

# **Análisis probabilístico de la precipitación y su relación con la altitud durante el año 2013 en la zona centro del estado de Veracruz**

Cervantes Pérez Juan, López Badillo Carlos

Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [jcervantes@uv.mx](mailto:jcervantes@uv.mx), [ic.carloslb@gmail.com](mailto:ic.carloslb@gmail.com)

## Introducción

El estado de Veracruz ha estado ha sufrido las consecuencias del cambio climático en los últimos años, desde la entrada de frentes fríos hasta huracanes, lo cuales han provocado grandes cantidades de lluvia, afectando directamente a la población veracruzana. Inundaciones, pérdidas de cultivo, pérdidas de animales entre otros, han sido de los problemas que la población ha tenido que enfrentar.

La variación de altitudes en el estado es un factor que interviene directamente con la cantidad de precipitación que se presenta, para ello algún de las zonas están divididas en alta montaña, media montaña, baja montaña y llanura costera.

Las estaciones hidrométricas ayudan a conocer la cantidad de lluvia que se presenta en una región y en un tiempo determinado, de manera horaria, diaria o mensual. A partir de estos datos se puede conocer mediante sistemas o métodos, como será su comportamiento en años próximos y como interactuará con el estado.

Las ubicaciones de las estaciones están condicionadas por los factores antes mencionados, ayudando a tener un amplio criterio al aplicar los métodos para su análisis. Los factores meteorológicos presentados durante los meses de un análisis forman parte importante, ya que pueden provocar aumentos en las precipitaciones extra temporales presentando cantidades significativas en una región que usualmente no las tiene a lo largo del año.

## Objetivo

El objetivo es el análisis de los datos obtenidos de las estaciones hidrométricas mediante métodos probabilísticos (Gumbel, Nash y Lebediev) para tener una idea del comportamiento de la precipitación en un tiempo determinado y también conocer como influye la altitud y el uso de suelo en la región. Antecedentes

El estado de Veracruz cuenta con 7, 858, 604 habitantes a lo largo de sus 71, 830 km<sup>2</sup> con relieve accidentado, que van desde llanuras costeras hasta alta montaña, de un clima igualmente variado, ya que en zonas se llega a alcanzar hasta 40° en temporada regular mientras que en otras regiones se pueden establecer temperaturas de 0° o menores en temporadas del año.

Estación	Altitudes (msnm)	Descripción	Uso de Suelo
Las Vigas	2480.00	Media Montaña	IAPF, ZU, BP
Perote	2394.00	Media Montaña	IAPF, ZU
Alchichica	2381.00	Media Montaña	IAPF
La Joya	2178.00	Media Montaña	IAPF, BP
Quimixtlan	2015.00	Media Montaña	IAPF, BPQ
El Naranjillo	1836.00	Media Montaña	IAPF
Acatlán	1748.00	Media Montaña	IAPF, ZU
Naolinco	1554.00	Media Montaña	IAPF, ZU
INBIOTECA	1355.00	Baja Montaña	ZU
Huatusco	1328.00	Baja Montaña	IAPF
Teocelo	1261.00	Baja Montaña	IAPF
Tenochtitlán	911.00	Baja Montaña	IAPF
Tlacotepec	787.00	Baja Montaña	IAPF
La Represa	658.00	Baja Montaña	IAPF
Cerro Gordo	458.00	Baja Montaña	IAPF
Paso del Macho	451.00	Baja Montaña	IAPF
Mata de Varas	441.00	Baja Montaña	IAPF
Misantla	298.00	Baja Montaña	IAPF, ZU, BG, SAP/VSA
Rinconada	273.00	Baja Montaña	IAPF, ZU
Actopan	253.00	Baja Montaña	IAPF, ZU, CBC/Sva
Carrizal	239.00	Baja Montaña	IAPF
Ídolos	96.00	Llanura Costera	CBC/Sva, IAPF
Loma Fina	61.00	Llanura Costera	ZU, IAPF
Tamarindo	50.00	Llanura Costera	ZU, IAPF
Cardel	33.00	Llanura Costera	ZU, AH
La Posta	29.00	Llanura Costera	IAPF, ZU
Cotaxtla INIFAP	20.00	Llanura Costera	IAPF
Veracruz	12.00	Llanura Costera	ZU, AH

Tabla 1. Calcificación de las estaciones hidrométricas de acuerdo a su latitud y uso de suelo

## Antecedentes

El estado de Veracruz cuenta con 7, 858, 604 habitantes a lo largo de sus 71, 830 km<sup>2</sup> con relieve accidentado, que van desde llanuras costeras hasta alta montaña, de un clima igualmente variado, ya que en zonas se llega a alcanzar hasta 40° en temporada regular mientras que en otras regiones se pueden establecer temperaturas de 0° o menores en temporadas del año.

El análisis de los datos recabado toma los meses de Mayo hasta Noviembre del año 2013, por lo que es importante tener en cuenta los eventos meteorológicos que sucedieron durante ese periodo.

Durante el mes de mayo los fenómenos meteorológicos más importantes fueron los frentes fríos en la región del Golfo de México, estos frentes fríos (42,43 y44) provocaron una nubosidad en el estado además de leves precipitaciones en las regiones montañosas centrales del estado.

La onda tropical No. 7 provocó fuertes lluvias al colocarse sobre el suroeste del Golfo de México durante el mes de Julio, siendo también afecta por dos sistemas de baja presión que afectó a las zonas montañosas del estado provocando lluvias y nubosidad a lo largo de su estadía.

A principios del mes de Agosto la onda tropical No. 11 hizo presencia en el sur de Veracruz ocasionando lluvias durante un periodo corto de tiempo así como algunas rachas de vientos. Una nubosidad importante se presentó en el suroeste del Golfo de México, sobre Tuxpan, debido a una perturbación tropical que se presentó a mediados de mes. Un fuerte frente se presentó en el estado provocando intensas lluvias y la presencia del huracán "Fernand" hizo acto de presencia en costas Veracruzananas, dando como consecuencias lluvias considerables así como tormentas en la región.

La presencia de un canal de baja presión sobre el estado provocó que a principios del mes de Septiembre, se presentaran climas frescos y leves precipitaciones, sin embargo, inmediatamente se presentó la onda tropical No. 19 al sur de Veracruz provocando cielos nublados y fuertes rachas de viento.

El mes de Octubre fue el más activo en cuestiones meteorológicas, ya que la presencia de la perturbación tropical ubicada en el Golfo de México se convirtió en la tormenta tropical "Karen", ocasionando lluvias en el estado.

En el mes de Noviembre la intensidad de la actividad meteorológica disminuyó radicalmente en comparación con el mes de Octubre, sin embargo, se presentaron tres frentes fríos a lo largo del mes provocando lluvias y nubosidades considerables. Estos frentes fríos fueron el No. 10, 12 y 14.

#### Metodología

Para tener un estimado del comportamiento de los fenómenos meteorológicos en un determinado tiempo o temporada, es importante recabar datos de cómo estos han influenciado a las condiciones normales de una región.

Los métodos probabilísticos mediante el análisis de datos nos permite comprender la intensidad y las consecuencias que podría traer un fenómeno meteorológico al momento de intensificarse en una región. Es necesario tomar en cuenta un periodo de retorno para la estimación de su comportamiento así como de poder prevenir sus consecuencias.

Los métodos utilizados para este análisis son los métodos de Gumbel, Nash y Lebediev con un periodo de retorno de cinco años. A partir de estos métodos podremos obtener un promedio de la cantidad de lluvia generada por mes y cómo se comportará en la región donde se instalaron las estaciones hidrométricas.

El método de Gumbel se desarrolla de manera analítica, para ello es necesario contar con los datos de precipitación en una región, así como considerar un tiempo de retorno para obtener la variable reducida, y como el método de Gumbel se basa a partir de las exponenciales de Pearson tipo III, podremos ajustar las variable con respecto a los para metros conocidos, caudal máximo y el tiempo de retorno.

Al igual que el método anterior, el criterio o método de Nash, propone se puede obtener el valor del caudal a partir de los datos obtenidos por las estaciones utilizadas, así como del tiempo de retorno propuesto en años, siendo al formula:

$$Q = a + b \log \log \left( \frac{T}{T-1} \right)$$

Siendo Q el caudal a calcular, a y b son constantes de acuerdo con los datos obtenidos en las estaciones hidrométricas y T es el tiempo de retorno en años.

El método de Lebediev permite conocer el Caudal máximo con los datos obtenidos en estaciones en conjunto con el tiempo de retorno. Se basa a partir de la siguiente formula:

$$Qd = Q_{max} + \Delta Q$$

Para ello es necesario obtener diferentes constantes que serán útiles para el cálculo del caudal (ver tabla) y así en conjunto con los otros métodos obtener un promedio del caudal en el tiempo de retorno propuesto.

### Resultado Mayo

Los resultados en la media montaña en el mes de Mayo muestran que hubo una mayor precipitación en la estación ubicada en el municipio de Naolinco perteneciente a la zona montañosa del estado. Ubicándose muy cerca con respecto a la cantidad de lluvia presentada, están las estaciones instaladas en los municipios de La Joya y Quimixtlan. Los municipios de La Joya y Quimixtlan presentan una altura media, mientras que el municipio de Naolinco tiene la menor altura dentro de la categoría de media montaña. Las estaciones instaladas en los municipios las Vigas y Perote son los que mayor altitud presentad, sin embargo son lo que menor cantidad de precipitación mostraron..

A pesar de tener una altura relativamente menor, se presentó en Mayo índice de precipitación en la categoría de baja montaña, siendo la estación ubicada en Misantla 314.70 mm. La estación que menor precipitación obtuvo fue la estación de la IBIOTECA, con tan sólo 23.80 y con la mayor altura en la categoría.

La categoría de llanura costera es la que menor cantidad de estaciones instaladas presentó, con tan sólo cinco estaciones y con alturas inferiores a 100 m.s.n.m. siendo la categoría con un índice de precipitación mayor al de la categoría media montaña.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Mayo			Mayo			Mayo		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00	29.00	INBIOTECA	1355.00	23.80	Idolos	96.00	126.30
Perote	2394.00	25.80	Huatusco	1328.00	112.80	Loma Fina	61.00	56.00
Alchichica	2381.00		Teocelo	1261.00	135.60	Tamarindo	50.00	66.00
La Joya	2178.00	84.70	Tenochtitlán	911.00	155.30	Cardel	33.00	
Quimixtlan	2015.00	79.60	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	74.20
El Naranjillo	1836.00	10.00	La Represa	658.00	71.00	Cotaxtla INIF	20.00	37.40
Acatlán	1748.00	58.90	Cerro Gordo	458.00	29.50	Veracruz	12.00	
Naolinco	1554.00	90.90	Paso del Macho	451.00	53.00			
	<b>Promedio</b>	<b>54.13</b>	Mata de Varas	441.00	77.40		<b>Promedio</b>	<b>71.98</b>
			Misantla	298.00	314.70			
			Rinconada	273.00	98.00			
			Actopan	253.00	81.80			
			Carrizal	239.00	49.51			
				<b>Promedio</b>	<b>100.20</b>			

Tabla 2. Precipitación mostrada en el mes de Mayo en media y baja montaña así como llanura costera

### Aplicación de los métodos probabilísticos

Datos		
Estación	X	m
Perote INIFAP	25.80	1
Teocelo, Xico INIFAP	135.60	2
hUC cHuatusco INIFAP	112.80	3
INBIOTECA INIFAP	23.80	4
La Post (med) INIFAP	74.20	5
La Represa INIFAP	71.00	6
Maa de Varas INIFAP	77.40	7
Pas de Mach INIFAP	53.00	8
Cotaxtla INIFAP	37.40	9
Las Vigas	29.00	10
La Joya	84.70	11
Acatlan	58.90	12
Naolinco	90.90	13
Idolos	126.30	14
Cerro Gordo	29.50	15
Actopan	81.80	16
El Naranjillo	10.00	17
Quimixtlan	79.60	18
Rinconada	98.00	19
Carrizal	49.51	20
Tamarindo	66.00	21
Loma Fina	56.00	22
Tenochtitlan	155.30	23
Misantla	314.70	24

Tabla 3. Precipitación obtenida en el mes de mayo

Gumbel			Nash						Levediev		
yi	xi <sup>2</sup>	(xi-xm) <sup>2</sup>	Tr=(n+1)/m	Tr/(Tr-1)	xi	xi <sup>2</sup> yi	xi <sup>2</sup>	yi <sup>2</sup>	Yi/Ym	(Yi/Ym-1)	(Yi/Ym-1) <sup>2</sup>
314.70	99,036.09	54,670.04	25.000	1.042	(1.751)	(551.14)	3.067	99,036.09	3.891	2.891	8.357
155.30	24,118.09	5,537.78	12.500	1.087	(1.441)	(223.81)	2.077	24,118.09	1.920	0.920	0.846
135.60	18,387.36	2,993.87	8.333	1.136	(1.256)	(170.26)	1.576	18,387.36	1.676	0.676	0.458
126.30	15,951.69	2,062.64	6.250	1.190	(1.121)	(141.56)	1.256	15,951.69	1.562	0.562	0.315
112.80	12,723.84	1,018.65	5.000	1.250	(1.014)	(114.34)	1.027	12,723.84	1.395	0.395	0.156
98.00	9,604.00	292.97	4.167	1.316	(0.924)	(90.53)	0.853	9,604.00	1.212	0.212	0.045
90.90	8,262.81	100.33	3.571	1.389	(0.846)	(76.87)	0.715	8,262.81	1.124	0.124	0.015
84.70	7,174.09	14.56	3.125	1.471	(0.776)	(65.73)	0.602	7,174.09	1.047	0.047	0.002
81.80	6,691.24	0.84	2.778	1.563	(0.713)	(58.29)	0.508	6,691.24	1.011	0.011	0.000
79.60	6,336.16	1.65	2.500	1.667	(0.654)	(52.05)	0.428	6,336.16	0.984	(0.016)	0.000
77.40	5,990.76	12.14	2.273	1.786	(0.599)	(46.36)	0.359	5,990.76	0.957	(0.043)	0.002
74.20	5,505.64	44.67	2.083	1.923	(0.547)	(40.56)	0.299	5,505.64	0.917	(0.083)	0.007
71.00	5,041.00	97.69	1.923	2.083	(0.497)	(35.25)	0.247	5,041.00	0.878	(0.122)	0.015
66.00	4,356.00	221.53	1.786	2.273	(0.448)	(29.56)	0.201	4,356.00	0.816	(0.184)	0.034
58.90	3,469.21	483.29	1.667	2.500	(0.400)	(23.57)	0.160	3,469.21	0.728	(0.272)	0.074
56.00	3,136.00	619.20	1.563	2.778	(0.353)	(19.76)	0.125	3,136.00	0.692	(0.308)	0.095
53.00	2,809.00	777.50	1.471	3.125	(0.306)	(16.19)	0.093	2,809.00	0.655	(0.345)	0.119
49.51	2,451.24	984.31	1.389	3.571	(0.257)	(12.74)	0.066	2,451.24	0.612	(0.388)	0.150
37.40	1,398.76	1,890.84	1.316	4.167	(0.208)	(7.77)	0.043	1,398.76	0.462	(0.538)	0.289
29.50	870.25	2,640.29	1.250	5.000	(0.156)	(4.59)	0.024	870.25	0.365	(0.635)	0.404
29.00	841.00	2,691.92	1.190	6.250	(0.099)	(2.88)	0.010	841.00	0.359	(0.641)	0.411
25.80	665.64	3,034.22	1.136	8.333	(0.036)	(0.92)	0.001	665.64	0.319	(0.681)	0.464
23.80	566.44	3,258.55	1.087	12.500	0.040	0.96	0.002	566.44	0.294	(0.706)	0.498
10.00	100.00	5,024.51	1.042	25.000	0.145	1.45	0.021	100.00	0.124	(0.876)	0.768
Suma											
1941.21	245486.31	88473.97	94.40	94.40	-14.21	-1782.33	13.76	245486.31	24.00	0.00	13.52

Tabla 4. Aplicación de los tres métodos probabilísticos

<b>x</b>	(0.592)	<b>Cv</b>	0.751
<b>y</b>	80.884	<b>Cs</b>	-
<b>b</b>	(118.413)	Se toma el valor de:	
<b>a</b>	10.758	<b>Cs=</b>	3Cv
<b>Yp</b>	130.785	<b>Cs</b>	2.252
<b>X</b>	(1.014)	<b>p%</b>	20.000
<b>Rxy</b>	(0.920)	<b>k</b>	0.792
<b>Sxx</b>	128.240	<b>Er</b>	1.006
<b>Sxy</b>	(15,185.176)	<b>Q</b>	128.947
<b>Syy</b>	2,123,375.178	<b>Dq</b>	26.466
	160.279	<b>Xd</b>	155.413
	150.146	<b>Xmin</b>	102.481
<b>Yinf-sup</b>	35.238	<b>Xd</b>	
	310.424	155.413	
<b>Xd</b>	<b>Xd</b>	<b>TR</b>	5
136.28	166.02	<b>Promedio</b>	152.57

Tabla 4. Coeficientes y contantes utilizadas para obtener el promedio en un tiempo de retorno de cinco años

Hubo un aumento considerable en media montaña en cuanto a la cantidad de lluvia presentada este mes en comparación con la categoría de media montaña del mes de Mayo, con aumentos de 100 a casi 600 mm en la zona de la Joya. La estación ubicada en el municipio de las Vigas, el mes de mayo tuvo 29 mm en comparación con los 123 mm presentados en el mes de Junio. En este mes las estaciones que presentaron un mayor índice de lluvias fueron los municipios de Acatlán, La Joya y Naolinco, con 587.80, 578.10 y 511.10 respectivamente.

De igual manera, que con el mes anterior, el aumento de precipitación en la montaña baja se incrementó de manera considerable, teniendo en consideración que la altura en la región interviene de manera considerable, y que los fenómenos meteorológicos modifican totalmente las condiciones del clima en la temporada, dando consecuencias graves. Misantla presentó el mayor índice de precipitación con 621.20 mm y con un altura por debajo de la media para la categoría baja montaña, la estación ubicada en la INBIOTECA tiene una altura de 1355 m.s.n.m. y presenta una precipitación de 220.40 y tiene la tercera menor cantidad de lluvia en la categoría.

La categoría de llanura costera también mostró un incremento en la cantidad de lluvia en el estado, con un mínimo de 126.30 mm en la estación instalada en Ídolos, que también es la estación que presenta la Mayo altura con 96 m.s.n.m. La estación con mayor índice de lluvia fue la estación ubicada en La Posta con 325.40 mm con una altura por debajo de los 50 metros.

Es importante observar que el incremento de acuerdo con la altura es considerable en estos meses de Mayo y Junio.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Junio			Junio			Junio		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00	123.00	INBIOTECA	1355.00	220.40	Ídolos	96.00	126.30
Perote	2394.00	196.00	Huatusco	1328.00	403.40	Loma Fina	61.00	170.00
Alchichica	2381.00		Teocelo	1261.00	570.60	Tamarindo	50.00	231.00
La Joya	2178.00	578.10	Tenochtitlán	911.00	155.30	Cardel	33.00	
Quimixtlan	2015.00	330.00	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	325.40
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00	175.80	Cotaxtla INIF	20.00	203.80
Acatlán	1748.00	587.80	Cerro Gordo	458.00	272.00	Veracruz	12.00	
Naolinco	1554.00	511.10	Paso del Macho	451.00	216.80			
	<b>Promedio</b>	<b>387.67</b>	Mata de Varas	441.00	304.60		<b>Promedio</b>	<b>211.30</b>
			Misantla	298.00	621.20			
			Rinconada	273.00	288.00			
			Actopan	253.00	439.70			
			Carrizal	239.00	260.30			
			<b>Promedio</b>		<b>327.34</b>			

Tabla 5. Precipitación mostrada en el mes de Junio en media y baja montaña así como llanura costera

## Resultados Julio

En la media montaña en el mes de Julio se presentó un descenso con respecto al mes pasado, sólo las estaciones ubicadas en La Joya y Quimixtlan, se mantuvieron por encima de los 300 mm.

La variación de precipitación con respecto a la precipitación fue mayor, ya que en algunas estaciones la cantidad de precipitación incrementó considerablemente mientras que en otras hubo una disminución muy marcada con respecto a las presentas en el mes de Junio dentro de la misma categoría de baja montaña.

En este mes se puede observar que la influencia de la altitud fue un factor determinante para precipitación generada en la región, ya que la estación que se instaló en Huatusco presentó el mayor índice de precipitación y de altura.

En este mes la categoría de llanura costera presentó bajas en la presencia de precipitación, no tan considerables, pero sí notorias. 57 mm fue la menor cantidad de lluvia obtenida en este mes, considerando que en el mes de Junio la misma estación presentó 231 mm. La estación ubicada en la Posta fue la que mayor índice de lluvia presento con 264.20 mm.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Julio			Julio			Julio		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00		INBIOTECA	1355.00		Ídolos	96.00	77.40
Perote	2394.00	62.60	Huatusco	1328.00	589.80	Loma Fina	61.00	176.00
Alchichica	2381.00		Teocelo	1261.00	580.20	Tamarindo	50.00	57.00
La Joya	2178.00	467.20	Tenochtitlán	911.00	142.60	Cardel	33.00	
Quimixtlan	2015.00	330.20	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	264.20
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00	127.40	Cotaxtla INIF	20.00	168.80
Acatlán	1748.00	144.10	Cerro Gordo	458.00	27.00	Veracruz	12.00	
Naolinco	1554.00	290.10	Paso del Macho	451.00	81.20			
	<b>Promedio</b>	<b>258.84</b>	Mata de Varas	441.00	80.80		<b>Promedio</b>	<b>148.68</b>
			Misantla	298.00	349.70			
			Rinconada	273.00	56.00			
			Actopan	253.00	39.70			
			Carrizal	239.00	44.60			
			<b>Promedio</b>		<b>192.64</b>			

Tabla 6. Precipitación mostrada en el mes de Julio en media y baja montaña así como llanura costera

## Resultados Agosto

El mes de Agosto, en categoría de media montaña tuvo un incremento mínimo pero importante todas las estaciones que conforman esta categoría con respecto al mes de Julio. La estación instalada en Acatlán, obtuvo una precipitación de 569.80 mm, siendo la de mayor cantidad y la segunda con menor altura.

Al igual que los meses anteriores, la categoría de baja montaña es la que presenta mayor índice de precipitación todas sus estaciones con respecto a la media montaña. Todo esto se debe al conjunto de fenómenos meteorológicos que sucedieron en el estado, desde perturbaciones tropicales, frentes fríos hasta la entrada del huracán "Fernand".

La estación situada en Misantla, presentó el mayor índice de Precipitación en la categoría baja montaña con 500.80 mm, y una altura poco menos de 300 m.s.n.m. La estación situada en Rinconada fue la que menos porcentaje de lluvia obtuvo, sin embargo su altura está por debajo de la de Misantla por al menos 20 metros.

La estación ubicada en la ciudad de Veracruz, a pesar de tener la menor altitud con apenas 12 m.s.n.m., obtuvo un importante 513.30 mm, siendo la que mayor cantidad de lluvia ha presentado en esta categoría.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Agosto			Agosto			Agosto		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00		INBIOTECA	1355.00		Idolos	96.00	198.20
Perote	2394.00	182.40	Huatusco	1328.00	406.20	Loma Fina	61.00	347.50
Alchichica	2381.00		Teocelo	1261.00	408.60	Tamarindo	50.00	114.00
La Joya	2178.00	513.40	Tenochtitlán	911.00	468.40	Cardel	33.00	263.60
Quimixtlan	2015.00	472.30	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00		Cotaxtla INIF	20.00	
Acatlán	1748.00	569.80	Cerro Gordo	458.00	254.40	Veracruz	12.00	513.30
Naolinco	1554.00	395.00	Paso del Macho	451.00		<b>Promedio</b>		<b>287.32</b>
<b>Promedio</b>		<b>426.58</b>	Mata de Varas	441.00				
			Misantla	298.00	500.80			
			Rinconada	273.00	136.00			
			Actopan	253.00	176.40			
			Carrizal	239.00	206.00			
			<b>Promedio</b>		<b>319.60</b>			

Tabla 7. Precipitación mostrada en el mes de Agosto en media y baja montaña así como llanura costera

## Resultados Septiembre

El mes de septiembre presentó una cantidad considerables de fenómenos meteorológicos, presentado ondas tropicales y depresiones en el Golfo de México, por ello, la cantidad de lluvia se mantiene de cierta manera contante al mes anterior, sin presentar grandes cambios que puedan causar consecuencias graves en comparación con el mes de agosto en media montaña. La estación situada en Acatlán, de igual manera, presenta la mayor cantidad de lluvia con 594.40 mm y una altura baja, ya que es la segunda menor estación con altura.

Las precipitaciones presentadas en la llanura costera en este mes fueron considerables para estar a una altura inferior de 100 m.s.n.m., ya que la altura mínima que presentan es de 4 mm de la estación de Cotaxtla, pero siguiéndola la estación de Loma Fina con 246 mm, una diferencia muy importante debido a que hay de por medio 41 m.s.n.m.



Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Septiembre			Septiembre			Septiembre		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00	217.60	INBIOTECA	1355.00		Ídolos	96.00	298.50
Perote	2394.00		Huatusco	1328.00		Loma Fina	61.00	246.00
Alchichica	2381.00	163.80	Teocelo	1261.00		Tamarindo	50.00	364.00
La Joya	2178.00	495.80	Tenochtitlán	911.00	749.70	Cardel	33.00	348.60
Quimixtlan	2015.00	360.40	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00		Cotaxtla INIF	20.00	4.00
Acatlán	1748.00	594.40	Cerro Gordo	458.00	630.90	Veracruz	12.00	252.22
Naolinco	1554.00	525.80	Paso del Macho	451.00		<b>Promedio</b>		<b>228.13</b>
<b>Promedio</b>		<b>392.97</b>	Mata de Varas	441.00				
			Misantla	298.00	913.70			
			Rinconada	273.00	385.00			
			Actopan	253.00	318.50			
			Carrizal	239.00	331.30			
			<b>Promedio</b>		<b>554.85</b>			

Tabla 8. Precipitación mostrada en el mes de Septiembre en media y baja montaña así como llanura costera

### Resultados Octubre

La estación de Acatlán sigue siendo la que mayor índice de lluvia presenta, con 594.40 mm y la estación de Alchichica es la de menor cantidad con apenas 49.50 mm. La diferencia en alturas es significativa, con 1748 y 2,381 m.s.n.m. respectivamente, esto en la media montaña. La categoría de baja montaña, presenta un decremento en comparación con los meses anteriores a pesar de ser el mes con mayor actividad atmosférica. Las estaciones ubicadas por debajo de la media altura, se mantiene por encima de los 60 mm pero por debajo de 70 mm.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Octubre			Octubre			Octubre		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00	79.00	INBIOTECA	1355.00		Ídolos	96.00	42.90
Perote	2394.00		Huatusco	1328.00		Loma Fina	61.00	51.00
Alchichica	2381.00	49.50	Teocelo	1261.00		Tamarindo	50.00	35.00
La Joya	2178.00	217.50	Tenochtitlán	911.00	473.40	Cardel	33.00	75.10
Quimixtlan	2015.00	63.00	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00		Cotaxtla INIF	20.00	
Acatlán	1748.00	594.40	Cerro Gordo	458.00	139.40	Veracruz	12.00	225.10
Naolinco	1554.00	144.10	Paso del Macho	451.00		<b>Promedio</b>		<b>85.82</b>
<b>Promedio</b>		<b>191.25</b>	Mata de Varas	441.00				
			Misantla	298.00	455.20			
			Rinconada	273.00	63.30			
			Actopan	253.00	66.10			
			Carrizal	239.00	69.00			
			<b>Promedio</b>		<b>211.07</b>			

Tabla 9. Precipitación mostrada en el mes de Octubre en media y baja montaña así como llanura costera

### Resultados Noviembre

Acatlán sigue mostrando la precipitación más destacable entre las estaciones con 243 mm. La estación de las Vigas con 2,480 m.s.n.m. presentó 185 mm, siendo la segunda con más presencia de lluvia y a su vez la de mayor altura en la media montaña. Sólo dos estaciones mostraron gran cantidad de lluvia durante el mes de noviembre en esta categoría, la de Tenochtitlán que presenta a su vez la mayor altura con 911 m.s.n.m. y con una precipitación de 506.10 mm. La estación de Misantla muestra 593.20 mm y 298 m.s.n.m. En este mes, la estación de Veracruz obtuvo una precipitación de 78.30 mm, siendo esta estación la que con anterioridad mostraba la mayor cantidad de lluvia en la categoría de llanura costera.

Media Montaña			Baja Montaña			Llanura Costera		
Noviembre			Noviembre			Noviembre		
Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación	Estación	Altitudes (msnm)	Precipitación
Las Vigas	2480.00	185.00	INBIOTECA	1355.00		Ídolos	96.00	12.50
Perote	2394.00		Huatusco	1328.00		Loma Fina	61.00	30.00
Alchichica	2381.00	21.70	Teocelo	1261.00		Tamarindo	50.00	48.00
La Joya	2178.00	100.30	Tenochtitlán	911.00	506.10	Cardel	33.00	23.50
Quimixtlan	2015.00	52.70	Tlacotepec	787.00		La Posta	29.00	
El Naranjillo	1836.00		La Represa	658.00		Cotaxtla INIF	20.00	
Acatlán	1748.00	243.00	Cerro Gordo	458.00	32.20	Veracruz	12.00	78.30
Naolinco	1554.00	167.10	Paso del Mar	451.00		<b>Promedio</b>		<b>38.46</b>
<b>Promedio</b>		<b>128.30</b>	Mata de Var	441.00				
			Misantla	298.00	593.20			
			Rinconada	273.00	31.00			
			Actopan	253.00	20.80			
			Carrizal	239.00	27.50			
			<b>Promedio</b>		<b>201.80</b>			

Tabla 10. Precipitación mostrada en el mes de Noviembre en media y baja montaña así como llanura costera

Mes	TR	HP
Mayo	5	152.57
Junio	5	500.49
Julio	5	402.64
Agosto	5	522.42
Septiembre	5	675.56
Octubre	5	382.54
Noviembre	5	341.83

Tabla 11. Resultados después de la aplicación de los métodos probabilísticos a los meses analizados.

## Resultados

De acuerdo con los resultados mostrados en cuanto a la cantidad de lluvia, el mes de septiembre fue el que mayo precipitación mostro, siendo este mes afectado por una importante cantidad de fenómenos meteorológicos o de mayor impacto que el resto a lo largo de los meses analizados. La latitud fue un factor importante debido a que se pudo ver un margen considerable en las tres categorías, siendo la de baja montaña, la que presento un mayor índice de lluvias en los meses a comparación de media montaña que presentó índices más bajos. La zona de llanura costera presento una precipitación constante y baja, excepto la estación situada en Veracruz, ya que durante los meses de junio a octubre, presentó cantidades de lluvia por encima de los 150 mm.

## Conclusiones

Es importante conocer cómo influyen factores como el altitud, el uso de suelo y las actividades económicas dentro de la región, ay que influyen directamente en el comportamiento del clima con respecto a años anteriores y por ello la importancia de los análisis para la prevención del comportamiento de dichos fenómenos. Las intervenciones de diferentes fenómenos originados en el Golfo de México o en Caribe, las masas de aire provenientes del norte del país y las entradas de frentes fríos en la región.

## Bibliografía

Chow, V. T. (1994). Hidrología Aplicada. Colombia: McGraw-Hill.