil	7016	614	16.9417	-93.0167
60	Chiapas	Cacahoatan	7018	350	14.9883	-92.1644
61	Chiapas	Cintalapa	7023	690	16.8333	-93.8000
62	Chiapas	Chiapilla	7034	550	16.5775	-92.7153
63	Chiapas	La Concordia	7037	1000	15.7286	-92.9689
64	Chiapas	Suchiapa	7039	500	16.6442	-93.1572
65	Chiapas	Ixtapa	7040	1230	16.7892	-92.8283
66	Chiapas	Suchiate	7045	400	14.6728	-92.2128
67	Chiapas	Ocozocoautla	7050	170	17.0458	-93.3089
68	Chiapas	Angel Albino Corzo	7054	980	15.7167	-92.8000
69	Chiapas	Las Margaritas	7055	1596	16.3814	-91.7106
70	Chiapas	Frontera Hidalgo	7068	60	14.7772	-92.1761
71	Chiapas	Huixtla	7077	85	15.1414	-92.4864
72	Chiapas	Suchiate	7078	7	14.6178	-92.1847
73	Chiapas	San Cristobal de las Casas	7087	2113	16.7142	-92.6289
74	Chiapas	Chiapa de Corzo	7091	485	16.5258	-92.9925

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
75	Chiapas	La Trinitaria	7099	1500	16.1000	-92.0333
76	Chiapas	Jiquipilas	7102	480	16.6919	-93.5631
77	Chiapas	Tecpatan	7112	398	17.2142	-93.5817
78	Chiapas	Metapa	7117	98	14.8311	-92.1917
79	Chiapas	Ocozocoautla	7123	838	16.7508	-93.3739
80	Chiapas	Chiapa de corzo	7134	418	16.7406	-93.0311
81	Chiapas	La Concordia	7145	540	15.8708	-92.9536
82	Chiapas	Unión Juárez	7146	612	15.0397	-92.1364
83	Chiapas	Unión Juárez	7157	1300	15.0275	-92.1042
84	Chiapas	Tuxtla Chico	7166	148	14.9592	-92.1350
85	Chiapas	Unión Juárez	7172	1710	15.0608	-92.0689
86	Chiapas	Tapachula	7200	179	14.9333	-92.2667
87	Colima	Armeria	6001	37	18.9383	-103.9464
88	Colima	Tecoman	6003	30	18.8156	-103.6342
89	Colima	Comala	6007	735	19.3289	-103.7306
90	Colima	Coquimatlan	6008	354	19.2114	-103.8064
91	Colima	Comala	6014	637	19.3619	-103.7936
92	Colima	Tecoman	6023	34	18.9089	-103.8672
93	Colima	Colimaima	6040	444	19.2167	-103.7131
94	Guerrero	Alcozauca de Guerrero	12005	1300	17.4500	-98.3833
95	Guerrero	Zirandaro	12007	300	18.4758	-101.3592
96	Guerrero	Taxco	12015	1650	18.5167	-99.6500
97	Guerrero	Coyuca de Benítez	12016	20	17.0417	-100.1167
98	Guerrero	Pungarabato	12019	250	18.3586	-100.6644
99	Guerrero	Petatlan	12025	65	17.3833	-101.0500
100	Guerrero	Huitzucó	12030	900	18.2981	-99.1197
101	Guerrero	Huitzucó	12046	975	18.3000	-99.3333
102	Guerrero	Olinala	12060	1600	17.7778	-98.7297
103	Guerrero	Tepecoacuilco de Trujano	12093	842	18.2953	-99.4775
104	Guerrero	Zirandaro	12113	800	18.2997	-101.2603
105	Guerrero	Huamuxtitlan	12114	1125	17.7953	-98.5644
106	Guerrero	Iguala	12116	730	18.3497	-99.5500
107	Jalisco	Atemajac de Brizuela	14013	2,320	20.1389	-103.7275
108	Jalisco	Atenguillo	14015	1,300	20.4161	-104.4931
109	Jalisco	Chapala	14016	1,521	20.4333	-103.0833
110	Jalisco	Atotonilco el Alto	14017	1,606	20.5500	-102.5000
111	Jalisco	Atoyac	14018	1,373	20.0167	-103.4833
112	Jalisco	Bolaños	14023	1,910	21.8250	-103.7833

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
113	Jalisco	Tomatlan	14024	35	19.9933	-105.1300
114	Jalisco	Casimiro Castillo	14027	450	19.6167	-104.4500
115	Jalisco	San Cristobal de la Barranca	14038	1,816	21.0519	-103.4389
116	Jalisco	Cuquio	14039	1,799	20.9333	-103.0167
117	Jalisco	Chapala	14040	1,527	20.2833	-103.2000
118	Jalisco	Ejutla	14043	1,120	19.9667	-104.0333
119	Jalisco	Cihuatlan	14048	490	19.2917	-104.5583
120	Jalisco	El Grullo	14050	800	19.8508	-104.2833
121	Jalisco	Tapalpa	14052	1,200	19.8333	-103.7833
122	Jalisco	Encarnación de Díaz	14062	1,814	21.5167	-102.2667
123	Jalisco	Guadalajara	14066	1,583	20.6833	-103.3500
124	Jalisco	Tomatlan	14067	200	19.9942	-105.1625
125	Jalisco	Hostotipaquillo	14068	1,300	21.0581	-104.0514
126	Jalisco	Ixtlahuacan de los Membrillo	14072	1,550	20.4500	-103.2333
127	Jalisco	Ixtlahuacan del Rio	14073	1,655	20.8886	-103.2500
128	Jalisco	Jalostotitlan	14074	1,772	21.1667	-102.4500
129	Jalisco	Jamay	14075	1,550	20.2833	-102.7000
130	Jalisco	Jesus Maria	14076	2,129	20.6081	-102.2153
131	Jalisco	Jocotepec	14077	1,540	20.2836	-103.4294
132	Jalisco	Juchitlan	14078	1,240	20.0833	-104.1000
133	Jalisco	Yahualica de González Gallo	14080	1,400	21.0053	-102.8211
134	Jalisco	Puerto Vallarta	14081	250	20.7286	-105.2067
135	Jalisco	Manzanilla de la Paz	14086	2,055	20.0000	-103.1500
136	Jalisco	Teuchitlan	14089	1,260	20.5917	-103.8583
137	Jalisco	Magdalena	14093	1,380	20.9064	-103.9797
138	Jalisco	Mascota	14096	1,235	20.5167	-104.8167
139	Jalisco	Mazamitla	14099	1,800	19.9167	-103.0167
140	Jalisco	Mexicacan	14100	1,875	21.2500	-102.7667
141	Jalisco	Zapotlanejo	14104	1,600	20.6833	-102.8667
142	Jalisco	Puerto Vallarta	14116	5	20.6167	-105.2500
143	Jalisco	Tuxpan	14118	1,045	19.5250	-103.4333
144	Jalisco	Teocaltiche	14122	1,805	21.4500	-102.3833
145	Jalisco	San Diego de Alejandria	14123	1,960	20.9942	-101.9942
146	Jalisco	Gomez Farias	14125	1,645	19.8333	-103.3500
147	Jalisco	San Julian	14128	2,170	21.0167	-102.1833
148	Jalisco	San Miguel el Alto	14131	1,860	21.0167	-102.4000
149	Jalisco	Tlaquepaque	14132	1,540	20.6383	-103.3106
150	Jalisco	Amatitan	14136	740	20.9056	-103.7264

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
151	Jalisco	Union de Tula	14139	1,403	20.0167	-104.3167
152	Jalisco	Totatiche	14153	1,770	21.9167	-103.4333
153	Jalisco	Tototlan	14154	1,545	20.5333	-102.8000
154	Jalisco	Tuxcueca	14156	1,525	20.1500	-103.1833
155	Jalisco	Villa Guerrero	14164	1,785	21.9833	-103.6000
156	Jalisco	Yahualica de Gonzalez Gallo	14167	1,800	21.1817	-102.8906
157	Jalisco	Zapopan	14169	1,560	20.7203	-103.3919
158	Jalisco	Quitupan	14180	1,593	19.9000	-102.9000
159	Michoacán	Hidalgo	16002	2,520	19.5369	-100.6183
160	Michoacán	Angamacutiro	16005	1,685	20.1497	-101.7083
161	Michoacán	Apatzingan	16007	682	19.0833	-102.2667
162	Michoacán	Arteaga	16009	860	18.3500	-102.2833
163	Michoacán	Tangancicuaro	16014	1,708	19.9167	-102.2125
164	Michoacán	Puruandiro	16017	1,694	20.3194	-101.4592
165	Michoacán	Morelia	16022	2,096	19.6250	-101.2811
166	Michoacán	Penjamillo	16024	1,693	20.2072	-101.8617
167	Michoacán	Cuitzeo	16027	1,831	19.9561	-101.1381
168	Michoacán	Zamora	16031	1,632	19.9736	-102.2653
169	Michoacán	Cotija	16043	1,581	19.8000	-102.6667
170	Michoacán	Huaniqueo	16050	1,950	19.9000	-101.5000
171	Michoacán	Zinapecuaro	16052	1,830	19.9211	-100.8622
172	Michoacán	Morelia	16055	2,100	19.6667	-101.1167
173	Michoacán	Maravatio	16061	2,070	19.9667	-100.4167
174	Michoacán	Sahuayo	16067	1,577	20.0833	-102.7167
175	Michoacán	Morelia	16081	1,903	19.6886	-101.1761
176	Michoacán	Villamar	16094	1,570	19.9667	-102.5833
177	Michoacán	Villamar	16095	1,624	19.9583	-102.6000
178	Michoacán	Hidalgo	16097	2,480	19.6167	-100.6833
179	Michoacán	Madero	16109	1,020	19.3333	-101.1833
180	Michoacán	Penjamillo	16117	1,681	20.2019	-101.8269
181	Michoacán	Morelia	16120	2,048	19.6028	-101.3200
182	Michoacán	Tacámbaro	16123	1,755	19.2333	-101.4667
183	Michoacán	Contepec	16124	2,409	20.0508	-100.1494
184	Michoacán	Contepec	16129	2,380	19.9967	-100.2303
185	Michoacán	Tlazazalca	16137	1,753	19.9750	-102.1375
186	Michoacán	Yurecuaro	16141	1,524	20.3417	-102.2708
187	Michoacán	Zinapecuaro	16145	1,920	19.8833	-100.6667
188	Michoacán	Patzcuaro	16146	2,228	19.4667	-101.7500

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
189	Michoacán	Hidalgo	16152	2,060	19.7167	-100.5500
190	Michoacán	Uruapan	16164	1,634	19.4167	-102.0667
191	Nayarit	Acaponeta	18001	31	22.4900	-105.3542
192	Nayarit	Ahuacatlan	18002	890	21.0550	-104.4842
193	Nayarit	Ixtlan del Rio	18016	920	21.0333	-104.3750
194	Nayarit	Tepic	18019	371	21.6500	-105.0333
195	Nayarit	Compostela	18021	50	20.8897	-105.1367
196	Nayarit	Compostela	18025	20	21.2753	-105.0811
197	Nayarit	Ruiz	18032	24	21.9583	-105.1425
198	Oaxaca	Nejapa de Madero	20009	620	16.6367	-95.9597
199	Oaxaca	Juchitán de Zaragoza	20027	10	16.5747	-94.8044
200	Oaxaca	Huajuapán de León	20035	1600	17.8000	-97.7833
201	Oaxaca	Ciudad Ixtepec	20039	160	16.5519	-95.0844
202	Oaxaca	Juchitán de Zaragoza	20048	30	16.4492	-95.0242
203	Oaxaca	Matías Romero	20068	201	16.8833	-95.0333
204	Oaxaca	Miahuatlan de Porfirio Díaz	20070	1550	16.3294	-96.5939
205	Oaxaca	Santo Domingo Zanatepec	20082	60	16.4967	-94.4381
206	Oaxaca	San Jerónimo Taviche	20109	1900	16.7333	-96.5753
207	Oaxaca	Asunción Ixtaltepec	20134	210	16.7167	-95.0000
208	Oaxaca	Silacayoapam	20141	1620	17.5000	-98.1500
209	Oaxaca	Santo Domingo Tehuantepec	20149	55	16.3167	-95.2344
210	Oaxaca	San Felipe Usila	20174	100	17.8833	-96.5333
211	Sinaloa	Badiraguato	25006	300	25.3667	-107.5500
212	Sinaloa	Choix	25019	132	26.6667	-108.5000
213	Sinaloa	El Fuerte	25023	84	26.4167	-108.6167
214	Sinaloa	Salvador Alvarado	25037	50	25.4694	-108.0917
215	Sinaloa	Sinaloa	25046	161	25.8944	-108.0250
216	Sinaloa	Culiacán	25081	113	24.8000	-107.1625
217	Sonora	Alamos	26024	144	27.2333	-109.0833
218	Sonora	Hermosillo	26032	272	29.2297	-110.7061
219	Sonora	Etchojoa	26034	13	26.9069	-109.6292
220	Sonora	Atil	26038	306	30.8333	-110.6000
221	Sonora	Imuris	26045	826	30.7833	-110.8667
222	Sonora	Alamos	26053	480	27.0594	-109.0064
223	Sonora	Cajeme	26068	116	27.8231	-109.8858
224	Sonora	Quiriego	26075	210	27.5194	-109.2531
225	Sonora	San Luis Rio Colorado	26076	13	32.1333	-114.9014
226	Sonora	Sahuaripa	26077	460	29.0500	-109.2333

Anexo 1 Continuación

Núm.	Estado	Municipio	ID	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Y	X
227	Sonora	Hermosillo	26082	30	28.8261	-111.6589
228	Sonora	San Javier	26083	190	28.5942	-109.7383
229	Sonora	San Luis Rio Colorado	26086	26	32.4333	-114.7333
230	Sonora	Pitiquito	26093	300	30.6978	-112.1167
231	Sonora	Puerto Peñasco	26096	398	31.8667	-112.8500
232	Sonora	Navojoa	26098	50	27.1711	-109.3583
233	Sonora	Soyopa	26101	190	28.6000	-109.5667
234	Sonora	Navojoa	26102	88	27.1936	-109.1956
235	Sonora	Yecora	26109	1,552	28.3697	-108.9269

Dónde: CHIS=Chiapas, OAX=Oaxaca, COL=Colima, NAY= Nayarit, GRO=Guerrero, MICH=Michoacán, JAL=Jalisco, SIN= Sinaloa, SON=Sonora, BCN=Baja California Norte, BCS=Baja California Sur, ID= Clave de estación meteorológica.

Anexo 2. Promedio de precipitación estandarizada (mm) de 235 estaciones climatológicas de once estados del Pacífico Mexicano.

Precipitación estandarizada (PP)		
Días	Promedio (mm)	Promedio estandarizado (mm)
Domingo	2.3891	-0.0042
Lunes	2.3951	-0.0028
Martes	2.4213	0.0033
Miércoles	2.4660	0.0070
Jueves	2.4455	0.0059
Viernes	2.4142	-0.0013
Sábado	2.3730	-0.0079

Anexo 3. Registro de precipitación estandarizada semanal en la época de verano boreal.

Número	Estado	Id	Época	<i>Ps</i>	<i>Pf</i>	Valor <i>P</i>
1	Baja California	2058	VB	-0.0755	-0.0989	0.0924
2	Baja California Sur	3004	VB	0.0086	0.0534	0.0671
3		3029	VB	0.0298	-0.0076	0.0619
4		3037	VB	0.0680	0.0184	0.0748
5		3052	VB	-0.0061	0.0511	0.0184
6		3062	VB	0.1218	0.0538	0.0041
7		3074	VB	0.0731	0.0144	0.0146
8	Jalisco	14016	VB	0.3061	0.2584	0.0770
9		14027	VB	0.2735	0.3382	0.0348
10		14075	VB	0.2564	0.1941	0.0219
11		14086	VB	0.2633	0.2044	0.0228
12		14153	VB	0.2641	0.2120	0.0653
13	Michoacán	16014	VB	0.3475	0.2990	0.0905
14		16024	VB	0.3030	0.2385	0.0076
15		16052	VB	0.3395	0.2873	0.0348
16	Nayarit	18032	VB	0.2806	0.2323	0.0792
17	Oaxaca	20068	VB	0.2181	0.2657	0.0929
18	Sinaloa	25006	VB	0.2051	0.1525	0.0606
19		25019	VB	0.1926	0.1354	0.0866
20	Sonora	26076	VB	0.0204	-0.0283	0.0406
21		26098	VB	0.1504	0.1042	0.0849
22		26102	VB	0.1767	0.1294	0.0706

Dónde: Id= Clave de estación climatológica, VB= Verano Boreal, *Ps*= Precipitación en días de la semana, *Pf*= Precipitación en fines de semana.

Anexo 4. Registro de precipitación estandarizada en la época de invierno boreal.

Número	Estado	Id	Época	<i>Ps</i>	<i>Pf</i>	Valor <i>P</i>
1	Baja California	2003	<i>IB</i>	0.0178	-0.0238	0.0226
2		2011	<i>IB</i>	0.0315	-0.0155	0.0222
3	Baja California Sur	3005	<i>IB</i>	-0.0487	-0.0659	0.0479
4		3008	<i>IB</i>	-0.0081	-0.0620	0.0002
5		3012	<i>IB</i>	-0.0598	-0.0849	0.0298
6		3014	<i>IB</i>	-0.0008	-0.0403	0.0066
7		3016	<i>IB</i>	-0.0218	-0.0500	0.0133
8		3030	<i>IB</i>	-0.0545	-0.0736	0.0243
9		3033	<i>IB</i>	-0.0127	-0.0559	0.0071
10		3036	<i>IB</i>	-0.1006	-0.1169	0.0227
11		3037	<i>IB</i>	-0.0523	-0.0647	0.0857
12		3038	<i>IB</i>	-0.0233	-0.0411	0.083
13		3039	<i>IB</i>	-0.0388	-0.0692	0.0206
14		3050	<i>IB</i>	-0.0732	-0.0822	0.0614
15		3051	<i>IB</i>	-0.0791	-0.0962	0.0355
16		3053	<i>IB</i>	-0.0670	-0.0917	0.0087
17		3055	<i>IB</i>	0.0407	-0.0237	0.0012
18		3056	<i>IB</i>	-0.0349	-0.0668	0.0072
19		3058	<i>IB</i>	-0.0896	-0.1148	0.0049
20		3060	<i>IB</i>	-0.1039	-0.1209	0.0479
21		3061	<i>IB</i>	-0.0119	-0.0420	0.0352
22		3062	<i>IB</i>	-0.0813	-0.0980	0.0569
23		3063	<i>IB</i>	-0.0011	-0.0361	0.0245
24		3066	<i>IB</i>	-0.0234	-0.0587	0.009
25		3068	<i>IB</i>	-0.0252	-0.0590	0.0224
26		3074	<i>IB</i>	-0.0393	-0.0629	0.0593
27	Chiapas	7012	<i>IB</i>	-0.3874	-0.4125	0.0255
28		7037	<i>IB</i>	-0.3570	-0.3718	0.0727
29		7091	<i>IB</i>	-0.2959	-0.2852	0.0697
30		7157	<i>IB</i>	-0.4030	-0.3792	0.0483
31	Colima	6001	<i>IB</i>	-0.1380	-0.1569	0.0999
32		6014	<i>IB</i>	-0.2080	-0.2284	0.0595
33	Jalisco	14013	<i>IB</i>	-0.2780	-0.2979	0.0989
34		14015	<i>IB</i>	-0.2636	-0.2877	0.0953
35		14018	<i>IB</i>	-0.2560	-0.2736	0.0685
36		14043	<i>IB</i>	-0.2394	-0.2635	0.0246
37		14048	<i>IB</i>	-0.2914	-0.3080	0.0603
38		14050	<i>IB</i>	-0.2368	-0.2601	0.0757
39		14068	<i>IB</i>	-0.2477	-0.2611	0.0398

Anexo 4 Continuación

Número	Estado	Id	Época	<i>Ps</i>	<i>Pf</i>	Valor <i>P</i>
40		14089	<i>IB</i>	-0.2784	-0.3002	0.0046
41		14099	<i>IB</i>	-0.2959	-0.3168	0.0613
42		14139	<i>IB</i>	-0.2335	-0.2604	0.0420
43	Michoacán	16007	<i>IB</i>	-0.2300	-0.2434	0.0143
44		16024	<i>IB</i>	-0.2915	-0.2719	0.0129
45	Oaxaca	20009	<i>IB</i>	-0.2372	-0.2251	0.0730
46		20035	<i>IB</i>	-0.2583	-0.2396	0.0152
47		20048	<i>IB</i>	-0.1986	-0.1864	0.0268
48	Sinaloa	25019	<i>IB</i>	-0.1426	-0.1884	0.0083
49		25023	<i>IB</i>	-0.1359	-0.1769	0.0003
50		25037	<i>IB</i>	-0.1444	-0.1697	0.0438
51		25046	<i>IB</i>	-0.1572	-0.1918	0.0016
52		25081	<i>IB</i>	-0.1795	-0.2024	0.0083
53	Sonora	26024	<i>IB</i>	-0.1450	-0.1722	0.0092
54		26032	<i>IB</i>	-0.0948	-0.1281	0.0079
55		26034	<i>IB</i>	-0.0666	-0.0856	0.0738
56		26045	<i>IB</i>	-0.0582	-0.0980	0.0156
57		26053	<i>IB</i>	-0.1372	-0.1686	0.0020
58		26068	<i>IB</i>	-0.0975	-0.1287	0.0128
59		26077	<i>IB</i>	-0.1034	-0.1413	0.0085
60		26082	<i>IB</i>	-0.0229	-0.0647	0.0184
61		26083	<i>IB</i>	-0.1119	-0.1453	0.0245
62		26098	<i>IB</i>	-0.1204	-0.1471	0.0072
63		26101	<i>IB</i>	-0.1216	-0.1538	0.0124
64		26102	<i>IB</i>	-0.1435	-0.1678	0.0104

Dónde: Id= Clave de estación climatológica, *IB*= Invierno Boreal, *Ps*= Precipitación en días de la semana, *Pf*= Precipitación en fines de semana.

Anexo 5. Agrupación de Duncan del ANOVA de pruebas de media de precipitación estandarizada en los cuatro periodos (*PI*, *PII*, *PIII*, y *PIV*) del Invierno Boreal, en 11 Estados del Pacífico Mexicano con sus respectivas estaciones climatológicas.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Invierno Boreal			
				<i>PI</i> (1940-1950)	<i>PII</i> (1951-1970)	<i>PIII</i> (1971-1990)	<i>PIV</i> (1991-2010)
1	Baja California	2002	0.077		0.0001 ^{ab}	-0.0055 ^b	0.0359 ^a
2	Baja California	2003	0.078	0.0029 ^a	-0.0204 ^a	0.0037 ^a	0.0410 ^a
3	Baja California	2006	0.033		0.0186 ^b	0.0847 ^a	0.0299 ^b
4	Baja California	2011	<0.009	0.0681 ^a	-0.0385 ^b	0.0471 ^a	0.0181 ^{ab}
5	Baja California	2023	0.011		0.1564 ^a	0.1361 ^a	0.0503 ^b
6	Baja California	2036	0.009	0.0866 ^a	0.0809 ^a	0.1894 ^a	0.1579 ^a
7	Baja California	2038	<0.001	0.0390 ^c	0.1222 ^b	0.1899 ^a	0.2283 ^a
8	Baja California	2040	<0.001		0.1717 ^a	0.0117 ^b	-0.0029 ^b
9	Baja California	2043	0.100		0.0078 ^a	0.0585 ^a	0.0623 ^a
10	Baja California	2046	0.037	0.0072 ^a	-0.0001 ^a	-0.0023 ^a	-0.0353 ^a
11	Baja California	2056	0.011	0.0833 ^a	0.0928 ^a	0.1957 ^a	0.1366 ^a
12	Baja California	2058	0.090		0.0497 ^a	0.1155 ^a	0.1065 ^a
13	Baja California	2065	0.002	-0.0021 ^b	0.1181 ^a	0.1950 ^a	0.2031 ^a
14	Baja California	2069	0.003	0.0609 ^a	0.0801 ^a	0.1681 ^a	0.1843 ^a
15	Baja California	2072	0.075	0.1720 ^{ab}	0.1133 ^b	0.1926 ^a	0.1641 ^{ab}
16	Baja California Sur	3008	0.067	-0.0597 ^b	-0.0484 ^{ab}	-0.0140 ^a	-0.0221 ^{ab}
17	Baja California Sur	3014	0.014	-0.0336 ^b	-0.0370 ^b	-0.0043 ^{ab}	0.0288 ^a
18	Baja California Sur	3027	0.009	-0.0457 ^b	0.0290 ^a	-0.0171 ^{ab}	0.0296 ^a
19	Baja California Sur	3028	0.026		-0.0788 ^b	-0.0465 ^a	-0.0377 ^a
20	Baja California Sur	3029	0.005	-0.0704 ^b	-0.0010 ^a	-0.0071 ^a	-0.0133 ^a
21	Baja California Sur	3038	0.060	-0.0430 ^b	-0.0260 ^{ab}	-0.0288 ^{ab}	-0.0062 ^a
22	Baja California Sur	3047	0.010		0.0982 ^a	0.0037 ^b	0.0364 ^{ab}
23	Baja California Sur	3060	0.022	-0.0873 ^a	-0.1238 ^b	-0.1098 ^b	-0.1173 ^b
24	Chiapas	7009	0.034		-0.2851 ^{ab}	-0.2768 ^a	-0.2938 ^b
25	Chiapas	7018	<0.001	-0.2993 ^a	-0.3979 ^b	-0.3876 ^b	-0.3710 ^b
26	Chiapas	7050	<0.001		-0.0591 ^a	-0.1219 ^b	-0.1751 ^c
27	Chiapas	7068	0.084	-0.2829 ^a	-0.3165 ^b	-0.3150 ^b	-0.3150 ^b
28	Chiapas	7087	0.089		-0.2906 ^a	-0.3015 ^{ab}	-0.3166 ^b
29	Chiapas	7099	0.011	-0.22138 ^a	-0.2561 ^b	-0.2554 ^b	-0.2692 ^b
30	Chiapas	7112	0.030		-0.2185 ^b	-0.2011 ^{ab}	-0.1629 ^a
31	Chiapas	7117	0.022	-0.2995 ^a	-0.3289 ^b	-0.3346 ^b	-0.3107 ^{ab}
32	Chiapas	7123	0.024	-0.2301 ^a	-0.2538 ^b	-0.2423 ^{ab}	-0.2314 ^a
33	Chiapas	7146	0.014	-0.2950 ^a	-0.3772 ^b	-0.3975 ^b	-0.3699 ^b
34	Chiapas	7157	0.021	-0.3429 ^a	-0.3946 ^b	-0.3866 ^b	-0.4046 ^b
35	Chiapas	7166	0.034	-0.3504 ^a	-0.3910 ^b	-0.3903 ^b	-0.3672 ^{ab}
36	Chiapas	7172	0.005		-0.3246 ^a	-0.3643 ^b	-0.3591 ^b
37	Colima	6007	0.006	-0.2742 ^a	-0.2368 ^a	-0.2600 ^a	-0.2281 ^a

Anexo 5 Continuación.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Invierno Boreal			
				PI (1940-1950)	PII (1951-1970)	PIII (1971-1990)	PIV (1991-2010)
38	Colima	6014	0.001		-0.1870 ^a	-0.2315 ^b	-0.2277 ^b
39	Guerrero	12005	0.077	-0.3395 ^{ab}	-0.3297 ^{ab}	-0.3184 ^a	-0.3652 ^b
40	Guerrero	12030	0.020	-0.2746 ^{ab}	-0.2568 ^a	-0.2819 ^b	-0.2791 ^b
41	Guerrero	12060	<0.001		-0.3015 ^a	-0.3344 ^b	-0.3252 ^b
42	Guerrero	12113	0.099		-0.3092 ^a	-0.3232 ^a	-0.3082 ^a
43	Jalisco	14013	0.085	-0.3077 ^b	-0.2976 ^{ab}	-0.2695 ^a	-0.2959 ^{ab}
44	Jalisco	14023	0.087	-0.2721 ^b	-0.2613 ^{ab}	-0.2444 ^a	-0.2614 ^{ab}
45	Jalisco	14027	0.035		-0.3199 ^a	-0.3243 ^a	-0.3424 ^b
46	Jalisco	14052	0.071	-0.2232 ^a	-0.2311 ^a	-0.2386 ^a	-0.2689 ^a
47	Jalisco	14062	0.079	-0.2483 ^b	-0.2273 ^{ab}	-0.2377 ^{ab}	-0.2172 ^a
48	Jalisco	14073	0.091	-0.3165 ^b	-0.2938 ^a	-0.3051 ^{ab}	-0.3099 ^{ab}
49	Jalisco	14074	0.001	-0.2898 ^b	-0.2515 ^a	-0.2743 ^b	-0.2748 ^b
50	Jalisco	14075	<0.001	-0.2816 ^a	-0.2571 ^a	-0.2858 ^a	-0.2927 ^a
51	Jalisco	14076	0.092	-0.3022 ^a	-0.2986 ^a	-0.3000 ^a	-0.3170 ^a
52	Jalisco	14078	<0.002	-0.1821 ^a	-0.2146 ^{ab}	-0.2311 ^{ab}	-0.2696 ^b
53	Jalisco	14080	0.002	-0.3507 ^a	-0.2857 ^a	-0.3101 ^a	-0.0339 ^a
54	Jalisco	14086	0.037	-0.3335 ^a	-0.2640 ^a	-0.2792 ^a	-0.2983 ^a
55	Jalisco	14089	0.076		-0.2797 ^a	-0.2946 ^{ab}	-0.2984 ^b
56	Jalisco	14093	0.021	-0.2660 ^a	-0.2918 ^b	-0.2831 ^{ab}	-0.2977 ^b
57	Jalisco	14104	0.002	-0.2836 ^a	-0.2754 ^a	-0.2837 ^a	-0.3049 ^b
58	Jalisco	14122	0.081	-0.2402 ^{ab}	-0.2261 ^a	-0.2383 ^{ab}	-0.2488 ^b
59	Jalisco	14125	<0.001	0.3761 ^b	-0.3600 ^b	-0.3255 ^a	-0.3774 ^b
60	Jalisco	14131	0.033	-0.2776 ^{ab}	-0.2662 ^a	-0.2797 ^{ab}	-0.2940 ^b
61	Jalisco	14132	<0.001	-0.1904 ^a	-0.2369 ^b	-0.2759 ^{bc}	-0.2827 ^c
62	Jalisco	14136	0.060		-0.2888 ^a	-0.2982 ^{ab}	-0.3068 ^b
63	Jalisco	14153	0.004		-0.2239 ^a	-0.2559 ^b	-0.2594 ^b
64	Jalisco	14164	0.034	-0.3113 ^b	-0.2581 ^a	-0.2652 ^a	-0.2777 ^a
65	Jalisco	14169	0.041	-0.2978 ^{ab}	-0.2862 ^a	-0.3012 ^{ab}	-0.3101 ^b
66	Michoacán	16017	0.067	-0.3163 ^b	-0.2696 ^a	-0.2723 ^a	-0.2715 ^a
67	Michoacán	16024	0.082	-0.2689 ^a	-0.2877 ^{ab}	-0.2828 ^{ab}	-0.2953 ^b
68	Michoacán	16027	0.007	-0.2864 ^a	-0.2734 ^a	-0.2890 ^a	-0.3125 ^b
69	Michoacán	16031	0.096	-0.3357 ^b	-0.3053 ^a	-0.2998 ^a	-0.3160 ^{ab}
70	Michoacán	16050	0.071	-0.3595 ^b	-0.3062 ^a	-0.3147 ^a	-0.3174 ^a
71	Michoacán	16055	0.006	-0.3294 ^a	-0.3513 ^b	-0.3332 ^{ab}	-0.3158 ^a
72	Michoacán	16109	0.001	-0.3159 ^{ab}	-0.3050 ^a	-0.3247 ^{bc}	-0.3342 ^c
73	Michoacán	16123	<0.001	-0.3642 ^b	-0.3246 ^a	-0.3392 ^a	-0.3265 ^a
74	Michoacán	16141	<0.001	-0.2825 ^b	-0.2618 ^a	-0.2944 ^{bc}	-0.3053 ^c
75	Michoacán	16146	<0.001	-0.2492 ^a	-0.3538 ^c	-0.3467 ^{bc}	-0.3092 ^b
76	Nayarit	18016	0.091	-0.2950 ^a	-0.2779 ^a	-0.2910 ^a	-0.2992 ^a

Anexo 5 Continuación.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Invierno Boreal			
				<i>PI</i> (1940-1950)	<i>PII</i> (1951-1970)	<i>PIII</i> (1971-1990)	<i>PIV</i> (1991-2010)
77	Nayarit	18019	0.030	-0.2918 ^b	-0.2636 ^a	-0.2772 ^{ab}	-0.2532 ^a
78	Nayarit	18025	0.082	-0.3052 ^b	-0.2683 ^a	-0.269 ^a	-0.2792 ^{ab}
79	Oaxaca	20068	<0.001	-0.2526 ^b	-0.2612 ^b	-0.2075 ^a	-0.2230 ^a
80	Oaxaca	20109	0.066	-0.2348 ^b	-0.2029 ^a	-0.2001 ^a	-0.2099 ^{ab}
81	Sinaloa	25006	0.016	-0.1929 ^{ab}	-0.2110 ^b	-0.1643 ^a	
82	Sinaloa	25046	0.024	-0.1375 ^a	-0.1839 ^b	-0.1817 ^b	0.1839 ^b
83	Sonora	26032	0.040	-0.1444 ^b	-0.1225 ^{ab}	-0.1046 ^a	-0.0950 ^a
84	Sonora	26034	<0.003	-0.1167 ^c	-0.0847 ^{bc}	-0.0662 ^{ab}	-0.0348 ^a
85	Sonora	26038	0.012	-0.1033 ^b	-0.0601 ^{ab}	-0.0486 ^a	-0.0467 ^a
86	Sonora	26045	0.037	-0.1355 ^b	-0.0985 ^{ab}	-0.06458 ^a	-0.0684 ^a
87	Sonora	26077	<0.001	-0.1606 ^b	-0.1585 ^b	-0.1135 ^a	-0.0818 ^a
88	Sonora	26083	<0.008	-0.1341 ^b	-0.1553 ^b	-0.1139 ^b	-0.0684 ^a
89	Sonora	26086	0.010	0.0431 ^a	-0.0215 ^b	0.0239 ^a	
90	Sonora	26096	0.035	-0.0384 ^a	-0.0469 ^a	-0.0087 ^a	0.0136 ^a
91	Sonora	26109	<0.001	-0.1378 ^a	-0.1725 ^{ab}	-0.2207 ^{bc}	-0.2733 ^c

Dónde: ID= Clave de estación meteorológica. a, b y c= Pruebas de Duncan ($\alpha \leq 0.10$).

Anexo 6. Agrupación de Duncan del ANOVA de pruebas de media de precipitación estandarizada en los cuatro periodos (PI, PII, PIII, y PIV) para Verano Boreal, en 11 Estados del Pacífico Mexicano con sus respectivas estaciones climatológicas.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Verano Boreal			
				PI (1940-1950)	PII (1951-1970)	PIII (1971-1990)	PIV (1991-2010)
1	Baja California	2003	<0.002	-0.0636 ^b	0.0590 ^a	-0.0182 ^{ab}	-0.0699 ^b
2	Baja California	2011	<0.001	-0.0200 ^a	-0.0621 ^b	0.0665 ^b	-0.0338 ^b
3	Baja California	2015	0.023		-0.0051 ^a	-0.0328 ^{ab}	-0.0676 ^b
4	Baja California	2023	0.001		-0.1207 ^b	-0.0807 ^a	-0.1210 ^b
5	Baja California	2032	0.001	-0.1400 ^b	-0.1366 ^b	-0.1003 ^a	-0.1336 ^b
6	Baja California	2033	0.044	-0.0583 ^b	-0.0353 ^{ab}	0.0262 ^a	-0.0298 ^{ab}
7	Baja California	2036	0.012	-0.0355 ^a	-0.1536 ^b	-0.1408 ^b	-0.1514 ^b
8	Baja California	2038	0.001	-0.1643 ^c	-0.1552 ^{bc}	-0.1228 ^a	-0.1355 ^{ab}
9	Baja California	2040	<0.002		-0.0162 ^a	-0.0561 ^b	-0.0902 ^b
10	Baja California	2046	0.086	-0.0456 ^a	0.0017 ^a	0.0565 ^a	-0.0191 ^a
11	Baja California	2056	0.001	-0.1171 ^a	-0.1596 ^b	-0.1376 ^{ab}	-0.1214 ^a
12	Baja California	2058	0.029		-0.0960 ^{ab}	-0.0676 ^a	-0.1061 ^b
13	Baja California	2069	0.011	-0.1671 ^b	-0.1509 ^{ab}	-0.1171 ^a	-0.1420 ^{ab}
14	Baja California	2072	0.044	-0.1537 ^{ab}	-0.1755 ^b	-0.1494 ^a	-0.1568 ^{ab}
15	Baja California Sur	3004	0.08	-0.0003 ^b	0.0097 ^b	0.0200 ^{ab}	0.076 ^a
16	Baja California Sur	3007	<0.001	0.0195 ^b	0.0408 ^b	0.1325 ^a	0.1878 ^a
17	Baja California Sur	3008	0.023	-0.0155 ^b	0.0173 ^b	0.0401 ^{ab}	0.0818 ^a
18	Baja California Sur	3012	0.091	0.0124 ^b	0.0570 ^{ab}	0.0952 ^a	0.0913 ^a
19	Baja California Sur	3014	<0.001	-0.0273 ^b	-0.0167 ^b	-0.0053 ^b	0.1190 ^a
20	Baja California Sur	3016	0.08	0.0447 ^{ab}	-0.0013 ^b	0.0224 ^{ab}	0.0776 ^a
21	Baja California Sur	3027	0.002	-0.0367 ^b	-0.0049 ^b	-0.0401 ^b	0.0523 ^a
22	Baja California Sur	3028	<0.001		-0.0094 ^b	0.0184 ^b	0.1414 ^a
23	Baja California Sur	3038	0.001	0.0064 ^b	-0.0188 ^b	0.0337 ^b	0.0999 ^a
24	Baja California Sur	3051	0.075	0.1061 ^{ab}	0.0412 ^b	0.0815 ^{ab}	0.1222 ^a
25	Baja California Sur	3052	0.011	0.0095 ^b	-0.0133 ^b	-0.0036 ^b	0.0760 ^a
26	Baja California Sur	3056	0.074	0.0398 ^b	0.0289 ^b	0.0386 ^b	0.1063 ^a
27	Baja California Sur	3060	0.033	0.0866 ^b	0.0736 ^b	0.1093 ^{ab}	0.1640 ^a
28	Baja California Sur	3061	0.046	0.0610 ^a	0.0284 ^{ab}	-0.0200 ^b	0.0365 ^{ab}
29	Chiapas	7012	0.017		0.3749 ^b	0.3578 ^b	0.43482 ^a
30	Chiapas	7015	<0.001	0.2744 ^b	0.3861 ^a	0.2220 ^b	0.2958 ^b
31	Chiapas	7016	0.043	0.3765 ^a	0.3182 ^{ab}	0.2643 ^b	0.2677 ^b
32	Chiapas	7018	<0.001	0.4560 ^a	0.3783 ^b	0.2899 ^c	0.3746 ^b
33	Chiapas	7023	<0.001	0.3017 ^a	0.0780 ^b	-0.0686 ^c	
34	Chiapas	7034	<0.001	0.3102 ^b	0.4454 ^a	0.1789 ^c	0.1689 ^c
35	Chiapas	7039	0.01	0.0866 ^b	0.2975 ^a	0.2559 ^a	0.3132 ^a
36	Chiapas	7050	<0.001		0.3146 ^a	0.1531 ^b	-0.0427 ^c
37	Chiapas	7054	<0.001		0.4439 ^a	0.2912 ^b	0.3966 ^a

Anexo 6 Continuación.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Verano Boreal			
				PI (1940-1950)	PII (1951-1970)	PIII (1971-1990)	PIV (1991-2010)
38	Chiapas	7068	0.017	0.3443 ^a	0.3498 ^a	0.2640 ^b	0.2758 ^{ab}
39	Chiapas	7077	0.001		0.4351 ^a	0.3930 ^a	0.3161 ^b
40	Chiapas	7078	0.001		0.2954 ^a	0.2404 ^a	0.1773 ^b
41	Chiapas	7087	0.009		0.3039 ^a	0.2250 ^b	0.3094 ^a
42	Chiapas	7091	0.062		0.3219 ^a	0.2565 ^b	0.2547 ^b
43	Chiapas	7099	0.041	0.1634 ^b	0.2914 ^a	0.2222 ^{ab}	0.2370 ^{ab}
44	Chiapas	7112	<0.001		0.3033 ^a	0.1505 ^b	0.1140 ^b
45	Chiapas	7117	<0.001	0.2830 ^b	0.3653 ^a	0.1823 ^c	0.37493 ^a
46	Chiapas	7123	<0.001	0.2697 ^{ab}	0.1295 ^c	0.22942 ^b	0.3295 ^a
47	Chiapas	7134	0.02		0.3146 ^a	0.2365 ^b	0.3078 ^a
48	Chiapas	7145	0.03	0.4875 ^a	0.3164 ^b	0.3981 ^{ab}	0.3379 ^{ab}
49	Chiapas	7146	<0.001	0.3800 ^b	0.4866 ^a	0.3468 ^b	0.2973 ^b
50	Chiapas	7157	<0.001	0.3571 ^b	0.4579 ^a	0.3330 ^b	0.3576 ^b
51	Chiapas	7166	0.007	0.3718 ^{ab}	0.3821 ^{ab}	0.3119 ^b	0.4106 ^a
52	Chiapas	7172	<0.001		0.4390 ^a	0.2945 ^b	0.3129 ^b
53	Chiapas	7200	<0.001		0.4154 ^a	0.2880 ^b	0.2488 ^b
54	Colima	6007	<0.001	-0.2470 ^b	0.4074 ^a	0.1171 ^a	0.1294 ^a
55	Colima	6023	0.091		0.1455 ^a	0.1378 ^a	0.2058 ^a
56	Colima	6040	0.069	-0.1850 ^b	0.2519 ^a	0.2334 ^a	0.1904 ^a
57	Guerrero	12005	0.066	0.3286 ^b	0.3065 ^b	0.3450 ^b	0.5711 ^a
58	Guerrero	12007	0.02		0.3126 ^a	0.2278 ^b	0.2321 ^b
59	Guerrero	12015	<0.001	0.3026 ^b	0.4216 ^a	0.3078 ^b	0.2689 ^b
60	Guerrero	12030	<0.001	0.1077 ^c	0.4529 ^a	0.2136 ^b	0.1605 ^{bc}
61	Guerrero	12060	0.001		0.3844 ^a	0.2660 ^b	0.3020 ^b
62	Guerrero	12093	0.077		0.3174 ^{ab}	0.3547 ^a	0.2827 ^b
63	Guerrero	12113	<0.001		0.3448 ^a	0.2197 ^b	0.4003 ^a
64	Guerrero	12114	<0.001		0.2292 ^b	0.2289 ^b	0.3795 ^a
65	Jalisco	14013	<0.001	0.1873 ^b	0.2039 ^b	0.3290 ^a	0.3562 ^a
66	Jalisco	14015	<0.003	-0.3150 ^b	0.2750 ^a	0.2244 ^a	0.3558 ^a
67	Jalisco	14018	0.009	0.2219 ^b	0.3167 ^a	0.2719 ^{ab}	0.2188 ^b
68	Jalisco	14023	<0.001	0.3812 ^a	0.1641 ^c	0.2970 ^{ab}	0.2536 ^b
69	Jalisco	14024	0.002		0.3209 ^a	0.2250 ^b	0.2128 ^b
70	Jalisco	14040	0.031	0.2313 ^b	0.2680 ^{ab}	0.3250 ^a	0.2708 ^{ab}
71	Jalisco	14043	0.02	0.1931 ^b	0.2979 ^a	0.2257 ^{ab}	0.2508 ^{ab}
72	Jalisco	14048	0.008		0.3347 ^a	0.2312 ^b	0.2906 ^{ab}
73	Jalisco	14050	0.002	0.284 ^a	0.2971 ^a	0.1822 ^a	0.2742 ^a
74	Jalisco	14068	<0.004	0.1425 ^b	0.2456 ^a	0.2884 ^a	0.2904 ^a
75	Jalisco	14072	0.015	-0.299 ^b	0.2469 ^a	0.2685 ^a	0.3119 ^a
76	Jalisco	14074	<0.001	0.0971 ^c	0.3393 ^a	0.2479 ^b	0.2793 ^{ab}

Anexo 6 Continuación.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Verano Boreal			
				PI (1940-1950)	PII (1951-1970)	PIII (1971-1990)	PIV (1991-2010)
77	Jalisco	14077	0.007	0.1324 ^c	0.1751 ^{bc}	0.2360 ^{ab}	0.2736 ^a
78	Jalisco	14078	0.032	0.2493 ^a	0.1561 ^a	0.2112 ^a	0.2413 ^a
79	Jalisco	14086	0.038	-0.234 ^b	0.2788 ^a	0.2187 ^a	0.2431 ^a
80	Jalisco	14093	0.007	0.3491 ^a	0.2254 ^b	0.3195 ^a	0.3009 ^{ab}
81	Jalisco	14096	<0.001	0.1888 ^b	0.3497 ^a	0.2987 ^a	0.3343 ^a
82	Jalisco	14099	0.003	0.2853 ^{ab}	0.3471 ^a	0.3027 ^{ab}	0.2375 ^b
83	Jalisco	14104	0.002	0.2987 ^{ab}	0.3500 ^a	0.2872 ^{ab}	0.2246 ^b
84	Jalisco	14116	0.048	0.2213 ^b	0.2949 ^a	0.2417 ^{ab}	
85	Jalisco	14118	0.017	0.1821 ^b	0.2990 ^a	0.2301 ^{ab}	0.2370 ^{ab}
86	Jalisco	14125	0.061	0.3205 ^b	0.3992 ^a	0.3270 ^{ab}	0.3422 ^{ab}
87	Jalisco	14128	0.084	0.1993 ^b	0.2528 ^b	0.2737 ^{ab}	0.3866 ^a
88	Jalisco	14132	<0.001	0.3764 ^a	0.2033 ^c	0.2328 ^{bc}	0.3246 ^{ab}
89	Jalisco	14153	0.001		0.1963 ^b	0.3123 ^a	0.2298 ^b
90	Jalisco	14154	0.001	0.2482 ^{ab}	0.2189 ^b	0.3268 ^a	0.1998 ^b
91	Jalisco	14164	0.054	0.2926 ^a	0.2183 ^a	0.2643 ^a	0.3103 ^a
92	Jalisco	14167	0.068	0.2121 ^b	0.2836 ^{ab}	0.2521 ^{ab}	0.3165 ^a
93	Jalisco	14169	0.011	0.2457 ^b	0.2589 ^b	0.2828 ^{ab}	0.3540 ^a
94	Jalisco	14180	0.066	0.2720 ^a	0.3246 ^a	0.2564 ^a	0.2566 ^a
95	Michoacán	16002	0.013	0.3877 ^a	0.4280 ^a	0.3647 ^a	0.3295 ^a
96	Michoacán	16009	<0.001	0.3027 ^a	0.1637 ^b	0.1307 ^b	
97	Michoacán	16017	0.002	-0.0029 ^b	0.2848 ^a	0.2828 ^a	0.2654 ^a
98	Michoacán	16022	0.024	0.2458 ^b	0.3523 ^a	0.3069 ^{ab}	0.3323 ^a
99	Michoacán	16024	0.086	0.2853 ^{ab}	0.3141 ^a	0.2738 ^{ab}	0.2328 ^b
100	Michoacán	16027	<0.001	0.2352 ^b	0.2797 ^b	0.3853 ^a	0.2598 ^b
101	Michoacán	16052	<0.001	0.2224 ^b	0.3489 ^a	0.2649 ^b	0.3986 ^a
102	Michoacán	16055	<0.001	0.1091 ^d	0.2480 ^c	0.3867 ^b	0.5623 ^a
103	Michoacán	16061	<0.001	0.2128 ^b	0.3623 ^a	0.3278 ^a	0.2331 ^b
104	Michoacán	16067	0.017	0.2555 ^{ab}	0.3218 ^a	0.2868 ^{ab}	0.2036 ^b
105	Michoacán	16081	0.021	0.1751 ^b	0.3301 ^a	0.2942 ^a	0.3255 ^a
106	Michoacán	16094	0.03	0.1978 ^b	0.2602 ^{ab}	0.3148 ^a	0.2939 ^a
107	Michoacán	16097	<0.001	0.1405 ^b	0.4362 ^a	0.4011 ^a	0.3059 ^{ab}
108	Michoacán	16109	<0.001	0.2921 ^b	0.4069 ^a	0.3326 ^b	0.2219 ^c
109	Michoacán	16117	0.011	0.2801 ^{ab}	0.3200 ^a	0.2355 ^{ab}	0.2040 ^b
110	Michoacán	16124	0.077	0.2521 ^{ab}	0.2673 ^{ab}	0.2391 ^b	0.3210 ^a
111	Michoacán	16129	0.056	0.3247 ^a	0.3186 ^a	0.2613 ^a	0.2260 ^a
112	Michoacán	16137	0.013	0.2455 ^b	0.3832 ^a	0.2916 ^{ab}	0.3281 ^{ab}
113	Michoacán	16145	<0.001	0.2827 ^b	0.2059 ^c	0.4771 ^a	0.3206 ^b
114	Michoacán	16146	<0.001	0.8054 ^a	0.2825 ^b	0.2973 ^b	0.3422 ^b
115	Michoacán	16152	0.014	0.3139 ^a	0.3195 ^a	0.2420 ^b	

Anexo 6 Continuación.

No.	Estado	Id	Valor p	Periodo Verano Boreal			
				PI (1940-1950)	PII (1951-1970)	PIII (1971-1990)	PIV (1991-2010)
116	Michoacán	16164	<0.001	0.2924 ^b	0.3129 ^b	0.4111 ^a	
117	Nayarit	18002	0.033	0.2574 ^b	0.2623 ^b	0.2602 ^b	0.3377 ^a
118	Nayarit	18016	0.051	0.2825 ^a	0.2581 ^a	0.2610 ^a	0.3383 ^a
119	Nayarit	18021	0.042		0.3032 ^{ab}	0.2398 ^b	0.3177 ^a
120	Nayarit	18025	0.055	0.3426 ^a	0.3094 ^a	0.2395 ^a	0.2399 ^a
121	Oaxaca	20009	0.003	0.2647 ^{ab}	0.1828 ^b	0.2075 ^b	0.2943 ^a
122	Oaxaca	20027	<0.001	0.4462 ^a	0.1912 ^b	0.1803 ^b	0.2944 ^b
123	Oaxaca	20039	<0.002	0.3752 ^a	0.2015 ^{ab}	0.1282 ^b	0.2403 ^b
124	Oaxaca	20048	<0.001	0.1569 ^b	0.1431 ^b	0.1657 ^b	0.2840 ^a
125	Oaxaca	20068	<0.001	0.1204 ^c	0.2531 ^{ab}	0.3090 ^a	0.1900 ^{bc}
126	Oaxaca	20070	0.024	0.2999 ^a	0.2449 ^{ab}	0.1747 ^{ab}	0.2403 ^c
127	Oaxaca	20109	<0.001	0.1289 ^b	0.2975 ^a	0.1887 ^b	-0.0189 ^c
128	Oaxaca	20134	0.002	0.4868 ^a	0.1941 ^b	0.2226 ^b	0.1738 ^b
129	Oaxaca	20141	0.001	0.2746 ^b	0.3724 ^a	0.2607 ^b	0.2666 ^b
130	Oaxaca	20149	0.003	0.2156 ^a	0.1664 ^{ab}	0.1110 ^b	0.2347 ^a
131	Sinaloa	25037	0.056		0.1130 ^b	0.1938 ^a	0.1569 ^{ab}
132	Sonora	26032	0.042	0.0799 ^b	0.0901 ^b	0.1073 ^{ab}	0.1720 ^a
133	Sonora	26076	<0.003	-0.0535 ^b	-0.0205 ^{ab}	0.0617 ^a	-0.0540 ^b
134	Sonora	26077	<0.001	0.0060 ^c	0.0115 ^c	0.1462 ^b	0.2810 ^a
135	Sonora	26083	0.012	0.1474 ^{ab}	0.0740 ^b	0.1675 ^a	0.1025 ^{ab}
136	Sonora	26101	0.04	0.1389 ^{ab}	0.1192 ^{ab}	0.1663 ^a	0.0510 ^b
137	Sonora	26109	<0.001	0.1536 ^b	0.3256 ^a	0.1181 ^b	-0.2334 ^c

Donde: ID= Clave de estación meteorológica, a, b, c y d= Pruebas de Duncan.

Anexo 7. Rango de datos utilizados en el área de estudio.

Estado	Total de ID	Rango de altitud (msnm)			Rango de años
Baja California	20	4	-	640	1940-2009
Baja California Sur	35	10	-	490	1940-2008
Chiapas	31	7	-	2113	1940-2010
Colima	7	30	-	735	1948-2010
Guerrero	13	20	-	1650	1940-2010
Jalisco	52	5	-	2320	1940-2009
Michoacán	32	682	-	2520	1940-2010
Nayarit	7	20	-	920	1940-2008
Oaxaca	13	10	-	1910	1940-2009
Sinaloa	6	50	-	300	1940-2010
Sonora	19	13	-	1552	1940-2008

Dónde: ID= Estaciones climatológicas