



---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

*Facultad de Geografía*

*Licenciatura en Geografía*

**TESIS COLECTIVA**

*Percepciones sobre la variabilidad climática y sus afectaciones en la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México*

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

*Licenciado en Geografía*

**PRESENTAN**

*Erik Alfonso Gutiérrez Delgadillo*

*Javier Apolinar Miguel*

**ASESOR**

*Dr. Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo*

**REVISORES**

*Dr. Miguel Ángel Balderas Plata*

*Dra. Dolores Magaña Lona*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
Antecedentes.....	5
Planteamiento del Problema y Preguntas de Investigación.....	10
Hipótesis.....	11
Justificación .....	11
Objetivos.....	12
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos .....	12
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 La Geografía y sus principios geográficos .....	13
1.1.1 <i>Concepto e importancia de la Geografía</i> .....	13
1.1.2 <i>Los principios geográficos</i> .....	15
1.2 Meteorología .....	17
1.2.1 <i>Concepto de Meteorología</i> .....	17
1.2.2 <i>Ramas de la Meteorología</i> .....	18
1.2.3 <i>Aplicaciones de la Meteorología</i> .....	19
1.3 Climatología .....	19
1.3.1 <i>Concepto de Climatología</i> .....	19
1.3.2 <i>Diferencia entre Climatología y Meteorología</i> .....	20
1.3.3 <i>Clima y tiempo atmosférico</i> .....	21
1.3.4 <i>Tipos de climas según la Clasificación Climática de Köppen</i> .....	22
1.3.5 <i>Paleoclimatología</i> .....	24
1.3.6 <i>Agroclimatología</i> .....	24
1.3.7 <i>Climatología Médica</i> .....	25
1.3.8 <i>El microclima</i> .....	26
1.4 Relación clima- vegetación- actividades humanas .....	28
1.4.1 <i>Relación clima- vegetación</i> .....	28
1.4.2 <i>Relación clima- actividades humanas</i> .....	29
1.4.3 <i>Variabilidad climática, cambio climático y contaminación atmosférica</i> .....	30
1.5 Geografía Regional .....	32
1.6 Geografía Ambiental.....	32
Síntesis .....	34
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	35
2.1 Recopilación de información de gabinete .....	35

2.2 Elaboración de la caracterización geográfica física y/o social.....	36
2.3 Análisis e interpretación de la información climática por localidad de la zona de estudio a través de la elaboración de gráficos y esquemas.....	36
2.4 Representación y análisis de la información climática a nivel municipal por medio de mapas de isoyetas e isotermas .....	38
2.5 Análisis perceptivo sobre la variabilidad climática, cambios en el clima y su impacto en la población de ambos municipios.....	38
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
3.1 Caracterización geográfica del área de estudio .....	41
3.1.1 <i>Malinalco</i> .....	41
3.1.2 <i>Villa Guerrero</i> .....	53
3.2 Análisis de las condiciones climáticas por localidad, periodo 1981-2010.....	65
3.2.1 <i>Municipio de Malinalco</i> .....	66
3.2.1.1 <i>Colonia Hidalgo</i> .....	66
3.2.1.2 <i>Puente Caporal</i> .....	72
3.2.1.3 <i>San Sebastián E-27</i> .....	77
3.2.2 <i>Municipio de Villa Guerrero</i> .....	82
3.2.2.1 <i>El Islote</i> .....	82
3.2.2.2 <i>Porfirio Díaz</i> .....	87
3.2.2.3 <i>Santa María E-31</i> .....	92
3.2.2.4 <i>Toma Tecomatepec</i> .....	97
3.2.2.5 <i>Totolmajac E-17</i> .....	102
3.2.2.6 <i>Vivero La Paz</i> .....	107
3.3 Análisis de las condiciones climáticas y variabilidad climática a nivel municipal, periodo 1981-2010 .....	112
3.3.1 <i>Municipio de Malinalco</i> .....	112
3.3.2 <i>Municipio de Villa Guerrero</i> .....	118
3.4 Percepciones sobre la variabilidad climática, cambios en el clima y su impacto en la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero .....	124
3.4.1 <i>Municipio de Malinalco</i> .....	125
3.4.2 <i>Municipio de Villa Guerrero</i> .....	135
DISCUSIÓN GENERAL.....	144
CONCLUSIONES .....	148
RECOMENDACIONES .....	150
BIBLIOGRAFÍA.....	151
ANEXOS.....	155

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento que se tiene hoy en día sobre el clima es sumamente primordial, ya que cada vez nos estamos acercando más a una etapa donde el ser humano empieza a preocuparse por su permanencia y sobre sus actividades que están involucradas sobre el actuar del clima en su vida cotidiana (*Ayllón, 2013*).

El clima es el conjunto de condiciones climáticas duraderas en algún punto sobre la Tierra. El clima es dependiente de un enorme conjunto de componentes atmosféricos y oceánicos que de forma compleja actúan en diferentes escalas, por esto los patrones de comportamiento de los fenómenos meteorológicos (tormentas, granizadas y heladas, entre otros) y de las variables climatológicas (temperatura, humedad y precipitación) poseen un efecto directo y heterogéneo en la distribución de la diversidad biológica, la provisión de servicios ecosistémicos y de las actividades humanas. Las anomalías climáticas y cambios extremos han evidenciado la magnitud de su impacto en todos los ámbitos de la población (político, económico, cultural, etc.), por lo que el conocimiento y las perspectivas sobre el clima han llamado mucho la atención tanto en zonas subdesarrolladas como en zonas de mayor crecimiento industrial y tecnológico (*Pinilla, 2012*).

Sin embargo, México, al considerarse como uno de los países con una amplia variedad de climas en todo el mundo y que cualquier otro país de su tamaño, se sitúa en uno de los países más vulnerables ante los efectos del cambio climático, por lo que su contexto geográfico y su ubicación entre los dos océanos Pacífico y Atlántico, lo hacen susceptible a diferentes fenómenos hidrometeorológicos de dicha índole (*Conde, 2017*).

No obstante, este estudio se centra principalmente en el análisis de las condiciones climáticas y la variabilidad climática durante el lapso de tiempo de 1981-2010 y de las percepciones sobre el clima y sus afectaciones hacia la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México. Para ello, fue importante describir su situación geográfica mediante la caracterización física, población, educación, salud y economía ya que nos sirvió de base para entender su contexto geográfico y así relacionándolo con el estudio en cuestión.

Posteriormente, se analizaron los datos de temperatura máxima, media y mínima y de precipitación anual dentro del periodo estipulado de cada una de las estaciones meteorológicas que contemplan los municipios de estudio, obtenidos de las normales climatológicas de la página del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA), a través de la elaboración de gráficos y esquemas se logró determinar el comportamiento del clima de cada una de estas estaciones. De igual manera, mediante la interpolación de los datos promedio de temperatura y precipitación de cada una de las estaciones meteorológicas, a través del software SIG ARCGIS versión 10.2.2, se lograron obtener los productos cartográficos (mapas de isotermas e isoyetas) para determinar el comportamiento climático en contexto a nivel municipal.

Para el análisis perceptivo sobre el clima y sus afectaciones hacia la población local, se recolectó información en campo mediante la aplicación de encuestas, dirigido especialmente a las personas residentes de esos municipios; para lo cual se tomó una muestra de 100 personas distribuidas a lo largo de los dos municipios y así interpretar los datos y llegar a la conclusión en el cumplimiento de la hipótesis planteada para este trabajo.

## **Antecedentes**

### **Investigaciones Internacionales**

#### ***Variabilidad climática y cambio climático. Percepciones y procesos de adaptación espontánea entre campesinos del centro de Santander, Colombia***

Este estudio realizado por Pinilla et al., (2012) se basó principalmente en la aplicación de encuestas, esto con la finalidad de conocer sus percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático hacia campesinos del sector cacaoero y cafetero de esta región. Se encontró que la variabilidad es un tema de suma importancia, ya que la gente explica bien los cambios en el clima regional, sus causas e impactos. La investigación que se llevó a cabo parte de la línea base del “Programa para atender la percepción de la comunidad acerca de posibles cambios microclimáticos ocasionados por el embalse” el cual se articula al Plan de Manejo Ambiental de Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso implementado por ISAGEN E.S.P en el departamento de Santander, Colombia.

La encuesta recogió información sobre los datos generados del entrevistado, los cambios ocurridos en el clima (percepciones sobre la variabilidad climática) y sus impactos en la dinámica socioecológica de las comunidades y, por último, el nivel de información y conocimiento sobre el cambio climático, con un total de 18 preguntas. Para llevar a cabo su aplicación era necesario que el entrevistado fuera residente de la zona como mínimo 5 años, pues así era posible responder a las preguntas sobre la variación temporal del clima.

Los resultados revelan algunas prácticas culturales como estrategias de adaptación espontánea al clima cambiante. Sobre el cambio climático se determinó que, como fenómeno, es reconocido, pero aún no tiene mucha difusión y hay poco conocimiento sobre sus causas, consecuencias y formas de mitigarlo; sin embargo, la gente lo percibe como una problemática local, regional y global que puede ser solucionada mediante la acción colectiva.

### ***Variabilidad climática y ocurrencia de sequías en la región de Cajamarca, Perú***

Este estudio realizado a través de esta institución “Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Ministerio del Ambiente, Dirección Zonal 3 Cajamarca”, trata de analizar la variabilidad climática y su relación con la ocurrencia de sequías durante el periodo 1987-2016. El objetivo de este estudio fue determinar la relación existente entre la variabilidad climática y la ocurrencia de sequías en la región de Cajamarca durante el periodo señalado anteriormente, para lo cual se analizó la información pluviométrica y se determinaron los meses secos (*Huamán y Veneros, 2017*).

El estudio fue realizado, utilizando las temperaturas y las precipitaciones medias mensuales, contenidas en las plantillas climatológicas de la Dirección Regional. Determinando como sequías a dos meses consecutivos con anomalías de precipitación equivalente a -20% registrados durante el periodo lluvioso (octubre-abril).

Los resultados obtenidos en función a los parámetros evaluados y al análisis de los mismos, constituyen valiosos aportes climatológicos, para determinar la incidencia de estos eventos en la región y evaluar su comportamiento en el contexto de la variabilidad climática.

### ***Percepción a la variabilidad y cambio climático en comunidades campesinas del Valle del Mantaro***

Este estudio realizado por Anco, Castañeda y Carlos (2015), tuvo como objetivo evaluar la percepción a la variabilidad y cambio climático de las comunidades campesinas de Achipampa y Quichuay y comparar con las tendencias y cambios experimentados por la precipitación y temperatura registradas por estaciones meteorológicas cercanas.

El análisis estadístico de los registros de precipitación (1964-2014) y temperatura (2009-2014) de las estaciones meteorológicas de Ingenio y Laive fue mediante el test de Mann-Kendall y pruebas de homogeneidad, y se contrastó con datos cualitativos colectados a través de una encuesta aplicada a 89 comuneros.

Los resultados establecen que la precipitación no presenta tendencia de incremento o reducción en ambas comunidades; en tanto para la temperatura media, mínima y máxima, no existen tendencias claras, salvo el caso de la temperatura máxima en la estación de Laive que muestra una tendencia de disminución. Los comuneros encuestados en Achipampa y Quichuay percibieron que el clima cambió en los últimos cuatro años y que la precipitación y temperatura se incrementaron. La percepción de los comuneros y las estadísticas calculadas sobre las precipitaciones y temperaturas divergen, lo cual no significa que los comuneros estén equivocados, lo más probable es que sean efectos de otros factores meteorológicos y sociales no evaluados por esta investigación.

En conclusión, las comunidades campesinas percibieron cambios en el clima mientras que los registros de precipitación y temperatura no presentaron tendencias claras de incremento, disminución o cambio significativo.

### ***Variabilidad climática y su relación con el estado de estrés de las personas en la Ciudad de Iquitos 2014***

Este trabajo de investigación presentado por Chávez del Río (2014), en su tesis de maestría, tuvo como objetivo determinar la variabilidad climática, del clima local de la ciudad de Iquitos y relacionarlo directamente con el estado de estrés de las personas; y como hipótesis la variabilidad climática constituye un factor

que influye en el estado de estrés de las personas en la Ciudad de Iquitos, periodo 2010-2013.

Para datos de variabilidad climática se tomaron los años 2010 al 2013, de datos de temperatura mínima, máxima y media, también de precipitación y humedad relativa, de estos datos se obtuvo la variabilidad mensual de cada uno de estos indicadores a través del coeficiente de variación y para las variables estado de estrés de las personas se tomó una muestra probabilística de 785 personas.

De los resultados obtenidos se desprende que la variabilidad climática influye significativamente en el estado de estrés de las personas, tanto en el efecto físico, psicológico y psicopatológico, es decir que tanto la variable variabilidad climática como estado de estrés de las personas son variables altamente correlacionadas, afirmación válida hasta con 95% de confianza.

### **Investigaciones Nacionales**

#### ***Género y estrategias locales de adaptación ante la variabilidad climática en San Andrés Hueyucatitla, Puebla, México***

González, Martínez, Méndez, Pérez y Gutiérrez (2019) realizaron un estudio de caso en el ejido de San Andrés Hueyucatitla, municipio de San Salvador El Verde, Estado de Puebla, donde las estrategias de reproducción de los grupos domésticos ejidales se centran en el manejo del bosque, las actividades agrícolas, así como el trabajo reproductivo y de cuidado.

El objetivo fue conocer las afectaciones y estrategias de adaptación ante el cambio climático diferenciadas por género. Para la realización del estudio se tomó una muestra de 80 hombres y mujeres, integrantes de grupos domésticos con derechos ejidales. Se aplicó una encuesta y entrevistas semiestructuradas a informantes clave y se realizó observación participante.

Se identificaron las afectaciones que los hombres y mujeres participantes en el estudio reconocen y experimentan de forma diferencial, las cuales son asociadas con la variabilidad del clima o cambio climático. Asimismo, se detectó el desarrollo de estrategias de adaptación de acuerdo con sus asignaciones genéricas, conocimientos tradicionales y prácticas. Se encontró que los programas gubernamentales de conservación del bosque favorecen el desarrollo

de estrategias de adaptación en los grupos domésticos ejidales para el manejo del bosque, lo cual sin embargo no disminuye plenamente la vulnerabilidad socioambiental en la zona de estudio.

### ***Género y percepciones sociales del riesgo y la variabilidad climática en la región del Soconusco, Chiapas***

Este trabajo realizado por Ruíz (2014) presenta las condiciones de vulnerabilidad social y riesgo de desastres ante los eventos hidrometeorológicos que, en los últimos años, ocurren con mayor intensidad y frecuencia en la cuenca del río Huehuetán, ubicada en la región del Soconusco, Chiapas. Mediante métodos cualitativos se examinan las percepciones de hombres y mujeres campesinos, cuyas marcadas diferencias se explican por las identidades de género, los patrones de división sexual del trabajo y las condiciones de vulnerabilidad diferenciada en las que viven, así como por la influencia que ejercen los proyectos conservacionistas impulsados en la cuenca.

### ***Variaciones climáticas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Estado de México: 1960-2007***

Este estudio realizado por Juan et al., (2010) trata de analizar la variabilidad climática durante el periodo 1960-2007 en la ZMCT y su relación con el actual cambio climático. Para ello se realizó una investigación en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca y su hinterland para estudiar el comportamiento de la temperatura y la precipitación entre 1960 y 2007, y demostrar la existencia de variaciones que pueden contribuir al cambio climático. El sustento teórico de esta investigación fue la geografía ambiental, y el metodológico se basó en la estadística, trabajo de campo, el método comparativo y la cartografía automatizada.

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el clima en la ZMCT y su hinterland están en proceso de cambio y, de acuerdo con las investigaciones e informes de la NASA y el IPCC, éste seguirá cambiando globalmente.

## **Planteamiento del Problema y Preguntas de Investigación**

Hablar del clima de algún lugar en específico es conocer y comprender lo que en realidad está sucediendo. ¿Por qué hace mucho calor y frío a su vez? y ¿Por qué llueve poco o mucho?, son algunas de las preguntas que el ser humano ha realizado para estar informado acerca de los fenómenos atmosféricos que se presentan o se han presentado en algún momento determinado, es de ahí donde proviene el primer paso para este estudio, la observación.

El Estado de México se caracteriza por ser una de las entidades más templadas del país debido a su mayor altitud que posee, y de igual manera, como una de las entidades más altas de México. En las últimas décadas, el clima en el Estado de México se ha visto alterado debido a diferentes factores antropogénicos, tales como la emisión de gases contaminantes (dióxido de carbono [CO<sub>2</sub>]) y de efecto invernadero a causa de su cercanía y su enclave con la mancha urbana de la ZMVM; la incineración de bosques, la tala clandestina, la explotación de áreas verdes para fines agrícolas inapropiados, la quema de pirotecnia, la industrialización y el sobrepoblamiento son otras causas por lo que el clima no ha sido igual que en nuestros antepasados.

Los cambios en el clima han generado muchos problemas, tanto de la vida de los seres vivos como de la población en general. De esta forma, las condiciones climáticas a lo largo de la República Mexicana y en el Estado de México, en especial en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero se han visto perjudicadas por algunos de esos factores, ya que ambos municipios dependen económicamente de los recursos naturales obtenidos de su tierra; en tanto que Villa Guerrero, su principal actividad económica es la comercialización de flor y el cultivo de hortalizas, por lo que deben prestar más atención en las condiciones climáticas adecuadas para su conservación y desarrollo; mientras que para el municipio de Malinalco, su principal actividad económica es el turismo, y para ello, las condiciones climáticas deben ser las favorables ante la realización de algún evento de tipo cultural, social, religioso, recreación o deportivo.

Este orden de ideas permite identificar como han sido las condiciones climáticas de ambos municipios a largo y a corto plazo, que repercusiones o cambios han tenido en materia ambiental y social y de qué manera ayudaríamos a la sociedad

a concientizar para preservar nuestros ecosistemas y así devolverle el patrimonio histórico de ambas comunidades, ya que cada una posee sus propias riquezas para beneficio de todos.

Asimismo, el presente estudio pretende dar respuesta a la siguiente interrogante de investigación:

¿Cómo ha sido el comportamiento climático durante el periodo 1981-2010 en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México; y sus afectaciones hacia a la población?

De igual forma se busca dar respuesta a las siguientes interrogantes subsecuentes:

1. ¿Cuáles son las características geográficas de la región sur del Estado de México conformada por los municipios de Malinalco y Villa Guerrero?
2. ¿Cómo es el comportamiento climático de ambos municipios y su relación con los aspectos físicos en el contexto de la región sur del Estado de México?
3. ¿Cuáles han sido las afectaciones hacia a la población producto de los cambios en el clima en ambos municipios?

### **Hipótesis**

La variabilidad climática ha afectado en las actividades de la población local de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero.

### **Justificación**

La finalidad del presente estudio consiste en analizar las condiciones climáticas y la variabilidad climática de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México, para determinar sus afectaciones hacia a la población, debido a que son zonas vulnerables a los diferentes cambios en el clima, y cuáles serían sus repercusiones hacia el medio natural y social. El clima a nivel regional es un factor que influye para que las condiciones climáticas se manifiesten a lo largo de estos municipios de estudio.

Las condiciones geográficas de la región del sur del Estado de México compuesta por los municipios de Malinalco y Villa Guerrero constituyen un área con un potencial ecológico importante para diversas actividades relacionadas con la agricultura, ganadería y fines recreativos, y a su vez compone un patrimonio natural de especial interés como lo es el Parque Ecológico y Recreativo de Tenancingo, Malinalco y Zumpahuacán y el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, por lo que las condiciones climáticas son de suma relevancia para la conservación de estos espacios.

Por tanto, el presente estudio se enfoca principalmente en este análisis desde un punto de vista ambiental y social. Con el estudio de las condiciones climáticas y el análisis perceptivo sobre el clima para ambos municipios estamos afrontando la problemática que existe en materia del cuidado del medio ambiente y de las afectaciones hacia la población ante posibles catástrofes producto de los cambios en el clima y de la contaminación atmosférica.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las condiciones climáticas y la variabilidad climática durante el periodo 1981-2010 para determinar sus afectaciones sobre la población en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México.

### **Objetivos Específicos**

1. Elaborar la caracterización geográfica de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero.
2. Analizar las condiciones climáticas por localidad dentro del periodo 1981-2010, mediante la representación e interpretación de gráficas.
3. Analizar las condiciones climáticas y la variabilidad climática a nivel municipal durante el periodo 1981-2010, mediante la representación e interpretación de mapas de isotermas e isoyetas.
4. Realizar un análisis perceptivo sobre los cambios en el clima y sus afectaciones hacia la población de ambos municipios.

## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO**

El presente apartado expone de forma sistematizada los diferentes elementos teóricos que serán de interés general para el desarrollo de la investigación ya que constituyen las fundamentaciones científicas realizadas desde la geografía para justificar el desarrollo del trabajo basado en el análisis de las condiciones climáticas en la región del sur del Estado de México, con énfasis en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero y sus afectaciones sobre la población local.

Para ello se hace necesario un breve repaso de los conceptos de geografía y su importancia para que el lector se familiarice con su terminología; asimismo se exponen los principales principios geográficos de la geografía regional y la importancia que esta tiene para el estudio del clima de los municipios anteriormente mencionados.

Otros elementos teóricos y conceptos expuestos en el presente punto del trabajo se centran en contextualizar las implicaciones del clima a nivel global, debido a las variaciones climáticas que se han suscitado a lo largo del tiempo y que han sido producto del llamado cambio climático.

Asimismo, se describirá la influencia de clima sobre la vegetación y su relación con las actividades humanas a fin de explicar las ventajas de su estudio en el contexto geográfico descrito en páginas anteriores.

La climatología y la meteorología, ambas como ciencias, la relación entre clima, vegetación y vida humana, a fin de concatenar desde los diversos postulados de autores especialistas en las áreas de las ciencias naturales la importancia del clima y su especial atención a fin de evitar catástrofes que alteren su entorno.

### **1.1 La Geografía y sus principios geográficos**

#### ***1.1.1 Concepto e importancia de la Geografía***

El estudio de la Geografía ha sido objeto de gran atención en la actualidad, desarrollando cualquier tipo de tecnologías con las cuales se pueda facilitar la tarea de rastrear cualquier tipo de fenómeno encontrado en los alrededores. Sin embargo, de acuerdo con Bocco (2010), se debe tener en cuenta que esta rama

de la ciencia, a pesar de formar parte de las disciplinas en el campo científico cuyas innovaciones han modernizado la manera en cómo se desarrolla, se debe tener en consideración que su origen se remonta desde hace miles de años.

Incluso desde paleolítico, los primeros humanos debían de mantenerse en un estado alerta con respecto a sus alrededores para evitar el peligro. Por lo tanto, se encargaban de explorar la zona en la que se encontraban en busca de alimento y un lugar donde habitar durante la noche. Exactamente lo mismo sucede con los animales, se encargan de explorar y mapear en sus cerebros la posición geográfica en la que se encuentran para evitar perderse y volver a la manada. Por lo tanto, a medida que se fue desarrollando el campo científico de la geografía, resultaron numerosos los puntos de vista por parte de expertos para lograr definir la ciencia geográfica (*Ferrer, 1958*).

Así, por ejemplo, la Geografía puede definirse como “una ciencia que estudia el medio natural y los fenómenos producidos por el ser humano en la Tierra, prestando especial atención a las interrelaciones que se dan entre ellos” (*Burgaleta et al, 2011, p.2*). Asimismo, Luna (2010) entiende a la ciencia geográfica como aquella encargada de organizar el espacio terrestre, es decir, toma a los paisajes para analizarlos y clasificarlos. También, Ferrer (1958) especifica que la geografía no se trata de influencias del medio físico, sino de investigar las huellas del ser humano en la Tierra.

La ciencia geográfica ha documentado un sinnúmero de acontecimientos que han ocurrido durante cientos y hasta miles de años, sin embargo, hasta hace dos siglos que se estableció formalmente como parte de la disciplina científica. A su vez, el conocimiento geográfico ha llegado a influenciar de gran manera el desarrollo de los países. Tal y como lo ejemplifica lo siguiente:

“La expansión territorial alcanzada por las potencias del mundo antiguo China, India, Egipto, Grecia y Roma, entre otras, estuvo ligada al conocimiento geográfico; este hecho contribuyó con la consolidación política, económica y social de estos países y al mismo tiempo ayudó a impulsar aún más el desarrollo y difusión de la geografía”. (*Llanos, 2006, p.88*)

Se trata de una ciencia que se adapta a las circunstancias y el paradigma de la época. La misma se centra en buscar la comprensión del ser humano de acuerdo

a entorno que lo rodea, con la finalidad de expandir sus capacidades de adaptación, aprovechando en lo posible los beneficios que ofrece este conocimiento. La Geografía explica el cómo las distintas sociedades a través del tiempo han alterado los paisajes y su forma de vivir para su aprovechamiento, además de exponer las consecuencias que acarrearón dichas modificaciones, tanto a nivel regional como internacional.

El estudio de la Geografía puede proporcionar diversos beneficios, sobre todo en los estudiantes jóvenes. Así, por ejemplo, Llanos (2006) explica que su estudio ayuda a desarrollar las facultades mentales básicas para una mejor orientación en los espacios, facilita un conjunto de conocimientos teóricos para el entendimiento dinámico espacial en la sociedad. En general, el aprendizaje geográfico permite un mejor desenvolvimiento en los espacios, a la vez que obliga a tomar una postura crítica para la resolución de problemas.

En el caso del presente estudio, la Geografía se presenta como una ciencia que permite describir el entorno en el cual hacen vida los pobladores de la región sur del Estado de México, en especial en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, gracias a sus ciencias auxiliares y derivadas resulta posible realizar planes enfocados en mitigar el deterioro ambiental producto de la variación climática y enfocarla hacia un desarrollo sustentable.

### ***1.1.2 Los principios geográficos***

Naturalmente, todo se encuentra relacionado; un fenómeno es causado debido a un acontecimiento previo, por lo que unos terminan relacionados con otros. El mismo principio se le puede aplicar a aquellos de origen geográficos, en donde cada fenómeno geográfico se encuentra relacionados entre sí.

En este sentido, los principios geográficos tienden a ser definidos como un conjunto de normas que controlan y regulan el estudio y la forma en cómo se deben maniobrar los hechos geográficos. Así mismo, se puede asegurar que las investigaciones realizadas sobre los hechos geográficos puedan llevarse a cabo de una manera más eficiente (Gutiérrez, 2015). De acuerdo con lo anterior, los principios geográficos son los siguientes:

*Localización y distribución:* Fue propuesta por el geógrafo alemán Friedrich Ratzel (1844-1904). La geografía se encarga de localizar fenómenos, analizarlos y clasificarlos, por lo tanto, sin su ubicación exacta no se puede realizar una investigación adecuada. De tal modo, este principio es importante para lograr encontrar la posición, la amplitud y los límites espaciales concretos del hecho geográfico. En el estudio en cuestión, se destaca el uso de este concepto para explicar el impacto de la actividad humana en la naturaleza.

*Descripción y explicación:* Propuesta por el geógrafo francés Paul Vidal de La Blache (1843-1918). Una vez localizado el fenómeno, es imprescindible describir los hechos que lo rodean con el fin de lograr explicarlos. Así como el ser humano, los hechos geográficos tienden a ser bastante complejos, por lo que no será un solo factor el causante total del mismo.

*Comparación o Analogía:* Dicho principio fue presentado por los geólogos Karl Ritter (1779-1859) y Paul Vidal de La Blache (1843-1918). Todos estos principios en conjunto permiten determinar la relación que existe entre los fenómenos. Por consiguiente, la comparación o analogía, en particular, se dedica a encontrar las similitudes y las distinciones existentes entre el objeto geográfico de estudio con otro diferente localizado en otro territorio de la Tierra. Por lo tanto, una vez localizado y habiendo discutido las características que definen los fenómenos individuales, se procede a realizar una comparación entre los mismos.

*Causalidad u Origen:* El autor de este principio es el geógrafo alemán Friedrich Wilhelm Heinrich (1770-1831) y Alexander Freiherr Von Humboldt (1769-1859). Una vez completado los principios anteriores, se debe investigar las causas por las cuales se originó el fenómeno geográfico. Por lo tanto, este principio permite averiguar el porqué de su naturaleza, extensión, estructura, distribución y las actividades que realiza en la superficie, determinando así tanto las causas como las consecuencias.

*Actividad, Dinamismo o Evolución:* Su autor fue el geógrafo Jean Brunhes (1869-1930). Como cualquier ser vivo, los fenómenos geográficos también están sujetos a una permanente transformación y, por tanto, evolución. Todo disminuye o crece, nada permanece impertérrito. En este sentido, aquellos agentes que pueden inducir tal cambio pueden ser el hombre o la misma

naturaleza (*Brunhes, 1953*). Este término guarda especial atención para explicar la relación clima-actividades humanas y su impacto en el medio ambiente.

*Conexión o Relación:* Su autor es igualmente Jean Brunhes (1869-1930). Todo se encuentra relacionado e interacciona de una u otra forma entre sí. Por lo tanto, este principio plantea que cualquier hecho geográfico se debe estudiar teniendo en consideración sus diversas conexiones e interdependencia (*Brunhes, 1953*). Para la presente investigación, se debe tomar especial atención de este concepto y la explicación que este da sobre la variabilidad climática y sus afectaciones hacia la población de la región del sur del Estado de México, en especial en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero.

*Holismo:* Según Bocco (2010), este término hace especial relación con todos aquellos eventos que se desarrollan a partir de múltiples interacciones que los caracterizan, en el caso de la geografía, el holismo hace mención de los múltiples factores que influyen en determinados sitios y las repercusiones que estas tienen en el ambiente. Este principio será empleado en el presente trabajo para explicar la influencia de las acciones humanas en todo el conjunto de su entorno.

*Diversidad:* De forma sintética la diversidad es un término asociado a múltiples elementos de carácter natural, social, cultural, político y económico que hace irrepetible cada lugar del espacio geográfico. Con este término se describe la diversidad existente en la zona de estudio ya que abarca las implicaciones del accionar humano en las mismas y como esta es influida bien sea de forma negativa o positiva.

## **1.2 Meteorología**

### **1.2.1 Concepto de Meteorología**

La Meteorología es una rama de las ciencias naturales y de la física, donde la observación ha sido la base de sus investigaciones durante sus orígenes. La palabra “meteorología” proviene de las raíces griegas: “meteoros” (elevado en el aire) y “logos” (estudio o tratado), por lo que la Meteorología se puede definir como la ciencia que estudia la estructura, estado y comportamiento de la atmósfera (*Ayllón, 2013, p. 9*).

El estudio de los fenómenos atmosféricos es de especial importancia, porque ellos nos afectan en todos los aspectos, y porque nos induce a comprender lo esencial para nuestra sobrevivencia, ya que alterar sus mecanismos de equilibrio y composición, significaría la destrucción de la vida de nuestro planeta. Su aplicación a lo largo de este estudio, guarda relación sobre la magnitud de cada fenómeno y sus causas que lo han originado (*Fuentes, 2000*).

### **1.2.2 Ramas de la Meteorología**

Según Ayllón (2013), la Meteorología se divide en las siguientes ramas de acuerdo a sus fines y métodos:

- *Meteorología física*: se encarga de estudiar los procesos físicos que ocurren en la atmósfera, tales como la radiación, evaporación, temperatura, precipitación, entre otras más. Es la base principal de su objeto de estudio.
- *Meteorología dinámica*: estudia los procesos físicos que dan lugar a las transformaciones de energía y movimientos que se generan en la atmósfera.
- *Meteorología estadística*: se basa en la estadística aplicada a la meteorología; utiliza métodos estadísticos a partir de la información meteorológica para obtener valores medios, normales, frecuencias, etc., es la base de la climatología. Esta última será de suma importancia a lo largo este trabajo.
- *Meteorología sinóptica*: su objeto de estudio se advoca en los procesos atmosféricos sobre la base de observaciones simultáneas provenientes de extensas regiones. Es una de las ramas primordiales de la meteorología, ya que el pronóstico del tiempo tiene un gran campo de aplicación, desde la navegación marítima y aérea hasta la agricultura, la industria y las actividades humanas (*Ayllón, 2013*). De acuerdo a sus aplicaciones de la meteorología, se subdivide de la siguiente forma:
  - *Meteorología aeronáutica*
  - *Meteorología marítima*
  - *Meteorología agrícola*
  - *Meteorología industrial*
  - *Meteorología médica*

### **1.2.3 Aplicaciones de la Meteorología**

La presencia de la meteorología en la sociedad actual es una constante. El conocimiento del tiempo previsto a escala global, regional y local debe tenerse en cuenta en la toma de decisiones relevantes. El conocimiento fiable del tiempo futuro (predicción del tiempo) es un elemento clave en multitud de actividades relacionadas con la logística, transporte, protección civil, control de recursos, aviación, agricultura, planificación de eventos, turismo, actividades industriales, etc.

La información meteorológica desempeña un papel de gran importancia al proporcionar la información necesaria para planificar la utilización de los recursos naturales, aprovechamiento de otras fuentes alternativas de energía (viento, radiación solar), establecimiento de áreas industriales, de puertos, aeropuertos, centros turísticos, nuevos asentamientos humanos, etc. Por otro lado, también permite proteger a la población de daños causados por fenómenos naturales catastróficos (tornados, huracanes, sequías, etc.), las cuales provocan severos daños materiales y pérdidas humanas e interrumpen la producción de bienes y servicios (Ayllón, 2013). El aporte que tiene dentro de este trabajo es demostrar su importancia en el análisis de las condiciones climáticas y/o atmosféricas mediante la representación de diagramas y gráficos que permitan el desarrollo de un diagnóstico ambiental que coadyuven a la toma de decisiones y a la planificación territorial y así tener más al tanto informada a la población sobre algún posible evento meteorológico que se pueda presentar a futuro.

## **1.3 Climatología**

### **1.3.1 Concepto de Climatología**

La Climatología forma parte de una de las ramas de la ciencia, la cual se encarga de estudiar de manera general las condiciones que pueda adquirir la atmósfera resultante de los fenómenos meteorológicos cotidianos presentes en determinada región de la Tierra. En la definición del clima se conjuga distintos elementos, principalmente la presión atmosférica, la humedad o pluviosidad y la temperatura, cuya incidencia viene determinada por el influjo de un conjunto establecido por diversos componentes climáticos (Ayllón, 2013).

Así, por ejemplo, entre dichos elementos se encuentran la latitud; la decadencia de la temperatura a medida que se pasa del ecuador hasta los polos; los mares y sus corrientes marinas, las cuales funcionan como mecanismos reguladores térmicos. A su vez, también influyen la altitud, la vegetación y el aumento de humedad (Ayllón, 2013). Su concepto es la base para la aplicación de este estudio, ya que de aquí partiremos de estos elementos a su análisis.

### **1.3.2 Diferencia entre Climatología y Meteorología**

La Meteorología y la Climatología son disciplinas que difieren de un mismo objeto de estudio: la atmósfera, por lo que su orientación y método son distintos. Como lo hemos mencionado anteriormente, la meteorología constituye una rama de la ciencia, que se encarga del estudio de lo que sucede en la atmósfera, es decir, de sus propiedades y de aquellos fenómenos que ocurren en ella, como en el caso de los meteoros.

Los incentivos puestos sobre la investigación de la atmósfera se fundamentan principalmente en lograr comprender y adquirir información sobre un conjunto de magnitudes meteorológicas. Así, por ejemplo, entre estas variables están la humedad, la variación térmica y la presión atmosférica, las cuales tienden a variar constantemente en el espacio y tiempo.

Mientras tanto, la climatología está dirigida al estudio del clima junto con sus alteraciones a lo largo del tiempo. Al mismo tiempo, hace uso de ciertos instrumentos estadísticos que contribuyen a encontrar determinados valores céntricos, en particular, el promedio o la media. Los mismos ofrecen distintos tipos de variables meteorológicas que ayudan a encontrar aquellos patrones distintivos para lograr catalogar los climas.

En este sentido, ambas ramas de la ciencia se encuentran dirigidas al estudio de un campo en común, el cual es la atmósfera. De esta manera, la Meteorología busca exponer los motivos y las consecuencias que dan origen a los fenómenos atmosféricos. Mientras tanto, la Climatología tiende a tomar la primera como un soporte para tu estudio, en especial para encontrar aquellos valores estadísticos que muestran dichas anomalías en la atmósfera para así conseguir comprender su conducta. La distinción de estos términos permite diferenciar de

mejor manera la importancia de la ciencia de la Climatología con el desarrollo del presente estudio.

### **1.3.3 Clima y tiempo atmosférico**

El clima es el resultado de una serie de factores meteorológicos, como, por ejemplo, la presión atmosférica, la temperatura de las corrientes de aire, la humedad, las lluvias, las ventiscas, la nieve, huracanes, etcétera. Dichos factores describen el estado en que se encuentra la atmósfera en una determinada zona de la superficie terrestre basándose en observaciones prolongadas en un intervalo igual o mayor a 30 años (*Ayllón, 2013*).

Para lograr investigar las particularidades que ofrece el clima, primero se debe analizar un conjunto de elementos obtenidos de los fenómenos climáticos que se presenten, como en el caso de la presión y los demás mencionados previamente.

A partir de los mismos, los datos obtenidos de cada uno de ellos individualmente cada mes por unos cuantos años representan una gran cantidad de información importante para elaborar los gráficos climáticos. Normalmente, el término clima es relacionado de manera cotidiana con la temperatura y la presencia o ausencia de precipitaciones, como la lluvia y fuertes vientos.

Los elementos (propiedad o condiciones de la atmosfera) que interviene en el estado del tiempo como en el clima y la combinación de estos son:

- Temperatura
- Precipitación y humedad
- Dirección y fuerza del viento
- Presión atmosférica

Factores climáticos son ciertas condiciones físicas que influye o modifica de un lugar.

- Latitud
- Altitud
- Nivel del mar

- Relieve
- La vegetación también modifica el clima
- Corrientes marinas

En muchas zonas del mundo, el tiempo cambia con las estaciones del año. De acuerdo a la estación, la cantidad de energía solar que recibe la superficie de la Tierra es variable; por lo que el tiempo representa el estado momentáneo de la atmosfera, caracterizado por los elementos que predominan justo en el instante en que se realiza la observación” (Ayllón, 2013). El tiempo es impulsado por la presión de aire, la temperatura y las diferencias de humedad entre un lugar y otro. Estas diferencias pueden ocurrir debido al ángulo del Sol en cualquier sitio particular, el cual varía por latitud desde los trópicos.

Siendo así que, el clima es una manifestación del tiempo atmosférico, equivalente a un día normal durante largos periodos, que para propósitos es de 30 años mediaciones y establecer un clima característico.

Con esto se entiende que el clima estático, ya que nada es establecer en la atmosfera, debido a la atribución de los factores climáticos, que dan valor a los elementos de temperatura y precipitación, humedad, radiación solar, evaporación y viento, que se representa en el tiempo atmosférico, medidos por los instrumentos meteorológicos.

En el año de 1927 se estableció el congreso de Washington que las medidas climáticas se realizaran para los periodos de 30 años, y determinados periodos treintañales: 1901 – 1930, 1931 – 1960 y si sucesivamente en ambos sentidos del tiempo. De este modo son climáticamente normales y se puede considerar una tendencia del modelo climático en un determinado lugar; pero para determinar un cambio se dispuso que se debe contar con tres series de 30 años como mínimo (Sanz, 2009).

#### **1.3.4 Tipos de climas según la Clasificación Climática de Köppen**

Parte de la complejidad geográfica se debe a la influencia del entorno geográfico sobre el clima y viceversa. La zona de estudio se caracteriza por poseer de forma general un clima templado subhúmedo con una temperatura media que oscila entre los 10 y 16 °C grados (PDM Malinalco, 2009- 2012). Varios accidentes

geográficos influyen en las condiciones climáticas de la zona como las depresiones entre los pasos montañosos y las cimas volcánicas. Debido al tipo de clima que esta presenta, a continuación, se describirán los diferentes tipos de clima presentes en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero en la región sur del Estado de México.

*Clima tropical subhúmedo (Aw):* En este tipo de clima se destaca principalmente por contar con una estación seca definida en el invierno que coincide con la temporada más fría del año, y sus lluvias más o menos abundantes, con la temporada más calurosa del año; carece de heladas, donde su temperatura media anual es superior a 22 °C; se caracteriza por contar con una vegetación de tipo herbácea alta y gruesa y de pradera cubierta de unos cuantos árboles (Reyes, 2013). Este tipo de clima es típico de la parte sur del municipio de Malinalco, que lo comprende las localidades de Colonia Juárez, Colonia Hidalgo y San Andrés Nicolás Bravo.

*Clima templado subhúmedo (Cw):* Este tipo de clima se destaca por poseer inviernos fríos y secos y veranos frescos y húmedos, y con vegetación de bosque de coníferas, su temperatura media anual es inferior a 18 °C. Se desarrolla en altitudes que van desde los 1500 a los 3000 msnm (Ayllón, 2013). Este tipo de clima es típico de la región centro del país y de la capital mexicana, y en el sur del Estado de México que lo comprende la parte norte del municipio de Malinalco y la parte central del municipio de Villa Guerrero, este último comprende la localidad de El Progreso Hidalgo al sur de este municipio que posee de un clima tipo templado semicálido.

*Clima polar de alta montaña (ETH):* Se caracteriza por poseer una temperatura media anual entre 0 y 10 °C, con veranos fríos y lluviosos e inviernos secos con temperaturas por debajo de los 0 °C en la temporada más fría de año y caída de nieve en sus cumbres (Ayllón, 2013). Dentro de nuestra área de estudio, este tipo de clima lo comprende el extremo noroeste del municipio de Villa Guerrero por su colindancia con el Parque Nacional Nevado de Toluca a los 3000 msnm.

### **1.3.5 Paleoclimatología**

Imaginémonos ¿cómo pudo haber sido el clima del planeta desde hace millones de años antes de nuestra existencia? ¿qué fenómenos atmosféricos ocurrieron hace 50 años o más? ¿el clima siempre ha sido igual?, suena algo curioso saber esto. Estas preguntas siempre han sido discutidas hasta nuestros días por especialistas en el campo de la climatología y aquellas personas con el interés de saber si se presentará algún fenómeno atmosférico de dicha magnitud que les afecte.

Asimismo, la paleoclimatología es una rama de la climatología encargada del estudio del clima que existió antes de que los seres humanos empezaran a llevar un registro instrumental del clima. Los paleoclimatólogos se basan en los llamados “proxies” o indicadores naturales, para inferir como fueron las condiciones climáticas en el pasado y los procesos de cambio de las mismas. Entre los materiales que pueden ser considerados proxies se encuentran las plantas angiospermas, el polen atrapado en los sedimentos, los anillos de crecimiento del tronco de los árboles, es esqueleto de carbonato de calcio de los corales y rodolitos, la proporción de isótopos contenida en las conchas de algunos organismos marinos, el sedimento de los lagos y los glaciares, entre otros más. Estos han sido de los métodos más antiguos para determinar el clima que existió desde hace muchos años antes de la invención de los instrumentos de meteorología (termómetros, pluviómetros, barómetros, heliógrafos, anemómetros, etc.), aunque en la actualidad se siguen empleando por especialistas de esta rama (Masés, 2014).

Este término nos orienta, por un lado, de cómo han sido las condiciones climáticas de algún lugar durante muchos años, y por el otro, que eventos meteorológicos se han presentado por lo que su aplicación a este estudio trata de analizar las condiciones climáticas de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero en un intervalo no mayor de 30 años.

### **1.3.6 Agroclimatología**

También denominada Climatología Agrícola, es un subconjunto de la Climatología, la cual se encarga de estudiar los efectos que ejercen los cambios

climáticos sobre las actividades agrícolas. En particular los cultivos, ya que el desarrollo de las frutas y vegetales dependen seriamente de los fenómenos atmosféricos y la fertilidad del suelo.

Es un hecho que tanto la atmósfera como la superficie terrestre no se encuentran separados por un material que ejerce contacto entre ellos. En cambio, el espacio entre ambos elementos representa a un área de transición, en donde las corrientes de aire penetran por los orificios y grietas presentes en la superficie hasta llegar a una profundidad determinada. A su vez, las capas atmosféricas inferiores tienen grandes cantidades de polvo y partículas producto de la descomposición de rocas y demás cuerpos geológicos. De esta manera, no se realiza un intercambio exclusivo de energía, ya que también existe materia entre ambas partes de forma continua (*Ferreras, 2002*).

### **1.3.7 Climatología Médica**

Los efectos ecológicos sobre los habitantes de una determinada región, constituyen el objeto de estudio de la climatología médica.

En términos generales, la climatología médica se encarga del estudio de los efectos del clima, tales como la temperatura, la precipitación, la insolación, el viento, etc. sobre el organismo de un ser humano y sus formas de adaptación ante un cambio repentino en el ambiente (*Aguilar, 1990*).

La contaminación ambiental, la precipitación, la temperatura, el viento y otros elementos más son los responsables de una determinada patología de las personas que sufren su influencia y que actúan como mecanismos de transmisión de ciertas enfermedades que ponen en contacto uno o varios agentes patógenos con el ser humano.

Como caso típico se puede citar que un déficit en el régimen pluviométrico, hace que los mantos freáticos se abatan, que los escurrimientos superficiales disminuyan sus caudales, las presas y represas de los sistemas de abastecimiento de agua para generar energía y para dotar a las poblaciones de agua potable, lleguen a niveles críticos que se manifiestan, sobre todo en las comunidades marginadas (*Aguilar, 1990*).

### **1.3.8 El microclima**

En múltiples ocasiones se tiende a comprender el término microclima con un ambiente creado artificialmente en un ambiente muy pequeño y controlado, sin embargo, este no es el caso. Resulta instintivo en un día soleado el asociar una sensación de frescura con acostarse bajo la sombra de un árbol en un parque, así como pensar que las ciudades son más calurosas que en las zonas rurales.

En este contexto, un ecosistema está compuesto por distintas regiones relacionadas entre sí, con distintos relieves, fertilidad de suelo, vegetación y, por supuesto, microclimas. El estudio climático se basa en determinar en qué estado se encuentra la atmósfera, así como los efectos que tiene sobre los seres vivos de una forma general. Por lo tanto, un microclima viene a ser los efectos atmosféricos que tienen lugar en un espacio reducido, cuya mayor influencia resulta la topografía debido a que determina a qué grado pueden afectar las variables atmosféricas a la superficie terrestre (*Jiménez, 2001*).

En otras palabras, se le llama microclima a un conjunto de características climáticas que son distintas a aquel clima distintivo de la zona, es decir, se trata de un clima creado por una serie de condiciones en una región, la cual posee unas variables atmosféricas distintas de esta. Las diferencias entre el clima externo al interno de dicho ambiente pueden ser leves o muy amplias, dependiendo de múltiples factores, y estas tan solo pueden abarcar desde unos cuantos metros cuadrados hasta cientos de kilómetros cuadrados con condiciones climáticas únicas.

En consecuencia, se considera que la topografía es fundamental para la formación del microclima, ya que la ubicación del terreno, su relieve y demás características influyen sobre el mismo. Así, por ejemplo, la superficie cercana al mar se identifica por una gran corriente de vientos húmedos, mientras que aquellos terrenos cercanos a mesetas poseen vientos más secos. De igual forma, la cubierta vegetal también influye en la protección contra el sol y las precipitaciones, encerrando un clima particular en el interior de la vegetación (*Ochoa, 1999*).

Resulta imposible encontrar una región en la Tierra en donde el clima permanezca constante, incluso en el desierto llueve un par de veces al año, y esto se debe a que dichas variables atmosféricas están en una perpetua transformación.

Así como la topografía es uno de los principales factores para la formación de un microclima, también influyen aspectos como la humedad, la densidad de la cobertura vegetal, la latitud, la altitud y las actividades humanas pueden influenciar en gran medida a las variables atmosféricas. De este modo, permite reducir y suavizar los valores extremos, en particular aquellos derivados de las zonas urbanas, modificando la escala del clima regular típico de la localidad (Ochoa, 1999).

En este sentido, así como existen microclimas naturales dados a partir de los efectos que tiene la atmosfera sobre determinado lugar, también existen microclimas artificiales creados por el hombre. Sin embargo, estos sólo se logran crear en espacios cerrados, en donde el hombre los manipula y mantiene de acuerdo a sus necesidades. Estos microclimas también pueden variar dependiendo de si el ambiente reducido ha sufrido algún tipo de alteración, ya que se trata de un proceso en cadena. Se trata de un proceso dinámico, en donde sí se altera la vegetación también se altera el clima, y viceversa.

Como lo indica Jiménez (2001), las actividades humanas constituyen un factor clave para la alteración de la vegetación, del clima y, como consecuencia, del microclima formado en las distintas regiones que componen dicha vegetación.

La deforestación es la actividad más común que contribuye a al deterioro del medio ambiente ya que, como los árboles tienden a necesitar grandes cantidades para mantenerse, termina alterando el ciclo hidrológico. Por lo tanto, el suelo termina con un mayor grado de erosión, ocurren cambios en el clima, la humedad del aire disminuye y la temperatura aumenta.

Los microclimas son utilizados para crear un ambiente que disminuya los efectos que tiene el clima local que puede resultar dañinos para las plantas o animales cuyo hábitat haya sido perturbado por las actividades humanas, principalmente en las ciudades. Todos los elementos de un sistema pueden influir gravemente

en el desarrollo del microclima. Por ejemplo, en determinado espacio, las plantas crecen, mudan de hojas, las cuales caen y cubren el suelo. Otras veces, el hombre es el causante de alterar la vegetación, perjudicando el microclima.

La presencia de los microclimas ha demostrado ser de vital importancia para el mantenimiento de los ecosistemas, son fenómenos naturales que resultan indispensables, tanto para la vegetación como para el ser humano. En particular, los microclimas son utilizados principalmente para el cultivo de frutas y hortalizas debido a que cierto tipo de alimentos sólo crecen en partes específicas del mundo, lo cual obliga a la importación de estos. Por consiguiente, si se implementan los microclimas en regiones adecuadas, pueden proporcionar un abanico de posibilidades para que los agricultores logren cultivar alimentos que bajo las condiciones habituales no serían posibles.

#### **1.4 Relación clima- vegetación- actividades humanas**

##### ***1.4.1 Relación clima- vegetación***

La biodiversidad se trata de todos los organismos biológicos que habitan los ecosistemas, es decir, tanto de la flora como de la fauna, por lo tanto, la vegetación forma parte fundamental de este hecho. A su vez, la vegetación forma parte de aquellos elementos indispensables para la existencia del ser humano en el planeta.

Antes de relacionar la vegetación con el clima debemos entender primero su concepto, por lo que entonces, se define como el conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de las comunidades bióticas que forman (*Rzedowski, 2006, p.416*). De esta manera, también puede entenderse como aquella serie de especies vegetales que forman parte de la naturaleza específica de una región.

Sin embargo, la presencia de árboles y plantas, es decir de toda la vegetación existente, influye en el clima. A nivel local la vegetación ayuda a disminuir la temperatura ambiental y genera precipitaciones y vientos y a nivel global, influye ayudando a mitigar el cambio climático.

Un claro ejemplo son los bosques, ya que son áreas espesas y amplias en donde los árboles alcanzan alturas bastante elevadas y con distancias relativamente cortas entre ellos, por lo que se consideran aglomeraciones. Es decir, al encontrarse amontonados entre sí, es muy complicado que factores ambientales puedan afectar de una manera intensa su interior, por lo que los parámetros meteorológicos suelen permanecer casi iguales, mostrando menos cambios con respecto a los alrededores del bosque, por ejemplo. Es decir, la cubierta vegetal funciona como una especie de filtro entre el ambiente creado por el bosque de las condiciones climáticas exteriores, especialmente las copas de los árboles (Rzedowski, 2006).

En este sentido, se observa una relación intrínseca entre los efectos atmosféricos y su interacción con la vegetación. El follaje influye en la distribución desigual de la luz solar y las precipitaciones, así como tienden a aumentar los niveles de temperatura, de humedad y del viento. De esta manera, los árboles tienden a absorber las irradiaciones solares, logrando que en la base del bosque la temperatura del viento tienda a ser relativamente más baja en comparación con la presente en el exterior del bosque. Como lo indican Duval y Campo (2017), la radiación solar diaria que recibe el bosque tiende a ser reflejada en un 10%, mientras que suele ser transmitida y absorbida en un 9% por la cubierta vegetal.

Por lo tanto, cuando las plantas reciben luz solar, su propósito es asimilarla con el fin de alimentar su crecimiento, calentar la biomasa y el aire, pasa así minimizar la radiación que recibe la superficie. En consecuencia, los bosques suelen presentar un clima más frío en el día que aquellas zonas que se encuentran desprovistas de vegetación en la noche. La temperatura de estas zonas tiende a ser muy estable, solo con ligeras variaciones debido a la absorción de energía por parte de los árboles como principal factor determinante.

#### **1.4.2 Relación clima- actividades humanas**

Desde los orígenes de la humanidad siempre ha existido una relación estrecha entre el clima y las actividades humanas. Las condiciones extremas de temperatura y humedad dificultan e incluso impiden las actividades laborales e intelectuales. Por eso, aunque existen casos de poblaciones adaptadas a

situaciones climáticas extremas, gran parte de la población del planeta se asienta en zonas climáticas templadas y en algunas tropicales (*Picasso, 2017*).

En un principio, al estudiar la relación entre el clima y las relaciones humanas se tendía hacia una postura de determinismo geográfico, considerando que la libertad del hombre estaba dirigida en grado de mayor o menor necesidad por los factores del medio físico (*Picasso, 2017*). Pero, con el tiempo, esta perspectiva determinista cambió hacia el posibilismo.

El factor clima en incidencia directa sobre la actividad laboral va decreciendo en la medida en que el hombre puede modificar las condiciones ambientales de su entorno mediante el vestido y la vivienda. El tiempo y el clima influyen también en actividades económicas como en los transportes y en las vías y medios de comunicación (*Picasso, 2017*).

#### **1.4.3 Variabilidad climática, cambio climático y contaminación atmosférica**

La variabilidad climática se entiende como las fluctuaciones del clima que se han presentado en diferentes escalas de tiempo y espacio desde épocas remotas. Estas fluctuaciones se originan por las modificaciones en la forma de interacción entre los distintos componentes del sistema climático y por cambios en los factores radiativos forzantes (*Alzate et al., 2015*).

De acuerdo con Alzate et al., (2015), se reconocen las siguientes escalas temporales de la variabilidad climática:

- *Escala intra- estacional*: veranos cortos e incremento de las lluvias.
- *Escala estacional*: estaciones lluviosas y secas.
- *Escala interanual*: teleconexiones y ciclos de más de un año de duración.
- *Escala interdecadal*: fluctuaciones climáticas.

La variabilidad y el cambio climático interactúan constantemente asociados a los cambios en el forzamiento radiactivo no natural, que tiene su origen en el efecto invernadero antropogénico. En términos generales, el cambio climático aumenta a gran magnitud los fenómenos de variabilidad climática, contribuyendo así a un incremento de eventos extremos climáticos asociados a los fenómenos ENSO (El Niño- Oscilación del Sur) en un futuro más cercano (*Alzate, 2015*).

La polución atmosférica está causando actualmente graves problemas a escala global, ya que afecta a los ecosistemas terrestres y marítimos, además de la salud del hombre. Los aerosoles existentes en la atmósfera, unos son de origen antropogénico y otros de origen natural, como los producidos por el golpe de las olas, las tormentas de polvo en el desierto y en las erupciones volcánicas, que son una de las fuentes más poderosas de inyección de aerosoles a la atmósfera, porque lanzan enormes cantidades de cenizas y bióxido de azufre (Ayllón, 2013).

La polución transformada en ácidos por acción de la lluvia y la humedad del aire, penetran generalmente hasta el subsuelo y destruyen todos los elementos nutritivos que contiene.

Según Ayllón (2013), las actividades humanas son las causantes de la contaminación atmosférica porque en lugar de reducirse incrementan más aún, entre ellas se destacan las siguientes:

- La descarga de grandes cantidades de bióxido de carbono y de azufre producto de la combustión de combustibles fósiles (carbón y petróleo).
- Las emisiones de clorofluorocarbonatos (CFC's) provocan la destrucción de la capa de ozono estratosférica.
- La destrucción de los bosques tropicales.
- La agricultura contribuye al efecto invernadero por emisiones de óxido nítrico y bióxido de carbono, además del metano.

La contaminación es mayor en las grandes urbes, por la expansión de los asentamientos humanos, el incremento desacelerado de la población, aumento de desechos inorgánicos, industrias y automotores, de tal manera que la población respira una alta concentración y partículas nocivas para la salud.

Algunas de las consecuencias que trae consigo la contaminación atmosférica son las siguientes:

1. El cambio climático global debido al efecto invernadero, producto del bióxido de carbono, bióxido de azufre, metano, entre otros.
2. Disminución de la capa de ozono, por las reacciones químicas producidas por los CFC's.

3. Los cambios climáticos darán lugar al cambio de paisajes y la desaparición de ecosistemas terrestres y marinos.
4. El calentamiento global da lugar al descongelamiento de glaciares y la elevación del nivel del mar (*Ayllón, 2013*).

### **1.5 Geografía Regional**

El objeto de esta disciplina es el estudio del clima, del relieve o geomorfología, y de la proyección del hombre y de las demás especies animales en una zona específica del planeta. Según Edin (2014), esta disciplina aporta valiosos datos y elementos de observación al estudio de la geografía general y permite, además, verificar la exactitud de la misma, ya que gracias a ellas se pueden comprobar empíricamente los presupuestos de esta última.

La geografía regional acomete estudios monográficos tanto de una región, como de un sector, un accidente o un área minúscula de terreno, como un río, una ciudad o un pampo de cultivos (*Edin, 2014*). En el contexto del presente estudio, la geografía regional guarda una especial importancia para describir y desarrollar las características físicas, climatológicas y sistémicas de la región sur del Estado de México a estudiar compuesta por los municipios de Villa Guerrero y Malinalco.

### **1.6 Geografía Ambiental**

Es un derivado de la Geografía, el cual describe las características espaciales que poseen interacciones entre el mundo natural y los seres humanos. A su vez, necesita de un entendimiento de la dinámica de ciencias como: geología, meteorología, hidrología, biogeografía, y geomorfología, así como las maneras en donde las sociedades humanas conceptúan el ambiente (*Edin, 2014*).

De esta manera, como lo indica Bocco (2010), la Geografía Ambiental se trata de un campo que requiere basto conocimiento en el área, en donde la Geografía se encarga de brindar el entendimiento sobre las relaciones espaciales. En este sentido, se puede describir y comprender el impacto que las actividades humanas generan sobre el medio ambiente. Se denomina espacio geográfico al conjunto de fenómenos tanto naturales como sociales.

Asimismo, como los procesos que ocurren en la naturaleza y en la sociedad tienen lugar en regiones determinadas, la relación entre los mismos y el espacio quedan determinados.

De esta manera, la forma en que contribuye la Geografía al estudio ambiental es por medio un punto de vista territorial o espacial que se enfoca en analizar el factor ambiente, o paisaje. Por lo tanto, La perspectiva territorial que brinda la geografía, permite que el aspecto ambiental se le confiera especificidad.

Definitivamente, tanto la ciencia geográfica como la ambiental, no son estrictamente disciplinas, sino que deben relacionarse bajo la concepción de que realmente son espacios de reflexión y acción pluridisciplinaria, además de ser un campo emergente del conocimiento, tal y como lo ilustra Bocco (2010). En este sentido, ambas ciencias prometen una serie de marcos conceptuales y metodologías de análisis que tienen como objeto el evaluar y tantear el impacto que produce la presencia del ser humano sobre el medio ambiente. En consecuencia, se debe llevar dicho marco teórico a la práctica fuera del ámbito académico para lograr realizar una investigación aplicada y adecuada.

Desde un punto de vista histórico, la importancia que tiene la conservación del equilibrio ambiental radica en que, de no ser por las condiciones ambientales dadas naturalmente al principio de la creación de la Tierra, es poco probable el hombre hubiera aparecido y desarrollado hasta lo que es hoy en día. Un tema frecuente de discusión consiste en las consecuencias que puede desencadenar un desequilibrio en los diversos ecosistemas que conforman al planeta. En consecuencia, una alteración de tal magnitud puede conllevar a que las condiciones necesarias para que el ser humano pueda vivir sean perjudicadas (*Edin, 2014*).

En otras palabras, la naturaleza es un conjunto de elementos que existen en equilibrio sin la intervención del ser humano, no obstante, el hombre no puede subsistir sin ayuda de lo que le brinda la naturaleza. Al mismo tiempo, no es realista decir que se puede el hombre puede crear un equilibrio de manera artificial que asegure su sobrevivencia. Por lo tanto, la única forma para que el medio ambiente altere su equilibrio ambiental es por medio del ser humano, ya

que se trata de un animal que puede adecuar a sus necesidades el ambiente que lo rodea (*Bocco, 2010*).

### **Síntesis**

En el apartado anterior se describió la importancia de la ciencia de la geografía, así como de otras derivadas de esta como la climatología y la meteorología para el estudio en cuestión que pretende explicar el comportamiento climático y sus afectaciones hacia a la población en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero de la región sur del Estado de México.

## **CAPITULO 2. METODOLOGÍA**

Este estudio se llevó a cabo en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero al sur del Estado de México. Dada su ubicación, estas áreas fueron seleccionadas para analizar las condiciones climáticas y los fenómenos atmosféricos que se han presentado para determinar sus afectaciones hacia la población de estas.

El estudio se desarrolló a partir de las premisas de analizar el clima y sus repercusiones sobre el medio ambiente y social, de forma general el procedimiento del trabajo se plantea en exponer la problemática que dará inicio a la interrogante de la investigación, para luego componer los objetivos que guiarán el desarrollo del presente estudio.

Posteriormente se desarrollan los principales conceptos y teorías expuestas por autores especialistas en el tema acerca de la importancia de la geografía y las características físicas y climáticas del área a estudiar a fin de realizar una descripción holística del entorno y explicar la influencia de los diversos factores físicos y climáticos en la zona de estudio.

### **2.1 Recopilación de información de gabinete**

Consistió en la búsqueda de información relacionado al tema de estudio a través de las diferentes fuentes de consulta (bibliográficas y/o hemerográficas) basadas en libros, manuales, revistas especializadas, publicaciones periódicas de diferentes organizaciones dedicadas al estudio meteorológico y geográfico del país como lo es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) o Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), como herramienta base para la fundamentación de los apartados Introducción y Marco Teórico.

Para delimitar los municipios a estudiar dentro del contexto físico y/o social, considerando algunos de los fundamentos teóricos básicos empleados en la rama geográfica que fueron el eje de este estudio y aquellos que estén relacionados dentro del mismo, como lo es la importancia de la geografía, la geografía regional, la geografía ambiental, la meteorología y climatología y su

aplicación en el campo de las ciencias medioambientales, la relación entre vegetación, clima, vida humana y sus posibles efectos en la naturaleza.

Estos temas cuentan con una amplia divulgación y líneas de estudio concretas dentro del ámbito epistemológico de las ciencias de la tierra y demás áreas de interés para la geografía como disciplina científica con lo cual se aprecia que el material disponible cuenta con una calidad y cantidad adecuada para garantizar la viabilidad de la investigación.

## **2.2 Elaboración de la caracterización geográfica física y/o social**

Se realizó una consulta a través de las páginas INEGI para la búsqueda de información relacionado a aspectos físicos que intervienen dentro de este estudio. Para ello se procedió a la descarga de capas vectoriales (denominados shapes) con un rango de escala entre 1: 1,000,000 y 1: 250,000 respectivamente y con un año de edición, en este caso 2001 a 2019, para los dos municipios de estudio (Malinalco y Villa Guerrero), y así llevar a cabo la realización de mapas (ubicación, fisiografía, clima, hidrografía, uso de suelo y vegetación) y describir su contexto de cada uno.

De acuerdo al primer objetivo específico permite realizar una caracterización que describa todos los aspectos físicos de la zona con énfasis en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero a estudiar a fin de explicar cómo se relacionan todos esos elementos con la cuestión del clima para comprender su situación actual.

## **2.3 Análisis e interpretación de la información climática por localidad de la zona de estudio a través de la elaboración de gráficos y esquemas**

A través de la página del Servicio Meteorológico Nacional se procedió a la búsqueda de información climática del área de estudio mediante la selección de estaciones meteorológicas, mismas que corresponden a las localidades dentro de los municipios de estudio. Para tal efecto, se seleccionaron las siguientes que se muestran a continuación:

**Tabla 1. Relación de estaciones meteorológicas**

<b>Malinalco</b>				
<b>ID</b>	<b>Estación</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
1	Colonia Hidalgo	18° 47' 45"	99° 28' 03"	1222
2	Puente Caporal	18° 54' 05"	99° 27' 08"	1508
3	San Sebastián E-27	18° 58' 26"	99° 29' 05"	2400
<b>Villa Guerrero</b>				
<b>ID</b>	<b>Estación</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
1	El Islote	18° 58' 04"	99° 39' 22"	2200
2	Porfirio Díaz	18° 55' 43"	99° 43' 43"	2453
3	Santa María E-31	18° 59' 18"	99° 38' 58"	2291
4	Toma Tecomatepec	18° 56' 48"	99° 43' 04"	2208
5	Totomajac E-17	18° 55' 01"	99° 41' 05"	1990
6	Vivero La Paz	18° 53' 39"	99° 38' 35"	1900

**Fuente:** *Elaboración propia, con base a la página del Servicio Meteorológico Nacional (2017).*

**Mapa 1. Ubicación de estaciones meteorológicas**



**Fuente:** *Elaboración propia, con base en la página del SMN e INEGI (2021).*

Se exportaron los datos de variables climáticas de la página del Servicio Meteorológico Nacional (CONAGUA) en un archivo en formato Excel, tales como temperatura máxima, media, mínima y precipitación durante un periodo no mayor a 30 años, en este caso, se consideró el intervalo 1981-2010.

Posteriormente, se procesó la información y se analizaron a través de estadística descriptiva, basándonos en el trabajo de Gómez y Medina (2012), por medio de gráficos y esquemas utilizando las variables climáticas anteriormente mencionadas que nos permitirán establecer el comportamiento climático dentro de estos municipios.

#### **2.4 Representación y análisis de la información climática a nivel municipal por medio de mapas de isoyetas e isothermas**

Para analizar las condiciones climáticas y la variabilidad climática a nivel municipal, se tomó la iniciativa de elaborar mapas de isoyetas e isothermas apoyándonos a través de el método de interpolación (Kriging) (*López et al., 2001, pp. 39-46*). Para ello se consideraron únicamente los valores promedios de temperatura máxima, media y mínima y de precipitación anual de las estaciones meteorológicas mencionadas con anterioridad obtenidos de la página del Servicio Meteorológico Nacional, durante el periodo 1981-2010, mismos que fueron efectuados a través del software ARCGIS versión 10.2.2 para su producción cartográfica; para lo cual se empleó un solo sistema de proyección de coordenadas, en este caso WGS\_1984\_UTM\_ZONA 14 como referencia para evitar errores en la sobreposición de capas de información y una variación con la escala numérica.

#### **2.5 Análisis perceptivo sobre la variabilidad climática, cambios en el clima y su impacto en la población de ambos municipios**

Desde el punto de vista humanístico, se llevó a cabo la recopilación de información en campo mediante la aplicación de encuestas de tipo descriptivas hacia la población residente de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero con la finalidad de conocer su percepción sobre el clima y los cambios que se han manifestado durante el periodo 1981-2010 y en la actualidad. La aplicación de esta encuesta está basada en el trabajo de Pinilla et al., (2012), sobre las

percepciones del cambio climático y variabilidad climática y sus afectaciones en zonas rurales.

La estructura de la encuesta consistió en un total de 18 preguntas (*véase anexo 1, pág. 155*). Las primeras 6 se refiere a los datos generales del entrevistado (sexo, edad, escolaridad, ocupación, etc.), y el resto asociado al conocimiento del clima y sus afectaciones hacia la población de ambos municipios, dividiéndose en tres módulos: las primeras 5 referentes a la percepción del clima, 4 relacionadas a las afectaciones en el entorno y a la población, y, por último, 3 en relación al conocimiento del cambio climático. Si bien, para llevar a cabo dicha actividad, fue necesario que el (la) entrevistado(a) fuese originario(a) en uno de estos municipios o que haya radicado en estos durante varios años o por lo menos 5 años, por lo cual era posible conocer su percepción del clima temporal.

Al término de esta actividad, se procedió a analizar los resultados de las encuestas a través de software Microsoft Excel con el propósito de obtener los valores porcentuales y los productos estadísticos basados en gráficos y/o tablas, para interpretar las opiniones de las personas que fueron entrevistadas y así llegar al cumplimiento de la hipótesis planteada.

### **CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con el interés de ofrecer respuesta al estudio sobre las condiciones climáticas y sus afectaciones hacia la población al sur del Estado de México, específicamente en los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, al efecto, en los dos incisos intermedios se analizarán las condiciones climáticas relevantes y el comportamiento de estas a través de un conjunto de información y de representaciones gráficas y cartográficas obtenidos por las diferentes fuentes del país, entre estas las estaciones climáticas presentes en el área de investigación que corresponden a las localidades de ambos municipios. Posteriormente, en el último inciso, se interpretarán y se discutirán los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas en campo esto con el fin de llevar a cabo el cumplimiento de la hipótesis planteada.

Antes de continuar con este procedimiento, es importante hacer hincapié sobre los diferentes aspectos físicos y socioeconómicos de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero mediante la caracterización geográfica. El objetivo de este es presentar un panorama general de ambos municipios en el contexto del territorio mexiquense.

### **3.1 Caracterización geográfica del área de estudio**

En este inciso se aborda el área de estudio de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero. Se describen condiciones geográficas físicas de los municipios, como geología, suelo, vegetación, clima, relieve e hidrología, que van a estar encaminados a lo largo de este estudio. Se presentan datos socioeconómicos del área de estudio como población, religión, actividades económicas y servicios en las viviendas.

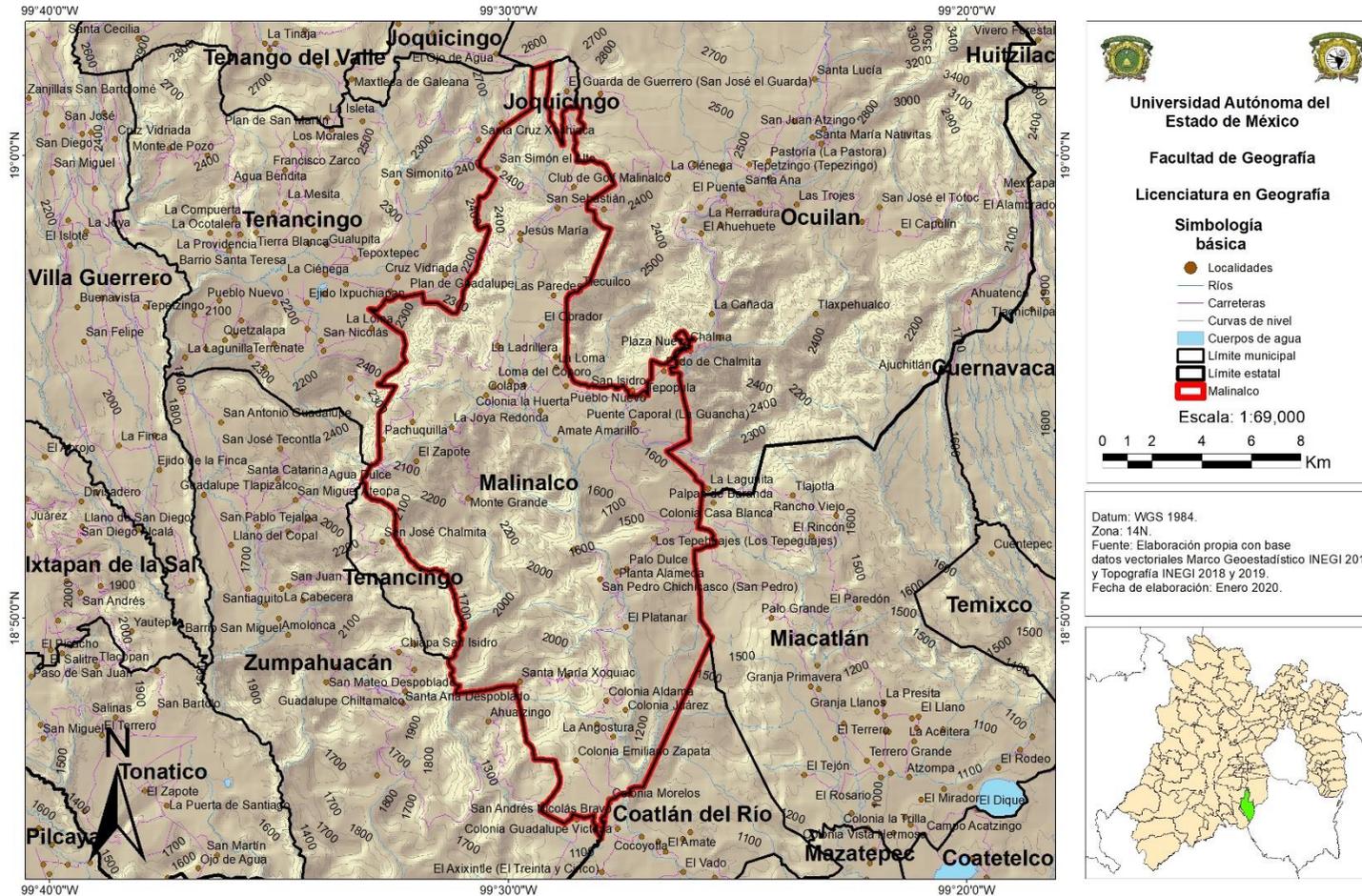
#### **3.1.1 Malinalco**

##### *Localización*

Se ubica a los 18° 45' 18" de latitud norte y a los 99° 25' 43" de longitud oeste, con una altitud de 1740 m.s.n.m. Sus colindancias son: al norte con el municipio de Joquicingo de León Guzmán, al oriente con el municipio de Ocuilan de Arteaga, al sur y sureste con los municipios de Coatlán del Río y Miacatlán, en el Estado de Morelos, al suroeste con el municipio de Zumpahuacán y al poniente con el municipio de Tenancingo de Degollado. Su superficie territorial es de 217.99 km<sup>2</sup> que corresponde a un 1.52% con respecto a la entidad.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de Malinalco (2013-2015), este municipio forma parte de la de la Región VI Ixtapan de la Sal que está conformado por los siguientes: Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tonatico, Villa Guerrero, Zacualpan y Zumpahuacán. Su cabecera municipal, se localiza a 65 km. de la ciudad de Toluca, Méx., y a 95 km. de la Ciudad de México.

**Mapa 2. Ubicación del municipio de Malinalco**



**Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019.**

## Fisiografía

El municipio de Malinalco se encuentra localizado en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y la Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses, en la Gran Sierra Volcánica Compleja del Eje Neovolcánico. Las formaciones orográficas más importantes se encuentran al sur del municipio en la localidad de Monte Grande, que alcanza una altitud de 2622 m.s.n.m, así como Las Canoas y El Gallinero. Al norte se encuentra La Loma a una altitud de 2,660 m.s.n.m y los cerros del Picacho y Cuamila. Al oriente, Los Encinos, Cerro de La Ascensión y La Campana y al poniente Cerro de los Ídolos y los cerros de Mirador: Orquemes, Toxquiuhatl, Matlalac y Tonatichi (INAFED, s.f).

En cuanto a las zonas de menor altitud, éstas se encuentran al sur del municipio (1067 msnm) y corresponden a la localidad de San Andrés Nicolás Bravo. En promedio, la altitud de Malinalco varía entre 850 m.s.n.m hasta 2600 m.s.n.m. La cabecera municipal se localiza a 1,750 m.s.n.m (PDM Malinalco, 2009- 2012, 9).

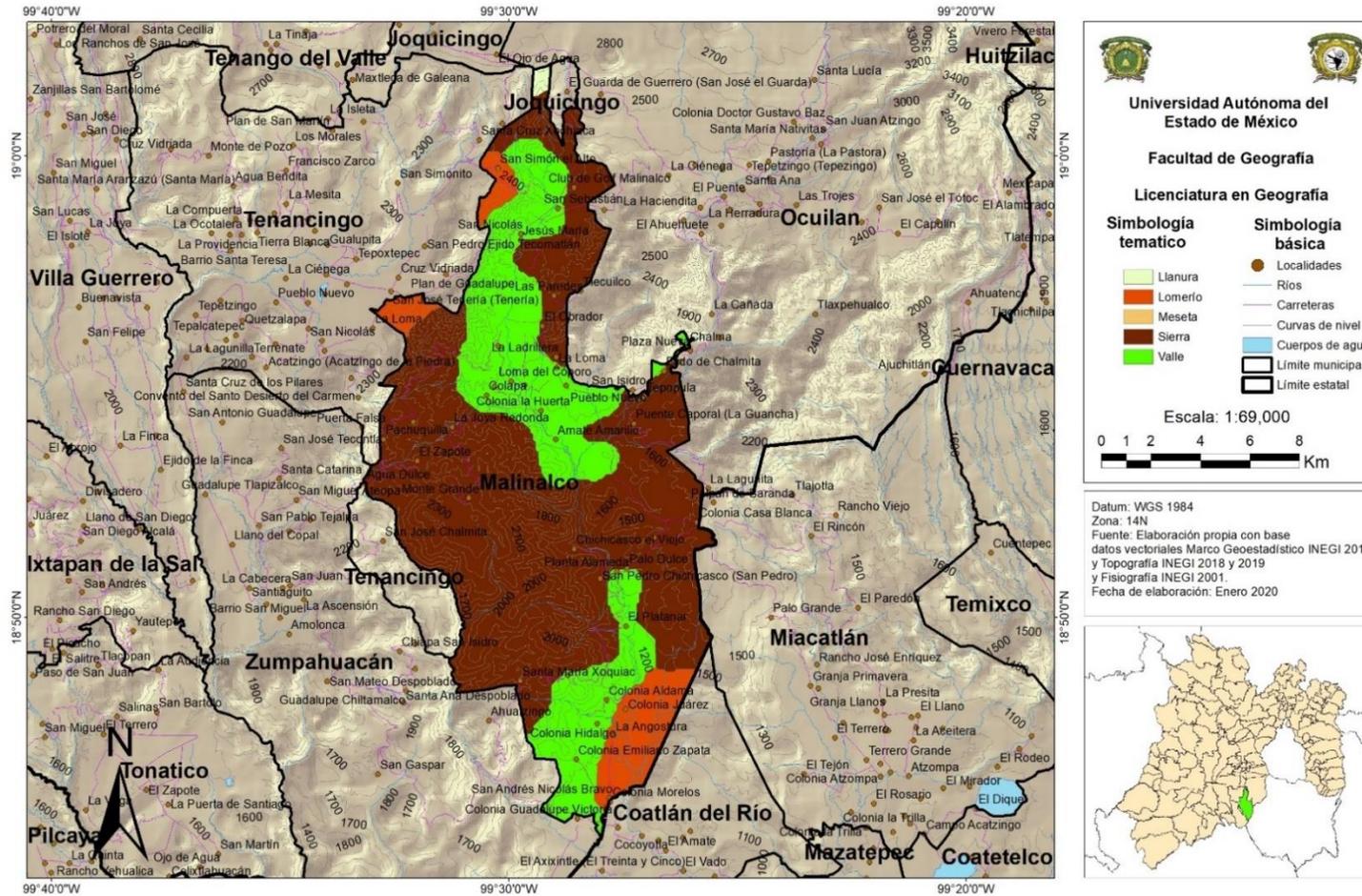
Las topoformas que se encuentran dentro del municipio son llanuras, lomeríos, mesetas, sierras y valles, que a su vez se mencionan a continuación:

**Tabla 2. Sistema de topoformas en el municipio de Malinalco**

<b>Provincia</b>	Sierra Madre del Sur (97.17%) y Eje Neovolcánico (2.83%).
<b>Subprovincia</b>	Sierras, Valles Guerrerenses (97.17), Lagos y Volcanes de Anáhuac (2.83%).
<b>Sistema de Topoformas</b>	Sierra de cumbres tendidas (63.02%), Valle de laderas tendidas (19.42%), Valle de laderas tendidas con mesetas (9.48%), Lomerío típico (5.25%), Lomerío de basalto con cañadas (2.2%) y Escudo de volcanes con mesetas (0.63%).

**Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2009).**

**Mapa 3. Fisiografía del municipio de Malinalco**



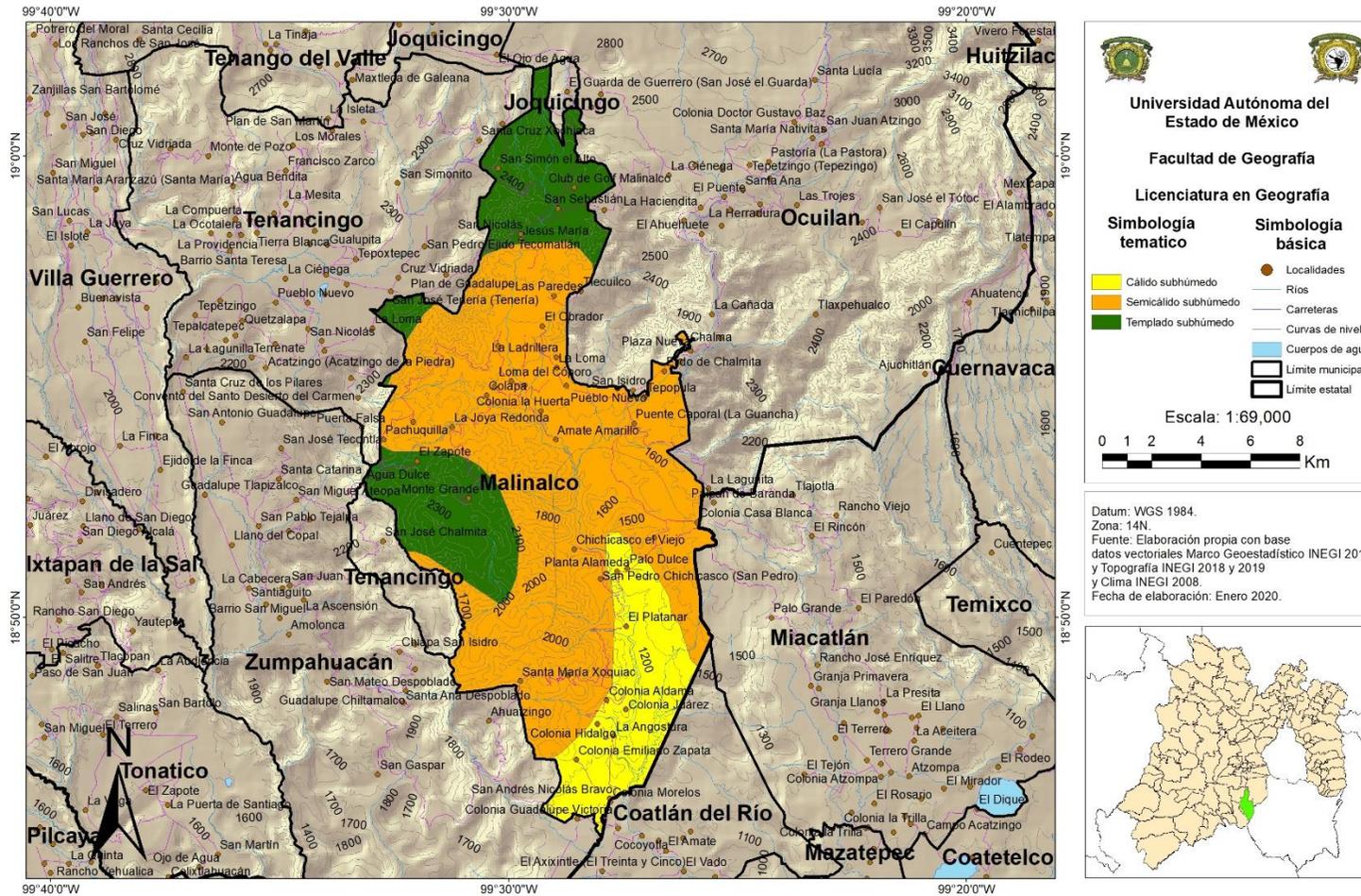
**Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Marco Geoadministrativo INEGI 2019, Topografía INEGI 2018 y 2019 y Fisiografía INEGI 2001.**

## *Clima*

El clima predominante es semicálido subhúmedo con lluvias en verano **A(C)w<sub>1</sub>(w)**, con una temperatura media anual de 20°C, la máxima es de 34.8°C y la mínima de 13.8°C. La precipitación pluvial anual es de 1,177 mm, los meses de mayor incidencia son: junio, julio, agosto y septiembre que representan el 83% del total de la lluvia promedio anual. La mínima precipitación se registra en el mes de diciembre (*PDM Malinalco, 2013- 2015*).

Dentro del municipio se encuentran tres diferentes tipos de clima en el cual son cálido subhúmedo **Aw<sub>0</sub>(w)** (24.8%), templado subhúmedo **C(w<sub>2</sub>)(w)** (15.2%) y semicálido subhúmedo **A(C)w<sub>1</sub>(w)** (60%), aunque este último es el que más predomina a lo largo del municipio incluyendo su cabecera municipal del municipio homónimo.

Mapa 4. Clima del municipio de Malinalco



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Marco Geoestadístico INEGI 2019, Topografía INEGI 2018 y 2019 y Clima INEGI 2008.

## Hidrografía

Malinalco pertenece a la Región Hidrología Balsas en un 100%, la hidrología está representada por el río de Chalma, llamado también río Ocuilan, y por el Tlaxipehualco hasta Amacuzac. Otro río, es el Colapa, que recorre de oeste a suroeste y que es afluente del río Chalma, con el cual se une en el punto llamado Las Juntas; el del Molino, que corre de norte a sur.

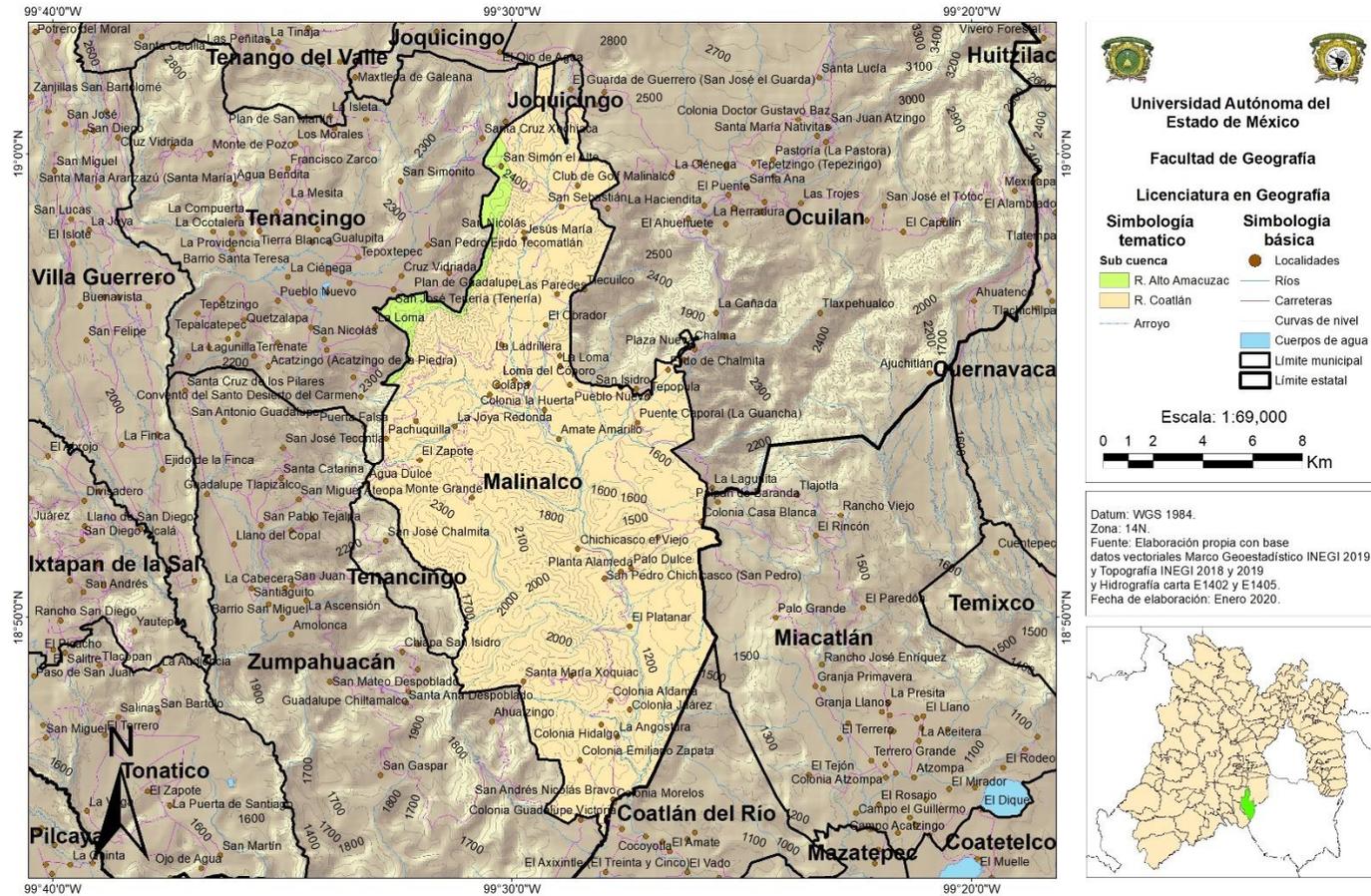
Los manantiales: San Miguel, el cual provee de agua potable a la cabecera, Ateopa, Cuatzonco, el Arco, el Guayabo, el Manguito y otros más. Los ríos de cauce temporal que se originan en la temporada de lluvias, éstos ríos se localizan en las siguientes barrancas: la del Tlacomolac, la de Tepolica, los Cuatecotomates, por donde fluye el río Puerco; la de la Guancha y el río del Puente Quebrado. Las presas son inexistentes y sólo puede mencionarse la laguna de Acomolgo (*PDM Malinalco, 2019- 2021*).

**Tabla 3. Hidrografía del municipio de Malinalco**

Región Hidrológica		Cuenca		Subcuenca		Corrientes de agua	
Balsas	100%	Río Grande de Amacuzac	100%	Río Coatlán	97.59%	Perennes	El Paraje, Tecomatlán, Tepolica, Chalma, Tlaxipehualco y San Miguel
				Río Alto Amacuzac	2.41%	Intermitentes	Colupa, Acahualtzingo, Colapa, La Cametina, Tierra Blanca, La Ciénega, La Mina, Las Culebras, Los Sauces, Agua Salada, El Casaguete, Aguacaticlo, La Pila, Las Juntas, El Copal, El Diablo, Ochoa, La Poza Verde y Los Tejanes

**Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2009).**

**Mapa 5. Hidrografía del municipio de Malinalco**



**Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Marco Geoestadístico INEGI 2019, Topografía INEGI 2018 y 2019 e Hidrografía carta E1402 y E1405.**

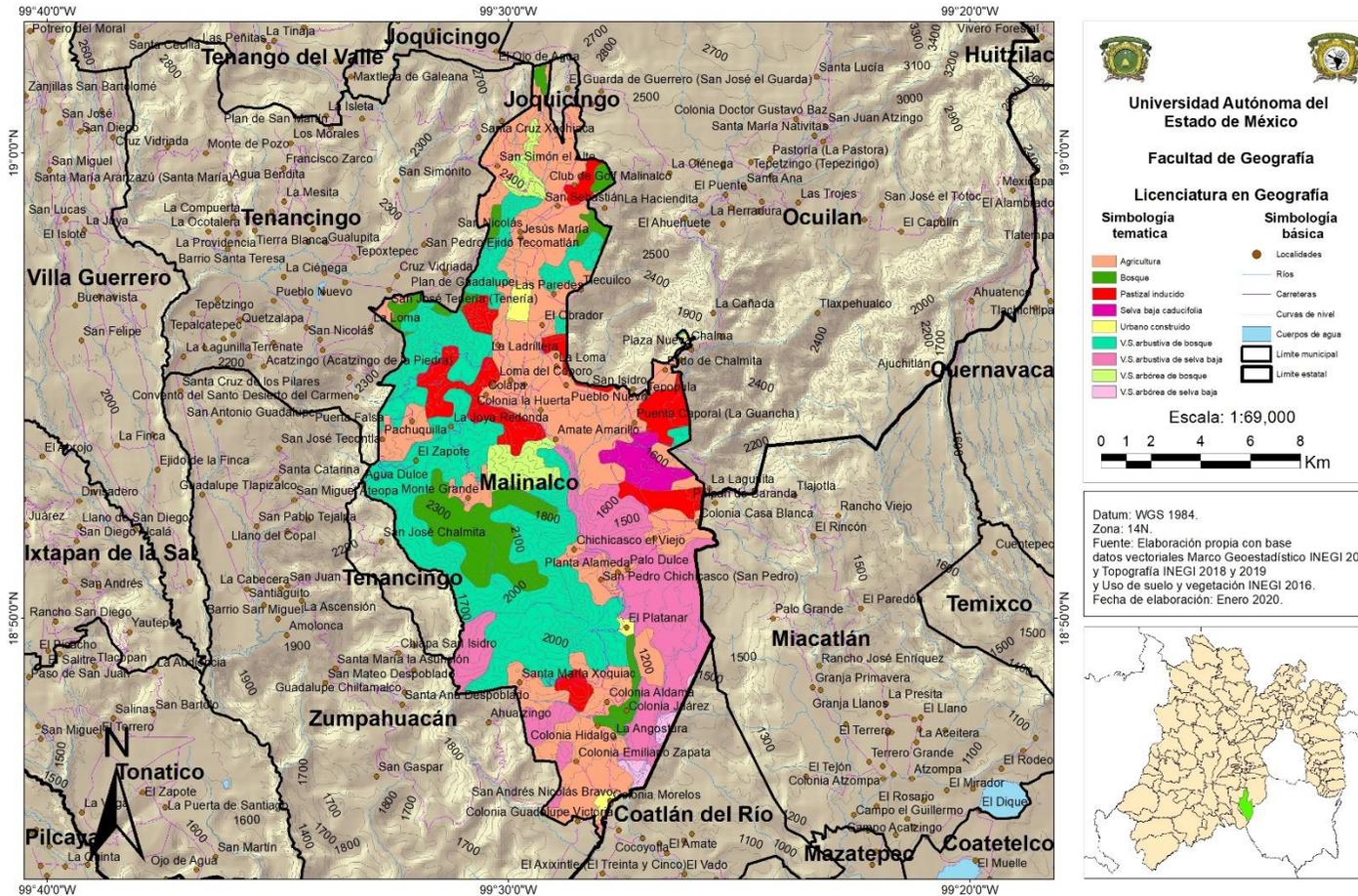
### *Uso de suelo y vegetación*

Los usos de suelos que predominan a lo largo del municipio son el forestal (selva baja caducifolia principalmente) y el agrícola que en su conjunto comprenden el 76.2% del territorio municipal.

En menor proporción se encuentra el uso urbano pues éste sólo representa el 5.12% a nivel municipal y otros usos que se encuentran en el municipio son escasos, que en su conjunto representan sólo el 18.68% del total municipal.

Debido a que en el municipio se cuenta con grandes extensiones de bosques, pastizales y algunas llanuras, la población hace uso de estos para la agricultura, la ganadería y algunos aprovechamientos de bosques (*PDM Malinalco, 2000*).

**Mapa 6. Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Malinalco**



**Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del Marco Geoestadístico INEGI 2019, Topografía INEGI 2018 y 2019 y Uso de suelo y vegetación INEGI 2016.**

## *Flora*

En cuanto a la flora, la vegetación predominante en las tierras altas es el bosque mixto de pino-encino y el bosque de pino. En partes más bajas, la selva baja caducifolia, con diversos tipos de vegetación secundaria en los lugares perturbados por la actividad humana. En las variedades de la vegetación mencionamos los siguientes: en los canales de riego y los manantiales: ahíles, sauces y ahuehuetes; en las zonas secas: guaje, tepehuaje, huajillo, timbre, palo dulce; en las huertas: aguacate, níspero, cítrico, ciruelos, zapote, plátano y café (*INAFED, s.f.*).

## *Fauna*

En lo que se refiere a la fauna, encontramos aun: venado, tejón, mapache, tlacoyote, cacomixtle, zorrillo listado, coyote, zorro, gato montés, conejo, tlacuache, armadillo, y entre las aves predatoras tenemos: gavilán, halcón, lechuza, zopilotes, garzas, cuervos y demás. Reptiles como tortuga, lagartija, víbora de cascabel y distintas clases de serpientes. En arroyos y manantiales se encuentran cangrejos de agua dulce y otros (*INAFED, s.f.*).

## *Población*

De acuerdo a la población total del municipio es de 25624, en los cuales la población masculina es de 12585, población femenina es de 13039, la población de 0 a 2 años es de 1672, población de 3 años y más es de 23724, población de 5 años y mas es de 22610, población de 12 años y más de 18673, población de 15 años y más de 17042, población de 18 años y más de 15394 y la población de 60 años y más es de 2375 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

## *Educación*

La población de 15 años y más con primaria incompleta es de 3535, la población de 15 años y más con primaria completa es de 3671, población de 15 años y más con secundaria incompleta es de 947, población de 15 años y más con secundaria completa es de 4129, la población de 18 años y más con educación pos-básica es de 2667 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### *Salud*

La población sin derechohabiencia a servicio de salud es de 7782, población derechohabiente a servicio de salud es de 17549, la población derechohabiente del IMSS de 828, población derechohabiente del ISSSTE de 287, población derechohabiente del ISSSTE estatal de 720 y población derechohabiente por el Seguro Popular es de 15356 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### *Economía*

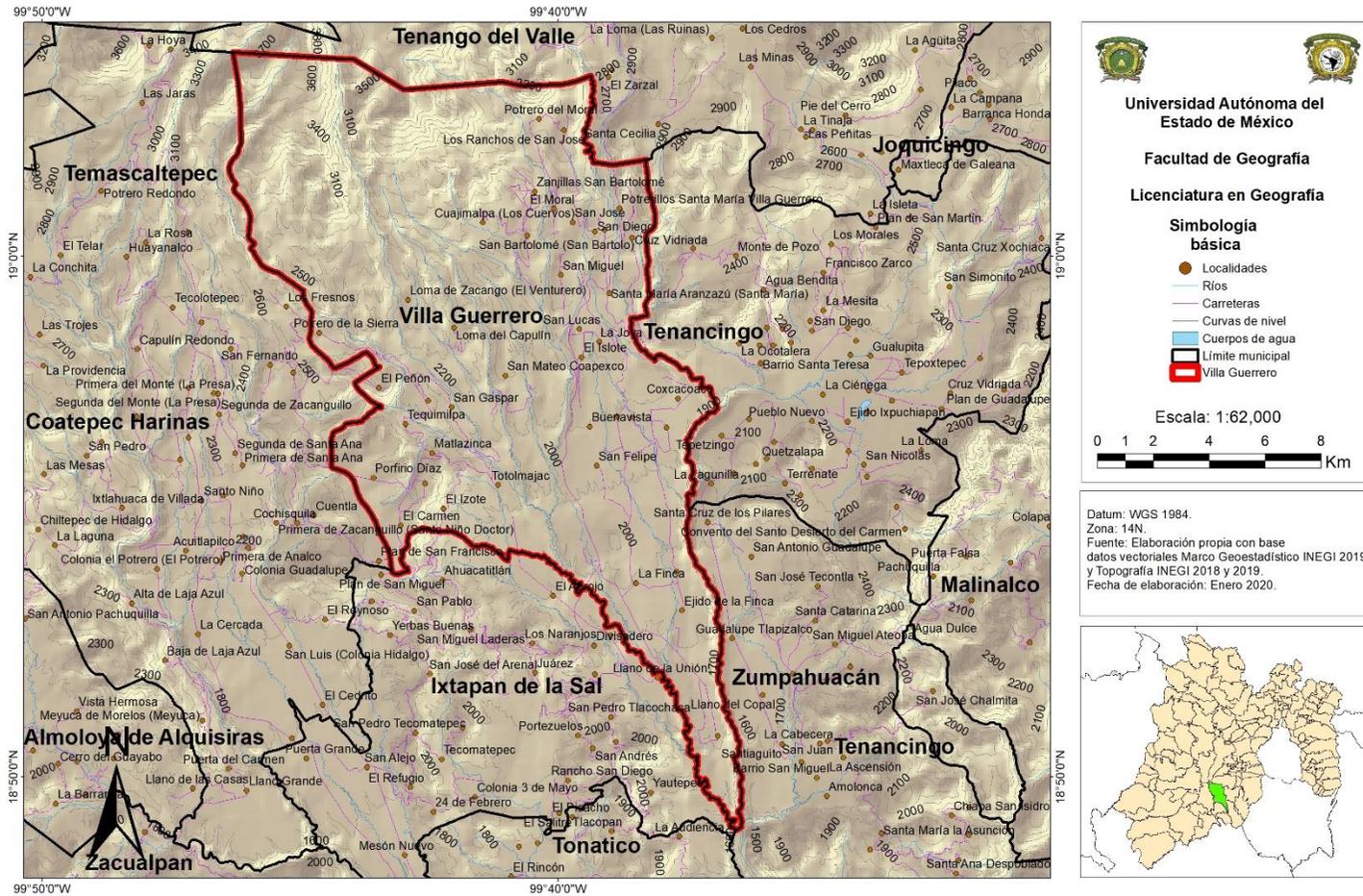
La población económicamente activa es de 9459, la población económicamente no activa es de 9100, la población ocupada es de 9044 y la población desocupada es de 415 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### **3.1.2 Villa Guerrero**

#### *Localización*

El Municipio de Villa Guerrero se localiza en la porción sur del Estado de México y colinda con los Municipios de Zinacantepec, Toluca y Tenango del Valle al norte, Ixtapan de la Sal al sur, Tenancingo y Zumpahuacán al este y Coatepec Harinas al oeste, contando con las siguientes coordenadas geográficas extremas: Latitud norte 18° 48' Latitud sur 18° 25' Longitud este 98° 33'. Longitud oeste 100° 28'. El municipio de Villa Guerrero representa el 8.48 % de la superficie del Estado, es decir 20,773 Ha, el municipio se divide por una cabecera municipal, cinco pueblos y 35 rancherías (*PMDU Villa Guerrero, 2004*).

Mapa 7. Ubicación del municipio de Villa Guerrero



Fuente: Elaboración propia con base datos vectoriales Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019.

## *Fisiografía*

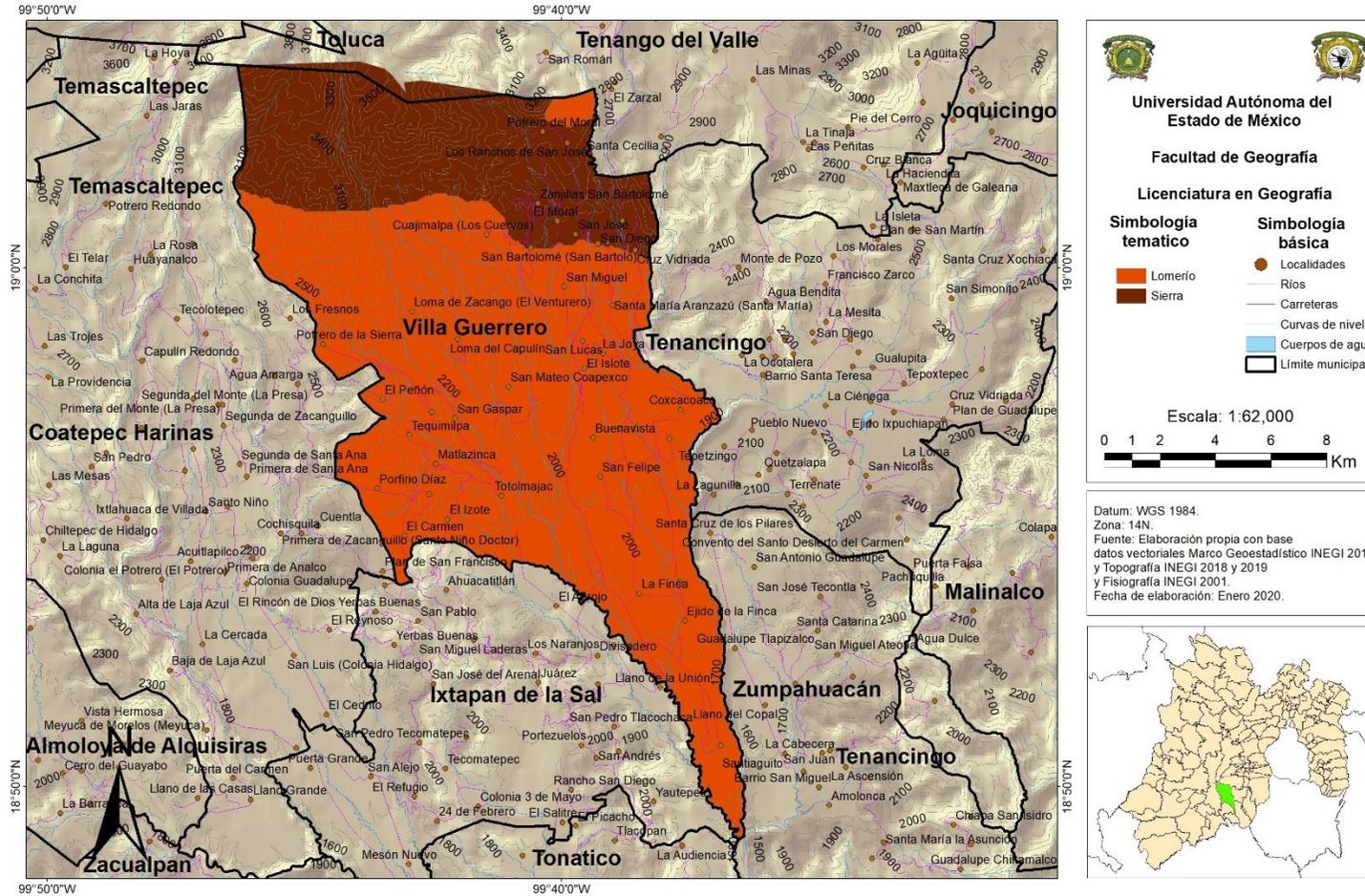
El municipio de Villa Guerrero se encuentra conformado por pequeños valles, cerros, barrancas y lomas. Las principales elevaciones montañosas son el Cerro Cuate o de Cuaximalpa, con una altitud de 3,760 m.s.n.m, seguido por el Cerro Cuexcontepec con una altitud de 3,330 m.s.n.m. Existen también dos elevaciones de menor jerarquía; se ubican al sur del municipio y tienen una altitud de 2,040 y 1,090 msnm.

Hacia el occidente se localiza una larga cordillera con pendientes mayores de 10%, las cuales descienden desde Chignahuitecatl y se prolonga de norte a sur hasta Ixtapan y Tonicato, dividiendo a su transcurso a los municipios de Coatepec Harinas e Ixtapan de la Sal con el de Villa Guerrero.

Al norte del territorio municipal se localizan como elevaciones en el relieve con pendientes de 5 a 25% en los cerros Cuate (el más alto del municipio), la Pípila y la Loma de los Ranchos.

Al noroeste se localiza la sierra de Escalerillas con pendientes de entre 10 y 25%, la Loma de las Cruces, la Loma Seca, Loma Larga y una cadena cerril denominada Loma de Potrerillos; cerca de la comunidad de la Finca el paraje denominado los Cerritos; hacia el centro del territorio municipal se ubican las Lomas de los Sapos, los Estrada y el Oyamel; el resto del municipio se conforma por llanuras y valles (*PMDU Villa Guerrero, 2004*).

Mapa 8. Fisiografía del municipio de Villa Guerrero



Fuente: Elaboración propia con base datos vectoriales Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019 y Fisiografía INEGI 2001.

## *Clima*

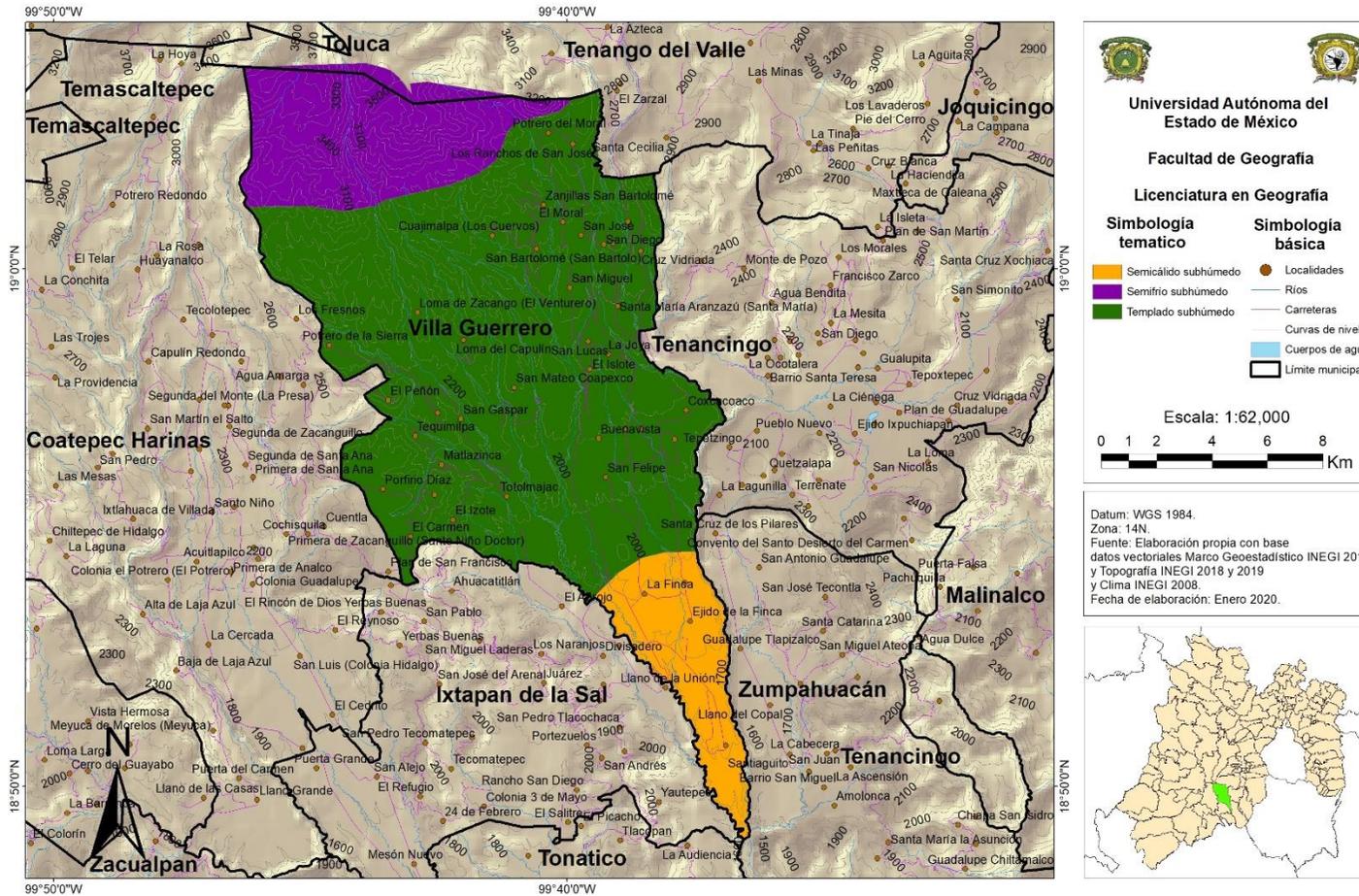
Dentro del municipio se encuentra tres tipos de clima en los cuales semifrío subhúmedo **C(E)(w<sub>2</sub>)(w)** que se encuentra en la parte norte, templado subhúmedo **C(w<sub>2</sub>)(w)** en la parte centro y en la parte sur se encuentra semicálido subhúmedo **A(C)w<sub>1</sub>(w)**.

En términos muy generales, Villa Guerrero posee un extraordinario clima en el que predomina el templado, subhúmedo con lluvias en verano e invierno benigno; su régimen pluvial en verano es por lo menos 10 veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el más seco.

Su temperatura máxima es de 39°C y la mínima es de 2°C. Su temperatura media en el mes más frío es inferior a 13°C, pero superior a -3°C, por lo que según el sistema de clasificación de Köppen se le puede considerar como del tipo **Cw**. Su temperatura media anual, oscila alrededor de los 18.8°C.

Por lo general la temporada de lluvias inicia a finales del mes de abril, pero suele interrumpirse durante el mes de mayo, continúa durante los meses de junio y julio, agudizándose en agosto y septiembre. La precipitación promedio anual es de 1,242.53 milímetros (mm) (*INAFED, s.f.*).

**Mapa 9. Clima del municipio de Villa Guerrero**



**Fuente: Elaboración propia con base datos vectoriales Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019 y Clima INEGI 2008.**

## *Hidrografía*

El municipio da origen en su territorio a numerosos arroyos y ríos que en su conjunto forman parte de la cuenca del Alto Balsas; destacan por su importancia el río Grande o Texcaltenco, el río Chiquito de Santa María, el río San Gaspar, el arroyo Los Tizantec, el Tequimilpa, el río Cruz Colorada o San Mateo y el río Calderón.

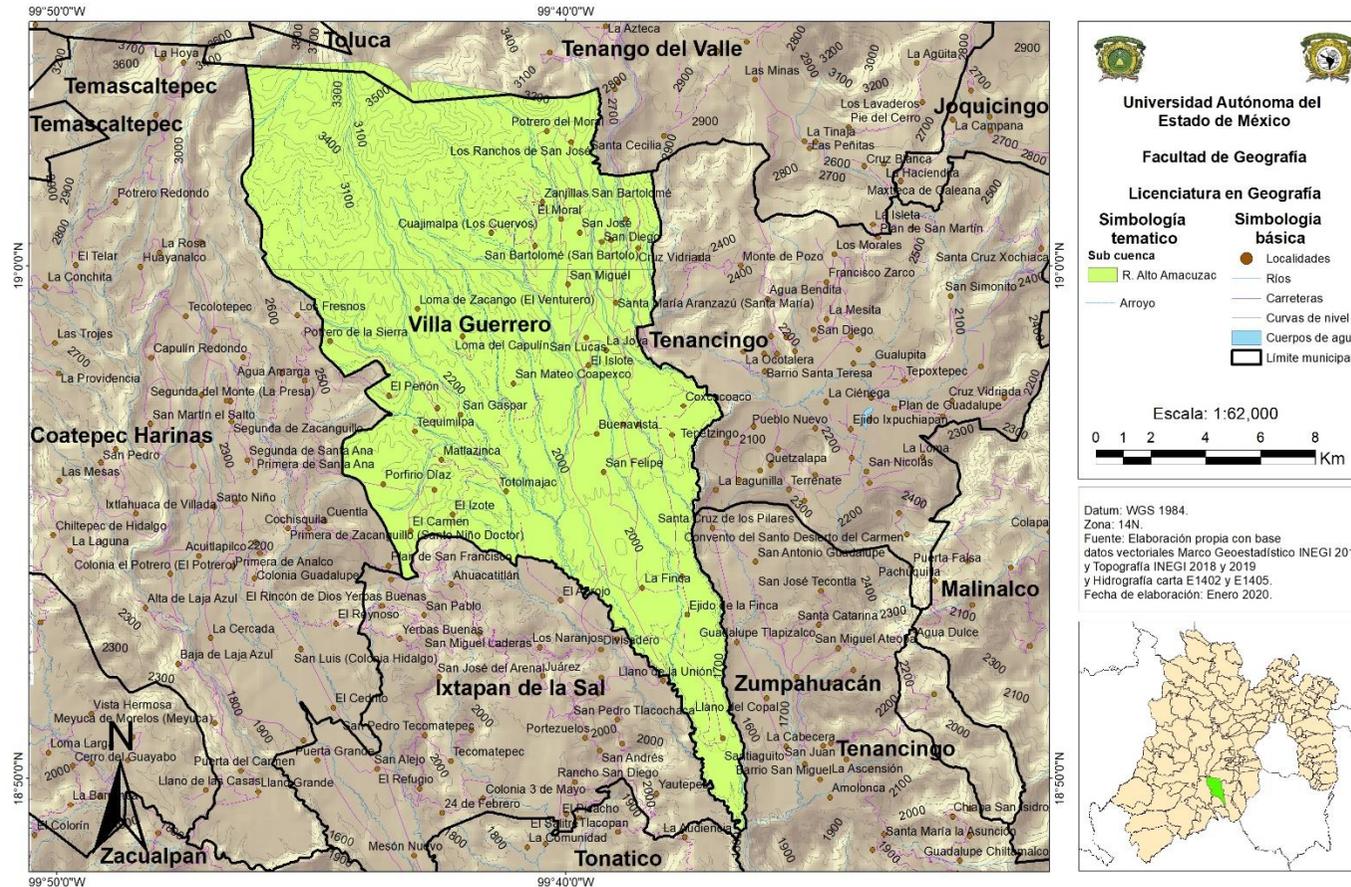
En su trayecto dan lugar a numerosas cascadas y saltos, los principales son: el Salto de Candelitas, la Atlaquisca; el del Maquintero; el Salto del Río Grande de San Gaspar y Salto de la Neblina, llamado así porque sus aguas cristalinas jamás terminan de caer porque se convierten en una refrescante brisa.

Entre los principales manantiales se destacan: el manantial de La Estrella, el de la Piedra Ahuecada, el de El Coponial, el de Los Chicamoles y El Agua de la Pila. Existe también un manantial de aguas termales popularmente conocido como El Salitre (*INAFED, s.f*).

.

.

**Mapa 10. Hidrografía del municipio de Villa Guerrero**



**Fuente: Elaboración propia con base datos vectoriales Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019 y Hidrografía carta E1402 y E1405.**

### *Uso de suelo y vegetación*

El municipio de Villa Guerrero cuenta con una superficie total de 20,772.58 ha., las cuales están distribuidas en los siguientes tipos de usos:

**Tabla 4. Usos de suelo del municipio de Villa Guerrero**

<b>Tipo</b>	<b>Superficie (ha.)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Forestal	11,068	53.28
Agropecuario	8,746	42.10
Urbano	959	4.62
Total	20,773	100

**Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano Villa Guerrero (2000).**

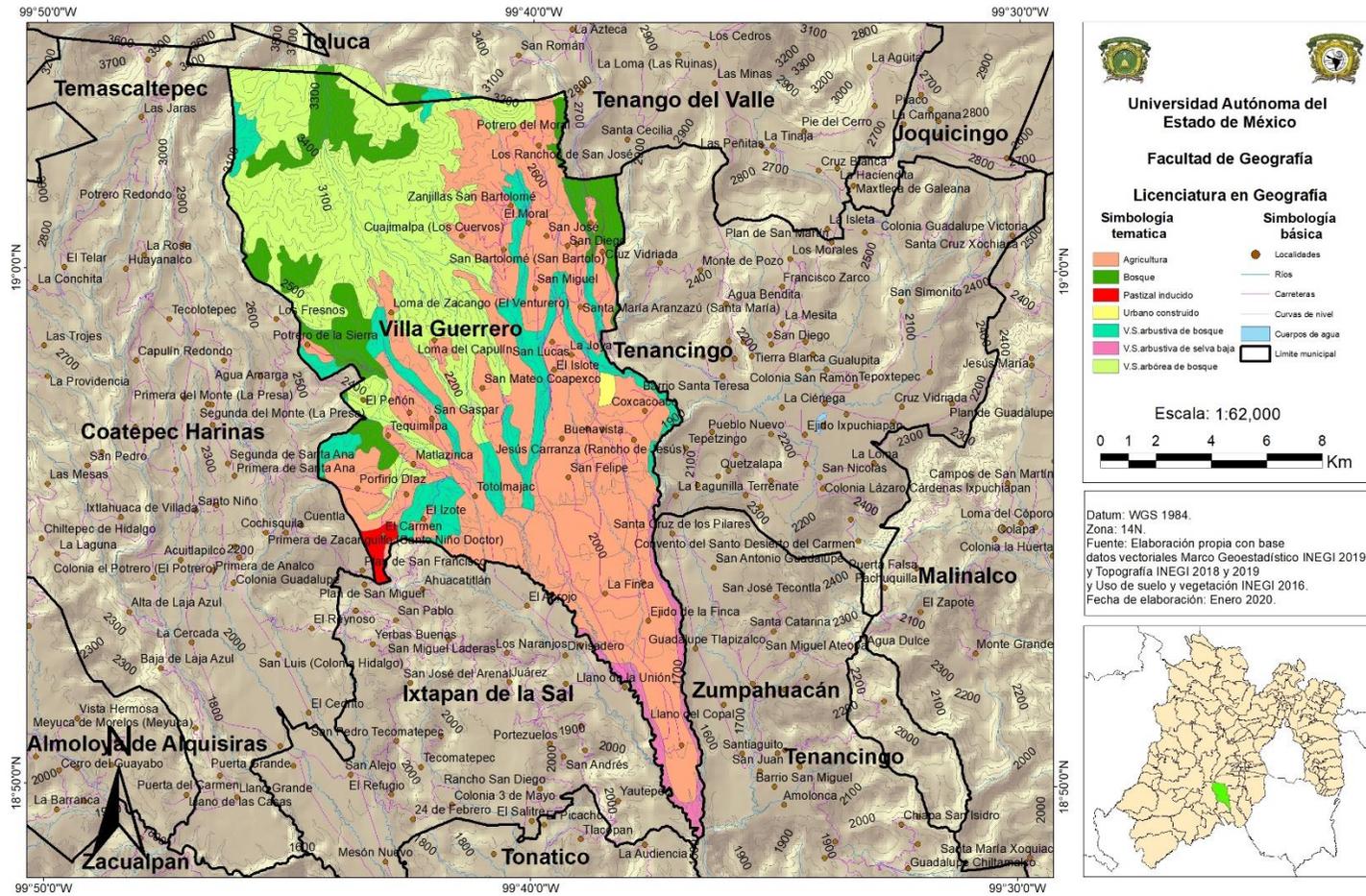
El total de superficie destinada al uso forestal es de 11,068 ha., de las cuales comparten área boscosa y especies arbustivas.

El suelo para el desarrollo de las actividades agropecuarias comprende un total de 8,746 hectáreas. Dentro de los principales productos que se cultivan en este municipio destacan: las flores de ornato que se cultivan, clavel, crisantemo, gladiolo, ave del paraíso, pospón, margarita, polar, rosas, bugambilias, nardos, tulipanes, lirios, alcatraz, entre las más importantes. Además, se cultiva la fresa, frijol, maíz, garbanzo, haba, lenteja, manzano, nogal, trigo, papa, zanahoria, alfalfa, avena y cebada.

El uso de suelo que se da a lo largo de la cabecera municipal es boscoso y de producción florícola, el uso urbano tiene 959 has en total contemplando la cabecera municipal y las localidades más grandes.

Entre las especies arbóreas que rodean la cabecera municipal se tienen el pino, oyamel, cedro, fresno, jacaranda, aguaje, causarina, aguacate, durazno, palmeras, amate, tejocote, pirul, ciruelo. Dentro del estrato florícola como actividad principal se tiene clavel, crisantemo, gladiolo, ave de paraíso, pospón, margarita, polar, rosas, bugambilias, nardos, tulipanes, lirios, alcatraz, etc. (PMDU Villa Guerrero, 2004).

**Mapa 11. Uso de suelo y vegetación del municipio de Villa Guerrero**



**Fuente: Elaboración propia con base datos vectoriales Marco Geoestadístico INEGI 2019 y Topografía INEGI 2018 y 2019 y Uso de suelo y vegetación INEGI 2016.**

## *Flora*

Por su variada posición altimétrica, su privilegiada situación geográfica y su excelente clima templado, Villa Guerrero es origen de una muy variada flora, tanto silvestre como cultivada.

En la parte media del municipio su vegetación ha sido transformada una y otra vez, primero en una hermosa arboleda de aguacate criollo (de pellejo), durazno, manzano, peral, etcétera, la cual rivaliza con su entorno de fresno, cedro blanco y otras variedades más (*INAFED, s.f.*).

## *Fauna*

La fauna propia del municipio se caracteriza por la abundancia de especies de las llamadas menores, aunque aún se pueden ver algunos especímenes de la llamada caza mayor, como son el jabalí, tejón, coyote, etcétera. Subsisten también verdaderas reminiscencias de la fauna antediluviana como son el armadillo, camaleón y otros reptiles. Destaca la supervivencia de especies en extinción como son el halcón dorado, conejo teporingo o zacatuche, coyote, xalcoyote, zorra y quebrantahuesos o coxcacauhtli (*INAFED, s.f.*).

## *Población*

De acuerdo a la población total del municipio es de 59991 habitantes en los cuales la población masculina es de 29293, población femenina es de 30698, la población de 0 a 2 años es de 4375, población de 3 años y más es de 55503, población de 5 años y más es de 52619, población de 12 años y más de 42652, población de 15 años y más de 38488, población de 18 años y más de 34401 y la población de 60 años y más es de 3959 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

## *Educación*

La población de 15 años y más con primaria incompleta es de 10070, la población de 15 años y más con primaria completa es de 10769, población de 15 años y más con secundaria incompleta es de 2018, población de 15 años y

más con secundaria completa es de 7475, la población de 18 años y más con educación pos-básica es de 4647 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### *Salud*

La población sin derechohabiencia a servicio de salud es de 18721, población derechohabiente a servicio de salud es de 40975, la población derechohabiente del IMSS de 1522, población derechohabiente del ISSSTE de 356, población derechohabiente del ISSSTE estatal de 1389 y población derechohabiente por el seguro popular es de 36893 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### *Economía*

La población económicamente activa es de 24860, la población económicamente no activa es de 17514, la población ocupada es de 24523 y la población desocupada es de 337 (*Datos estadísticos ITER INEGI, 2010*).

### **3.2 Análisis de las condiciones climáticas por localidad, periodo 1981-2010**

La geografía juega un papel sumamente importante para el estudio de los climas en cualquier región del mundo, del mismo modo, la climatología estudia los fenómenos meteorológicos que generan condiciones atmosféricas en determinada región, el clima involucra una serie de elementos además de las condiciones atmosféricas, las condiciones de humedad y temperatura, así como también la latitud, la altitud y la vegetación.

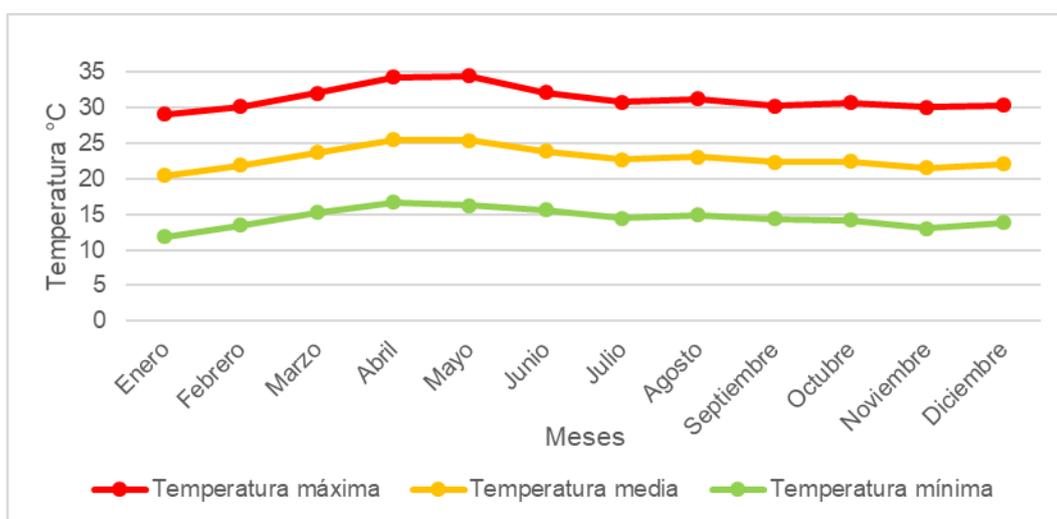
A continuación, se procederá a un análisis de los diferentes parámetros climáticos reflejados para determinar su comportamiento, considerando las variables climáticas de temperatura (máxima, media, mínima) y de precipitación anual dentro del periodo 1981-2010, tomando como base a las estaciones meteorológicas que corresponden a las localidades que serán el punto de partida para este estudio.

### 3.2.1 Municipio de Malinalco

#### 3.2.1.1 Colonia Hidalgo

La localidad de Colonia Hidalgo se encuentra situada a 17.1 km al sur de la cabecera municipal de Malinalco a una altitud de 1222 m.s.n.m, cuyas coordenadas geográficas son: 18° 47' 45" latitud norte y 99° 28' 03" longitud oeste.

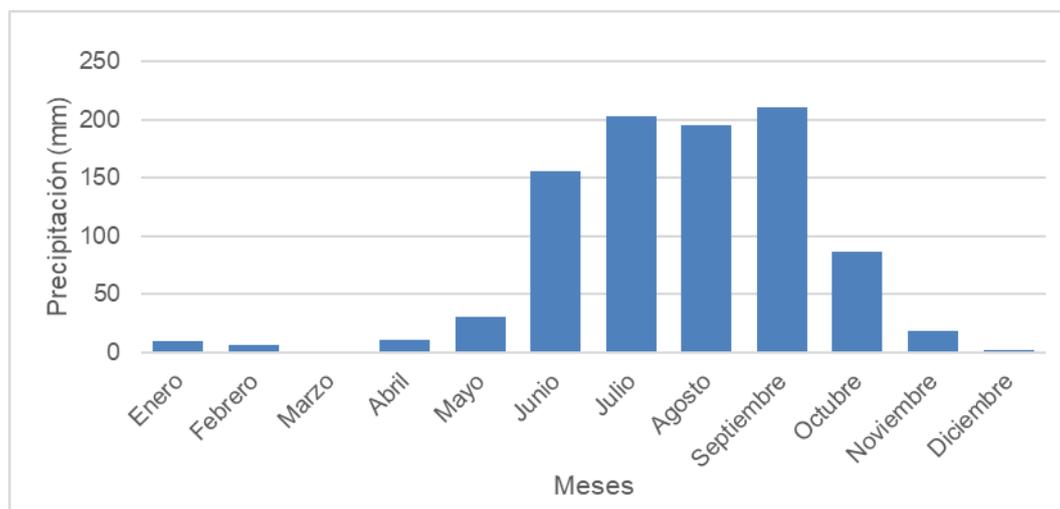
**Gráfica 1. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica 1, la localidad presenta temperaturas que van desde los 12°C hasta los 34.5°C; sin embargo, el periodo más caluroso se concentra en los meses de marzo a mayo donde su temperatura máxima oscila entre los 32.1°C y los 34.5°C, mientras que su temperatura media oscila entre los 23.7°C y los 25.4°C, y la temperatura mínima oscila entre 15.3°C y 16.7°C para esos meses. En la temporada más fría del año, la temperatura tiende a descender a los 11.9°C como mínima, mientras que la máxima asciende a los 29.1°C y la media a los 20.5°C.

**Gráfica 2. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo**



**Fuente:** *Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

Con relación a lo anterior, la gráfica 2 representa dos máximas de precipitación, una en el mes de julio con un valor registrado de 203.0 mm y la otra de 210.8 mm para el mes de septiembre (el más húmedo del año), cabe mencionar que hay presencia de sequía intraestival o canícula, y por lo cual, de acuerdo con García (1973) y Mosiño (1974), se emplean las siguientes fórmulas:

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

**Donde:**

**AP**= Amplitud pluviométrica

**Y1, Y2, Y3...**= Valores mensuales de precipitación

$$S.I (\%) = \frac{AP}{\sum P} (100)$$

**Donde:**

**S.I (%)**= Porcentaje de sequía intraestival

**AP**= Amplitud pluviométrica

**$\sum P$** = Precipitación anual

Para obtener la amplitud pluviométrica, se calculó de la siguiente manera:

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

$$AP= \frac{1}{2} (203) - 195.2 + \frac{1}{2} (210.8)$$

$$AP= 101.5 - 195.2 + 105.4$$

$$AP= 11.3$$

Para obtener el porcentaje de sequía intraestival, se calculó de la siguiente manera:

$$S.I (\%)= \frac{AP}{\sum P} (100)$$

$$S.I (\%)= \frac{11.3}{933.3} (100)$$

$$S.I (\%)= 0.0121 (100)$$

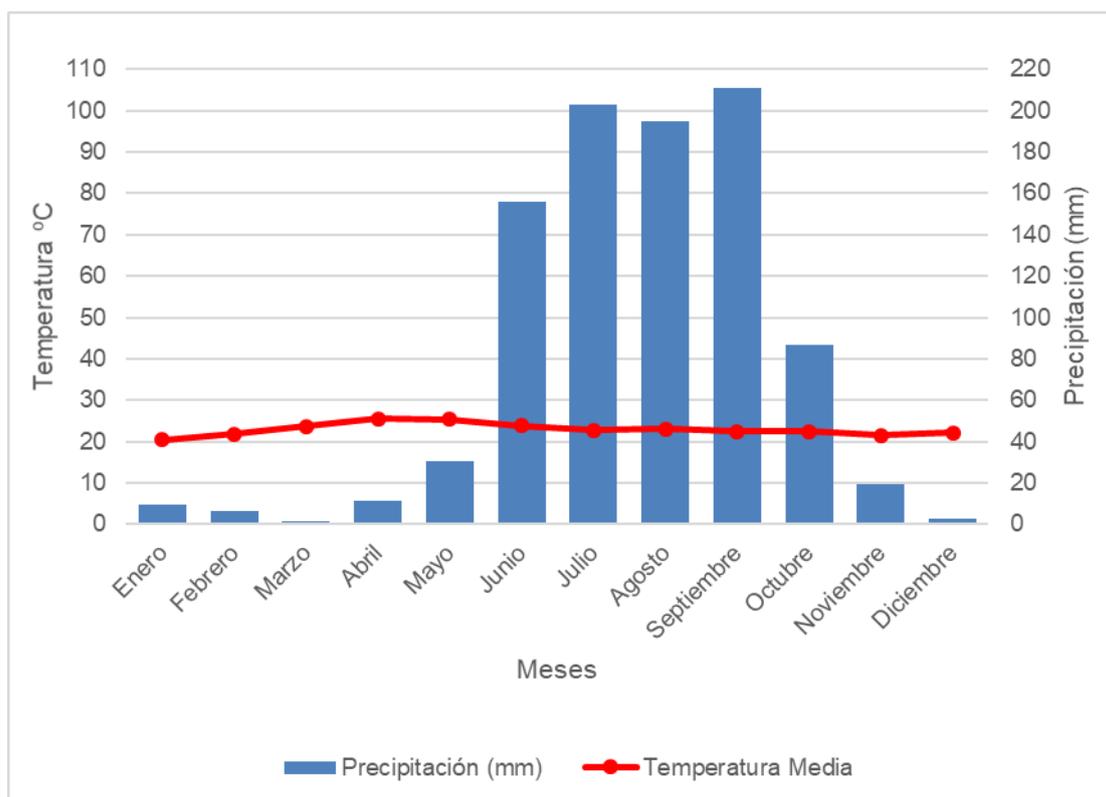
$$S.I (\%)= 1.2$$

Por lo tanto, de acuerdo con el porcentaje de sequía intraestival según García (1973) es baja con un valor registrado de 1.2%.

Respecto a la temporada más seca del año que coincide con la temporada más fría del año dentro de esta localidad, se registró en el mes de marzo una precipitación mínima de 1.4 mm, mismo que es considerado el mes menos lluvioso del año, a pesar de la estación entrante que presenta condiciones climáticas similares a la anterior, tales como el aumento de la temperatura diurna y presencia de chubascos por la tarde y noche.

En términos generales, de acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por Enriqueta García, el tipo de clima que predomina en esta localidad es cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano **Aw<sub>0</sub>(w)(i')gw''**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (1.90%), oscilación térmica de 5°C (isotermal), presencia de canícula y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

**Gráfica 3. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo**



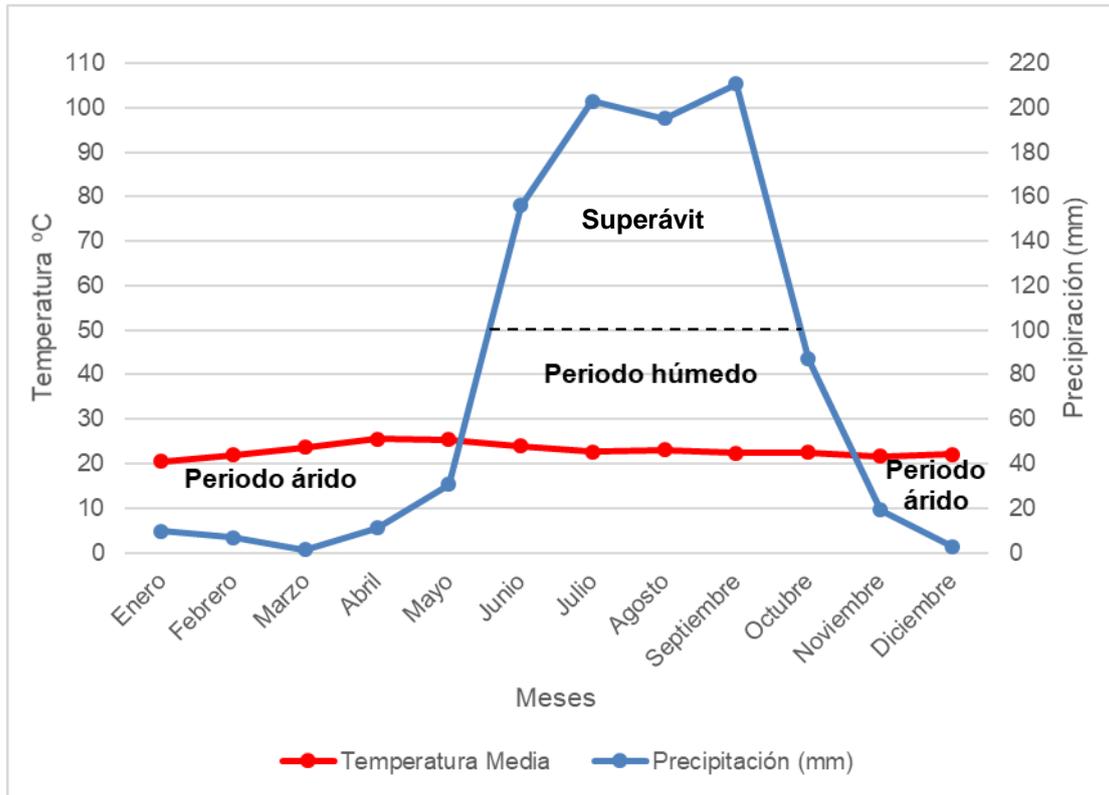
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 3 nos muestra que las temperaturas superiores se encuentran en dos meses en los cuales son abril 25.5°C y mayo con 25.4°C, los dos meses con la menor precipitación son marzo con 1.4 mm y diciembre con 2.7 mm; cabe mencionar que los meses que superan los 100 mm de precipitación son los meses de junio y agosto, los meses con una precipitación superior a los 200 mm son los meses de junio y septiembre.

Una relación que hay entre la temperatura y la precipitación en la cual se ve en los meses de junio, agosto y septiembre en los cuales estos están por encima de su temperatura media que tiene es decir hay una mayor precipitación que temperatura en los meses mencionados.

Hay presencia de sequía intraestival en el mes de agosto esto debido a que los meses de julio y septiembre tiene una precipitación superior a agosto.

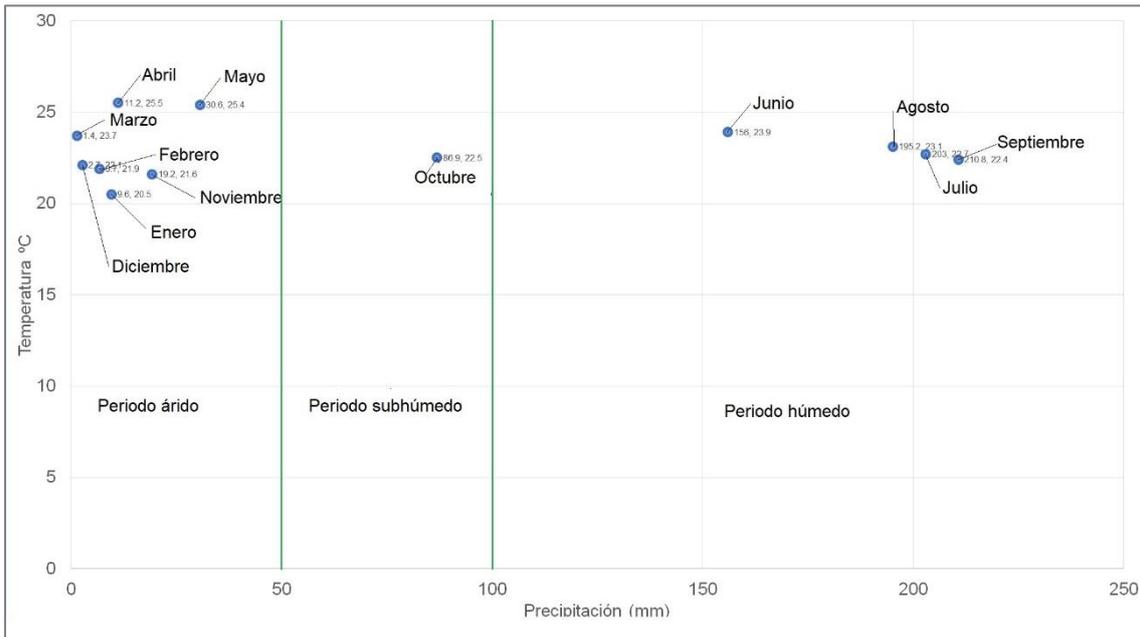
**Gráfica 4. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica 4 representa la relación que hay en temperatura media y precipitación en lo cual las precipitaciones superiores a los 100 mm se encuentran en los meses de junio a septiembre en los cuales estos se encuentran en un periodo húmedo que a su vez estos son los meses más lluviosos, teniendo la temperatura media entre los 22.4°C a 23.9 °C, cabe señalar que las dos temperaturas más altas son en el mes de abril con 25.5°C y mayo con 25.4°C y los meses que tiene la menor precipitación son marzo con 1.4 mm y diciembre con 2.7 mm.

**Gráfica 5. Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

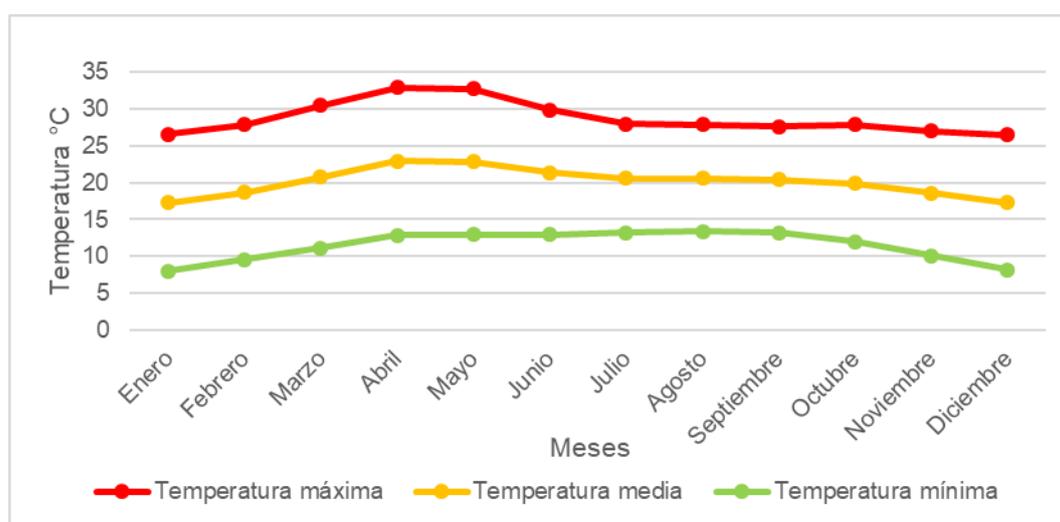
Con relación a la gráfica 5 nos muestra tres tipos de periodos que se encuentran, el primer periodo es árido en el cual este se caracteriza que tiene una precipitación de 0 a 50 mm en los cuales estos se encuentran en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre, el segundo periodo que es subhúmedo que son de 50 a 100 mm de precipitación en el cual este solo se encuentra en el mes de octubre y el periodo húmedo se encuentra con una precipitación a partir de los 100 mm de precipitación en lo cual este se encuentran los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

El periodo que predomina en esta estación es el periodo árido en el cual se encuentran 7 meses, el segundo periodo es húmedo con 4 meses y por último el periodo subhúmedo con solo un mes, su temperatura oscila entre los 20°C a 26°C.

### 3.2.1.2 Puente Caporal

La localidad de Puente Caporal se encuentra situada a 6.5 km de la cabecera municipal de Malinalco en dirección sureste a una altitud de 1508 m.s.n.m. De acuerdo a su situación geográfica, se encuentra ubicado bajo las siguientes coordenadas geográficas: 18° 54' 05" latitud norte y 99° 27' 08" longitud oeste.

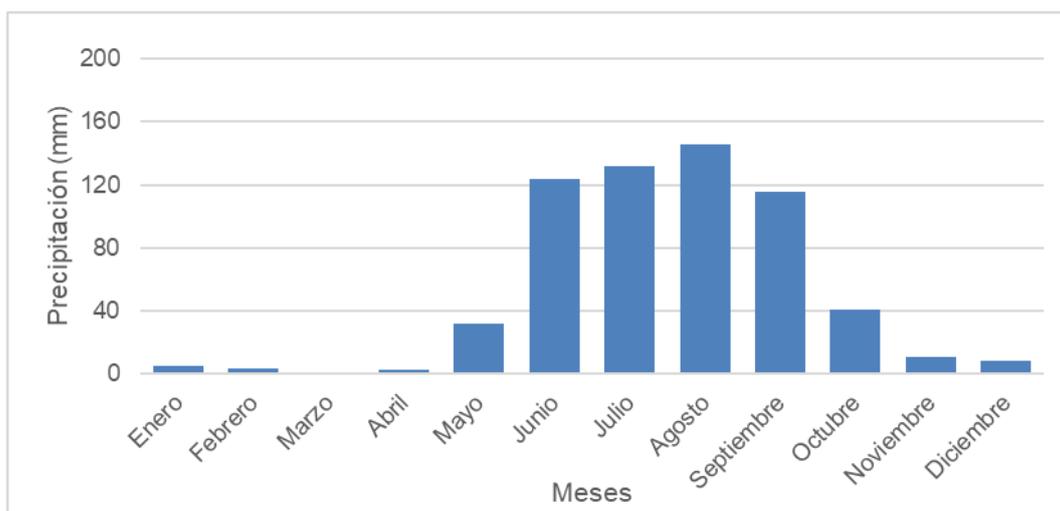
**Gráfica 6. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

En base a la información obtenida en la gráfica 6, la temporada más calurosa del año se concentra en los meses de abril y mayo, cuyos valores de temperatura máxima oscilan entre 32.9°C y 32.7°C; la temperatura máxima en la temporada más fría del año se concentra entre 26.5°C y 26.6°C, razón por la cual la oscilación térmica es menos considerable. No obstante, para el caso de la temperatura media mensual, la oscilación térmica tiende a ser moderadamente variable, por lo que abril y mayo son las dos máximas de temperatura registradas dentro de la época más calurosa, mientras que enero la temperatura mínima se registra en 8.0°C. Del mismo modo, la temperatura mínima al igual que la temperatura media no presentan fuertes oscilaciones, siendo diciembre y enero los meses más fríos de este periodo.

**Gráfica 7. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal**



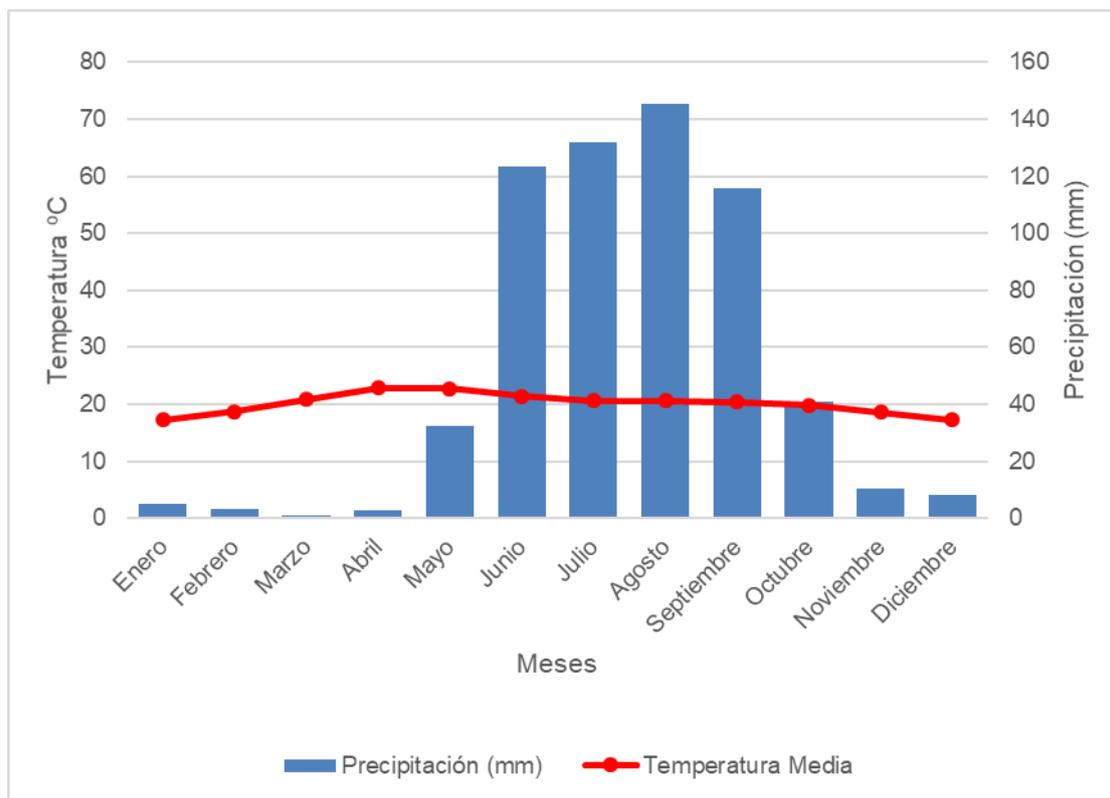
**Fuente:** *Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

La gráfica 7 representa la temporada más lluviosa y la menos lluviosa del periodo, por lo que el periodo más húmedo comienza a partir de mayo a octubre, siendo agosto el mes más húmedo con 145.5 mm. Presenta una estación seca bien definida en la mitad fría de este periodo, siendo marzo el mes más seco con 1.2 mm. No existe la presencia de sequía intraestival o canícula, por lo que el aumento de precipitación es significativo entre el mes de mayo y junio y su descenso es sumamente constante.

No obstante, las precipitaciones se empiezan a concentrar a partir del mes de abril debido a que la temporada más calurosa de año tiende a generar más humedad provocando así la formación de nubes que dan lugar a las precipitaciones, y, por lo tanto, se reducen las horas de insolación.

De acuerdo con la Clasificación Climática de Köppen modificada por Enriqueta García, el tipo de clima que predomina es seco estepario semiárido con régimen de lluvias en verano **BS<sub>1</sub>hw(w)(i')g**, lo que significa es que se encuentra ubicado dentro del límite de los climas subhúmedos y semisecos, semicálido, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (1.54%), oscilación térmica de 5.6°C (con escasa oscilación térmica), sin presencia de canícula, la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

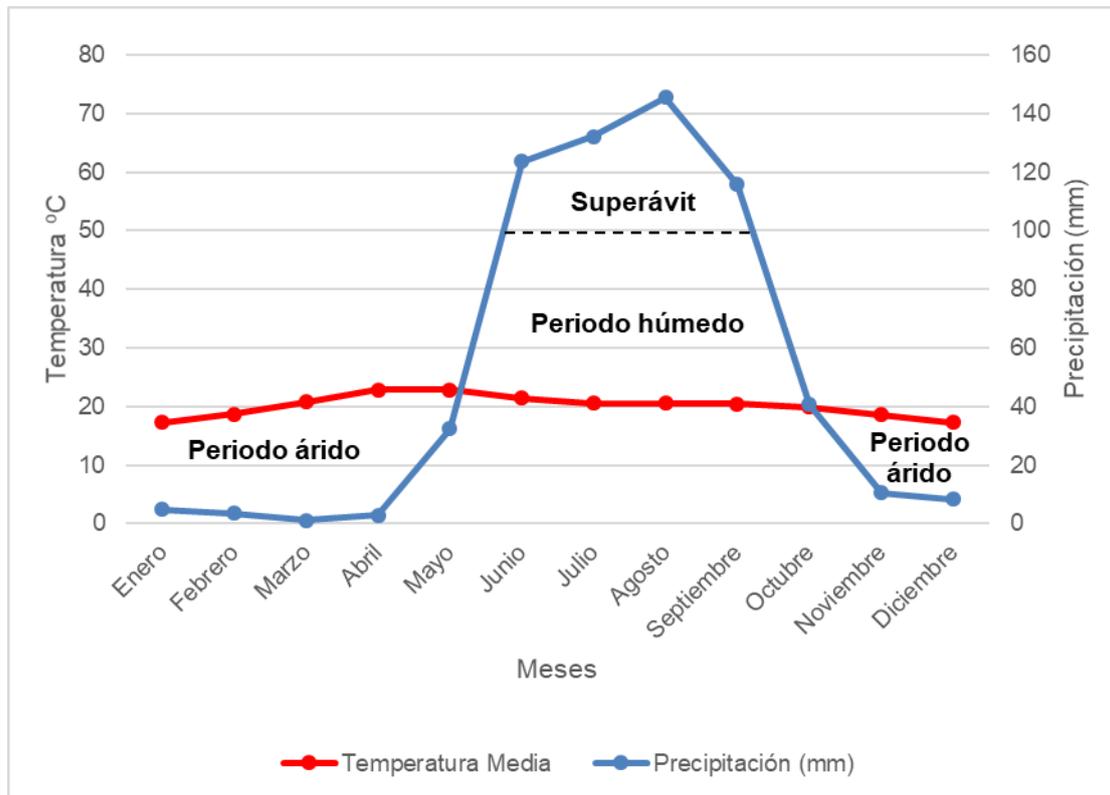
**Gráfica 8. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 8 nos muestra que las mayores temperaturas estas se encuentran en los meses de abril con 22.9°C y mayo con 22.8°C en lo cual el mes con la menor precipitación es marzo que tiene 1.2 mm. Los meses con una precipitación superior a los 100 mm son los meses de junio a septiembre, cabe resaltar que en el mes de agosto este tiene una precipitación superior a su temperatura es decir que es ese mes llueve más a su temperatura.

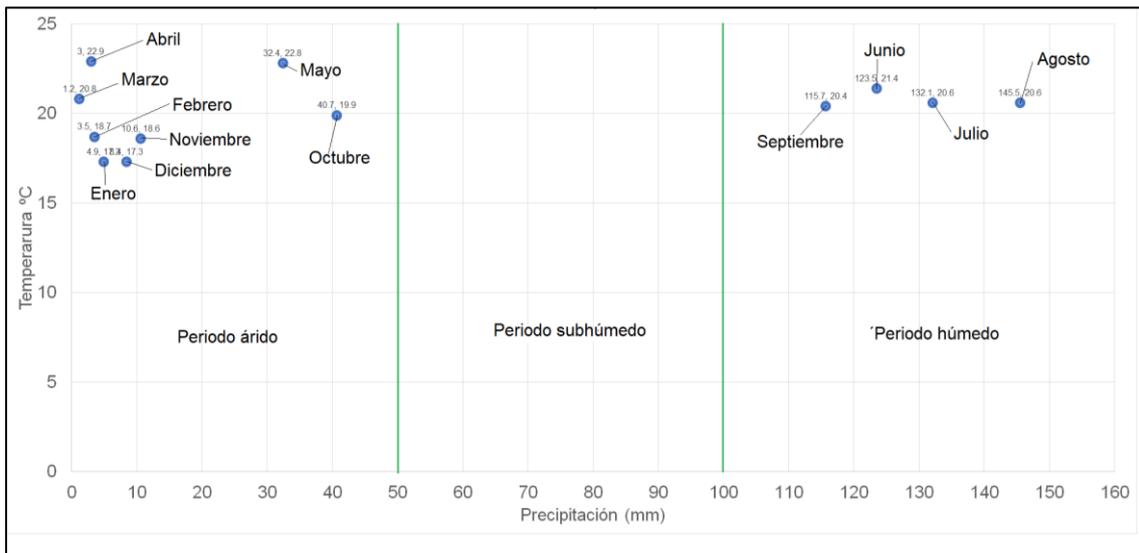
**Gráfica 9. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la siguiente gráfica 9 este nos muestra la relación que hay entre la temperatura teniendo en cuenta que los meses con una precipitación superior a los 100 mm son los meses de junio a septiembre estos se encuentran en un periodo húmedo en lo cual las temperaturas oscilan en los 20.4°C a los 21.4°C, cabe resaltar que en el mes de julio tanto su temperatura como precipitación se encuentran en un estado neutro y en el mes de agosto este tiende a tener una precipitación superior a su temperatura.

**Gráfica 10. Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal**



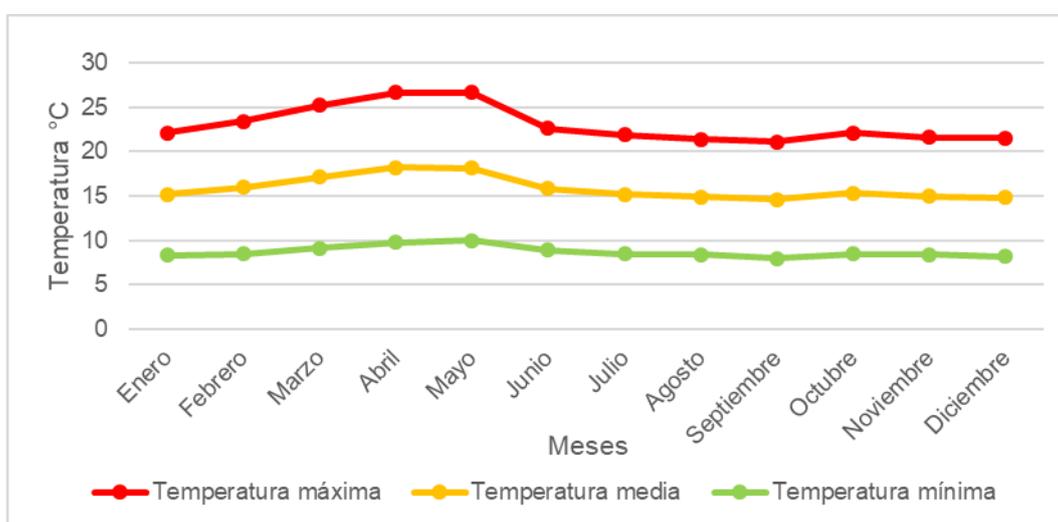
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 10 este nos muestra los diferentes periodos que se encuentran los meses, comenzando con el periodo árido con precipitaciones inferiores a los 50 mm que son los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre el segundo periodo es húmedo que estos son a partir de los 100 mm de precipitación en los cuales se encuentran en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Cabe mencionar que en esta estación domina el periodo árido con 8 meses del año, su temperatura se encuentra entre los 17°C a 23°C y los meses restantes se encuentran en el periodo húmedo siendo solo 4, cabe mencionar que no se encuentra el periodo subhúmedo.

### 3.2.1.3 San Sebastián E-27

La localidad de San Sebastián se encuentra localizado a 3.8 km en dirección norte de la cabecera municipal de Malinalco a una altitud es de 2040 m.s.n.m. Es considerada como una de las localidades de mayor altitud dentro del municipio sólo superada por San Simón El Alto (2400 m.s.n.m), la más alta del municipio. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: 18° 58' 26" latitud norte y 99° 29' 05" longitud oeste.

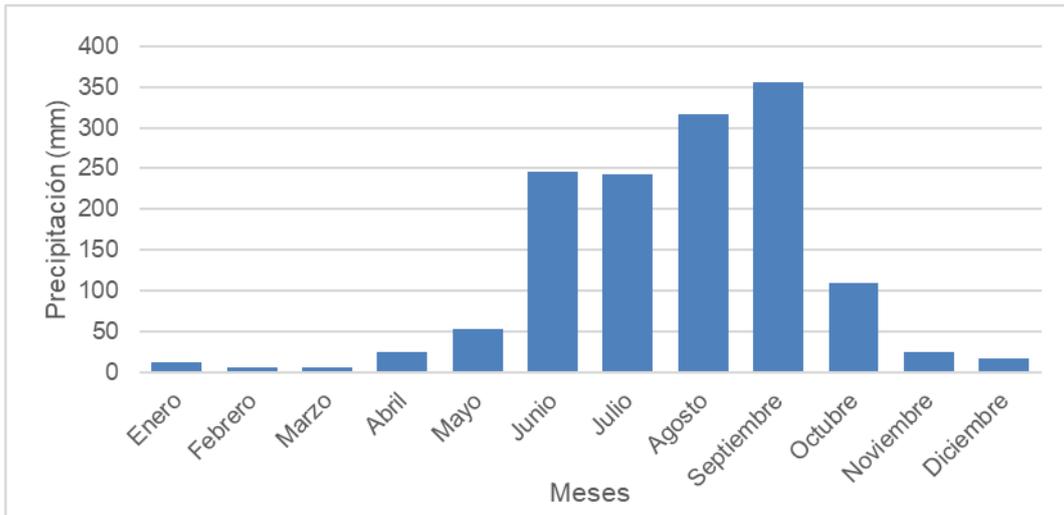
**Gráfica 11. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

En base a la gráfica 11, las temperaturas más altas se concentran en los meses de abril y mayo que superan los 30°C, siendo abril y mayo los meses más calurosos con 26.6°C, mientras que en los demás meses se encuentran entre los 22°C y 25°C dentro de la variable de las máximas. Para el caso de la temperatura media mensual, el máximo valor se registra en los meses de abril y mayo, mientras que para enero la temperatura se registra en 15.2°C en la época más fría. La temperatura mínima mensual se concentra en la temporada invernal, donde diciembre, enero y febrero son los meses más fríos y cuyos valores se concentran entre los 8.2°C y 8.5°C.

**Gráfica 12. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Acorde con la gráfica 12, representa una concentración de precipitación a partir del mes de mayo a octubre, siendo septiembre el mes más lluvioso con 355.9 mm, que está contemplado dentro de la estación más lluviosa de este periodo. Hay presencia de sequía intraestival, para su obtención se calculó bajo la siguiente fórmula, de acuerdo con García (1973) y Mosiño (1974):

$$AP= Y1 - Y2 - Y3 + Y4$$

**Donde:**

**AP=** Amplitud pluviométrica

**Y1, Y2, Y3...=** Valores mensuales de precipitación

$$AP= Y1 - Y2 - Y3 + Y4$$

$$AP= 246.5 - 243 - 316.9 + 355.9$$

$$AP= 42.5$$

Y del mismo modo, se aplicó la misma fórmula para obtener el porcentaje de sequía intraestival:

$$S.I (%)= \frac{AP}{\sum P} (100)$$

$$S.I (%)= \frac{42.5}{1414.0} (100)$$

$$S.I (\%)= 0.0300 (100)$$

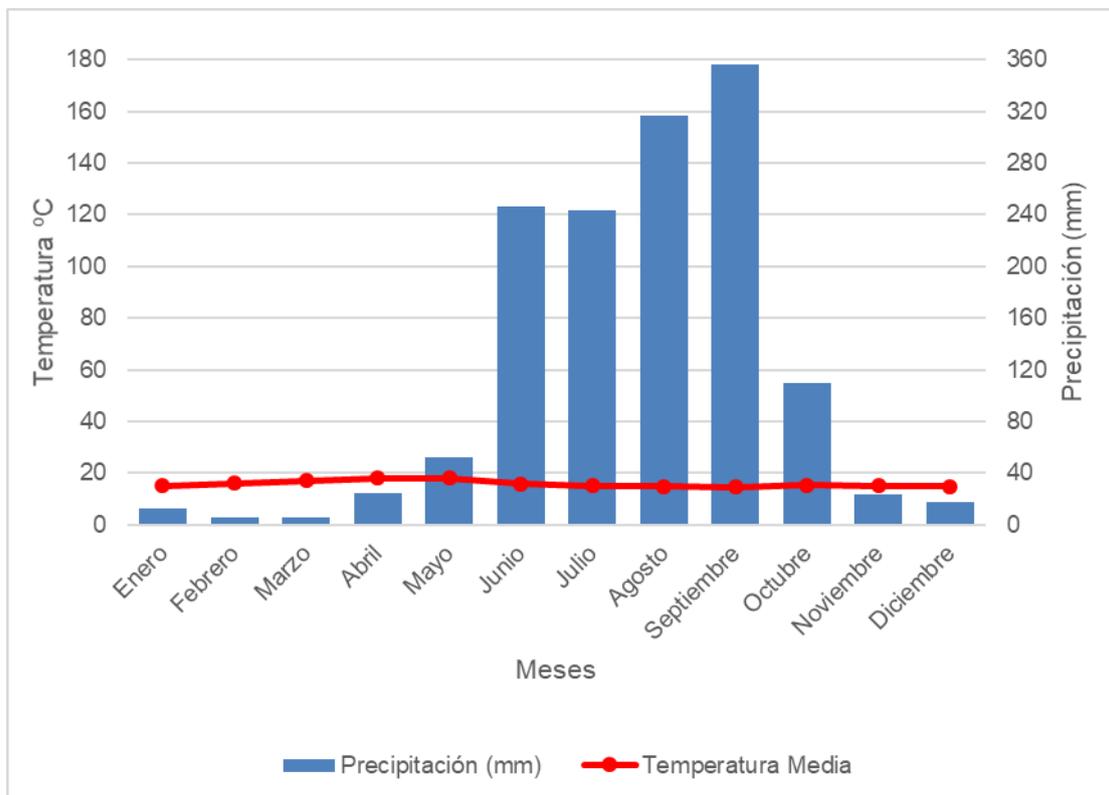
$$S.I (\%)= 3.0$$

Su porcentaje de sequía intraestival es de 3.0%.

Tiene una estación seca moderadamente definida por lo que febrero es el mes más seco con una precipitación mínima de 5.4 mm. La temperatura decrece conforme se concentran las precipitaciones en la temporada más lluviosa del año esto debido a la falta de insolación que ocasiona la concentración de nubes.

En otras palabras, el tipo de clima que predomina según Köppen y Enriqueta García es templado subhúmedo con verano fresco, cuyo régimen de lluvias se concentra en el verano **Cbw<sub>2</sub>(w)igw**", con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (1.69%), oscilación térmica de 3.6°C (isotermal), con presencia de canícula, la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

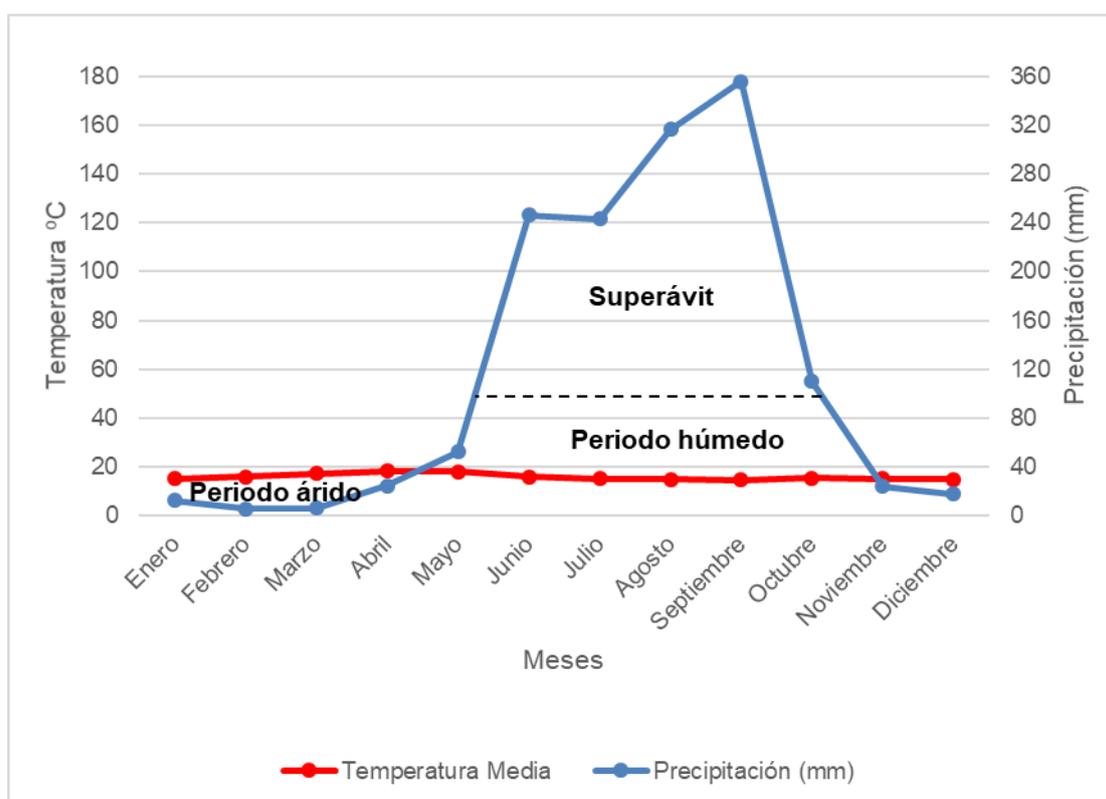
**Gráfica 13. Climograma, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 13 nos muestra que las temperaturas superiores se encuentran en los meses de abril con 18.2°C y mayo con 18.1°C en lo cual los meses con menor precipitación se encuentran en los meses de febrero con 5.4 mm y marzo con 5.9 mm de precipitación, los meses que tiene una precipitación superior a los 200 mm son los meses de junio y julio, en lo cual los meses con una precipitación superior a los 300 mm son agosto y septiembre, cabe resaltar que los meses anteriormente mencionados estos tiene una precipitación superior a los de su temperatura.

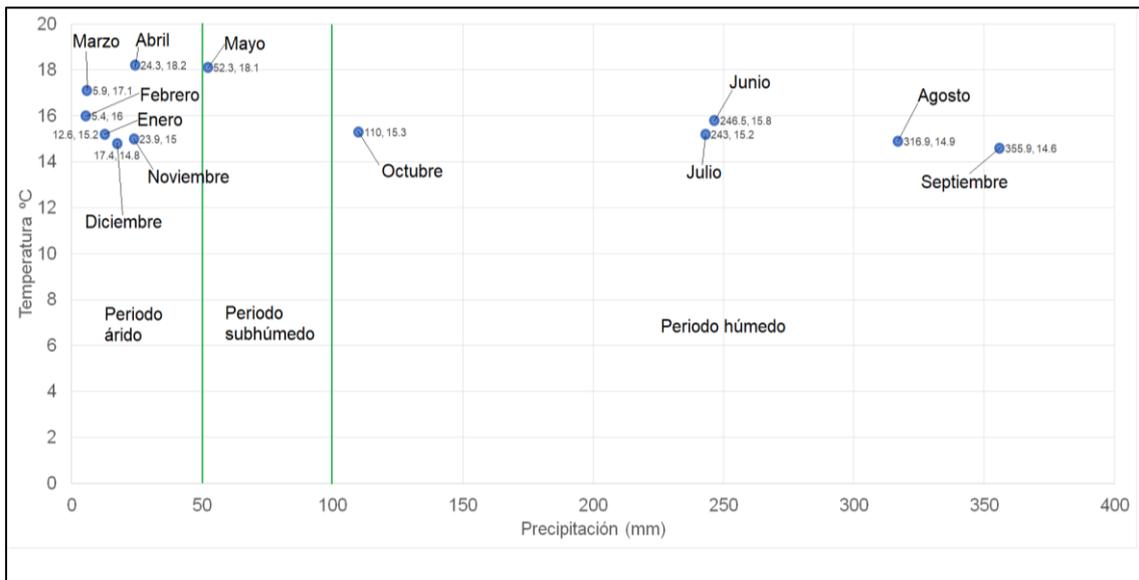
**Gráfica 14. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 14 respecto a la precipitación vemos que los meses que tiene una precipitación superior a los 100 mm están en un periodo húmedo en los cuales estos están desde los meses de junio a octubre, resaltando que en los meses de agosto y septiembre tiene una precipitación superior a su temperatura.

**Gráfica 15. Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

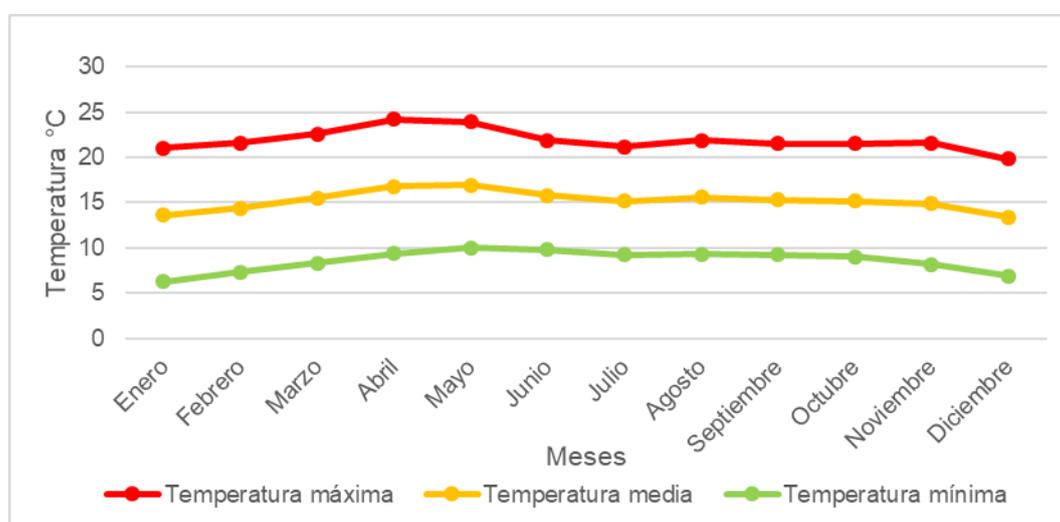
Con relación a la gráfica 15 se muestra que los diferentes periodos en los cuales se encuentra en la estación mencionando en primera parte es el periodo árido en el cual se encuentra en los meses de enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre que tiene una precipitación de 0 a 50 mm, en el periodo subhúmedo se encuentra solamente el mes de mayo en los cuales se encuentran con precipitaciones a los 50 a 100 mm y en el periodo húmedo se encuentran los meses de octubre, junio, julio, agosto y septiembre en los cuales estos cuentan con una precipitación de superior a los 100 mm, teniendo en cuenta que la mayoría de los meses se encuentran en el periodo árido es decir que en esta estación predomina el periodo árido con una temperatura entre 14°C a 19°C.

### 3.2.2 Municipio de Villa Guerrero

#### 3.2.2.1 El Islote

La localidad de El Islote se encuentra situado a 2 km en dirección suroeste de la cabecera municipal de este municipio a una altitud de 2199 m.s.n.m, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 18° 58' 04" de latitud norte y 99° 39' 22" de longitud oeste.

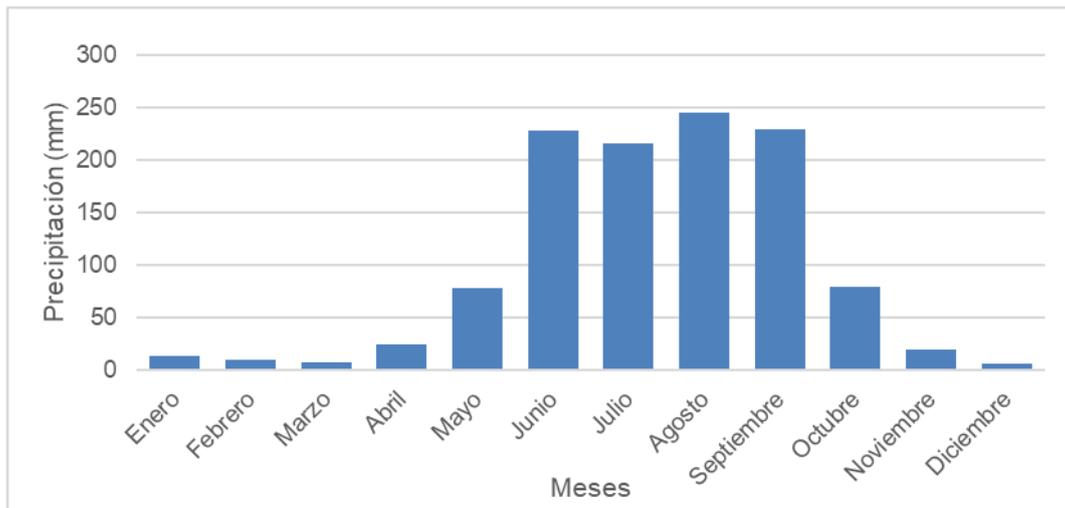
**Gráfica 16. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación El Islote**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica 16, refleja el ascenso y descenso de la temperatura de manera uniforme, por lo que el mes más caluroso se presenta en el mes de abril con una máxima de 24.2°C, una media de 16.8°C y una mínima de 9.4°C, mientras que para el caso de la temporada más fría del año la temperatura desciende a una mínima de 6.3°C misma que posee de una máxima de 21°C en el mes de enero.

**Gráfica 17. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación El Islote**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

En base al gráfico anterior 17, existe una disminución de lluvia en la estación más húmeda del año entre los meses de junio y agosto de manera ligera, lo que significa que hay presencia de canícula o sequía intraestival, para tal caso obtenemos su porcentaje en base a las fórmulas que hemos usado con anterioridad:

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

$$AP = \frac{1}{2} (228.5) - 216.8 + \frac{1}{2} (245.2)$$

$$AP = 114.2 - 216.8 + 122.6$$

$$AP = 20$$

$$S.I (\%) = \frac{AP}{\sum P} (100)$$

$$S.I (\%) = \frac{20}{1160.1} (100)$$

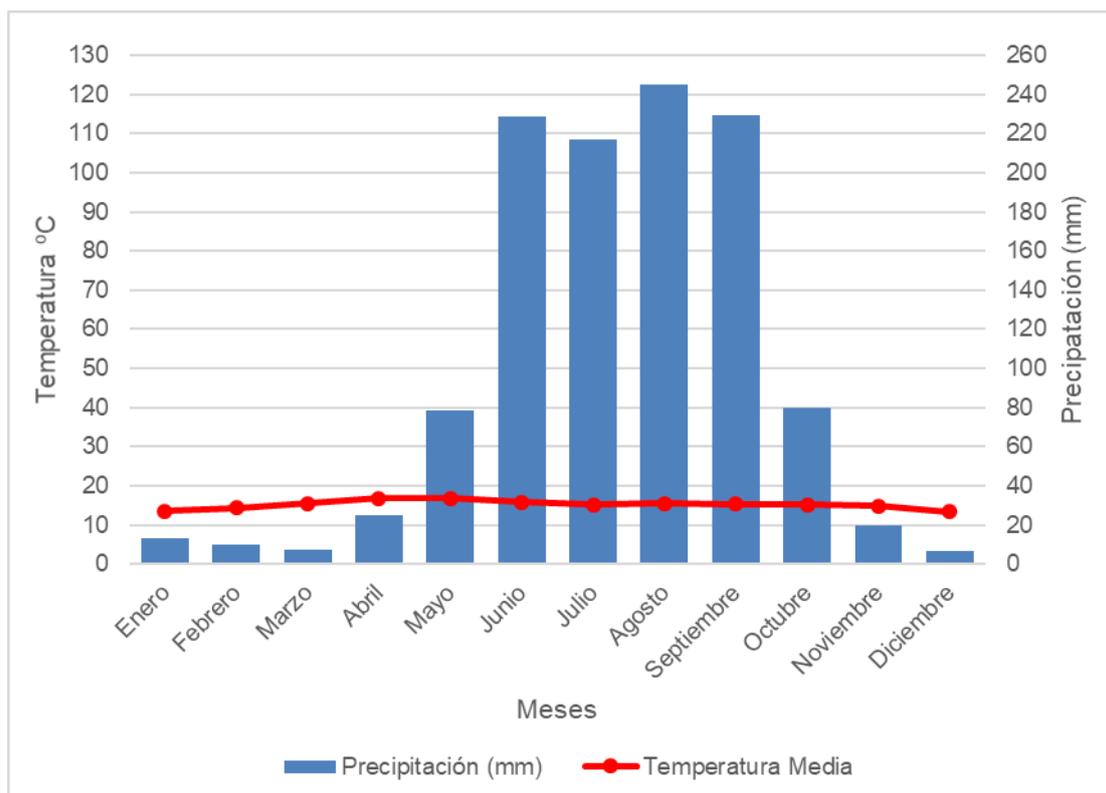
$$S.I (\%) = 0.0172 (100)$$

$$S.I (\%) = 1.7$$

De acuerdo al resultado arrojado para obtener el porcentaje de sequía intraestival es de 1.7%, por lo tanto, de acuerdo con García (1973) es bajo. Respecto al comportamiento de la precipitación en la temporada más seca del año, se registró una precipitación mínima de 6.6°C en el mes de diciembre.

De acuerdo con la Clasificación Climática de Köppen modificada por Enriqueta García, se trata de un clima tipo templado subhúmedo con régimen de lluvias en el verano **Cbw<sub>2</sub>(w) igw"**, con porcentaje de precipitación invernal menor del 5% (2.67%), oscilación térmica de 3.5°C (isotermal) y la temperatura más alta se concentra antes del solsticio de verano y presencia de canícula.

**Gráfica 18. Climograma, periodo 1981-2010, Estación El Islote**

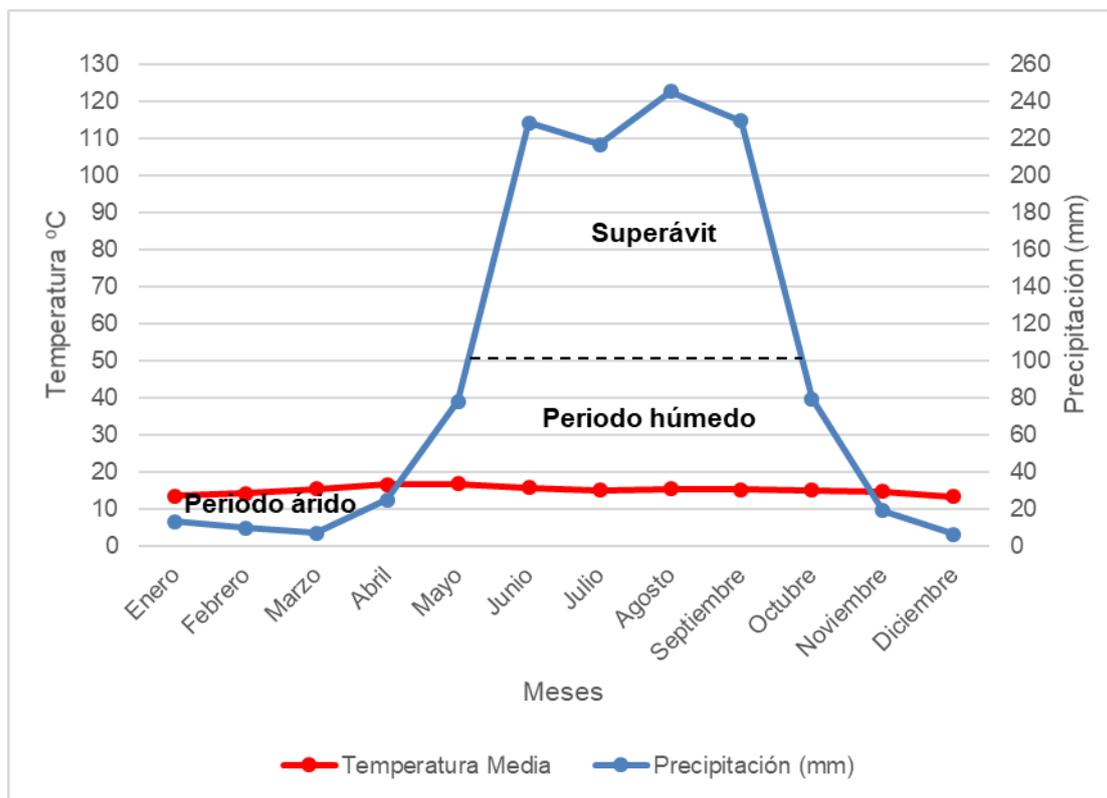


**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 18 nos muestra la relación que hay entre la temperatura media y la precipitación en la cual los meses que tienen una precipitación superior a los 200 mm son los meses de junio, julio, agosto y septiembre; estos corresponden a una temperatura que se encuentran entre los 15.2°C a los 15.8°C.

Los meses de mayo y octubre tiene una precipitación que supera los 70 mm en los cuales estos se encuentran con una temperatura de 15.2°C a 16.8°C. El mes con la menor precipitación es de diciembre con una precipitación de 6.6 mm y cuenta con una temperatura de 13.4°C.

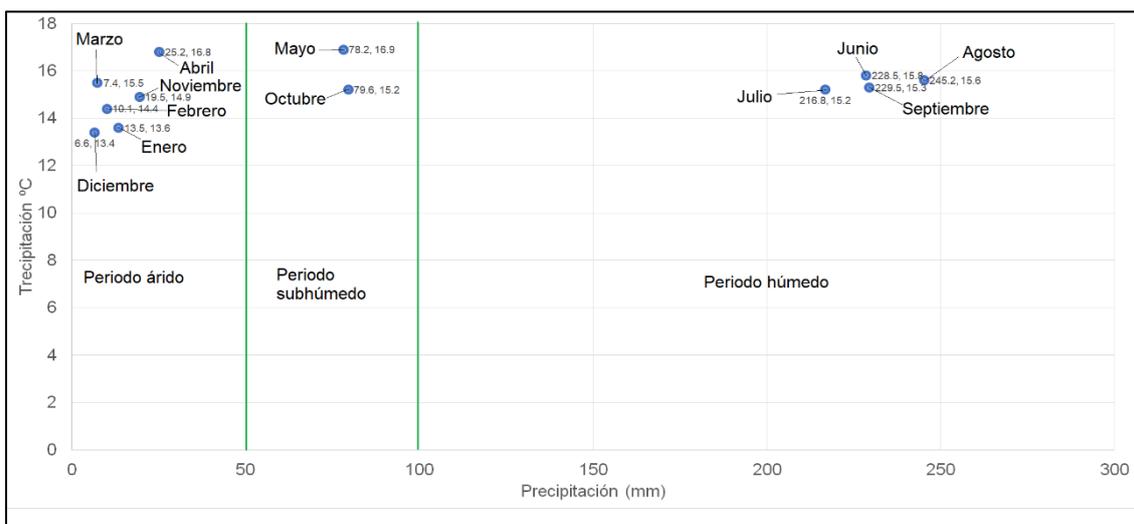
**Gráfica 19. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación El Islote**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 19 la relación que nos muestra que el periodo húmedo se encuentra desde los meses de junio a septiembre en los cuales esto es a partir de los 100 mm de precipitación, cabe mencionar que los meses superan los 200 mm de precipitación en los cuales estos meses tiene una temperatura que se encuentran de 15.2°C a 15.8°C.

**Gráfica 20. Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación El Islote**



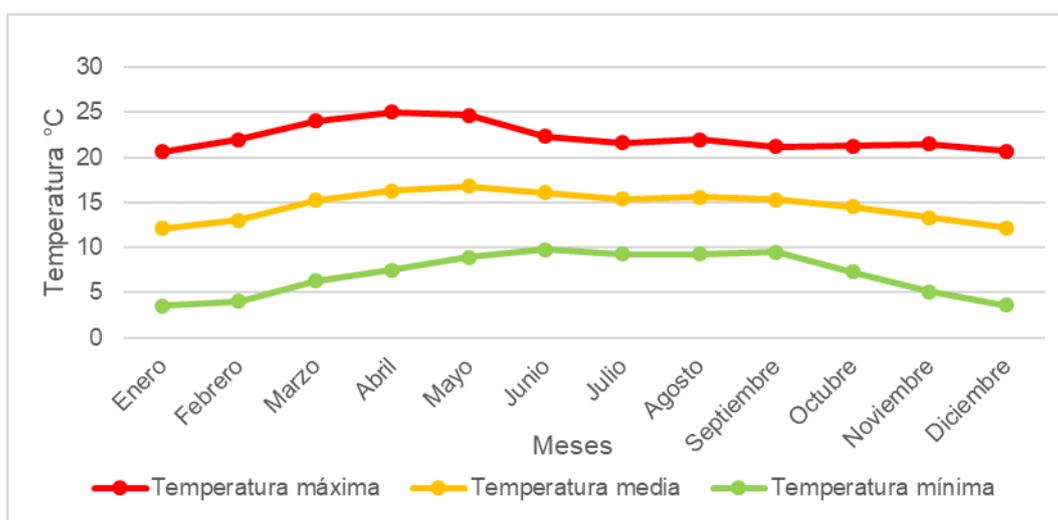
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 20 nos muestra que en el periodo árido se encuentra el mayor número de meses en los cuales estos son 6 que corresponde a enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre en donde este tiene una precipitación inferior a los 50 mm de precipitación, en el periodo subhúmedo en los cuales estos se encuentran de los 50 a 100 mm de precipitación en los cuales son solo dos meses que son mayo y octubre; para los meses que se encuentran en un periodo húmedo esto se a partir de los 100 mm de precipitación que los meses son junio, julio, agosto y septiembre. Resaltando que en esta estación domina el periodo árido por la cantidad de meses que se encuentran, en lo cual su temperatura oscila entre los 13°C a 26°C.

### 3.2.2.2 Porfirio Díaz

La localidad de Porfirio Díaz está situada en dirección poniente de la cabecera municipal de Villa Guerrero a una distancia de 9.7 km. De acuerdo a su posición geográfica, sus coordenadas geográficas son: latitud norte 18° 55' 43" y longitud oeste 99° 43' 43", con una altitud de 2440 m.s.n.m.

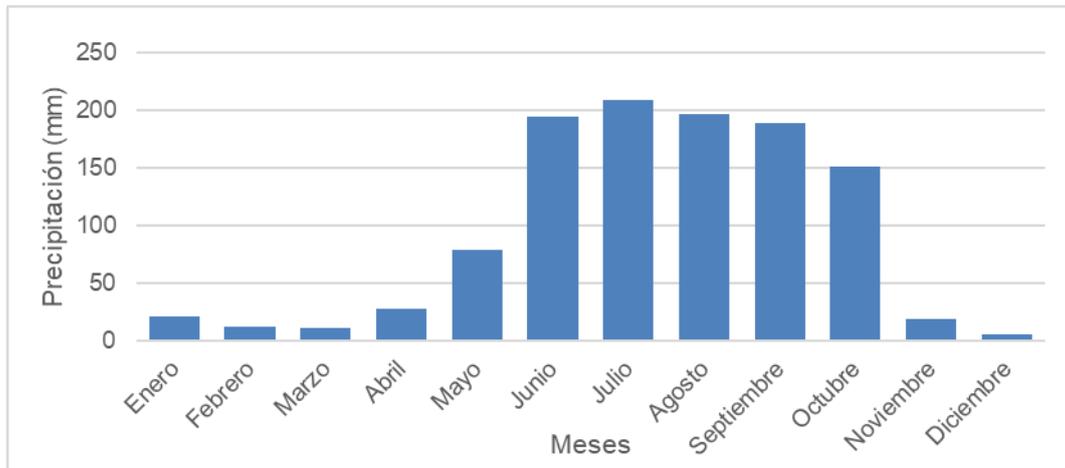
**Gráfica 21. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Respecto a la gráfica anterior 21, abril es el mes más caluroso del año con una temperatura máxima registrada de 25°C y con una mínima de 7.5°C, y su amplitud térmica es sumamente significativa debido a la poca presencia de precipitación y humedad en el suelo. En el caso de la temporada más fría del año, enero es el mes más frío del año con una temperatura mínima registrada de 3.5°C debido a que es una de las localidades más altas del municipio por lo que existe la probabilidad de heladas para este mes.

**Gráfica 22. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz**

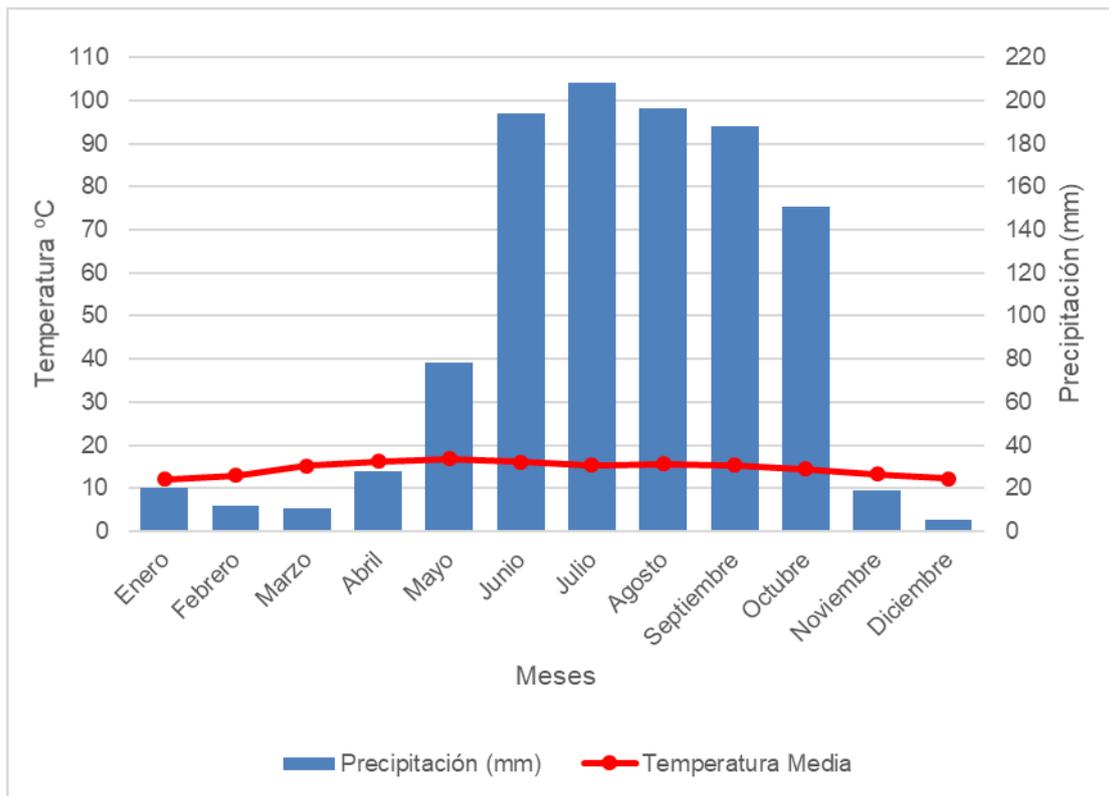


**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Acorde a la gráfica 22, representa la temporada la más y la menos lluviosa del año, por lo que el periodo más húmedo comienza a partir de mayo a octubre, siendo julio el mes más húmedo con 208.4 mm. Presenta una estación seca bien definida en la mitad fría de este periodo, siendo diciembre el mes más seco con 5.3 mm. No hay presencia de canícula o sequía intraestival.

El tipo de clima que predomina, de acuerdo a Köppen, es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano **Cbw<sub>2</sub>(w)ig**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (3.86%), con una oscilación térmica baja de 4.7°C, sin presencia de canícula y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

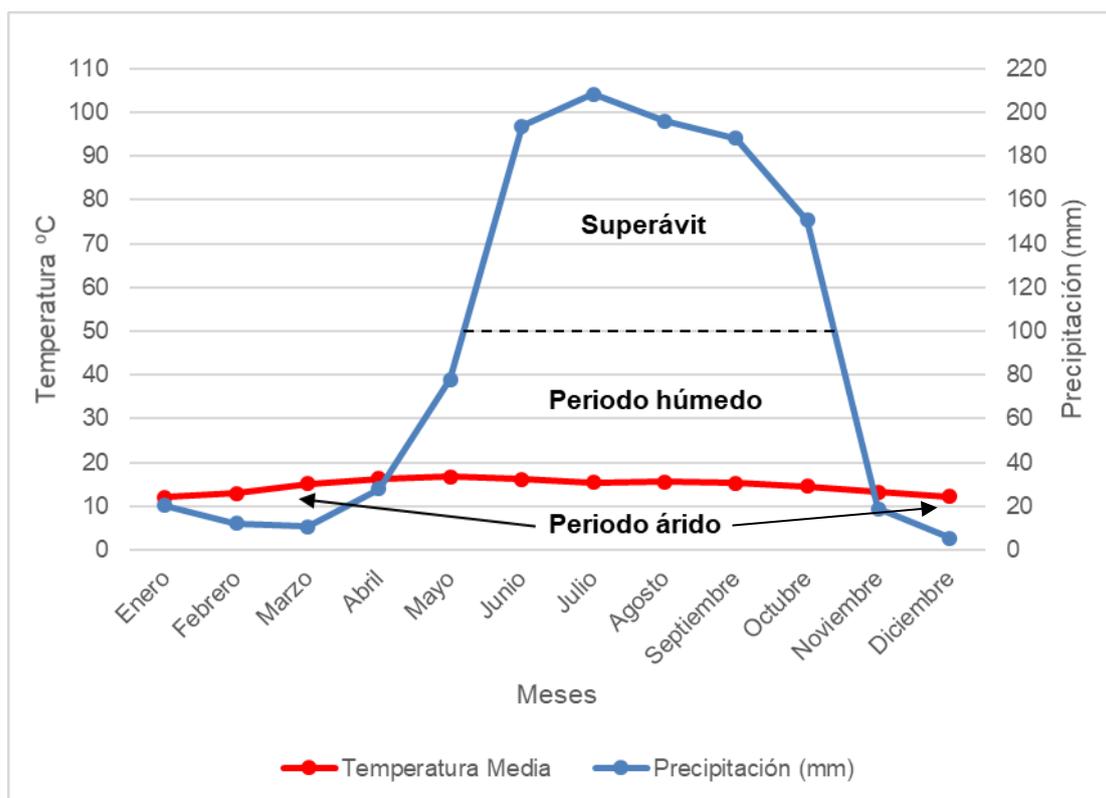
**Gráfica 23. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación de la gráfica anterior 23 nos muestra la relación que existe entre la temperatura y precipitación en lo cual este los meses que tiene la mayor temperatura es en los meses de abril, mayo y junio en lo cual estos superan a los 16°C, los meses que tiene una menor precipitación es de marzo con 10.6 mm y diciembre con 5.3 mm, los meses que tiene una precipitación superior a los 100 mm son los meses de junio a septiembre cabe relatar que el mes con la mayor precipitación es de julio con 2084 mm.

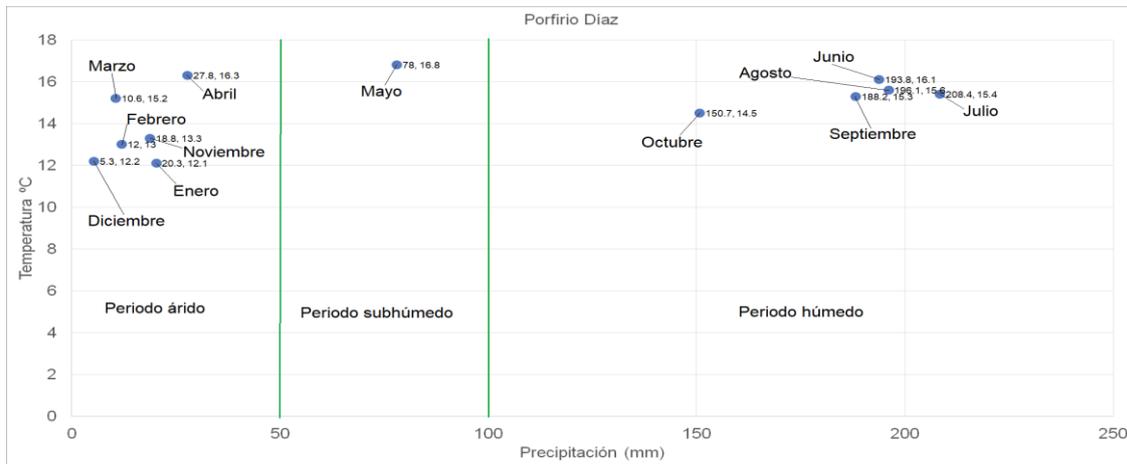
**Gráfica 24. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010**

Con relación a la gráfica anterior 24 nos muestra que en la parte de la precipitación los meses que se encuentra en un periodo húmedo son los meses que superan a los 100 mm de que son de junio a octubre en lo cual estos tienen una temperatura que oscila de los 14.5°C a 16.1°C. Cabe mencionar que la temperatura se encuentra de los 12°C a 17°C, la temperatura más alta es de 16.8°C en lo cual este tiene una precipitación de 78 mm que corresponde al mes de mayo.

**Gráfica 25. Gráfica termoplumiométrica, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz**



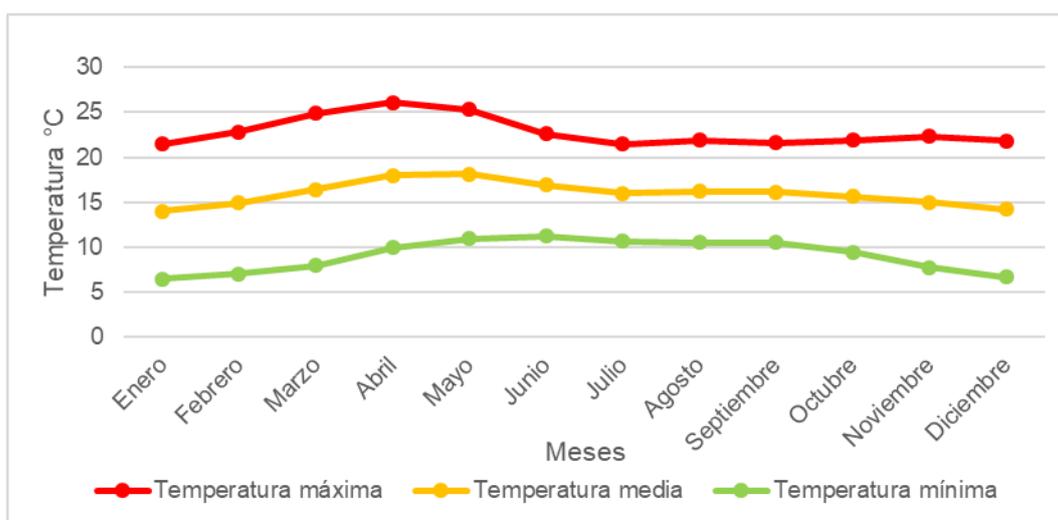
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 25 nos muestra los tres tipos de periodos que hay en la estación en lo cual en el primer periodo árido en el cual este se caracteriza por tener precipitaciones inferiores a los 50 mm, en lo cual se encuentran 6 meses en los cuales estos son enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, el segundo periodo este tiene precipitaciones de 50 a 100 mm en este caso solo hay un mes que es el mes de mayo que corresponde al periodo subhúmedo y el último periodo tiene precipitaciones a partir de los 100 mm siendo el periodo húmedo en el cual este hay 5 meses que corresponden a junio, julio, agosto, septiembre y octubre; cabe resaltar que en esta estación predomina el periodo árido con 6 meses de un total de 12, su temperatura se encuentra entre los 12°C a 17°C.

### 3.2.2.3 Santa María E-31

La localidad de Santa María (oficialmente Santa María Aranzazú) se localiza a 3.3 km al sur de la cabecera municipal de Villa Guerrero, cuyas coordenadas geográficas son: latitud norte 18° 59' 18" y longitud oeste 99° 38' 58", con una altitud de 2291 m.s.n.m.

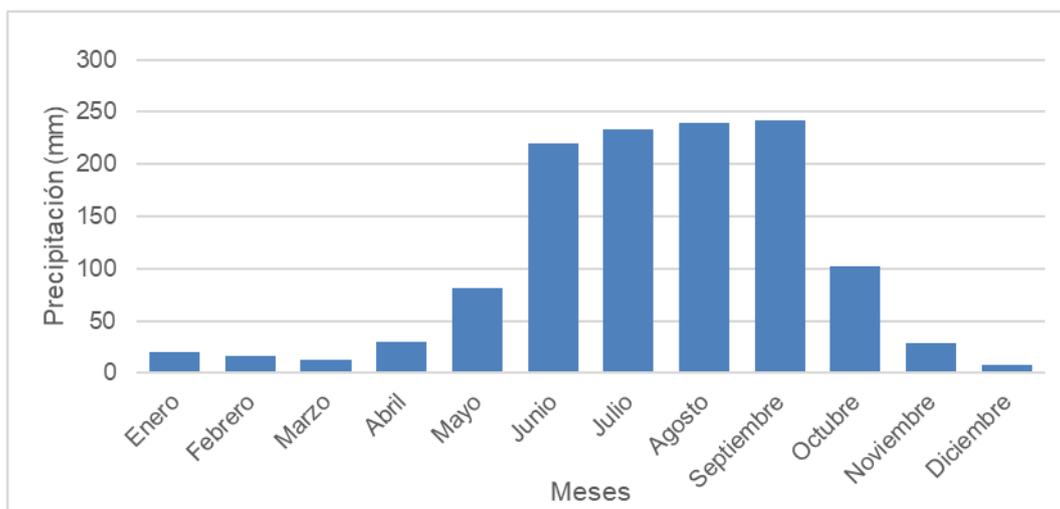
**Gráfica 26. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

En base a la gráfica 26, las temperaturas más altas se concentran en los meses de abril y mayo que superan los 25°C, siendo abril y mayo los meses más calurosos con 26.1°C y 25.3°C, mientras que en los demás meses se encuentran entre los 21°C y 25°C dentro de la variable de las máximas. Sin embargo, para el caso de la temperatura media mensual, el máximo valor se registra en los meses de abril y mayo, mientras que para enero la temperatura se registra en 14°C en la época más fría. La temperatura mínima mensual se concentra en la temporada invernal, donde enero y febrero son los meses más fríos y cuyos valores se concentran entre 6.4°C y 7°C.

**Gráfica 27. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**

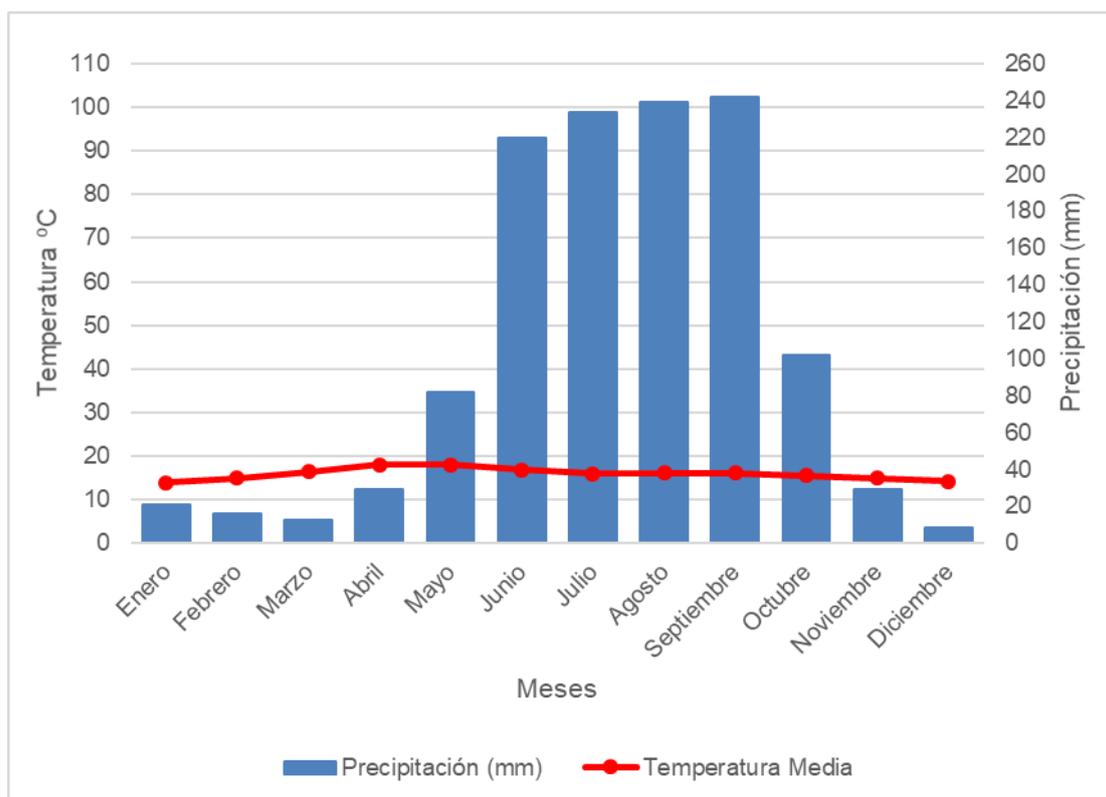


**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica anterior 27, existe una concentración de lluvia significativa durante la estación más húmeda del año, siendo septiembre el mes más lluvioso de este periodo, con una precipitación máxima de 241.9 mm; mientras que, para la estación más seca, diciembre es el mes más seco con una precipitación mínima de 8.2 mm. No hay presencia de sequía intraestival, por lo que el aumento y descenso de la lluvia ha sido constante.

De acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por Enriqueta García, el tipo de clima que predomina es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano **Cbw<sub>2</sub>(w)ig**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (3.99%), oscilación térmica de 4.1°C (isotermal), sin presencia de sequía intraestival y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

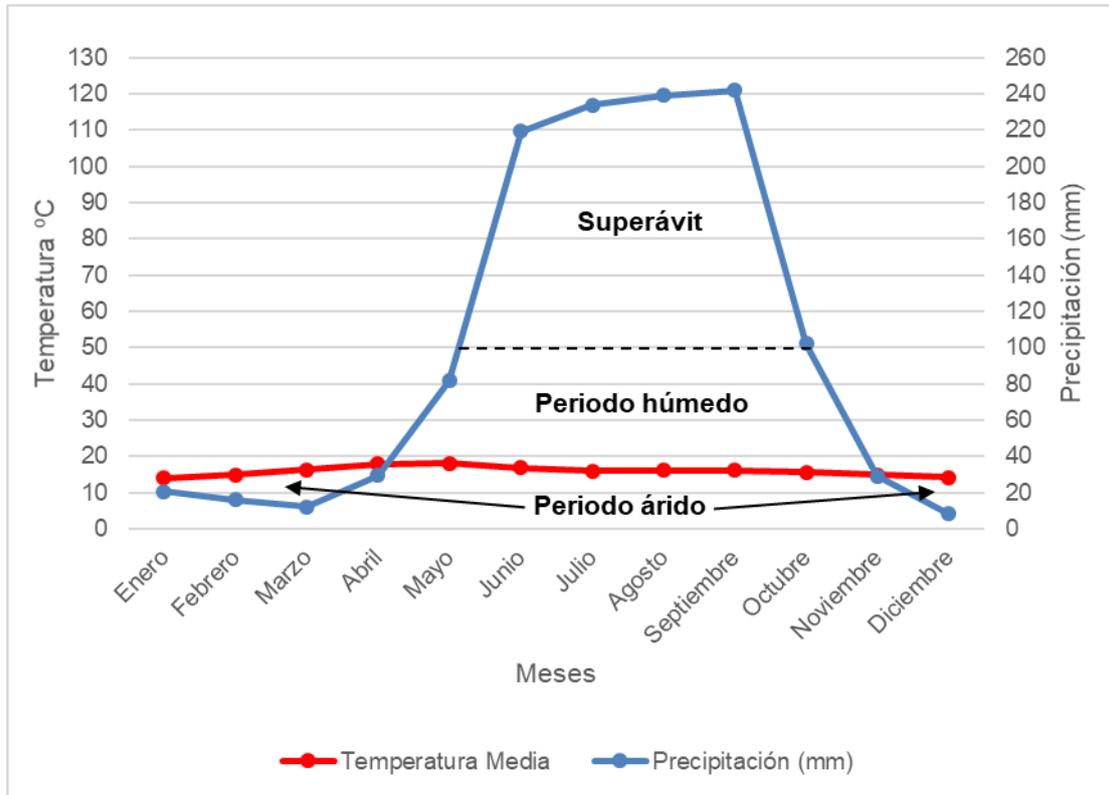
**Gráfica 28. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 28 vemos que las temperaturas más altas estas se encuentran en los meses de abril con 18°C y mayo con 18.1°C, en los cual los meses con una menor precipitación es diciembre con 8.2 mm y marzo con 12.4 mm; el mes con una precipitación de 102.2 mm es octubre y los meses que con una precipitación superior a los 200 mm son los meses de junio a septiembre, cabe mencionar que las temperaturas están en un mismo punto son tres meses en los cuales estos son julio, agosto y septiembre.

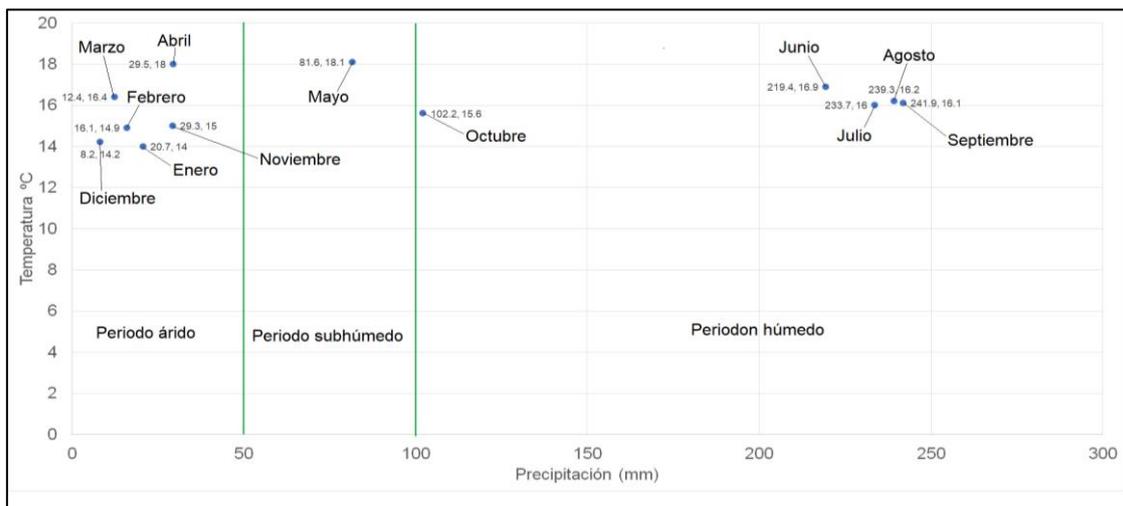
**Gráfica 29. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**



**Fuente:** *Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

Con relación a la gráfica 29 nos muestra que las precipitaciones que se encuentran a partir de los 100 mm son húmedas en las cuales estos se encuentran en los meses de junio a octubre en lo cual relacionado con la temperatura estos no tiene un cambio muy marcado en lo cual estos tiene una temperatura de los 16.9°C a 15.6°C, cabe menciona que las dos temperaturas más altas se encuentran en los meses de abril con 18°C y mayo con 18.1°C.

**Gráfica 30. Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**



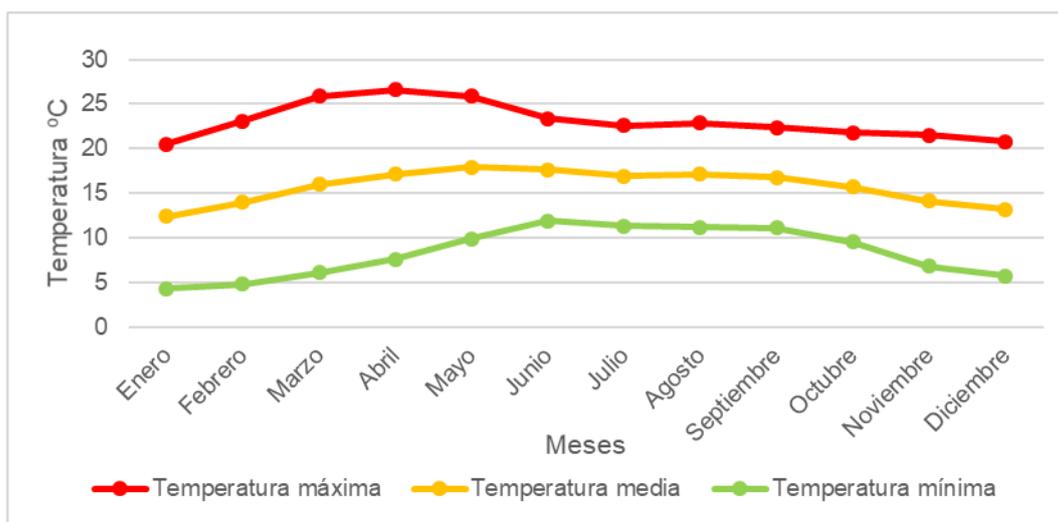
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica anterior 30 nos muestra la relación que hay entre la temperatura y precipitación en lo cual estos se dividen en tres periodos diferentes debido a sus precipitaciones en el cual el primer periodo es árido en el cual este tiene precipitaciones inferiores a los 50 mm en donde este hay 6 meses en los cuales estos corresponden a enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, el segundo periodo es subhúmedo en el cual este solo se encuentra el mes de mayo y el tercer periodo es húmedo en el cual este tiene 5 meses en lo cual son junio, julio, agosto, septiembre y noviembre. En esta estación el periodo que predomina es el periodo árido con 6 meses, su temperatura se encuentra entre los 14°C a 18°C.

### 3.2.2.4 Toma Tecomatepec

Toma Tecomatepec es una estación ubicada al poniente de la cabecera municipal de Villa Guerrero, sus coordenadas geográficas son: latitud norte 18° 56' 48" y longitud oeste 99° 43' 04", a una altitud de 2208 m.s.n.m.

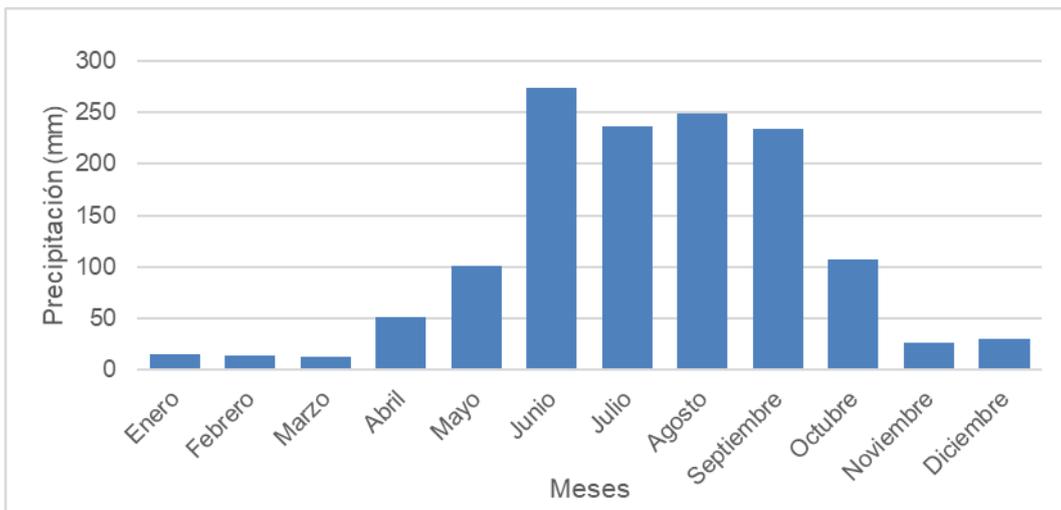
**Gráfica 31. Gráfica termoplumiométrica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

La gráfica anterior 31 refleja cierto comportamiento de la temperatura, por lo que abril es el mes más caluroso de la época más cálida del año, registrándose con una temperatura máxima de 26.6°C, una media de 17.1°C y una mínima de 7.6°C, a comparación de la época más fría del año, se muestra con un descenso significativo de la temperatura por lo que enero es el mes más frío del año registrando una temperatura mínima de 4.3°C, con una media de 12.4°C y una máxima de 20.5°C.

**Gráfica 32. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica 32, se puede reflejar un pequeño descenso de la lluvia en la estación más lluviosa del año, para ello obtenemos el porcentaje de sequía intraestival (García, 1973; Mosiño, 1974):

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

$$AP = \frac{1}{2} (273.6) - 236.6 + \frac{1}{2} (249.1)$$

$$AP = 136.8 - 236.6 + 124.5$$

$$AP = 24.7$$

$$S.I (\%) = \frac{AP}{\Sigma P} (100)$$

$$S.I (\%) = \frac{24.7}{1353.5} (100)$$

$$S.I (\%) = 0.0182 (100)$$

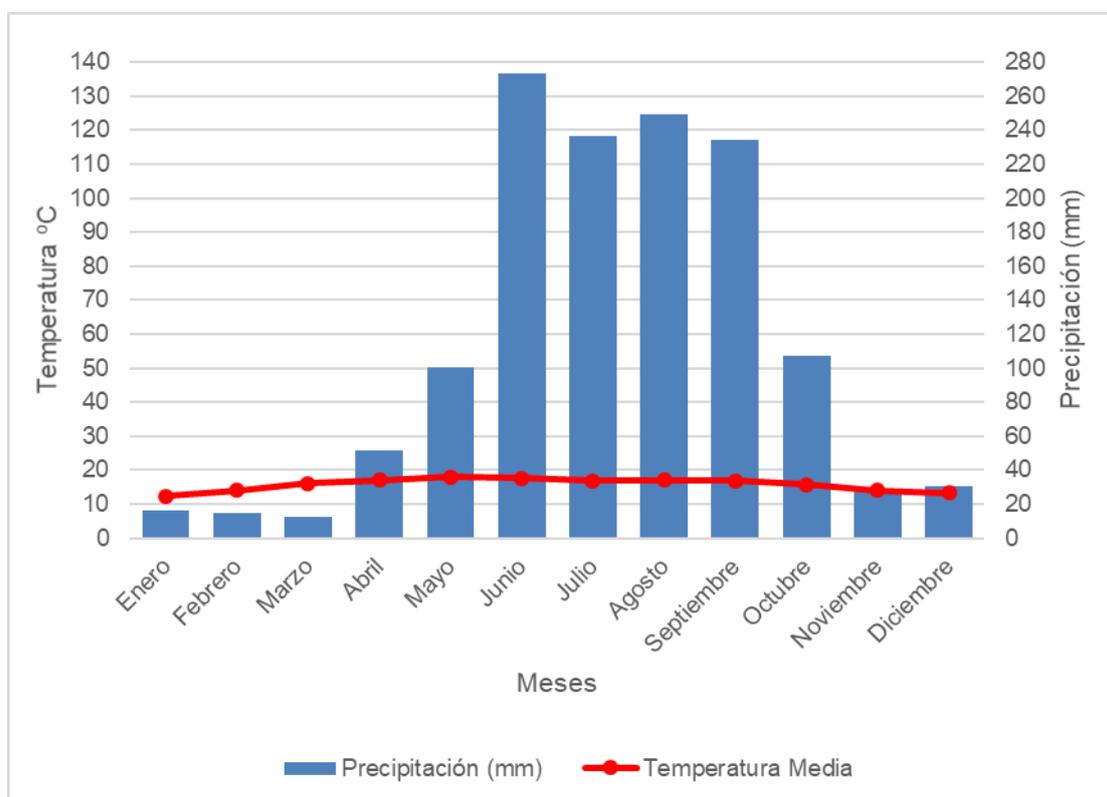
$$S.I (\%) = 1.8$$

Por lo tanto, el porcentaje de sequía intraestival es de 1.8%. El aumento de la precipitación es sumamente progresivo durante el mes de junio, mismo que durante este mes se concentra mayor la nubosidad que ocasiona el descenso de la temperatura ambiente, mientras que en la temporada más seca del año

mes de marzo se concentra de noviembre a marzo, donde este último mes posee de una precipitación mínima de 12.6 mm.

No obstante, el tipo de clima que predomina según Köppen y Enriqueta García es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano **Cb(m)(w) (i')gw"**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (3.20%), oscilación térmica de 5.5°C (con poca oscilación), con presencia de sequía intraestival o canícula y la temperatura del mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano.

**Gráfica 33. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec**

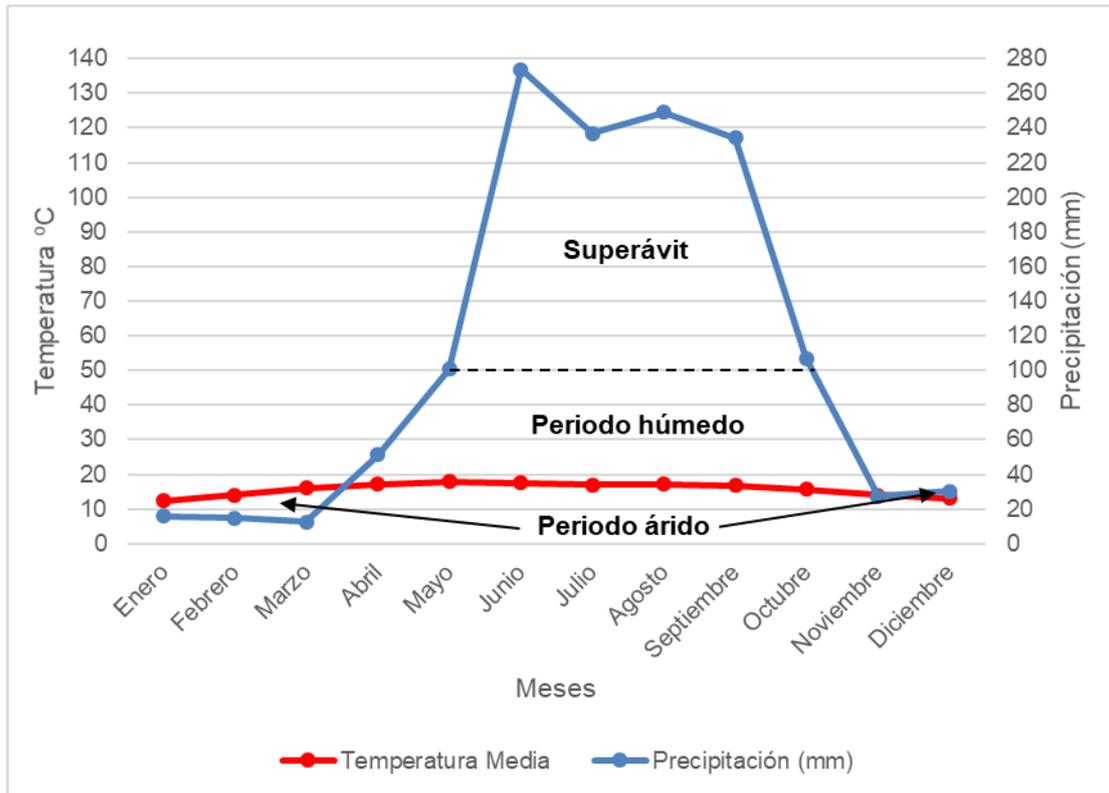


**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 33 nos muestra que las temperaturas más altas estas se encuentran en mayo con 17.9°C y junio con 17.6°C en lo cual las precipitaciones más bajas son febrero con 14.8 mm y marzo con 12.6 mm, los meses con una precipitación apenas por encima de los 100 mm son mayo con 100.8 mm y octubre con 107 mm y los meses con una precipitación por encima de los 200 mm son los meses de junio a septiembre.

Hay que mencionar que hay presencia de sequía intraestival en la cual este se ve en el mes de julio, en el mes de junio este tiene una precipitación por encima de su temperatura.

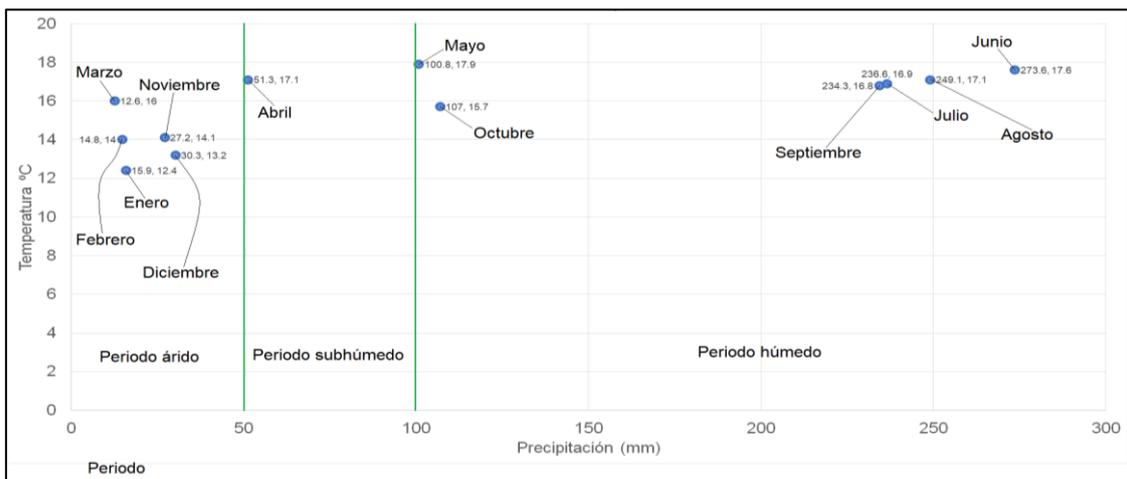
**Gráfica 34. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 34 se muestra que en los meses que están por encima de los 100 mm se encuentran en un periodo húmedo en lo cual este se ve en los meses de mayo a octubre, la temperatura que se encuentra en el periodo húmedo es de los 16.8°C a 17.6°C, hay que resaltar que la mitad del año se encuentra en un periodo húmedo.

**Gráfica 35. Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec**



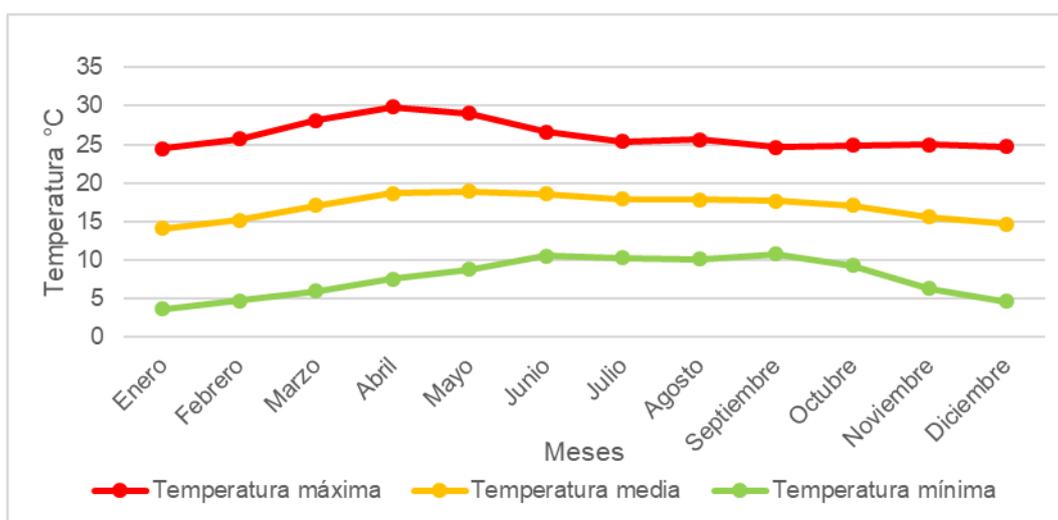
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 35 nos muestra los 3 tipos de periodo en lo cual este en el primer periodo que es árido se caracteriza por tener precipitaciones inferiores a los 50 mm, en lo cual este hay 5 meses que son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, en el segundo periodo subhúmedo este se caracteriza por tener una precipitación de 50 mm a 100 mm en el cual este solo está en el mes de abril y en el último periodo que s húmedo se encuentran precipitaciones a partir de 100 mm en lo cual se encuentran 6 meses en los cuales son mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Cabe resaltar que en esta estación el periodo que predomina es periodo húmedo en el cual abarca la mitad del año, su temperatura oscila en los 15°C y 18°C.

### 3.2.2.5 Totolmajac E-17

La localidad de Totomajac se localiza a 6.1 km en dirección noroeste de la cabecera municipal de Villa Guerrero. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: latitud norte 18° 55' 01" y longitud oeste 99° 41' 05", con una altitud de 2036 m.s.n.m.

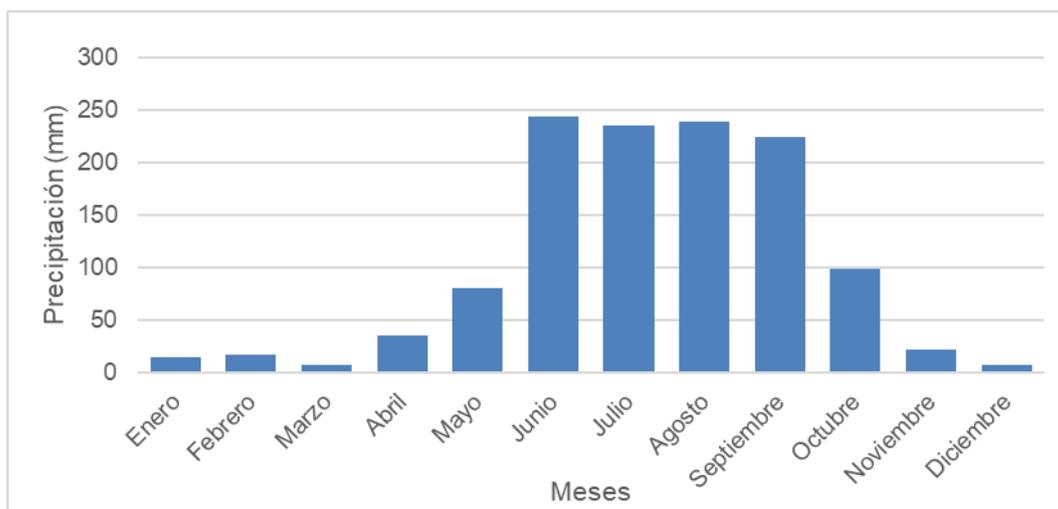
**Gráfica 36. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Acorde a la gráfica 36, el mes más caliente se presenta durante el mes de abril, por lo que su valor máximo de temperatura alcanza los 29.9°C, a comparación de la temporada más fría del año, su valor mínimo de temperatura desciende a 3.6°C, siendo enero el mes más frío del año que posee de una temperatura máxima de 24.5°C y una media de 14.5°C.

**Gráfica 37. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica 37, la concentración de precipitación durante el verano es significativa entre los meses de junio a septiembre, por lo que junio es el mes más húmedo del año con un valor registrado de 244.1 mm, si existe la presencia de sequía intraestival aunque no muy marcada, y de acuerdo a su porcentaje es de 0.4%, obtenido bajo el siguiente procedimiento:

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

$$AP = \frac{1}{2} (244.1) - 236.1 + \frac{1}{2} (238.9)$$

$$AP = 122.1 - 236.1 + 119.4$$

$$AP = 5.4$$

$$S.I (\%) = \frac{AP}{\Sigma P} (100)$$

$$S.I (\%) = \frac{5.4}{1231.1} (100)$$

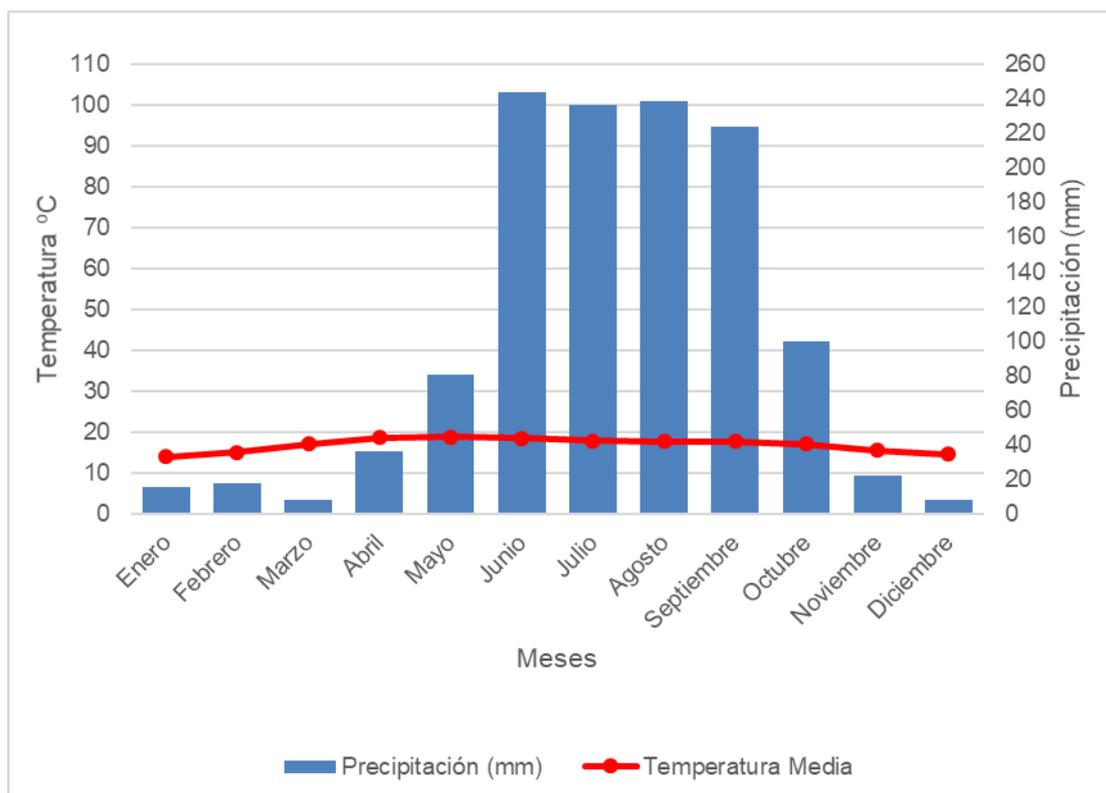
$$S.I (\%) = 0.0043 (100)$$

$$S.I (\%) = 0.4$$

La época seca comienza a partir de noviembre a abril, donde marzo es el mes más seco con un valor mínimo registrado de 8 mm.

Por lo tanto, el tipo de clima que predomina es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano **Cbw<sub>2</sub>(w)igw"**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (3.35%), oscilación térmica de 4.8°C (isotermal), con presencia de sequía intraestival y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

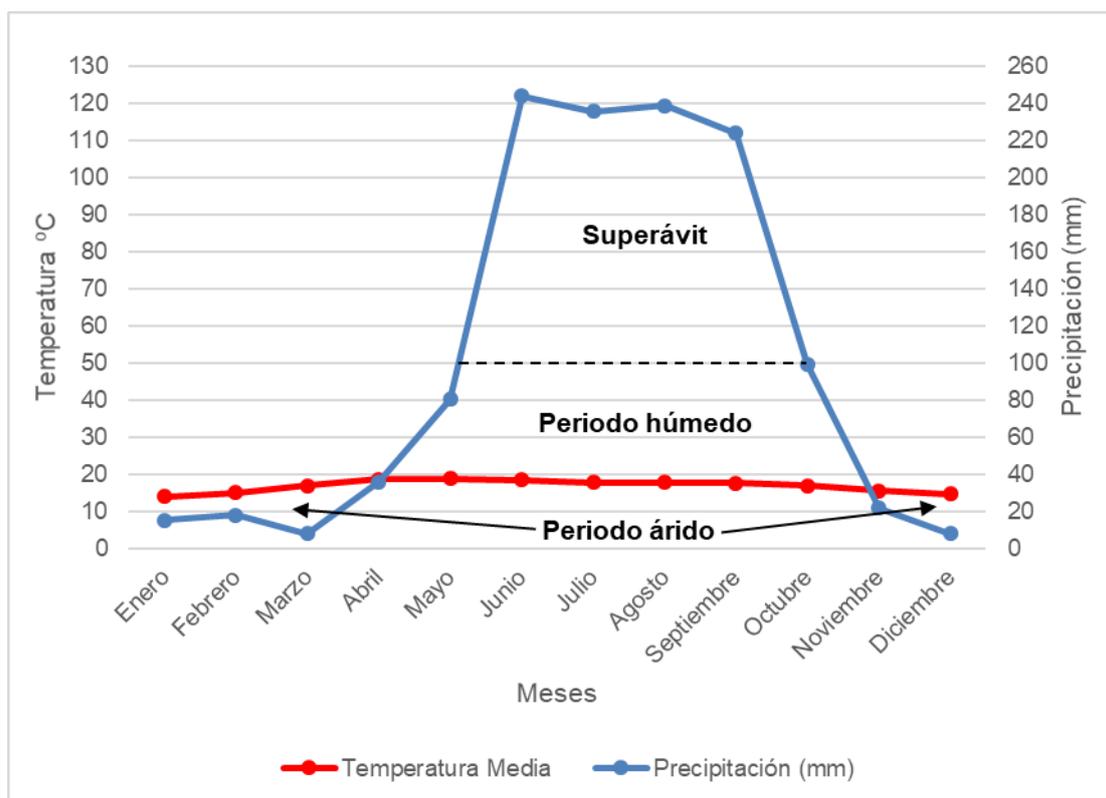
**Gráfica 38. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 38 nos muestra que las temperaturas más altas se encuentran en los meses de mayo con 18.9°C y junio con 18.6°C, con relación a las precipitaciones más bajas estas se encuentran en los meses de marzo con 8 mm de precipitación y el mes de diciembre con 8.3 mm, las temperaturas de una forma intermedia que son las más cercanas a los 100 mm son mayo con 80.7 mm y octubre con 99.6 mm de precipitación en lo cual los meses que tienen una precipitación por encima de los 200 mm son los meses de junio a septiembre en los cuales su temperatura oscilan de los 17°C a 19°C.

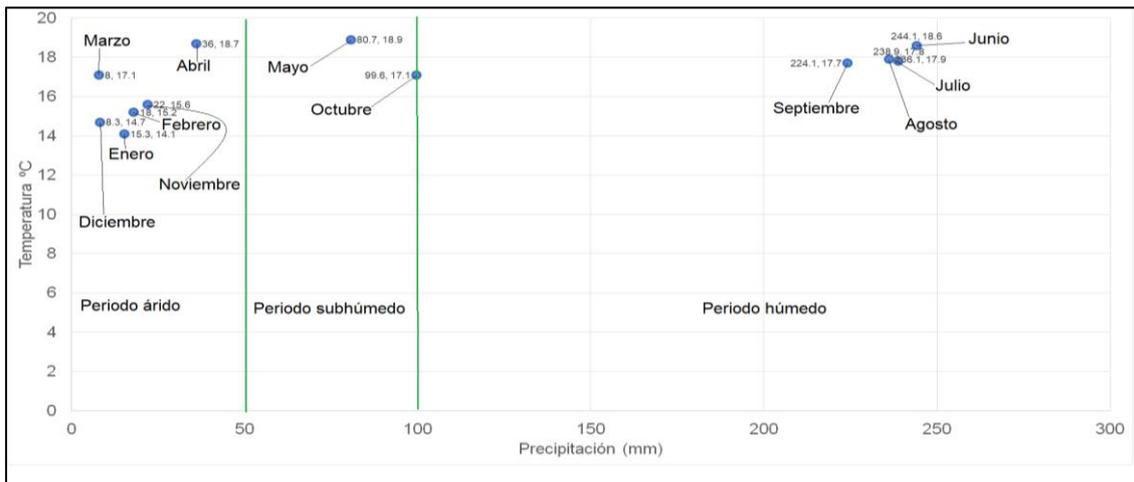
**Gráfica 39. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17**



**Fuente:** *Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

Con relación a la gráfica 39 nos muestra que en la parte de la precipitación a partir de los 100 mm es un periodo húmedo en lo cual están los meses de junio a septiembre, teniendo una temperatura que se encuentra de los 17.1°C a 18.9°C, en lo cual estos de manera genera las temperaturas están por encima de las precipitaciones, las temperaturas de manera general se encuentran de los 14°C a 19°C. Las precipitaciones más bajas no superan a los 10 mm.

**Gráfica 40. Gráfica termoplumiométrica, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17**



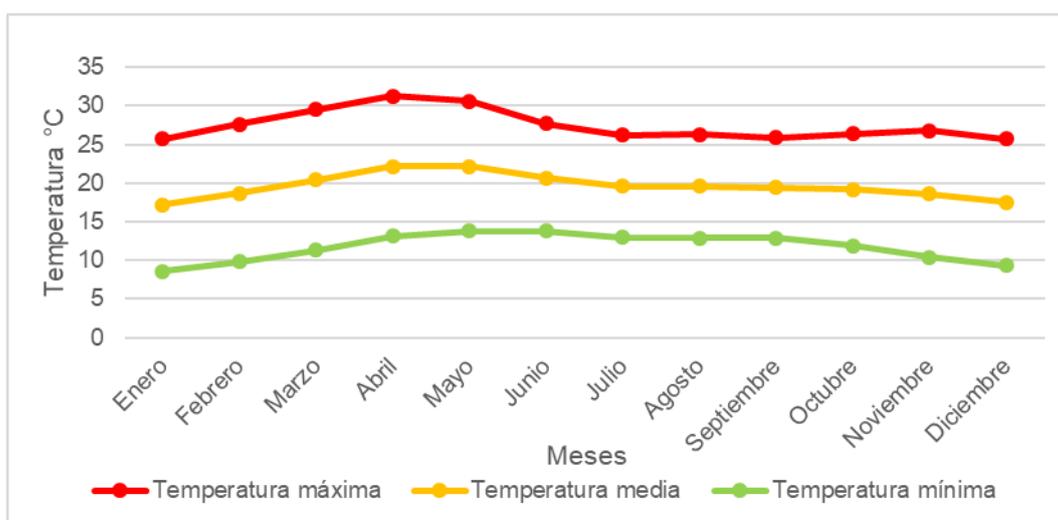
**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 40 nos muestra los tres diferentes periodos que hay en lo cual el primer periodo este corresponde al árido en lo cual este se caracteriza por tener precipitaciones inferiores a los 50 mm, donde estos se encuentran 6 meses que corresponde a enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, el segundo periodo es subhúmedo en lo cual este las precipitaciones se encuentran de los 50 a 100 mm de precipitación en este caso solo hay 2 meses que son mayo y octubre; el último periodo que corresponde al húmedo este se caracteriza por tener precipitaciones a partir de los 100 mm en adelante, donde se encuentran 4 meses que corresponde a junio, julio, agosto y septiembre. En esta estación el periodo predominante es árido debido a que en este periodo se encuentran 6 meses, sus temperaturas oscilan en los 14°C a 19°C.

### 3.2.2.6 Vivero La Paz

La estación Vivero La Paz se localiza al sur de la cabecera municipal de Villa Guerrero, a una altitud de 1900 m.s.n.m, siendo uno de los sitios de menor altitud dentro del municipio, cuyas coordenadas geográficas son: 18° 53' 39" de latitud norte y 99° 38' 35" de longitud oeste.

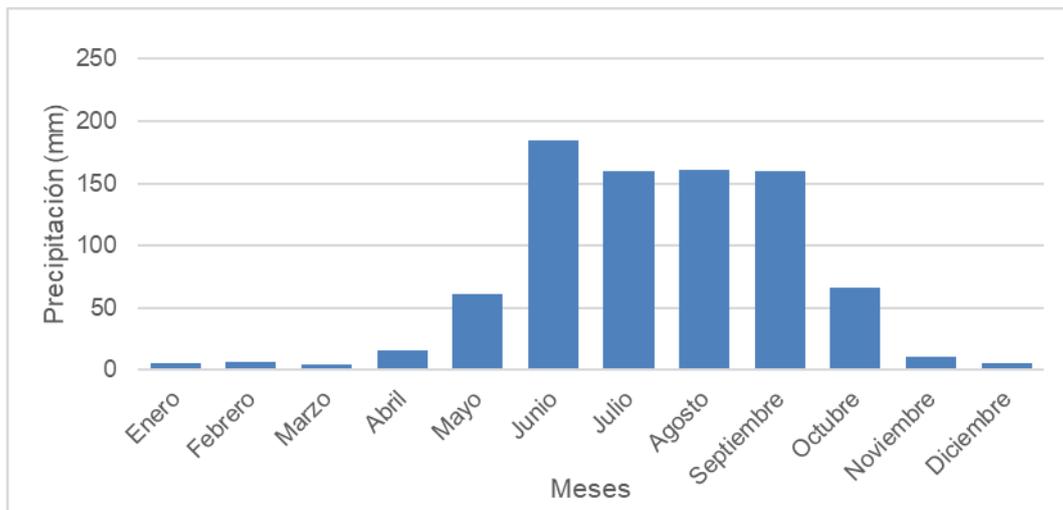
**Gráfica 41. Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Esta gráfica anterior 41 muestra el aumento y descenso constante de la temperatura, por lo que abril es el mes más caluroso del año con un valor máximo registrado de 31.3°C, con una media de 22.2°C y una mínima de 13.1°C durante este mes. A comparación con la temporada más fría del año, en el mes de enero disminuye progresivamente la temperatura teniendo una mínima de 8.6°C, mediana 17.2°C y una máxima de 25.7°C, por lo que las horas de insolación son sumamente altas y la humedad es relativamente escasa en este mes.

**Gráfica 42. Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

De acuerdo con la gráfica anterior 42, presenta una disminución de la lluvia en la temporada húmeda del año, en el cual julio es el mes donde se registra en 159.8 mm, cuyo porcentaje de sequía intraestival es de 1.5%, obtenido bajo el siguiente procedimiento:

$$AP = \frac{1}{2} Y1 - Y2 + \frac{1}{2} Y3$$

$$AP = \frac{1}{2} (184.3) - 159.8 + \frac{1}{2} (161.1)$$

$$AP = 92.1 - 159.8 + 80.5$$

$$AP = 12.8$$

$$S.I (\%) = \frac{AP}{\sum P} (100)$$

$$S.I (\%) = \frac{12.8}{841.7} (100)$$

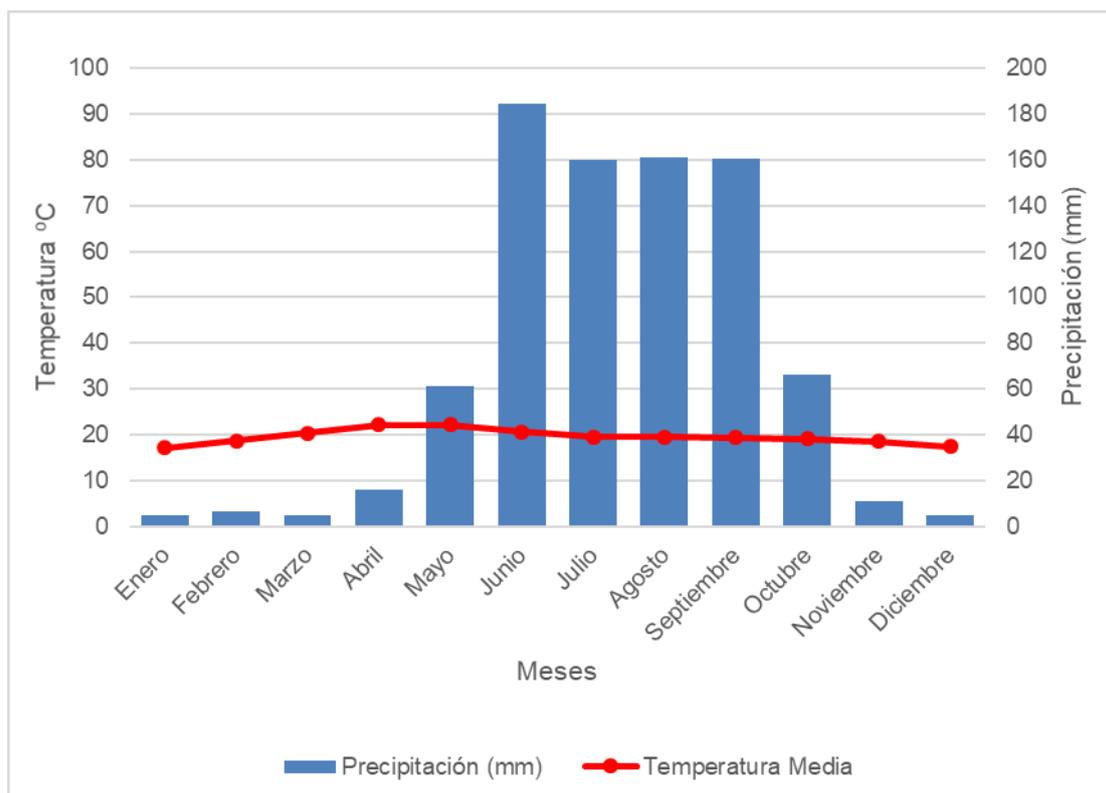
$$S.I (\%) = 0.0152 (100)$$

$$S.I (\%) = 1.5$$

A medida que transcurren los meses, comienza a disminuir la precipitación a partir del mes de octubre hasta mayo donde ocurre la entrada de humedad a nuestro país, siendo marzo el mes más seco con una precipitación registrada en 4.8 mm.

No obstante, el tipo de clima que prevalece es templado semicálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano **(A)Ca(w<sub>0</sub>)(w)(i')gw"**, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5% (2%), oscilación térmica de 5°C (isotermal), con presencia de sequía intraestival y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano.

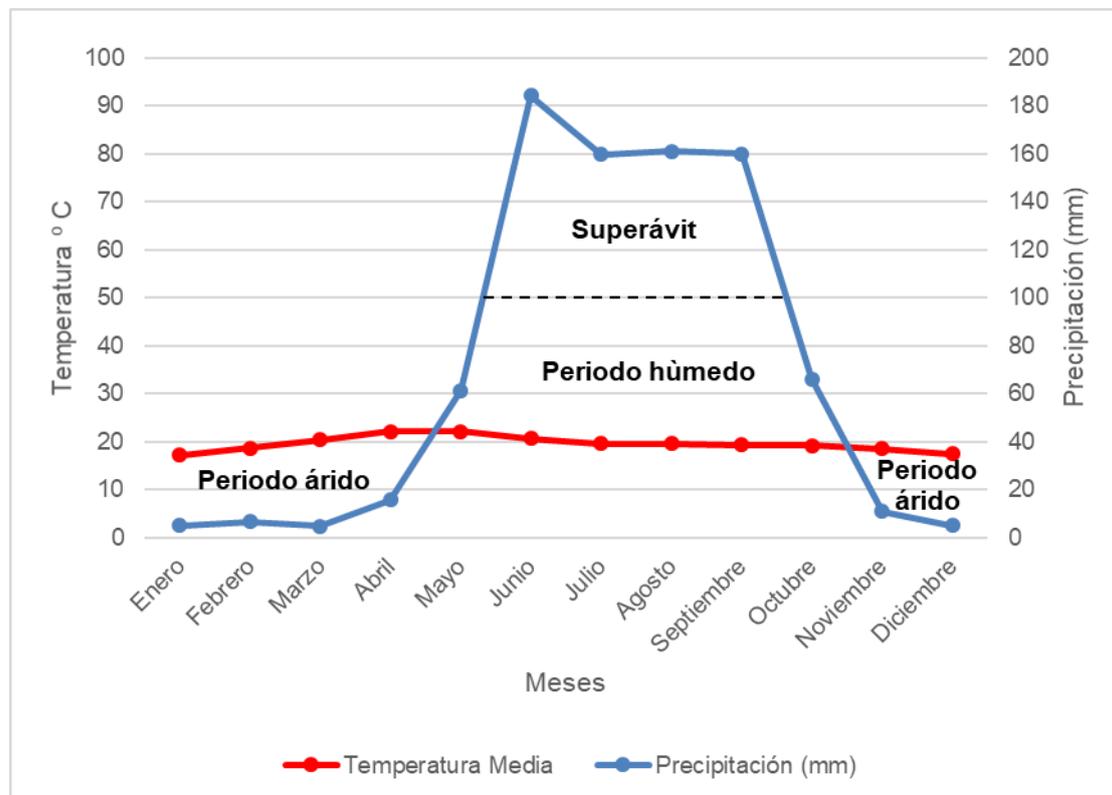
**Gráfica 43. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica anterior 43 nos muestra que las temperaturas más altas están en los meses de abril y mayo ambas con una temperatura de 22.2°C, en el caso de las precipitaciones más bajas estas se encuentran en los meses de enero y diciembre ambas tiene una precipitación de 5.2 mm, las precipitaciones superiores a los 150 mm son los meses de junio a septiembre en lo cual estos sus temperaturas están en los 19.4°C a 20.7°C, en el cual en el caso del mes de junio este tiene una precipitación de 184.3 mm en lo cual este su temperatura es de 20.7°C en lo cual su precipitación es superior a su temperatura.

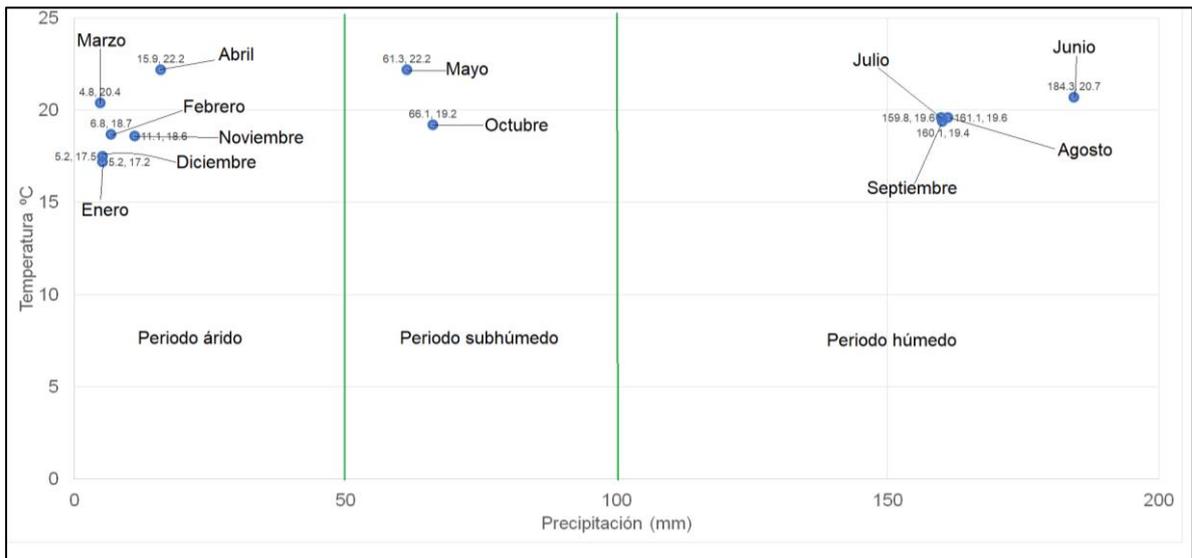
**Gráfica 44. Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz**



**Fuente:** *Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

De acuerdo con la gráfica 44 nos muestra que las precipitaciones superiores a los 100 mm estas están en un periodo húmedo en las cuales están en los meses de junio a septiembre, las cuales estas sus temperaturas oscilan en los 19°C a 21°C, los meses más aproximado a los 100 mm son los meses de mayo con 61.3 mm y octubre con 66.1 mm de precipitación. En rango en que se encuentran las temperaturas es de 17°C a 23°C.

**Gráfica 45. Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz**



**Fuente: Elaboración propia con base a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

Con relación a la gráfica 45 nos muestra la relación que hay entre la temperatura y la precipitación en lo cual este nos divide en tres periodos, en lo cual el primer periodo que corresponde al árido este se caracteriza por tener precipitaciones de inferiores a los 50 mm donde se encuentran 6 meses en los cuales estos son enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre, en el segundo periodo que es subhúmedo en lo cual este se caracteriza por tener precipitaciones de 50 mm a 100 mm de precipitación donde los cuales se encuentran 2 meses que corresponde a mayo y octubre y el último periodo es húmedo que solo tiene 4 meses que corresponde a junio, julio, agosto y septiembre. En esta estación el periodo predominante es árido por tener 6 meses en lo cual sus temperaturas se oscilan de los 16°C a 23°C.

### **3.3 Análisis de las condiciones climáticas y variabilidad climática a nivel municipal, periodo 1981-2010**

Resulta ser una tarea compleja y laboriosa el representar la información climatológica a través de mapas utilizando métodos tradicionales de interpolación, aunque es obvio que en la actualidad han quedado obsoletos y rara a la vez pocos lo emplean de manera personalizada para una mejor precisión. Sin embargo, los avances tecnológicos han venido a facilitar las tareas del hombre en la manera de cómo comunicarse, informarse e incluso de entretenerse tras la invención del teléfono, radio, televisión, computadora, cine y teatro. Así suele suceder lo mismo con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que estas herramientas han tenido mayor auge en la actualidad para recopilar, almacenar, procesar y representar la información de algún fenómeno presente sobre la Tierra, y han estado a la vanguardia de las ciencias sociales.

A continuación, se realizará un análisis general del comportamiento climático a nivel municipal mediante la representación e interpretación de los mapas de isoyetas e isotermas resultado de la interpolación de los valores promedio de temperatura media, máxima, mínima y precipitación de las estaciones y/o localidades que fueron analizadas anteriormente dentro del periodo estipulado.

#### **3.3.1 Municipio de Malinalco**

Por su posición geográfica, por su orografía y por su vegetación de tipo boscosa, arbustiva y de selva caducifolia, Malinalco comprende una variedad de climas exclusivos de toda la entidad, desde los más templados a los más cálidos. Las zonas más cálidas abarcan la parte sur del municipio alrededor de una tercera parte debido a su cercanía al Estado de Morelos, ya que en esta entidad la mayor parte de su territorio comprende de un clima cálido subhúmedo (**Aw<sub>0</sub>**), mientras que las zonas templadas se localizan al norte de este municipio, siendo San Simón el Alto la localidad más alta del municipio con una altitud de 2240 m.s.n.m y con un clima tipo templado subhúmedo (**Cw<sub>2</sub>**).

Asimismo, cabe recalcar que la localidad de Colonia Emiliano Zapata es considerada como una de las localidades más cálidas y de menor altitud del municipio de Malinalco al poseer una temperatura máxima de 31°C, una media

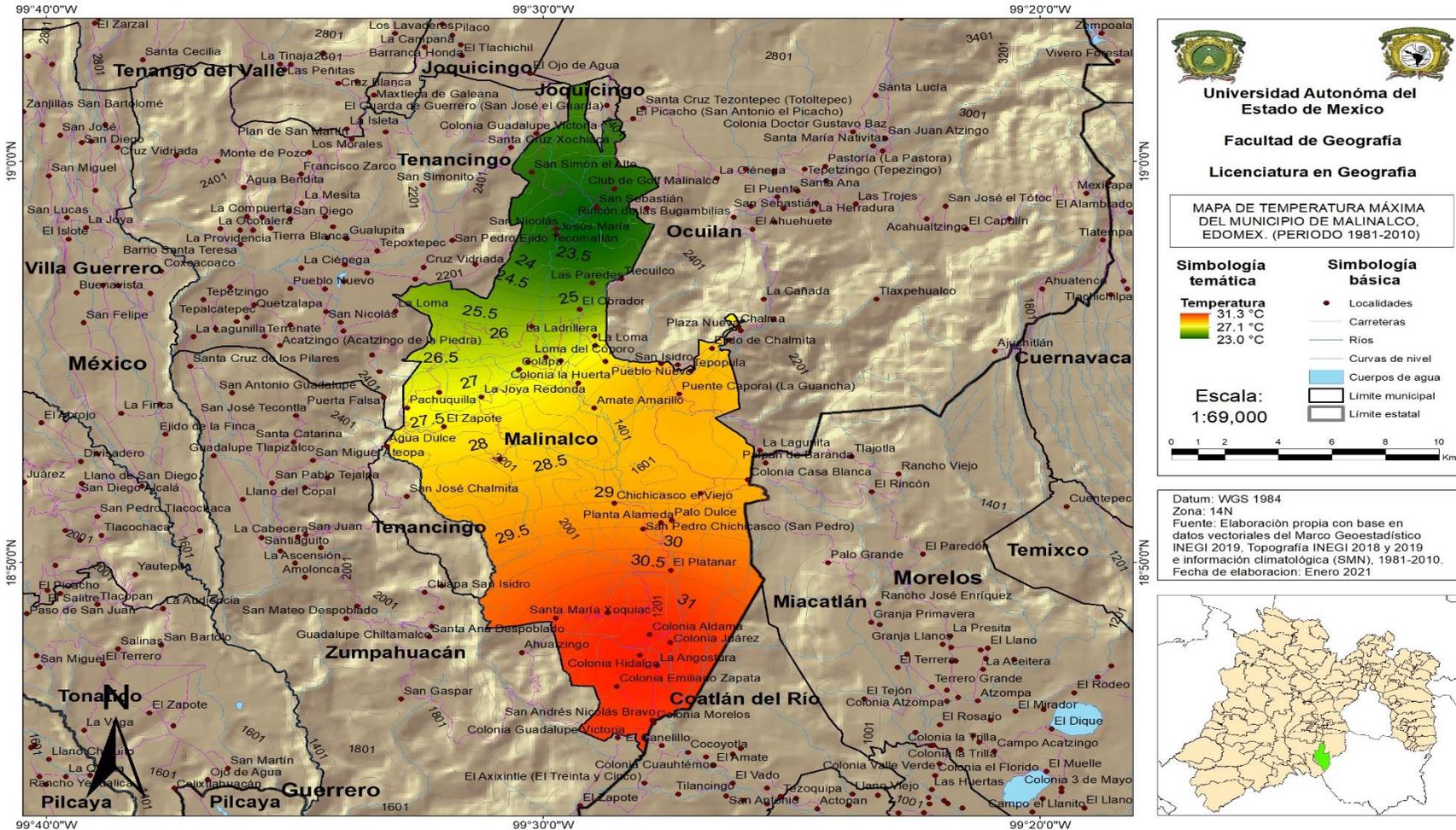
de 22.9°C y una mínima de 14.5°C y una altitud de 1200 msnm. Para el caso de las localidades de Chichicasco el Viejo y Palo Dulce, que están situadas a 1600 msnm de altitud, su temperatura oscila entre los 12.5°C y 29.5°C y el tipo de clima que predomina es semicálido subhúmedo **A(C)w<sub>0</sub>**. No obstante, la cabecera municipal posee un clima semicálido subhúmedo casi típico al del anterior **A(C)w<sub>2</sub>** por lo que su valor de temperatura media oscila entre los 18°C y 20°C.

De acuerdo a su régimen pluviométrico, las lluvias tienden a concentrarse en el verano por lo que su valor de precipitación a lo largo del municipio oscila entre los 700 y los 1400 mm, siendo Tepopula y Puente Caporal las localidades con menor registro de precipitación, y por el lado contrario, las localidades de San Sebastian y San Simón el Alto son las más húmedas del municipio debido a que están situadas en las zonas de sotavento, por lo que la lluvia tiende a concentrarse por esos lugares, y posteriormente dirigirse hacia el sur por lo que el rango de precipitación disminuye y pierde intensidad dando ese aspecto subhúmedo y semiseco (sureste) en la parte central y sur del municipio.

Los fenómenos atmosféricos que se han presentado a lo largo del municipio son: olas de calor (especialmente en el mes de abril), vientos con velocidades de hasta 60 km/h e inundaciones (en el mes de julio), bancos de niebla (solamente en las partes más altas del municipio durante el mes de septiembre y octubre), caída de chubascos, sequías, nortes y frentes fríos (en los meses de diciembre y enero).

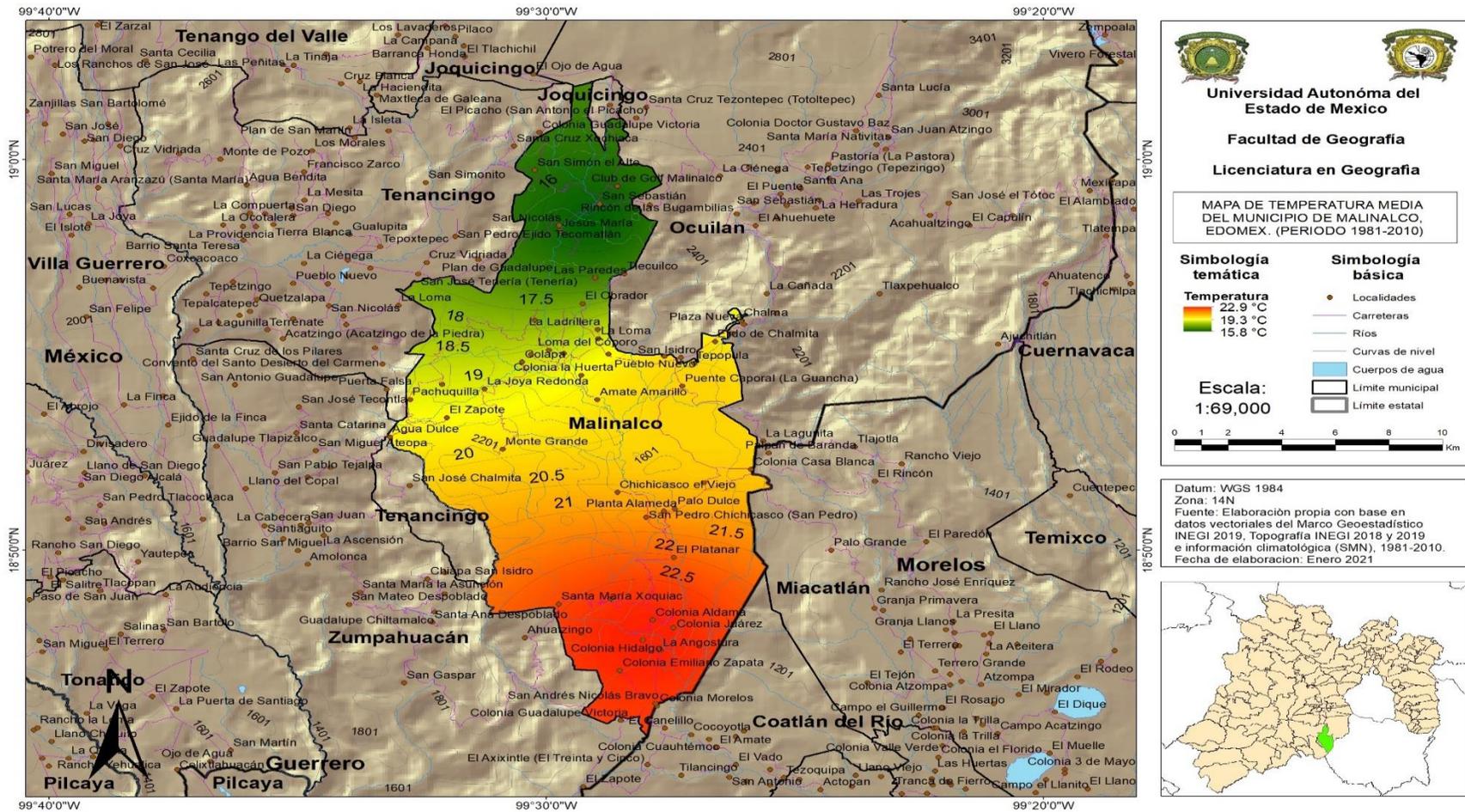
En términos generales, como ya lo habíamos mencionado anteriormente, el tipo de clima que más predomina en el municipio de Malinalco es tropical semicálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano **A(C)w<sub>1</sub>(w)**, con una temperatura promedio de 19.5°C y una precipitación de 1017.8 mm en promedio.

Mapa 12. Temperatura máxima del municipio de Malinalco



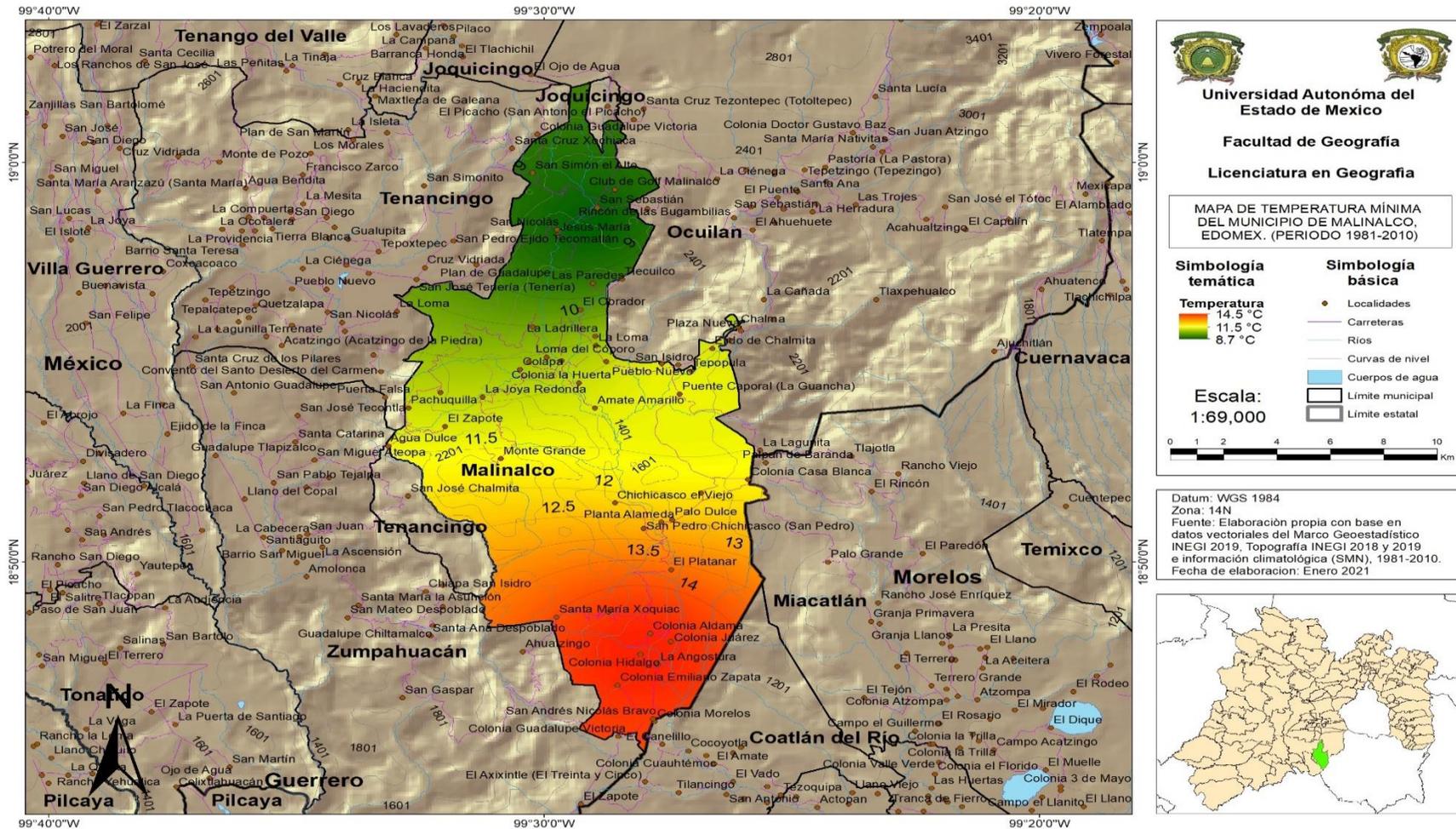
Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.

Mapa 13. Temperatura media del municipio de Malinalco



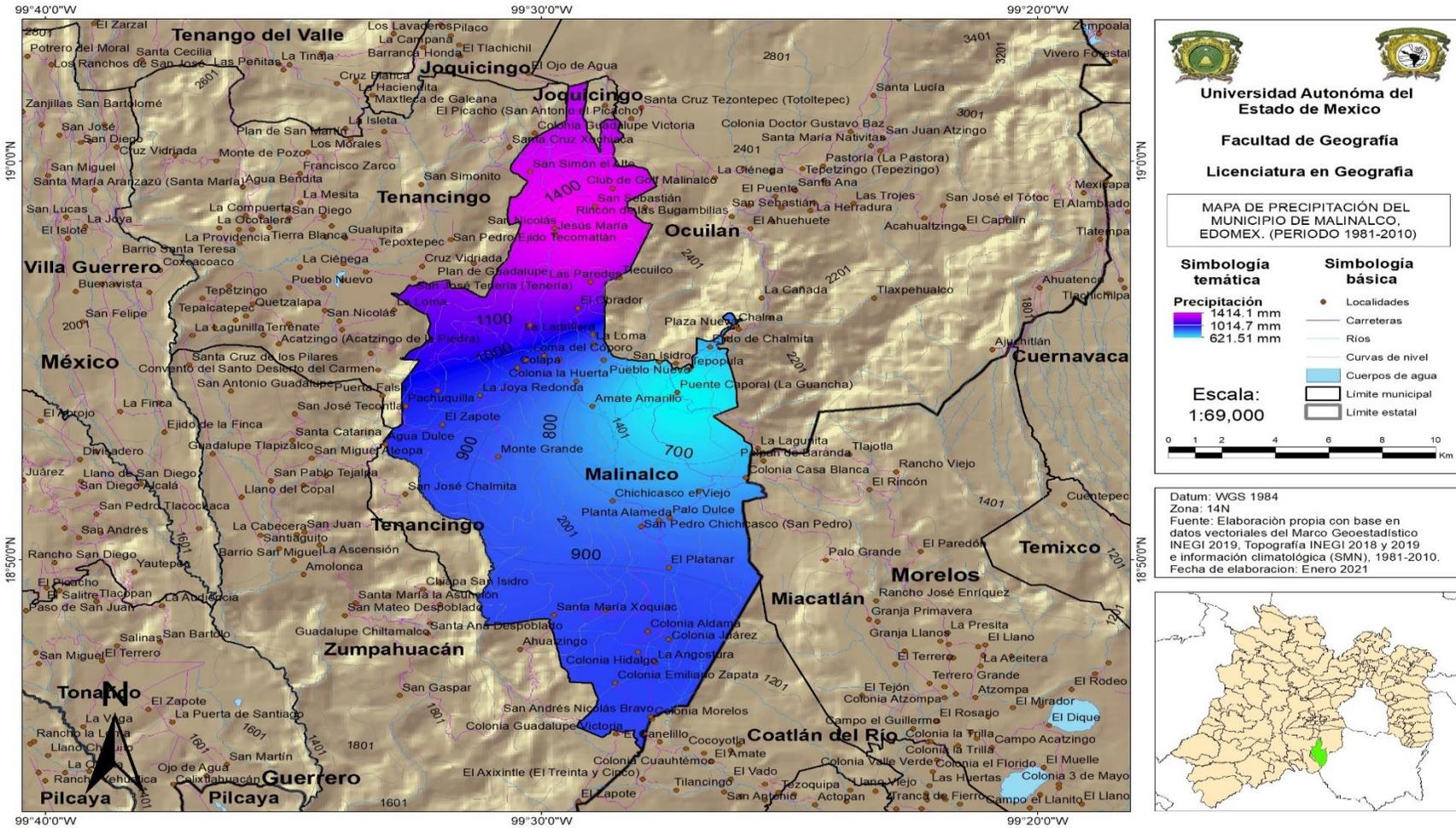
Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.

Mapa 14. Temperatura mínima del municipio de Malinalco



Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.

Mapa 15. Precipitación del municipio de Malinalco



*Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

### **3.3.2 Municipio de Villa Guerrero**

Con relación al mapa 15 nos muestra la temperatura máxima para el municipio de Villa Guerrero en lo cual esta temperatura se encuentra entre los 21.8°C a 27.4°C en lo cual la temperatura baja se encuentra de color verde este se encuentra norte y una parte centro del municipio, la temperatura media este se encuentra de color amarillo en donde este se encuentra en la parte centro y una parte en la zona sur del municipio.

Con relación al mapa 16 se ve la representación de la temperatura mediana en el municipio de Villa Guerrero en lo cual este las temperaturas bajas se encuentran a partir de los 14.6°C en lo cual este está de color verde en lo cual este se encuentra a partir de la mitad del municipio hacia el norte, la temperatura media esta de color amarillo en lo cual este tiene temperaturas a partir de los 17°C en donde se encuentra en la parte centro y una parte en la parte sur del municipio y la temperatura máxima este se encuentra a partir de los 19.6°C, en lo cual este se encuentra a partir de la parte centro hacia el sur teniendo colores de color rojo.

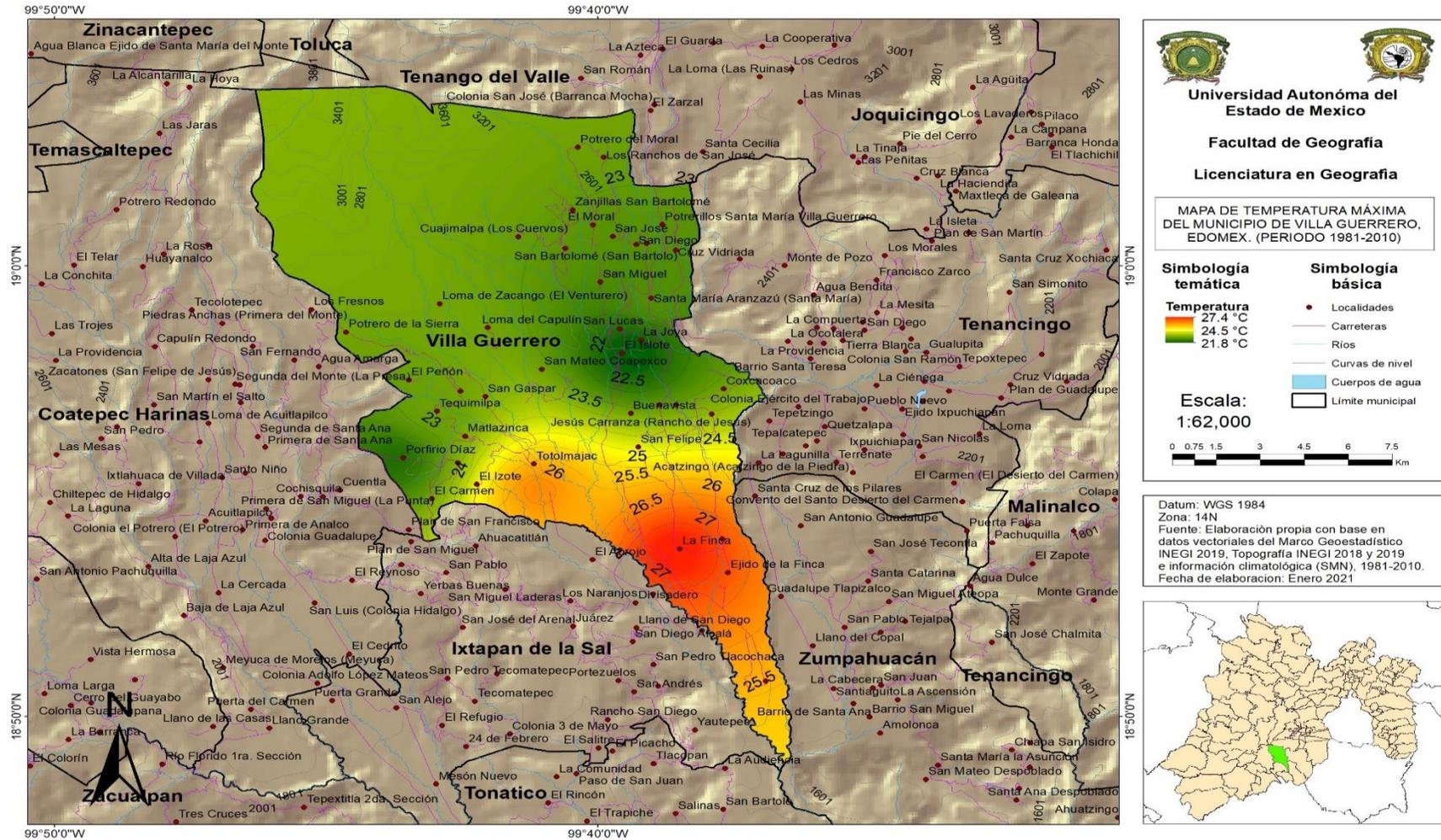
Con relación al mapa 17 nos muestra la temperatura mínima en la cual este se divide en tres temperaturas en los cuales estas están divididas en tres colores diferentes, teniendo como una temperatura mínima a partir del color verde con temperaturas de 7°C en lo cual este se encuentra en la parte centro hacia norte del municipio, la temperatura de color amarillo como referencia a la temperatura media con 9.3°C en lo cual este se encuentra en la parte centro y una parte sur del municipio y para la temperatura máxima de color rojo este se encuentra con temperatura de 11.7°C en lo cual este se encuentra en la parte centro hacia el sur del municipio.

Con relación al mapa 18 nos muestra la precipitación del municipio de Villa Guerrero en lo cual este las precipitaciones más bajas son de un color azul claro en donde este se encuentra en la parte centro hacia el sur en lo cual estas precipitaciones se encuentran a partir de 841.7 mm, para la precipitaciones mediana este se encuentra en la parte centro hacia el norte de color azul oscuro con precipitaciones de 1091.7 mm y una pequeña parte se encuentra en la sur del municipio y para la precipitación más alta esta es de un color morado que se

va de la parte norte al centro del municipio con precipitaciones a partir de 1353.4 mm.

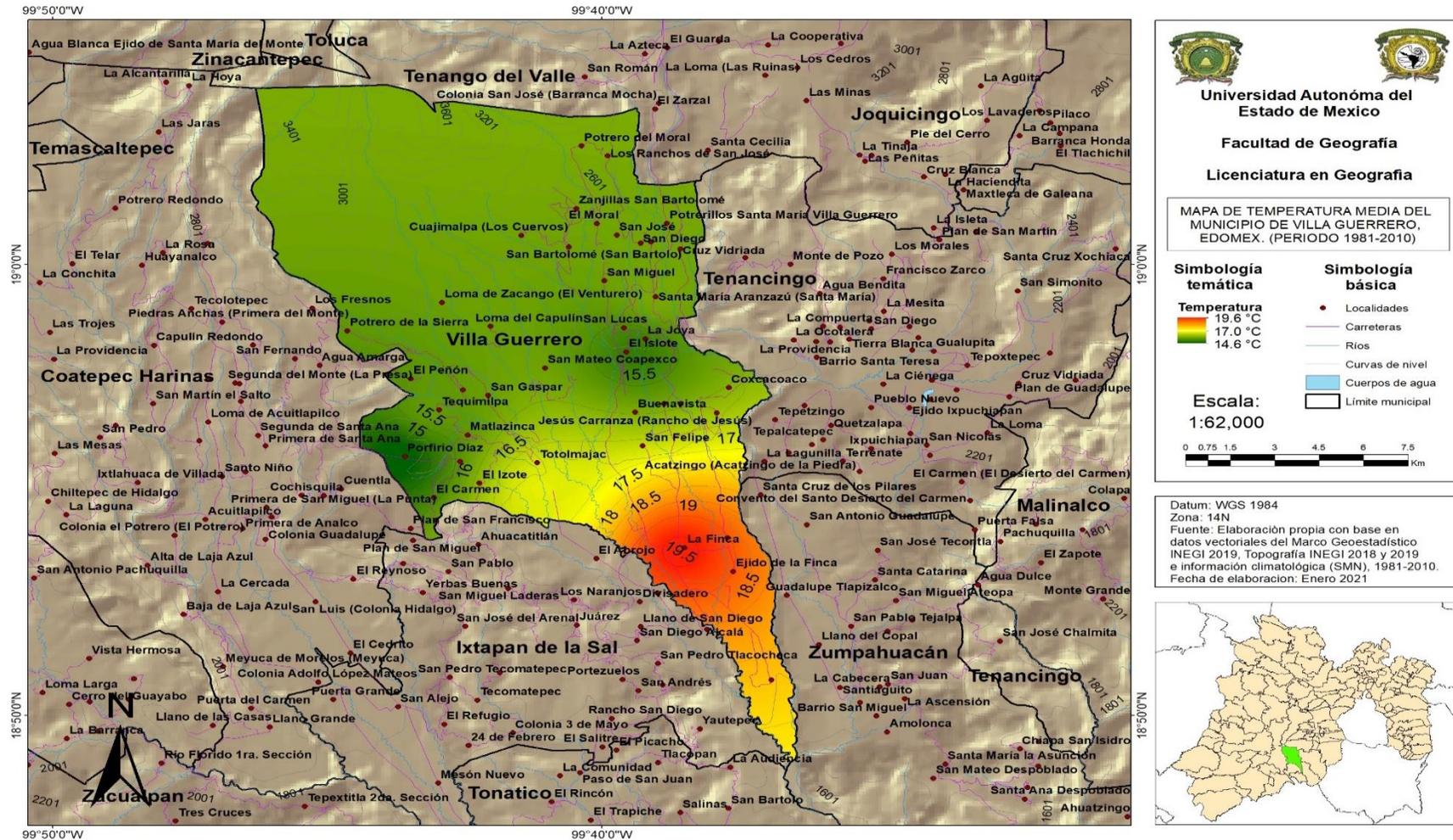
En relación a la precipitación y temperatura se muestra que en donde este tenga mayor temperatura habrá menor precipitación y en donde tenga menor temperatura abra mayor precipitación.

**Mapa 16. Temperatura máxima del municipio de Villa Guerrero**



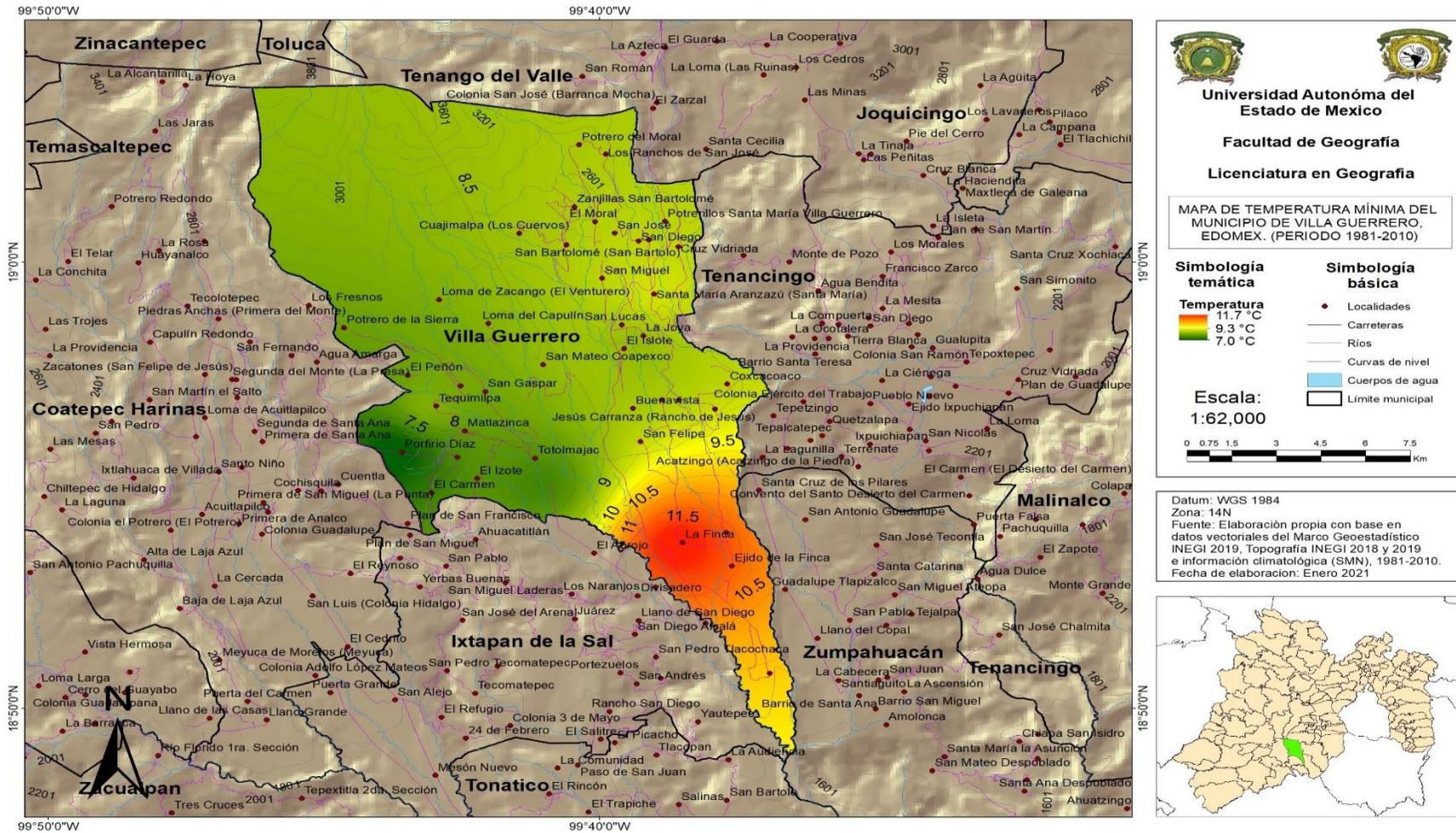
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.

Mapa 17. Temperatura media del municipio de Villa Guerrero



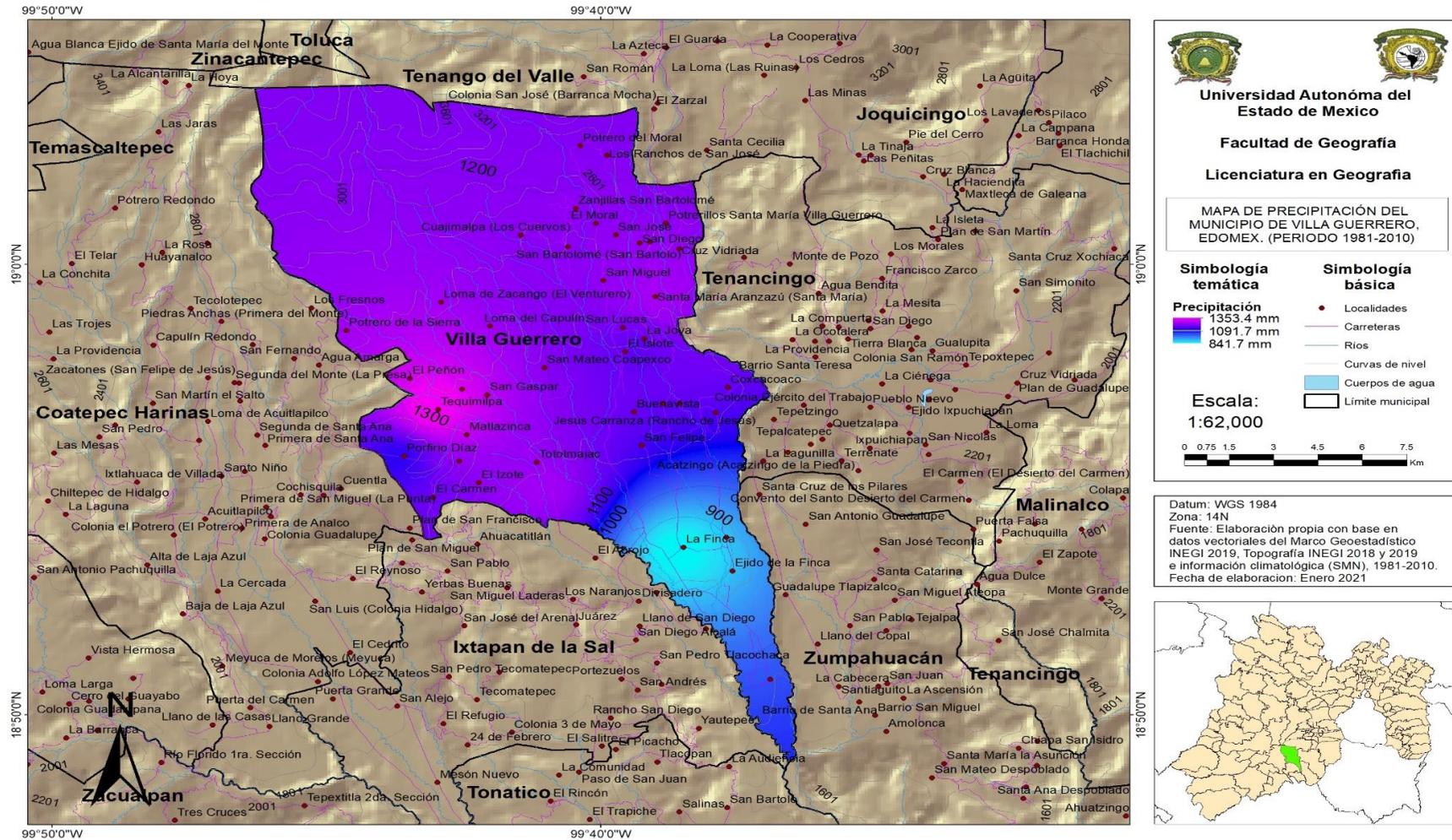
Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.

**Mapa 18. Temperatura mínima del municipio de Villa Guerrero**



**Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.**

## Mapa 19. Precipitación del municipio de Villa Guerrero



*Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI (2010) e información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), 1981-2010.*

### **3.4 Percepciones sobre la variabilidad climática, cambios en el clima y su impacto en la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero**

Las percepciones en el mundo actual han sido siempre un paradigma en la resolución de conflictos de carácter físico y social, en la que la población necesite estar más informada y preparada para evitar ser más susceptible ante un posible evento de dicha magnitud que puede costar vidas humanas y bienes materiales.

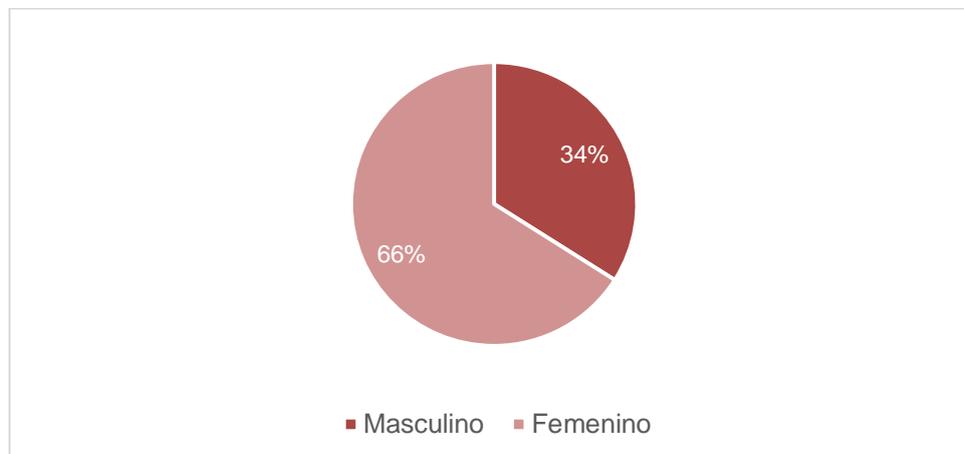
Los estudios en relación a las diversas líneas del conocimiento sobre el clima y las percepciones sobre la variabilidad climática y cambio climático han ido en aumento en los últimos 10 años a nivel mundial, ya que han propiciado a la población a estar más al tanto de lo que sucede del clima y a crear una cultura donde se concientice la importancia de cuidar el medio ambiente, en especial a la vegetación, la cual funge como una barrera ante los cambios extremos del clima y que son perjudiciales para la salud de cada ser humano.

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las preguntas formuladas dentro de la encuesta que fue aplicada en campo y las opiniones por parte de las personas que fueron partícipes en esta actividad.

### 3.4.1 Municipio de Malinalco

#### *Datos generales del entrevistado*

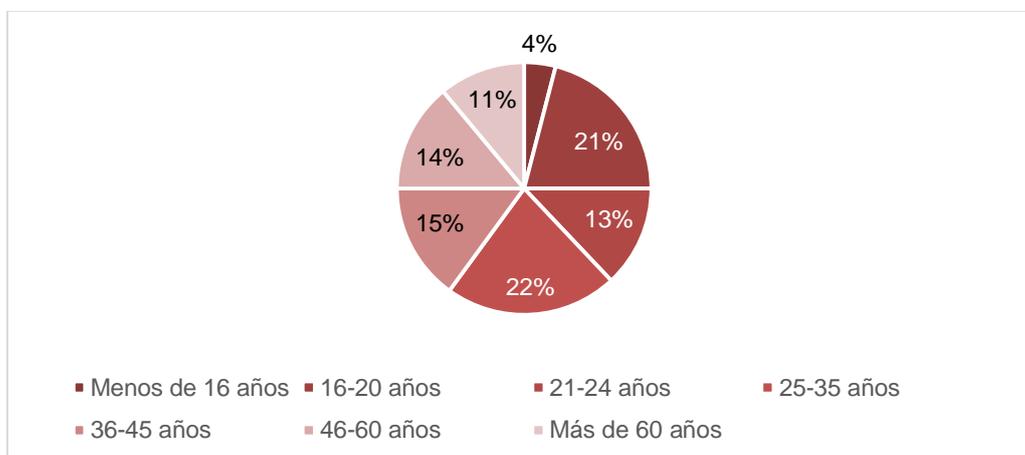
**Gráfica 46. Sexo del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo a lo anterior, el 66% de las personas que fueron entrevistadas son mujeres y el 34% son hombres.

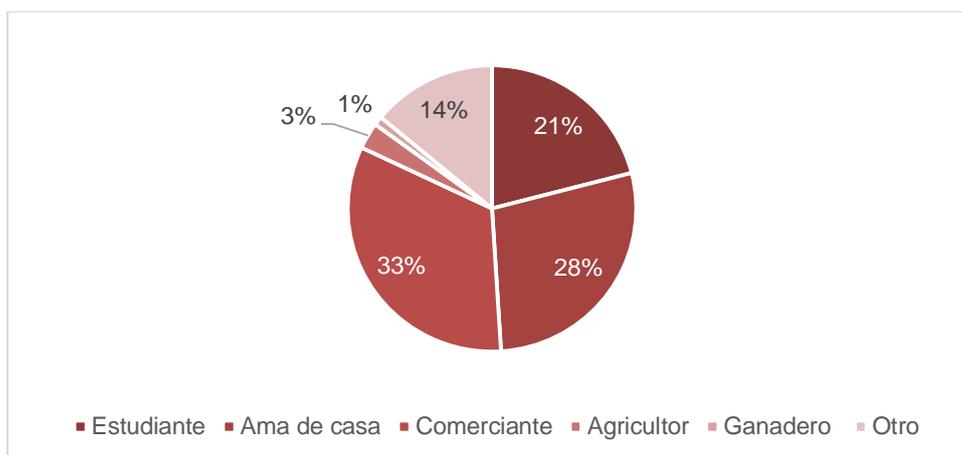
**Gráfica 47. Edad del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo a los resultados de la gráfica anterior, el 58% de la población que fue entrevistada tenía entre 16 y 45 años, donde el 22% le corresponde a la población entre 25 y 35 años, el 21% entre 16 y 20 años y el 15% entre 36 y 45 años.

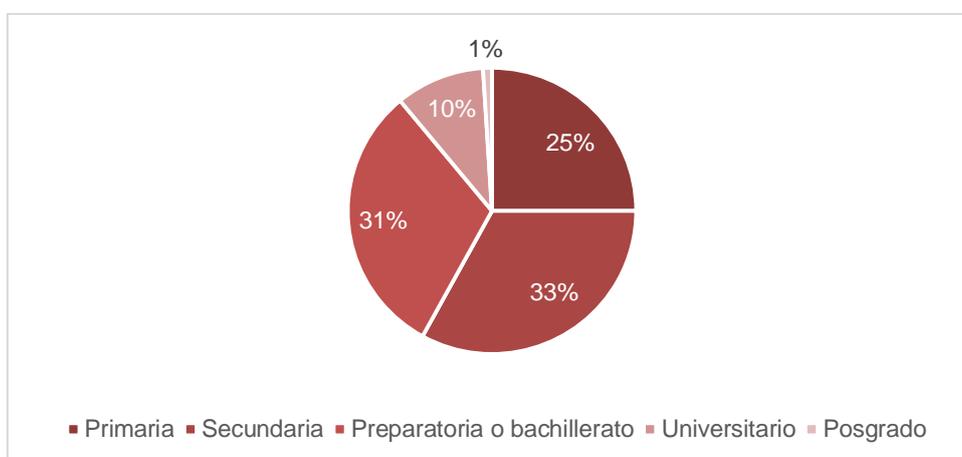
**Gráfica 48. Ocupación del entrevistado**



**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de los entrevistados, el 33% se dedica al comercio, el 28% son amas de casa (población femenina), el 21% son estudiantes y el 14% se dedica a alguna otra actividad de las que no están mencionadas en la gráfica anterior, tales como taxista, campesino, herrero, empleado(a), chofer.

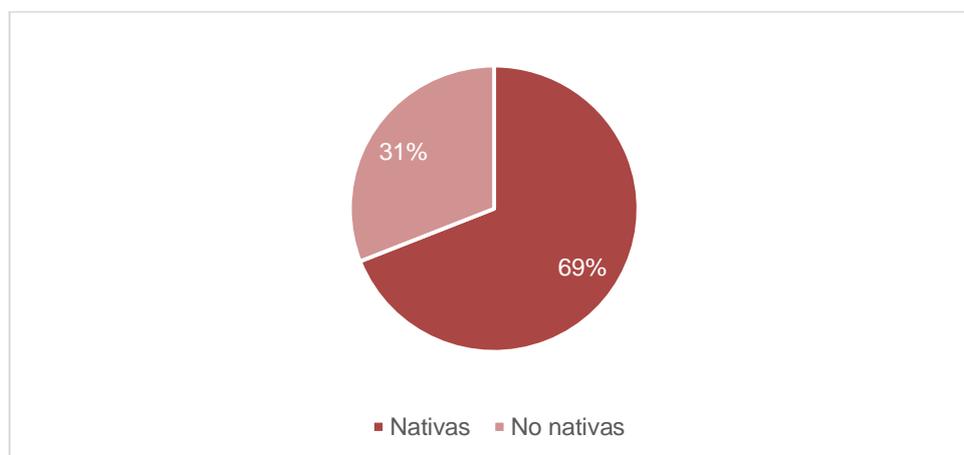
**Gráfica 49. Escolaridad del entrevistado**



**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de la población entrevistada, la mayoría cuenta con secundaria terminada y/o trunca con un porcentaje de 33%, el 31% con preparatoria terminada y/o trunca y el 25% con primaria terminada y/o trunca.

**Gráfica 50. Porcentaje de personas entrevistadas nativas y no nativas del municipio**



**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo a la gráfica anterior, el 69% del total de los entrevistados afirmó ser originario de este municipio mientras que el restante no solía serlo.

**Gráfica 51. Tiempo de residencia del entrevistado**

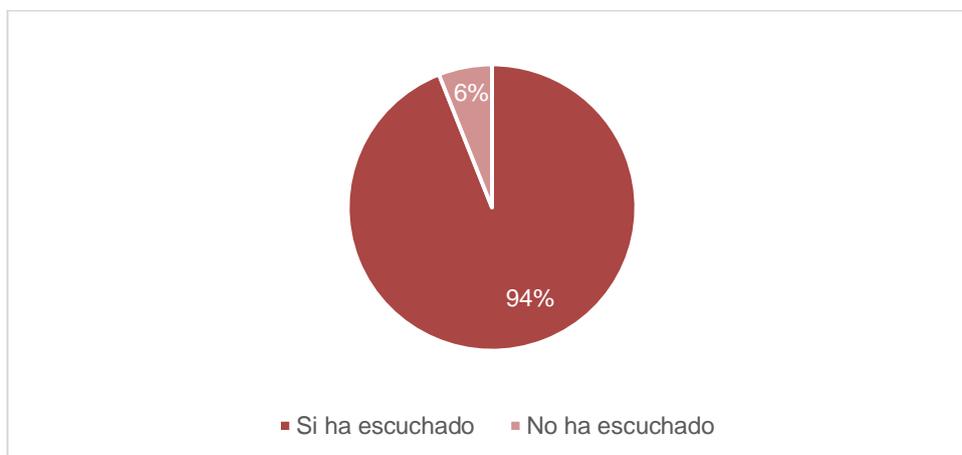


**Fuente: Elaboración propia.**

La gráfica anterior demuestra el rango de tiempo que lleva residiendo el entrevistado dentro del municipio. Del total de los entrevistados, el 38% afirmó que ha radicado por más de 30 años, mismo que coincide con su edad y su identidad en el municipio, mientras que el 31% corresponde a personas que han radicado entre 10 y 20 años en su mayoría son originarios y una cuarta parte de este porcentaje no lo son.

## Percepciones sobre la variabilidad climática

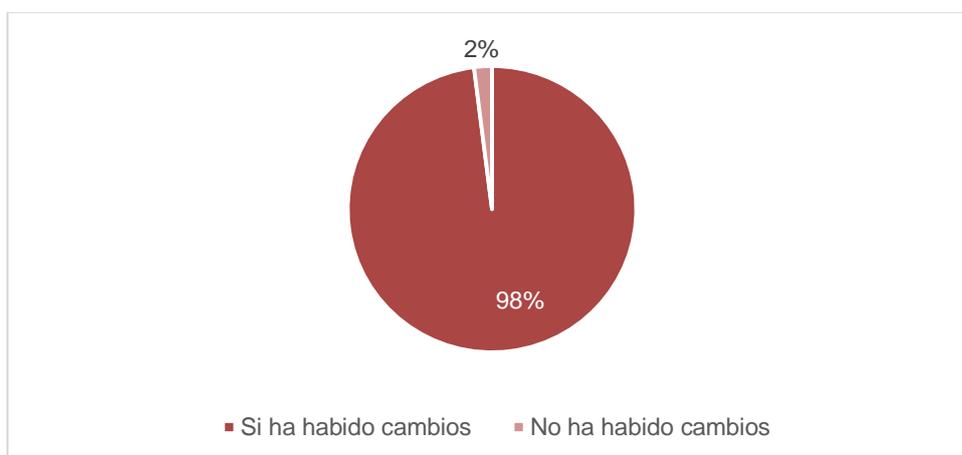
**Gráfica 52. Porcentaje de la población que ha escuchado hablar sobre el clima**



**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo con la gráfica anterior representa el porcentaje de la población entrevistada que ha escuchado hablar o que se ha enterado acerca del clima en algún momento de su vida. De los 100 entrevistados, el 94% la mayoría afirmó que lo han escuchado hablar a través de la enseñanza de la geografía en educación primaria y secundaria y otros pocos a través de las noticias por la radio y la televisión. En cambio, el 6% de los entrevistados no saben respecto al concepto de clima o no tienen conocimiento alguno.

**Gráfica 53. Percepción sobre el cambio en el clima del municipio**

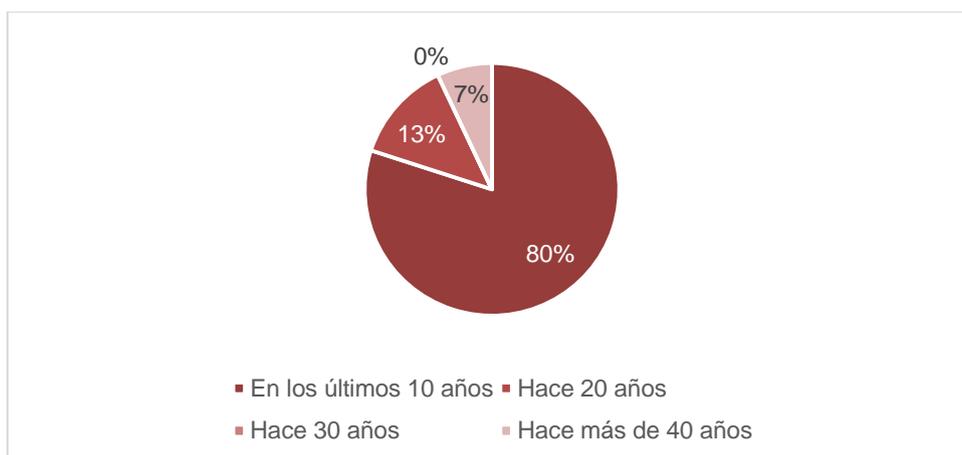


**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de las personas entrevistadas, el 98% optó por decir que a lo largo del municipio se han presentado cambios, de esos cambios algunos mencionaron el

retraso de la temporada más lluviosa del año y la lluvia intermitente, otros la prolongación de la sequía de noviembre hasta mayo y el aumento de la temperatura diurna; mientras que el 2% afirmó que el clima no ha cambiado de manera significativa.

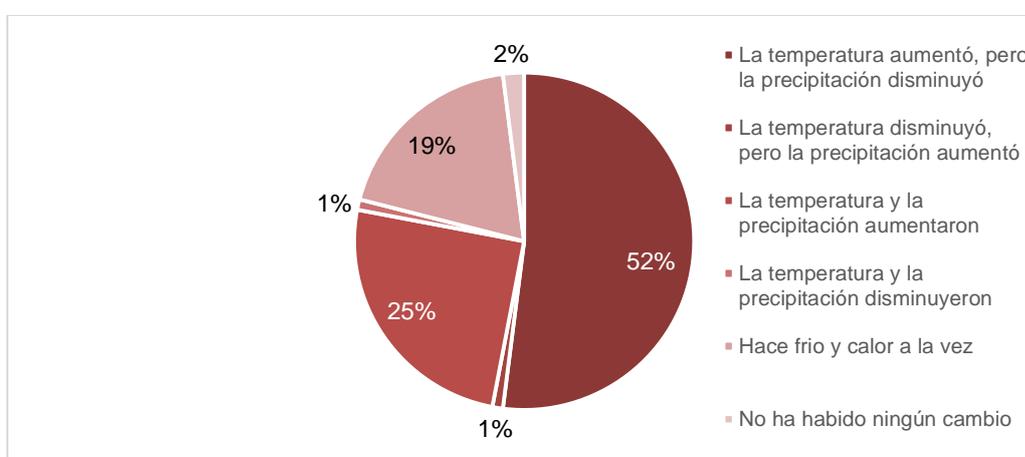
**Gráfica 54. Tiempo de percepción de los cambios en el clima dentro del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Del tiempo de percepción sobre los cambios en el clima, el 80% de la población entrevistada percibía los cambios desde hace 10 años, dentro de ese lapso de tiempo pocos mencionaron que lo venían percibiendo desde hace 3 y 4 años atrás y otros desde hace 7 años, mientras que el 13% lo venía percibiendo desde hace 20 años y el 7% desde hace más de 40 años.

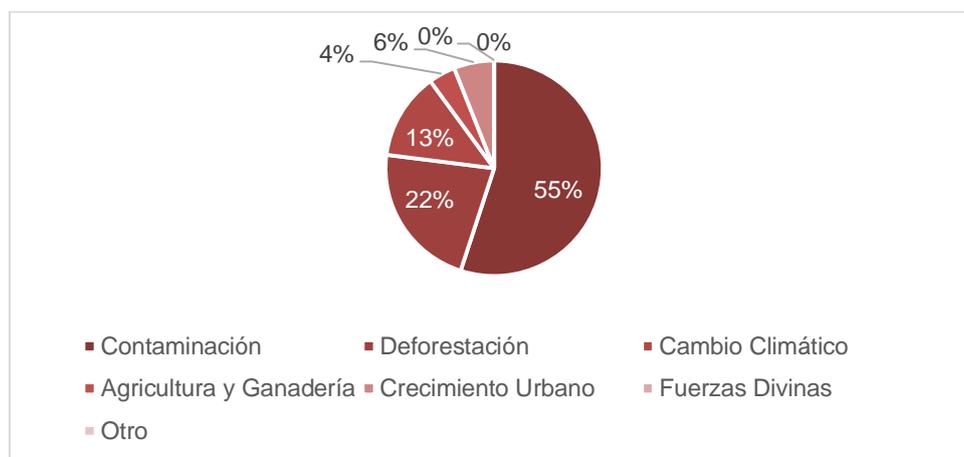
**Gráfica 55. Cambios percibidos del clima dentro del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo con la gráfica anterior, el 52% de las personas entrevistadas afirmaron que en estos últimos 10 años la temperatura ha ido en aumento y que se ha reflejado un descenso de la precipitación en la temporada más húmeda del año, mientras que el 25% afirmó que la temperatura y la precipitación ambas aumentaron y el 19% afirmaron sentir frío y calor a la vez sin considerar las estaciones del año debido a su falta de conocimiento sobre el clima.

**Gráfica 56. Factores relacionados con la variabilidad climática del municipio**

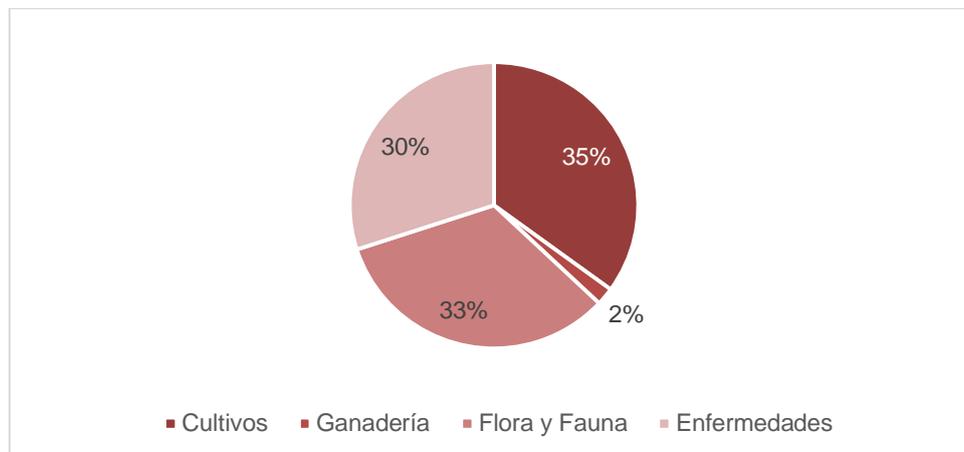


**Fuente: Elaboración propia.**

Del 100% de la población entrevistada, el 55% de la población afirmó que el factor predominante y causante de la variación del clima es la contaminación. Como bien sabemos que la contaminación abarca diferentes criterios, desde la contaminación del suelo, del aire, del agua hasta la auditiva, aunque esta segunda es la que más ha repercutido a lo largo del municipio debido a la quema de pastizales para evitar la propagación de algún tipo de plagas que puedan dañar a los cultivos. En segundo lugar, queda la deforestación con un 22%, de acuerdo a los encuestados afirmaron que la tala inmoderada en el municipio ha sido un gran problema debido a que estos espacios donde en su momento hubo árboles los utilizan para fines agrícolas de manera inapropiada. Por último, el 13% de los encuestados afirmaron que el cambio climático a nivel mundial es la causante de la modificación de las condiciones climáticas del municipio.

## ***Afectaciones en el entorno y en la población***

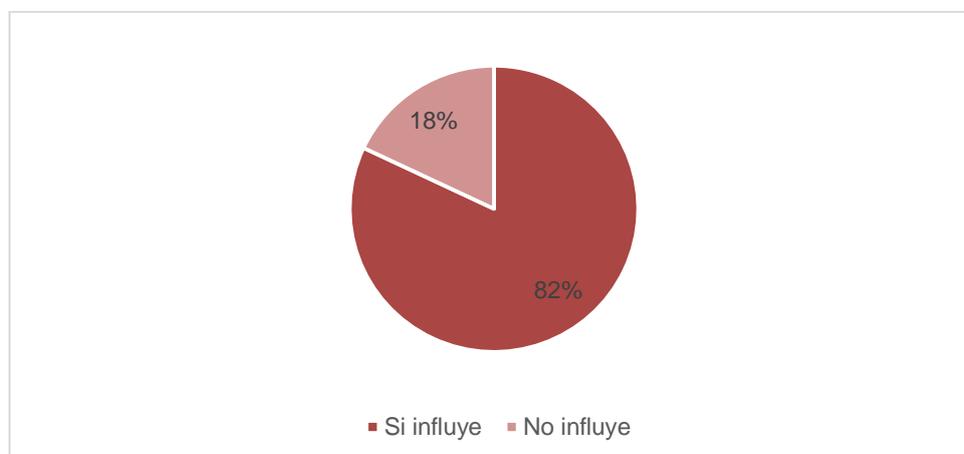
**Gráfica 57. Elementos del entorno afectados por los cambios del clima**



***Fuente: Elaboración propia.***

Del 100% de los encuestados, el 35% afirmó que los cultivos han sido afectados ante estos cambios, el 33% la flora y la fauna y el 30% a las enfermedades.

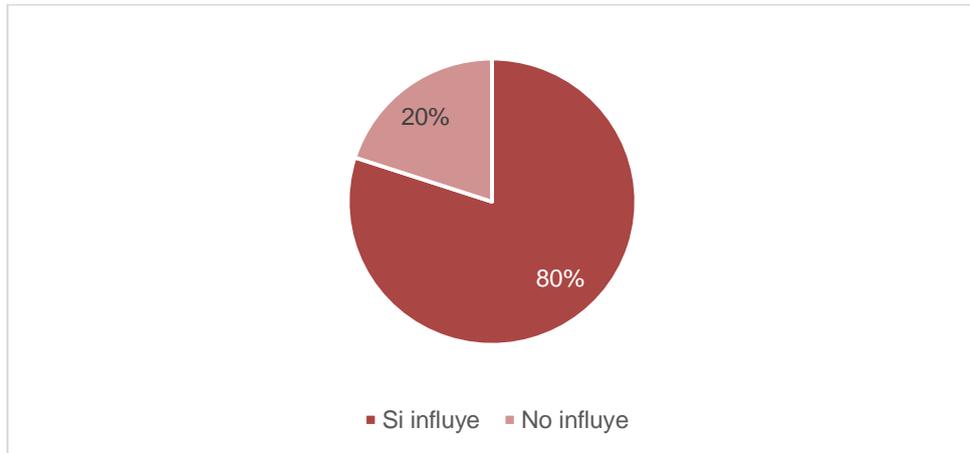
**Gráfica 58. Relación del clima con las actividades económicas del municipio**



***Fuente: Elaboración propia.***

De acuerdo con la gráfica anterior, el 82% de los entrevistados afirmó que el clima si guarda mucha relación con las actividades económicas dentro del municipio debido a que Malinalco es catalogado como “Pueblo Mágico”, ya que es un punto de atracción turística donde afluye muchas personas de zonas aledañas por lo que el clima es un factor que determina el flujo comercial del municipio, mientras que el restante, es decir, el 18% optó por decir que no interviene el clima en estos aspectos.

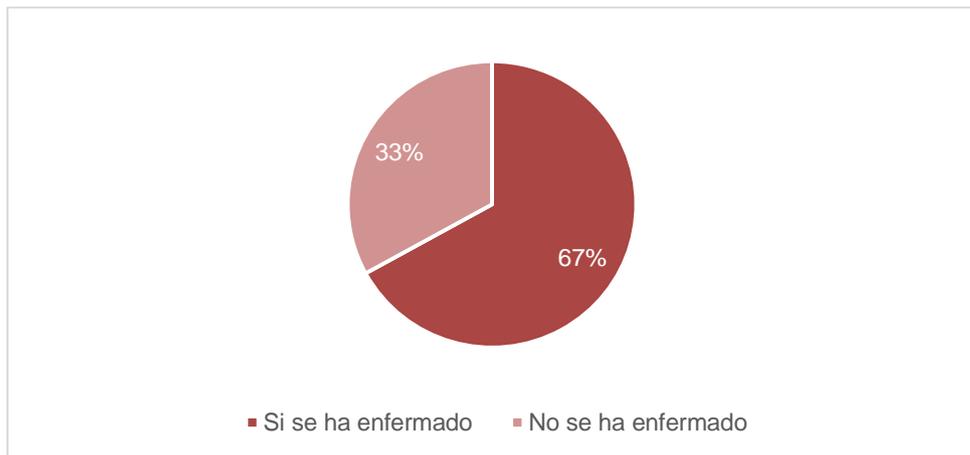
**Gráfica 59. Relación del clima con las actividades cotidianas de la población del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo con el total de la población encuestada, el 80% de los encuestados afirmó que el clima si es importante en sus actividades cotidianas, dentro de este porcentaje la mayoría se dedica al comercio y otros pocos practican algún deporte al aire libre por lo que el clima si es primordial para ellos; a comparación del resto (20%) mencionó que el clima no intervenía en sus actividades diarias.

**Gráfica 60. Porcentaje de la población que se ha enfermado a causa de los cambios en el clima**



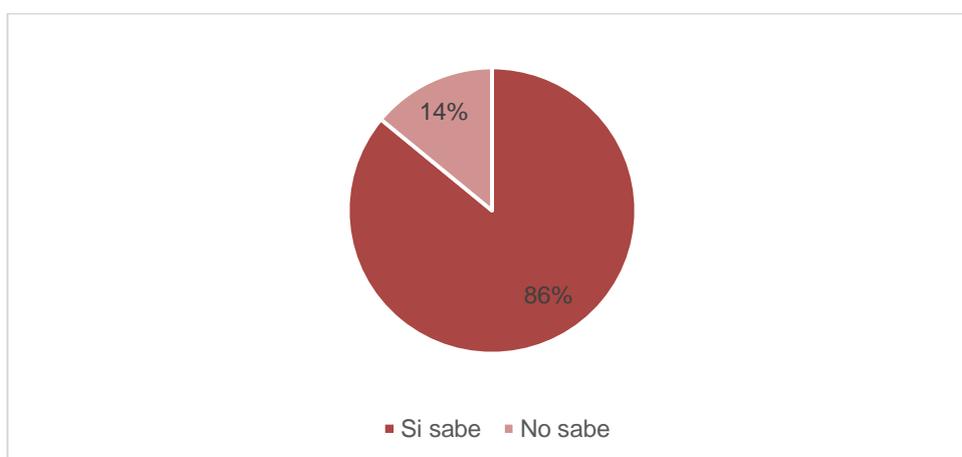
**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo con la gráfica anterior, el 67% de la población entrevistada afirmó haberse enfermado a causa de los cambios bruscos de temperatura y del mal tiempo, entre los cuales se mencionan los siguientes: gripe, tos, dolor de garganta, insolación, diarrea; aunque esta primera es la más común en toda la

población del municipio debido al descenso de la temperatura mínima en el mes de noviembre. Dentro de este porcentaje, los entrevistados mencionaron que la insolación y la diarrea han estado presentes en la población del municipio durante el mes de abril por lo que al mismo tiempo la población ha experimentado quemaduras en la piel durante el día. El 33% restante mencionó no haberse enfermado.

### **Conocimiento del cambio climático**

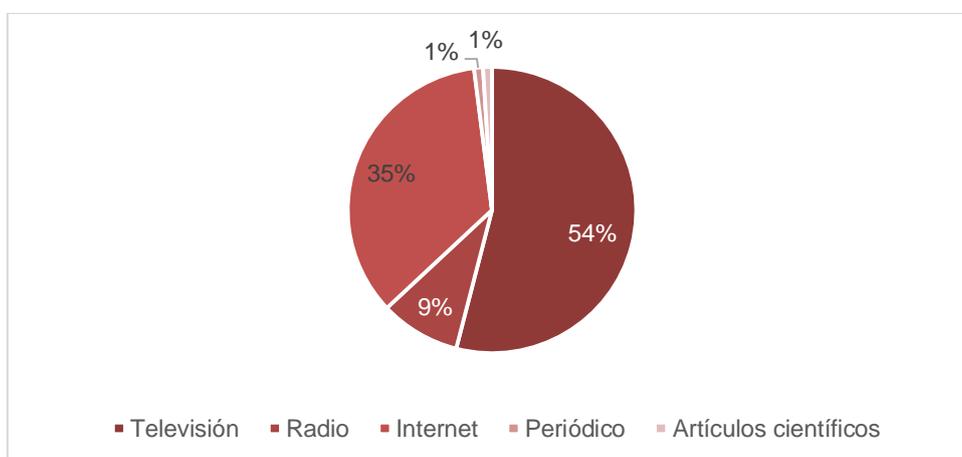
**Gráfica 61. Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial**



**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de los entrevistados, el 86% afirmó saber con respecto al cambio climático, mientras que el 14% desconocía este término.

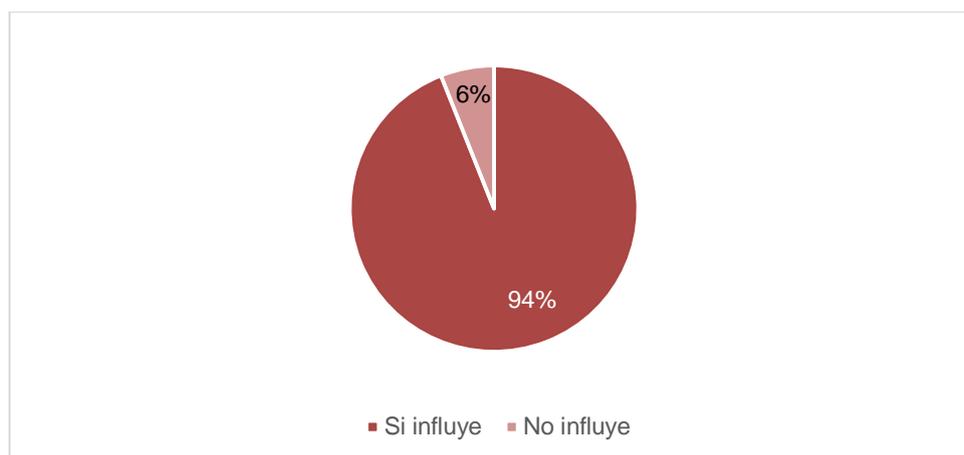
**Gráfica 62. Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial por medios de comunicación**



**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo con la gráfica anterior, del total de los entrevistados, el 54% afirmó en haberse informado acerca de este problema por este medio: la televisión. El 35% a través de las redes sociales, es decir, por internet; y muy pocos lo hacen por este medio: la radio, con un porcentaje del 9%.

**Gráfica 63. Relación entre los cambios en el clima del municipio y el cambio climático**



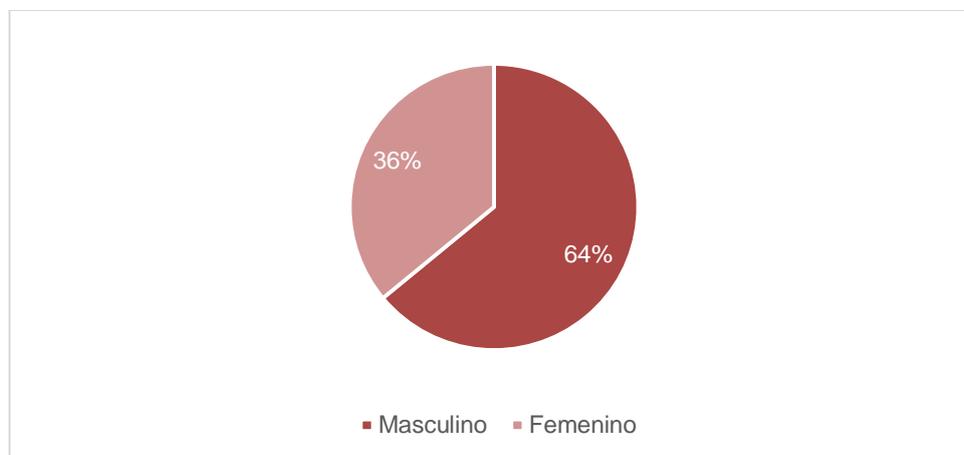
**Fuente: Elaboración propia.**

Del total de la población entrevistada, el 94% optó por mencionar que el clima a nivel municipal está involucrado por el llamado “cambio climático”, de ahí los cambios y los problemas que se han presentado afirmaron que es producto del cambio climático. El 6% afirmó que el cambio climático no se veía tan involucrado en las condiciones climáticas del municipio.

### 3.4.2 Municipio de Villa Guerrero

#### *Datos generales del entrevistado*

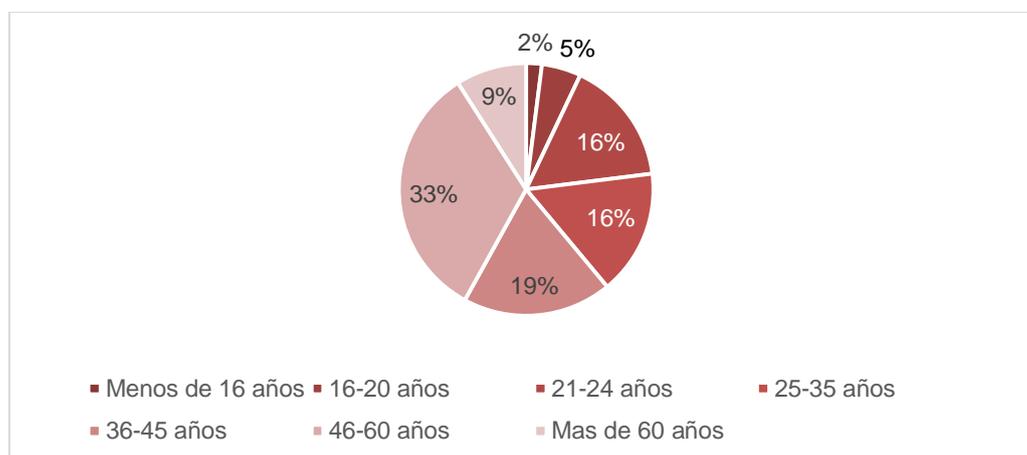
**Gráfica 64. Sexo del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Con relación a la gráfica anterior el mayor número de encuestas se aplicaron al género masculino con un 65% de las encuestas realizados en el municipio de Villa Guerrero.

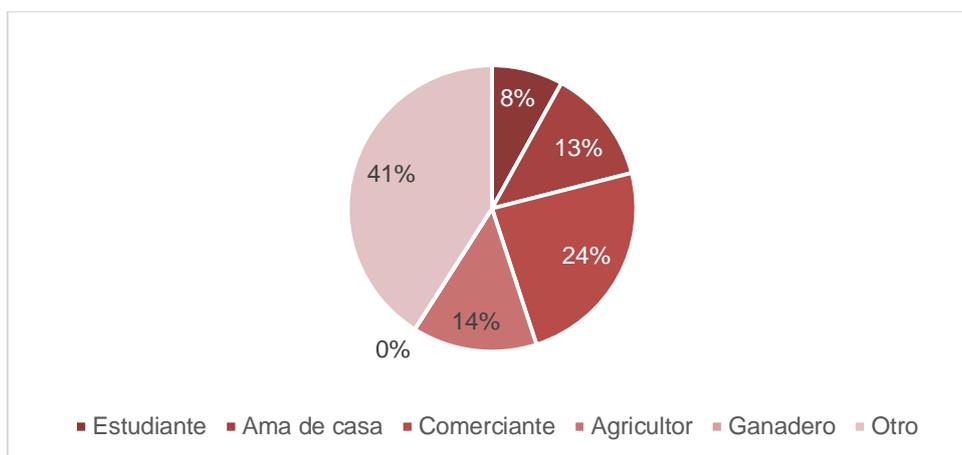
**Gráfica 65. Edad del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Los dos rangos de edad con relación a las encuestas aplicadas son con 33% que corresponde a la edad de 46 a 60 años y 19% que corresponde a 36 a 45 años, cabe mencionar que hay dos rangos de edad que tienen el mismo porcentaje que es de 16% siendo los rangos de 21 a 24 y 25 a 35 años.

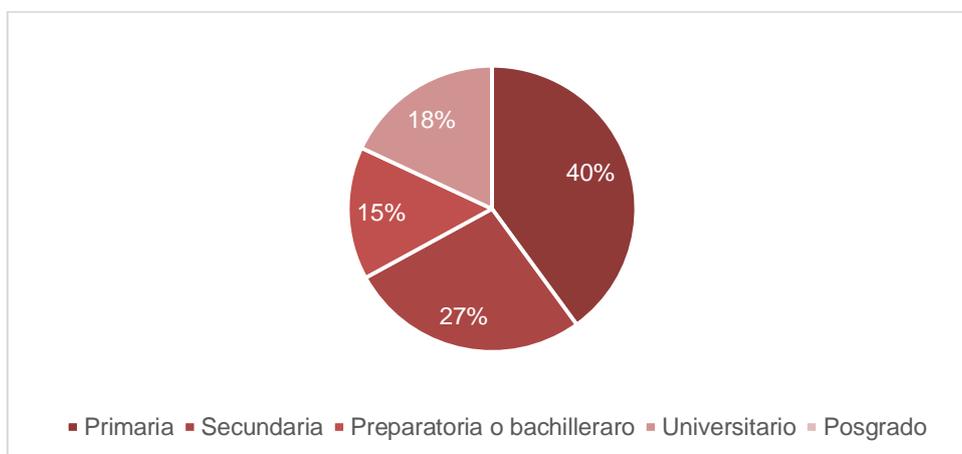
**Gráfica 66. Ocupación del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

El mayor número de personas que se encuestaron tienen otras ocupaciones de las opciones señaladas, tomando en cuenta esto la segunda ocupación que tiene un mayor porcentaje es comerciante con 24%.

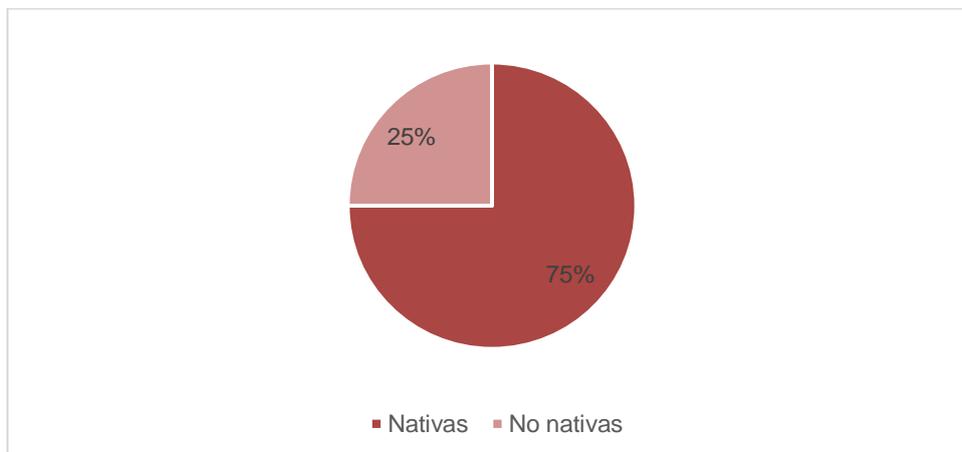
**Gráfica 67. Escolaridad del entrevistado**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

El mayor porcentaje de las personas con relación a su nivel de educación es primaria con 40%, le sigue el nivel de secundaria con 27%, en tercer porcentaje mayor es universitario con 18% y el que tiene menor porcentaje es preparatoria o bachillerato con 15% de porcentaje.

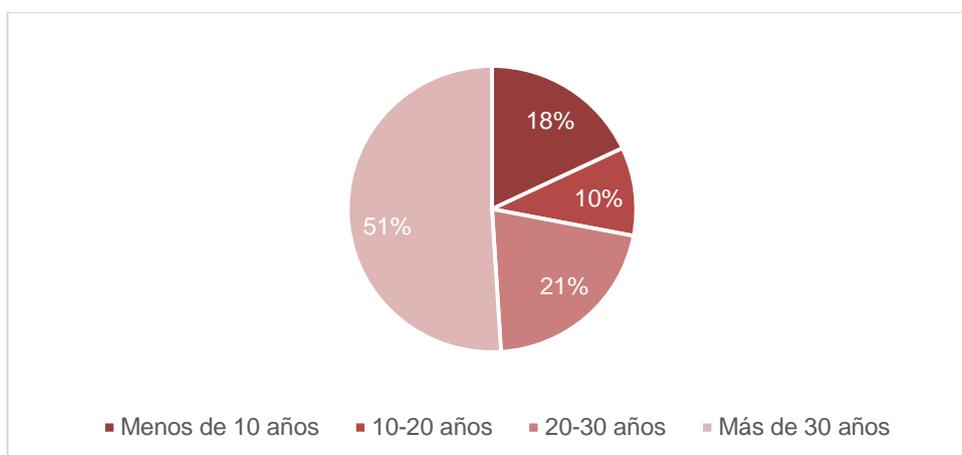
**Gráfica 68. Porcentaje de personas entrevistadas nativas y no nativas del municipio**



**Fuente: Elaboración propia.**

El mayor número de personas encuestadas son originarias del municipio con 75% y el 25% este corresponde a personas originarias de otros municipios y/o otros estados, pero actualmente residen en el municipio.

**Gráfica 69. Tiempo de residencia del entrevistado**

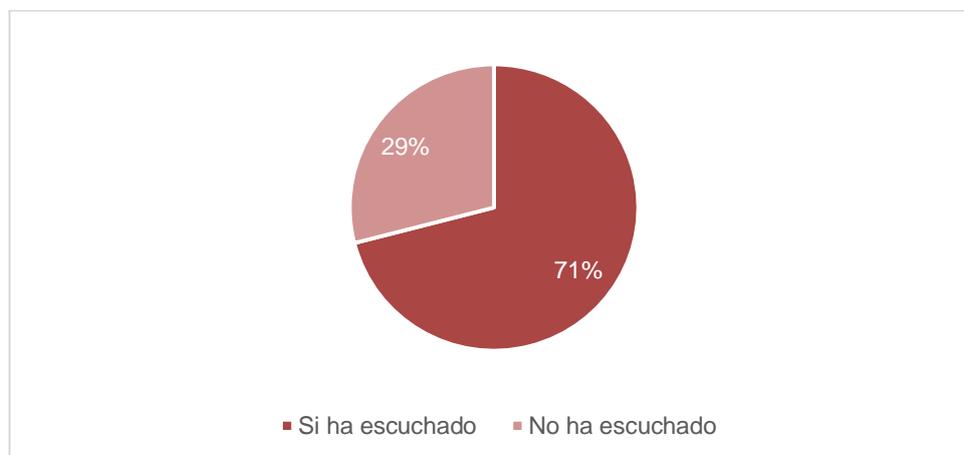


**Fuente: Elaboración propia.**

Con el 51% han vivido más de 30 años dentro del municipio, el 21% corresponde a personas que han vivido entre 20 a 30 años, 18% corresponde a menores de 10 años y el último porcentaje es de 10% que es de 10 a 20 años que residen dentro del municipio.

### Percepciones sobre la variabilidad climática

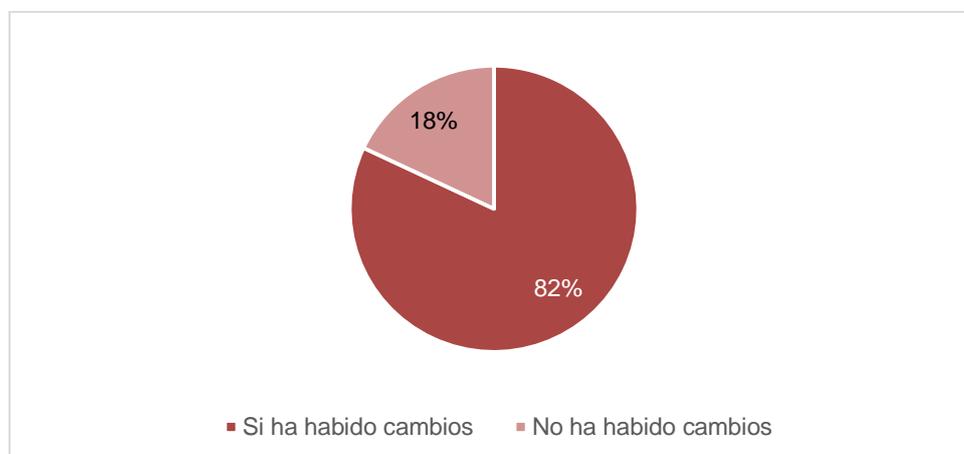
**Gráfica 70. Porcentaje de la población que ha escuchado habla sobre el clima**



**Fuente: Elaboración propia.**

El 71% de las personas encuestada han escuchado hablar sobre el cambio climático y el 29% no han escuchado hablar sobre el cambio climático.

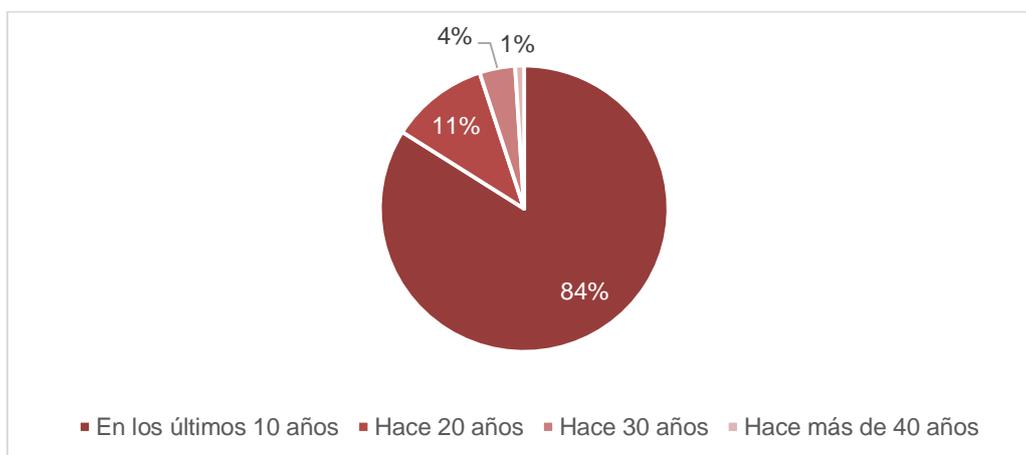
**Gráfica 71. Percepción sobre el cambio en el clima del municipio**



**Fuente: Elaboración propia.**

El 82% de las personas encuestadas han percibido el cambio en el municipio en los últimos años y el 18% creen que el municipio no ha tenido ningún cambio.

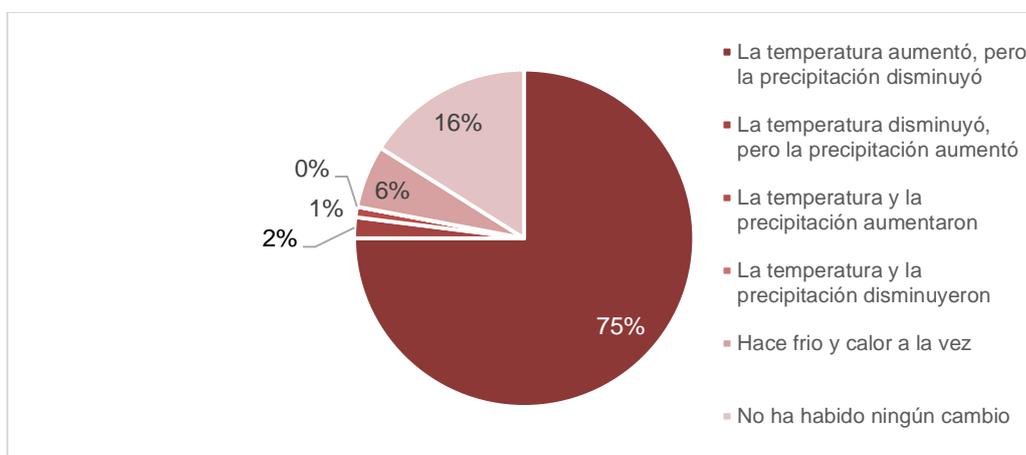
**Gráfica 72. Tiempo de percepción de los cambios en el clima dentro del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Los cambios que sean percibidos han sido en los últimos años en los cuales este corresponde al 84% donde las personas han identificado algún cambio en el clima en donde el segundo porcentaje es hace 20 años con 11% de porcentaje.

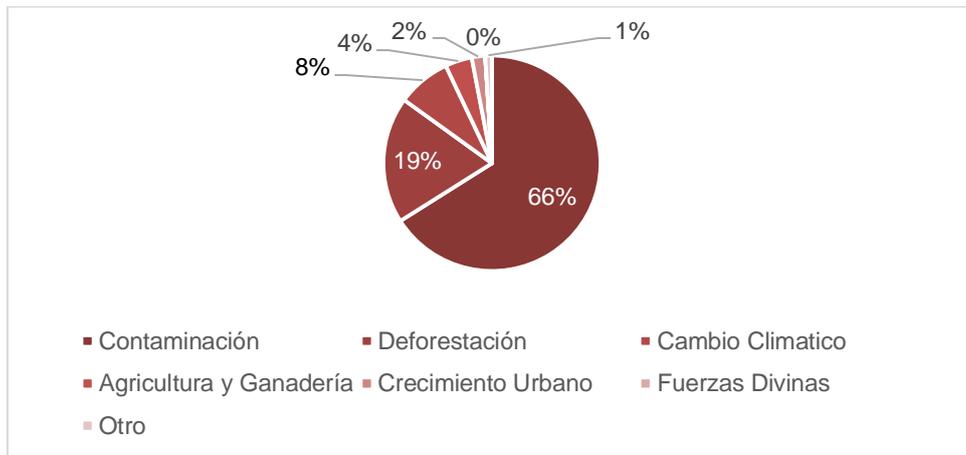
**Gráfica 73. Cambios percibidos del clima dentro del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

Los cambios que ha habido dentro del municipio han sido que la temperatura aumenta, pero la precipitación ha disminuido con un 75%, en segundo lugar, con 6% es que hace frío y calor a la vez, cabe mencionar que el 16% dice que no ha habido algún cambio.

**Gráfica 74. Factores relacionados con la variabilidad climática del municipio**

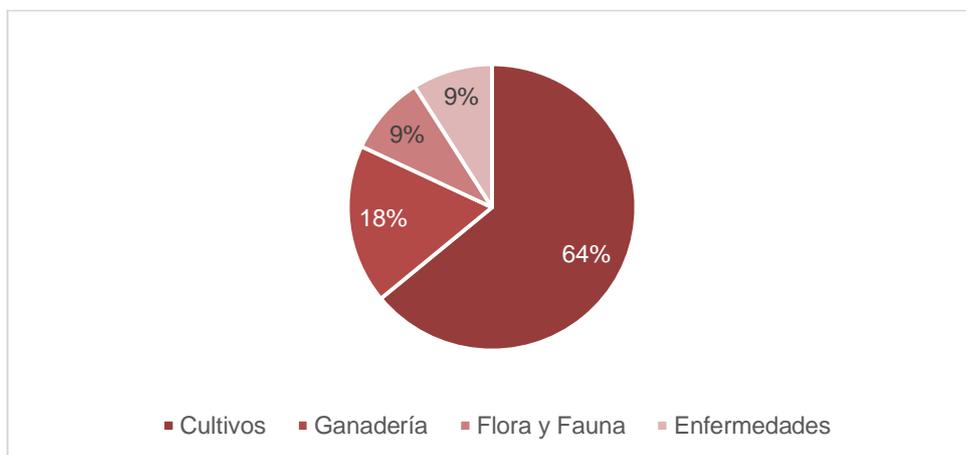


**Fuente: Elaboración propia.**

El mayor porcentaje de las personas creen que la contaminación es el factor principal para el cambio climático con un 66%, en segundo lugar, es la deforestación con un 19%.

**Afectaciones en el entorno y en la población**

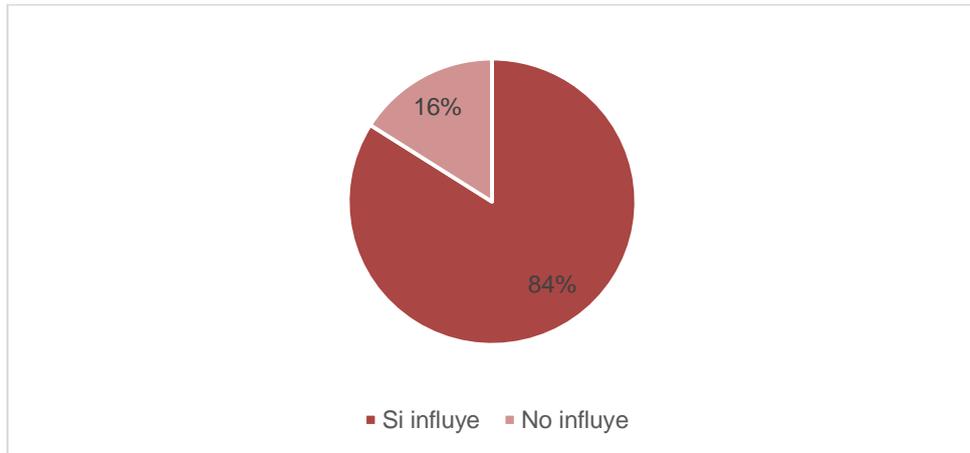
**Gráfica 75. Elementos del entorno afectados por los cambios del clima**



**Fuente: Elaboración propia.**

Las personas creen que el entorno afectado es a los cultivos debido a las actividades económicas que se realizan dentro del municipio con 64%, en segundo lugar, es la ganadería con 18% que es afectada debido a la alimentación de los animales y en tercer lugar con 9% en el cual se encuentran enfermedades.

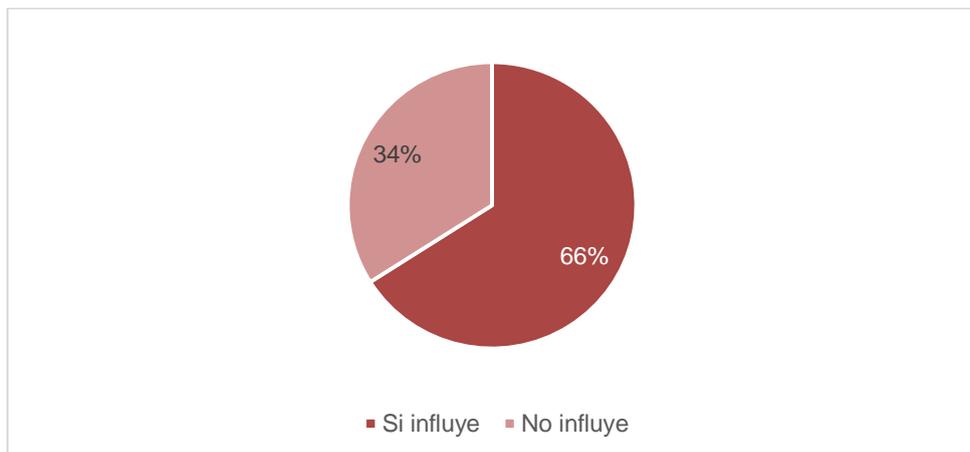
**Gráfica 76. Relación del clima con las actividades económicas del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

De acuerdo con el total de la población encuestada, el 84% de los encuestados afirmó que el clima si es importante en sus actividades cotidianas, dentro de este porcentaje la mayoría se dedica a la actividad florícola y al campo; a comparación del resto (16%) mencionó que el clima no intervenía en sus actividades diarias.

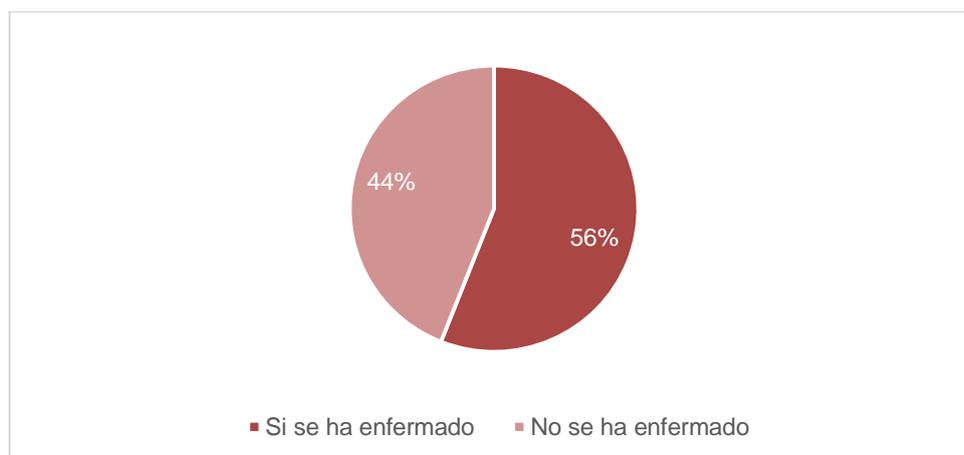
**Gráfica 77. Relación del clima con las actividades cotidianas de la población del municipio**



**Fuente:** *Elaboración propia.*

El 66% de las personas piensan que el clima si influye en sus actividades económicas debido a que sus actividades están relacionadas con el campo y el 34% creen que el clima no influye en sus actividades cotidianas.

**Gráfica 78. Porcentaje de la población que se ha enfermado a causa de los cambios en el clima**

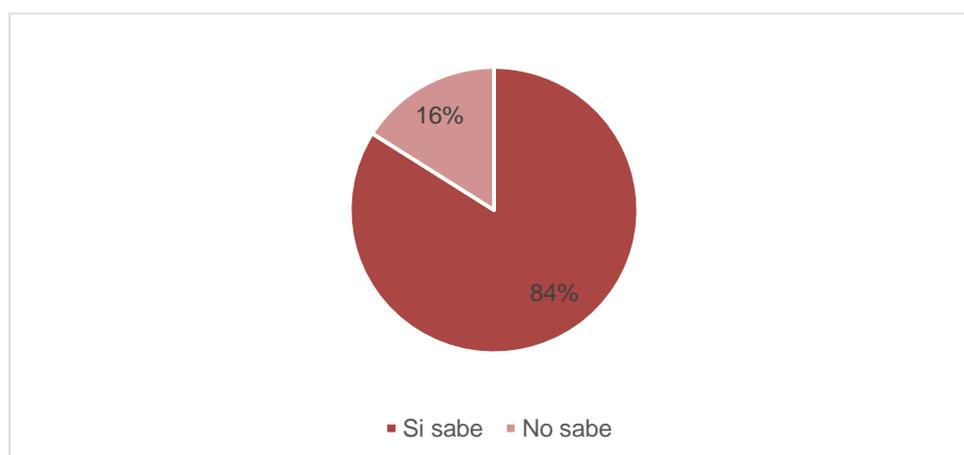


**Fuente: Elaboración propia.**

El 56% de las personas se han enfermado por el mal clima en la cual en esta se encuentran tos, gripe y enfermedades respiratorias y el 44% de las personas no se han enfermado por el mal clima.

### **Conocimiento del cambio climático**

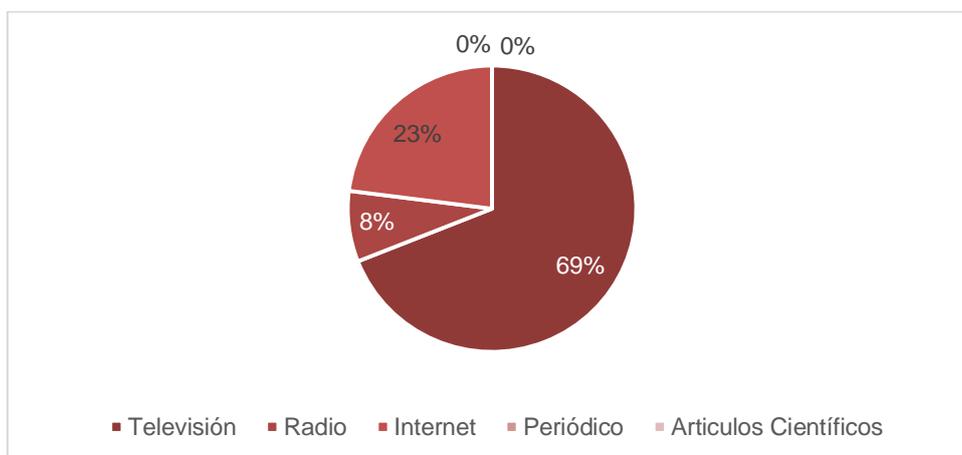
**Gráfica 79. Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial**



**Fuente: Elaboración propia.**

El 84% de las personas han escuchado hablar sobre el cambio climático a nivel mundial pero el 16% de las personas no han escuchado hablar sobre el cambio climático a nivel mundial.

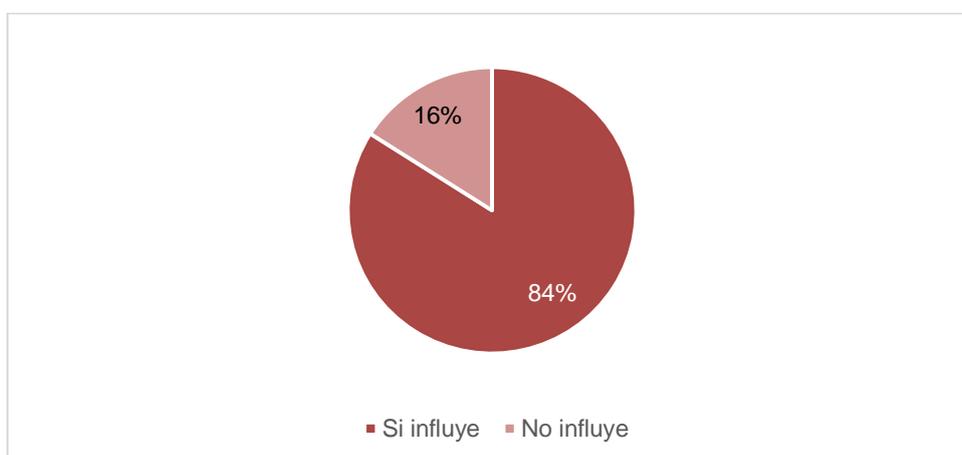
**Gráfica 80. Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial por medios de comunicación**



**Fuente: Elaboración propia.**

La fuente de información más común dentro de las personas encuestada es la televisión con las noticias con 69%, en segundo lugar, es internet con un 23% en donde este han sido las redes sociales y en la búsqueda de información con relación al clima.

**Gráfica 81. Relación entre los cambios en el clima del municipio y el cambio climático**



**Fuente: Elaboración propia.**

El 84% de las personas creen que el cambio que han sufrido dentro del municipio ha sido con producto del cambio climático a nivel mundial.

## DISCUSIÓN GENERAL

Esta investigación tuvo como finalidad determinar las afectaciones hacia a la población derivadas de las variaciones climáticas y de los cambios que se han visto dentro de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México. Previo al ejercicio en campo, fue importante investigar y analizar en gabinete el comportamiento del clima, los fenómenos atmosféricos que han tenido lugar a la determinación del tipo de clima predominante y su variación durante el periodo 1981-2010, para lo cual era posible identificar las problemáticas latentes en estos municipios. Es pertinente señalar que, para llevar a cabo esta investigación previa a este análisis, fue necesario delimitar la zona de estudio compuesta por los municipios señalados anteriormente, describiendo así sus rasgos físicos y sociales, ya que nos sirvió de base para relacionarlas en el contexto con la región sur del Estado de México, y al mismo tiempo, con los patrones de la variabilidad climática presente en los mismos.

A continuación, se discutirán por cada rubro los resultados obtenidos en el transcurso de la realización de este trabajo de investigación.

### ***Discusión sobre el análisis de las condiciones climáticas por localidad durante el periodo 1981-2010***

El propósito de este análisis fue demostrar el comportamiento del clima de cada una de las localidades, como bien se sabe, en cada espacio y en cada punto de la Tierra existen microclimas, por lo cual resultó ser una tarea útil el saber del actuar del clima en cada rincón de estos municipios. En seguida se discuten los resultados obtenidos dentro de este análisis:

Para el municipio de Malinalco, encontramos que en la localidad de San Sebastián la temporada más lluviosa se refleja considerablemente durante el verano con una máxima de 355.9 mm en el mes de septiembre separada de otra al inicio de esta estación con 246.5 mm en el mes de junio, posee de un clima templado subhúmedo fresco debido a que el mes más caliente es inferior a 22°C pero superior a los 18°C durante el mes de abril, es considerada como una de las localidades más altas del municipio, cuya altitud es de 2040 m.s.n.m; para el caso de la localidad de Puente Caporal se deduce que predomina un clima seco

estepario intermedio de los climas subhúmedos y semisecos con las dos estaciones húmeda y seca bien definidas durante el periodo, con una temperatura media de 20.1°C; y para la localidad de Colonia Hidalgo, la temporada más húmeda se concentra de junio a octubre con dos máximas separadas (una en julio con 203 mm y la otra en septiembre con 210.8 mm), posee de un clima tropical cálido con una temperatura media de 22.9°C, es una de las localidades de menor altitud en el municipio, ya que se sitúa a los 1222 m.s.n.m.

Para el municipio de Villa Guerrero, la mayoría de las localidades que fueron analizadas, tales como El Islote, Porfirio Díaz, Santa María, Toma Tecomatepec y Totomajac, de acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen modificada por Enriqueta García, poseen de un clima templado subhúmedo con verano fresco y el régimen de lluvias concentrado durante en el verano, la temporada más calurosa se concentra justo antes del solsticio de verano, presentan las dos estaciones húmeda y seca bien definidas a lo largo del periodo a excepción de la localidad Toma Tecomatepec, que posee de un régimen pluviométrico intermedio entre la influencia monzónica y la época de estiaje expresado con las letras: **(m)(w)** de acuerdo a la clasificación climática mencionada anteriormente, la temperatura media normal oscila entre los 14°C y 16°C; cabe mencionar que la localidad Vivero La Paz es la única que posee de un clima semicálido subhúmedo en todo el municipio y es de los sitios de menor altitud del mismo, tiene una estación húmeda considerable durante el verano siendo junio el mes más lluvioso con 184.3 mm de precipitación.

### ***Discusión sobre el análisis de las condiciones climáticas a nivel municipal durante el periodo 1981-2010***

En este análisis encontramos que en ambos municipios predominan una diversidad de climas desde los más templados semifríos, templados frescos a los más cálidos, estos segundos abarcan alrededor de un 50% en el municipio de Villa Guerrero en la parte centro-norte y un 25% para el municipio de Malinalco en la parte norte, mientras que los terceros sólo predominan en la parte sur del municipio de Malinalco alrededor de un 20%.

En cuanto a la distribución de la temperatura y la precipitación; para el municipio de Malinalco, en las zonas de clima templado la temperatura oscila entre los 5°C y 23°C con una media de 16°C y una precipitación de 1400 mm, en las zonas de clima semicálido la temperatura oscila entre los 12°C y 28.5°C con una media de 20.5°C y una precipitación entre 700 y 900 mm y en las zonas de clima cálido la temperatura oscila entre los 14°C y 31°C con una media de 22.5°C y una precipitación de 900 mm; y para el municipio de Villa Guerrero, en las zonas de clima templado la temperatura oscila entre los 8.5°C y 23°C con una media de 15°C y una precipitación de 1200 mm y en las zonas de clima semicálido la temperatura oscila entre los 11.5°C y 27°C con una media de 19.5°C y una precipitación de 900 mm.

Típicamente, el tipo de clima que predomina en ambos municipios es el templado semicálido con régimen de lluvias en verano, la vegetación predominante es de tipo boscosa y arbustiva.

### ***Discusión sobre la variabilidad climática, cambios en el clima y su impacto en la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero mediante el análisis perceptivo***

Respecto a este análisis encontramos que, de los 200 encuestados, alrededor de un 85% de los entrevistados de ambos municipios afirmaron que se han venido presentando cambios en los últimos 10 años, y que dentro de esos cambios se ha visto un aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación de manera significativa. Este resultado representa una tendencia en la incertidumbre que se tiene en torno al comportamiento de los fenómenos meteorológicos y opiniones generales respecto a la variabilidad climática a nivel local, y que de acuerdo con Pinilla (2012), este tema cada vez es más discutido cotidianamente y más común entre los pobladores.

Uno de los factores que ha alterado las condiciones climáticas en ambos municipios es la contaminación ambiental, aunque bien se sabe que abarca diferentes criterios, desde la contaminación del aire hasta la auditiva, aunque esta primera es la que más se ha percibido debido a la quema de pastizales para evitar la propagación de algún tipo de plagas que puedan ocasionar algún tipo de daño en las zonas cultivables. La deforestación, sin duda alguna, es otro de

los problemas más críticos. De acuerdo a los encuestados, afirmaron que la tala inmoderada ha sido un gran problema debido a que estos espacios donde en su momento hubo árboles los utilizan para fines agrícolas de manera inapropiada.

En cuanto a las afectaciones en el entorno y en la población de ambos municipios, el 35% de los encuestados afirmó que los cultivos han sido el elemento natural más afectado ante los cambios del clima, seguido por la flora y fauna (solo el municipio de Malinalco) y la ganadería (municipio de Villa Guerrero), aunque este último elemento se ha visto afectado por la falta de abastecimiento de alimento para animales, lo cual la flora depende mucho de las condiciones del clima, ya que es empleada como forraje para el ganado. En términos de la actividad humana, la mayoría de los entrevistados afirmaron que el clima sí influye en gran medida en sus actividades cotidianas y en las actividades económicas de ambos municipios, ya que, para el municipio de Malinalco, la principal actividad económica es el turismo mientras que, para el municipio de Villa Guerrero, es la actividad florícola y agricultura de temporal.

En base al conocimiento que se tiene sobre el cambio climático a nivel global, el 86% (Malinalco) y el 84% (Villa Guerrero) de los encuestados afirmó haber escuchado sobre este tema mientras que el restante para ambos municipios no sabía o no lo había escuchado hablar en algún momento de su vida. Cabe mencionar que, en estos municipios de estudio existe un reconocimiento al concepto del cambio climático, pues la mayoría de la población encuestada optó por haber escuchado acerca de este fenómeno, aunque el nivel de información sobre el mismo es escaso. Respecto a los medios de comunicación, la televisión y el internet han sido de los medios más utilizados por la población de ambos municipios y con los que han estado más informados acerca de este fenómeno. Casi alrededor de un 100% (para el municipio de Malinalco) y un 90% (para el municipio de Villa Guerrero) de los entrevistados afirmaron que el clima a nivel municipal está involucrado por el llamado cambio climático a nivel global y el restante optó por decir lo contrario debido a que son factores locales que los mismos pobladores han contribuido a este problema.

## CONCLUSIONES

El aire, un elemento indispensable que rige y determina las diferentes formas de vida de nuestro planeta; la atmósfera, una envoltura gaseosa que nos protege de las radiaciones cósmicas y ultravioleta procedentes del espacio exterior y en el que suceden todos los fenómenos meteorológicos que conocemos hoy en día; y el clima, las condiciones atmosféricas que se presentan en un lugar por mucho tiempo. Los estudios relacionados sobre el actual estado de la atmósfera han propiciado al hombre en el conocer si se presentará algún evento meteorológico no típico en tal lugar, o, debido al calentamiento global, aumentará el nivel del mar ocasionando grandes estragos en los asentamientos costeros, que puede costar pérdidas materiales y humanas.

No obstante, el desarrollo de la presente investigación ha permitido alcanzar los objetivos propuestos gracias al contenido del marco teórico y demás elementos recabados durante el proceso investigativo, en tal sentido se pueden presentar como conclusiones las siguientes:

El análisis de las condiciones climáticas por localidad nos permitió entender el comportamiento del clima de manera particular de cada uno de los lugares comprendidos dentro de los dos municipios de estudio. Como bien sabemos, el clima a nivel mundial no es totalmente homogéneo, por lo que van a predominar los llamados “microclimas”, que a su vez son el conjunto de condiciones climáticas de un lugar o espacio reducido, es por ello que existen microclimas dentro de los municipios con características similares de temperatura y de precipitación.

En cuanto al análisis de las condiciones climáticas a nivel municipal nos permitió reflejar y brindar una visión general sobre el comportamiento del clima a lo largo de los dos municipios durante el periodo 1981-2010, sus causas que lo han originado y la distribución de la temperatura (máxima, media y mínima) y precipitación representados por mapas de isoyetas e isotermas.

Y, por último, el análisis perceptivo sobre la variabilidad climática y su impacto en la población de los municipios de Malinalco y Villa Guerrero, Estado de México; esta última parte del trabajo resultó ser una tarea fundamental para esta

investigación ya que nos permitió reconocer el esfuerzo y la valentía por parte de la ciudadanía de dar a conocer sus puntos de vista acerca de lo que piensa sobre el clima, los cambios que se han visto últimamente, problemas ambientales, cambio climático y las afectaciones en su entorno y a la gente que los rodea. De acuerdo a los resultados de la encuesta, se pudo determinar que el clima para ambos municipios ha estado cambiando constantemente en estos últimos 10 años por lo que las afectaciones hacia a la población se han visto reflejadas en el tema de la contaminación y la deforestación. Cabe mencionar que, para llevar a cabo esta actividad no fue necesario que el entrevistado estuviese familiarizado en cada uno de estos términos para involucrarse en el tema, sino que tuviera la voluntad de opinar y de expresar sus inquietudes respecto sobre la variabilidad climática de estos municipios y los cambios que han percibido.

Finalmente, se necesita que el público demuestre interés sobre el tema, que se sienta motivado y pueda tomar acciones que coadyuven a la conservación del medio ambiente, y, al mismo tiempo, a la mitigación del cambio climático devolviendo así la belleza natural de su entorno hacia sus pobladores y a las futuras generaciones.

## RECOMENDACIONES

Una vez culminado este proyecto de tesis, para otros estudios relacionados a este, sería interesante aplicar lo siguiente:

- Sugerir a los investigadores realizar el mismo estudio o similar a este, pero con un intervalo igual o superior a 50 años para determinar el patrón de la variabilidad climática a través del tiempo.
- Se sugiere relacionar el tema del cambio climático con los patrones de la variabilidad climática y las actividades humanas, en especial, a la actividad agrícola y forestal.
- Implementar un Plan de Conservación de Áreas Verdes y un Plan de Contingencia ante los efectos del cambio climático a nivel regional por parte de las autoridades municipales y de la participación de la ciudadanía.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, L. (1990). *Climatología Médica. La Ecología y su Salud*. México, D.F: EDAMEX.
- Alzate, D., Rojas, E., Mosquera, J. & Ramón, J. (2015). *Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita, Norte de Santander, Colombia*. Revista Luna Azul, 40, pp. 127-153.
- Anco, A., Castañeda, J., Carlos, G. (2015). *Percepción a la variabilidad y cambio climático en comunidades campesinas del Valle del Mantaro*. Apuntes de Ciencia & Sociedad, Universidad Continental. 5(2), pp. 234-242.
- Ayllón, T. (2013). *Elementos de meteorología y climatología*, Editorial Trillas, México, D.F.
- Bocco, G. (2010). *Geografía y Ciencias Ambientales*. Investigación Ambiental, 2, pág. 25- 31.
- Brunhes, Jean (1953). *Geografía Humana*. Edición abreviada por Mme. M. Jean Brunhes Delamarre y Pierre Deffontaines. Barcelona (España), Editorial Juventud, 311 Págs.
- Burgaleta, R., Campos, M., Lozano, J., Méndez, G., Noche, R., Ocaña, J., Zarza, E. (2011). *Geografía e Historia*. España. Cidead.
- Chávez del Río, I. (2014). *Variabilidad climática y su relación con el estado de estrés de las personas en la Ciudad de Iquitos 2014*. Tesis de Maestría. Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Conde, A., Enríquez, G., Esquivel, N., López, G., López, F., Montes, R., Nava, Y. & Ruíz, K. (2016). *Variabilidad climática y escenarios del cambio climático. Herramientas para los estudios de impactos potenciales y vulnerabilidad actual y futura. Ejemplos para México, Centroamérica y El Caribe*. En Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Propuestas para Métodos de Evaluación (pp. 25-72). México, D.F: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Duval, Valeria Soledad, y Alicia María Campo (2017). *Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (Prosopis caldenia)*,

*Argentina*. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía. 26 (1), 37-49.

E. Reyes (2013). *Tipos de climas y microclimas, clima, definición y factores influyentes*. pág. 2- 3.

Edin, D. (2014). Revista Geográfica Digital IGUNNE. *Los enfoques de la geografía en su evolución como ciencia, geografía regional, geografía humana y geografía ambiental*. pág. 4- 7.

Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, INAFED. *Estado de México, Malinalco*. Recuperado de: <http://www.inafed.gob.mx>

Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, INAFED. *Estado de México, Villa Guerrero*. Recuperado de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15113a.html>

Ferrer, M. (1958). *Concepto de geografía*. Revista de la Facultad de Filología, 8. p. 111-126.

Ferreras, C. (2002). *Agroclimatología*, Agroclimatología, pág. 25.

Fuentes, Yagüe, J.L. (2000). *Iniciación a la Meteorología y la Climatología*. Mundi- Prensa, Madrid, España.

G.A. Gutiérrez (2015). *Principios geográficos*. Tesis de Programa de conservación y restauración en el Área Natural Protegida Parque Nacional Lagunas de Zempoala. pág. 47- 48.

García, E. (1973). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México, D.F: UNAM.

González, R., Martínez, B., Méndez, M., Magaña, A. & Gutiérrez, V. (2019). *Género y estrategias locales de adaptación ante la variabilidad climática en San Andrés Hueyacatitla, Puebla, México*. México D.F: Sociedad y Ambiente. ECOSUR.

Gómez, L. & Medina, M. (2012). *Guía de Métodos Estadísticos en Climatología*. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.

H. Ayuntamiento de Villa Guerrero (2004). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano*

- de *Villa Guerrero*. México: Gaceta del Gobierno del Estado de México.
- H. Ayuntamiento de Malinalco (2000). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Malinalco*. México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano.
- H. Ayuntamiento de Malinalco (2013). *Plan de Desarrollo Municipal de Malinalco 2013-2015*. México: Gobierno del Estado de México.
- H. Ayuntamiento de Malinalco (2019). *Plan de Desarrollo Municipal de Malinalco 2019-2021*. México: Gobierno del Estado de México.
- Huamán, F., Veneros, W. (2017). *Variabilidad climática y ocurrencia de sequías en la región de Cajamarca*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Ministerio del Ambiente, 1, p. 110.
- Juan, J. Antonio, X., Monroy, J., Gutiérrez, J., Balderas, M., Loik, M., Hernández, M. & Camacho, J. (2010). *Variaciones climáticas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Estado de México: 1960-2007*. *Ciencia Ergo Sum*, 17, pp. 143-153.
- Lagunés, A. (2001). *Y el microclima ¿qué es? La Ciencia y el Hombre*. Universidad Veracruzana, (1), 33-38. Recuperado de: <https://bit.ly/368Malm>
- Llanos, E. (2006). *El papel de la geografía en la época actual: el caso de la educación*. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, (7).
- López, G., Sánchez, G. & Andressen, R. (2001). *Comparación de varios métodos para la representación cartográfica de información climática en zonas altas del Estado Lara*. En *Bioagro* (pp. 39-46). Barquisimeto, Venezuela: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Luna, A. (2010). *La concepción del espacio geográfico. Corrientes actuales y metodología del trabajo científico*. (Sección Temario de oposiciones de Geografía e Historia), Proyecto Clío 36. ISSN: 1139- 6237. Recuperado de: <http://clio.rediris.es>
- Masés, M. (2014). *La paleoclimatología como herramienta de la biogeografía*. *Ciencia y Mar*, 22, pp. 53-57.
- Mosiño, P. (1974). *Los climas de la República Mexicana*. México, D.F: Secretaría

de Educación Pública, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Ochoa de la Torre, J. (1999). *La vegetación como instrumento para el control microclimático (Tesis Doctoral)*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Picasso, N. (2017). *El clima y las actividades humanas*. 2020, de Bla Bla Negocios Sitio web: <https://blablanegocios.com/el-clima-y-las-actividades-humanas/>

Pinilla, M., Sánchez, J., Rueda, A. & Pinzón, C. (2012, diciembre 30). *Percepciones sobre los fenómenos de variabilidad climática y cambio climático entre campesinos del centro de Santander, Colombia*. *Ambiente y Desarrollo*, 16, pp. 25-37.

Ruíz, L. (2014). *Género y percepciones sociales del riesgo y la variabilidad climática en la región del Soconusco, Chiapas*. México, D.F: Alteridades.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

Sanz, Donaire, J. J. (2009). *Cambio climático y su repercusión en la economía, la seguridad y la defensa*. En precisiones a las bases científicas del cambio climático: Ministerio de Defensa de España, consultado el 28 de abril de 2011, en: [http://www060.eswwwceseden.es/centro\\_documento/documentos/26pdf](http://www060.eswwwceseden.es/centro_documento/documentos/26pdf).

# ANEXOS

## Anexo 1. Ficha de levantamiento de encuesta



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
Facultad de Geografía



### FICHA DE LEVANTAMIENTO

Fecha: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

- 1) Sexo: a) Masculino b) Femenino
- 2) Rango de edad:  
a) Menos de 16 años c) 21-24 años e) 36-45 años g) Más de 60 años  
b) 16-20 años d) 25-35 años f) 46-60 años
- 3) Ocupación:  
a) Estudiante b) Ama de casa c) Comerciante d) Agricultor e) Ganadero f) Otro: \_\_\_\_\_
- 4) Escolaridad:  
a) Primaria b) Secundaria c) Preparatoria o bachillerato d) Universitario e) Posgrado
- 5) ¿Es originario de este municipio?: a) Si b) No
- 6) Tiempo de residencia: a) Menos de 10 años b) 10-20 años c) 20-30 años d) Más de 30 años
- 7) ¿Ha escuchado hablar sobre el clima? a) Si b) No
- 8) ¿Usted cree que el clima en el municipio ha estado cambiando en los últimos años? a) Si b) No
- 9) ¿Hace que tiempo viene percibiendo estos cambios?  
a) En los últimos 10 años b) Hace 20 años c) Hace 30 años d) Hace más de 40 años
- 10) ¿Qué cambios ha percibido del clima dentro del municipio?  
a) La temperatura aumentó, pero la precipitación disminuyó  
b) La temperatura disminuyó, pero la precipitación aumentó  
c) La temperatura y la precipitación aumentaron  
d) La temperatura y la precipitación disminuyeron  
e) Hace frío y calor a la vez  
f) No ha habido ningún cambio
- 11) ¿Qué factores piensa que están relacionados con la variabilidad climática dentro del municipio?  
a) Contaminación d) Agricultura y Ganadería  
b) Deforestación e) Crecimiento Urbano g) Otro, especifique: \_\_\_\_\_  
c) Cambio Climático f) Fuerzas Divinas
- 12) ¿Qué elementos del entorno cree que han sido afectados ante estos cambios?  
a) Cultivos b) Ganadería c) Flora y Fauna d) Enfermedades
- 13) ¿Usted piensa que el clima influye en el desarrollo de las actividades económicas dentro del municipio?  
a) Si b) No
- 14) ¿Usted piensa que el clima influye en sus actividades cotidianas? a) Si b) No
- 15) ¿Alguna vez se ha enfermado a causa del mal tiempo o cambios bruscos en el ambiente?  
a) Si, especifique: \_\_\_\_\_ b) No
- 16) ¿Alguna vez ha escuchado hablar acerca del cambio climático a nivel mundial? a) Si b) No
- 17) ¿En que medios de comunicación se ha informado acerca del cambio climático?  
a) Televisión b) Radio c) Internet d) Periódico e) Artículos científicos
- 18) ¿Considera usted que los cambios en el clima dentro del municipio sean producto del llamado cambio climático?  
a) Si b) No

## Anexo 2. Índice de tablas

No.	Nombre	Pág.
1	Relación de estaciones meteorológicas	37
2	Sistema de topoformas en el municipio de Malinalco	43
3	Hidrografía del municipio de Malinalco	47
4	Usos de suelo del municipio de Villa Guerrero	61

## Anexo 3. Índice de gráficas

No.	Nombre	Pág.
1	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo	66
2	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo	67
3	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo	69
4	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo	70
5	Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación Colonia Hidalgo	71
6	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal	72
7	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal	73
8	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal	74
9	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal	75
10	Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación Puente Caporal	76
11	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27	77
12	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27	78
13	Climograma, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27	79
14	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27	80
15	Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación San Sebastián E-27	81
16	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación El Islote	82
17	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación El Islote	83
18	Climograma, periodo 1981-2010, Estación El Islote	84
19	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación El Islote	85
20	Gráfica termopluviométrica, periodo 1981-2010, Estación El Islote	86

21	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz	87
22	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz	88
23	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz	89
24	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz	90
25	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Porfirio Díaz	91
26	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	92
27	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	93
28	Gráfica 28. Climograma, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	94
29	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	95
30	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	96
31	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Santa María E-31	97
32	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec	98
33	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec	99
34	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec	100
35	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Toma Tecomatepec	101
36	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17	102
37	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17	103
38	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17	104
39	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17	105
40	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Totolmajac E-17	106
41	Temperatura máxima, media y mínima, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz	107
42	Precipitación mensual, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz	108
43	Climograma, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz	109
44	Gráfica ombrotérmica, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz	110
45	Gráfica termopluiométrica, periodo 1981-2010, Estación Vivero La Paz	111
46	Sexo del entrevistado (Malinalco)	125
47	Edad del entrevistado (Malinalco)	125
48	Ocupación del entrevistado (Malinalco)	126
49	Escolaridad del entrevistado (Malinalco)	126

50	Porcentaje de personas entrevistadas nativas y no nativas del municipio (Malinalco)	127
51	Tiempo de residencia del entrevistado (Malinalco)	127
52	Porcentaje de la población que ha escuchado hablar sobre el clima (Malinalco)	128
53	Percepción sobre el cambio en el clima del municipio (Malinalco)	128
54	Tiempo de percepción de los cambios en el clima dentro del municipio (Malinalco)	129
55	Cambios percibidos del clima dentro del municipio (Malinalco)	129
56	Factores relacionados con la variabilidad climática del municipio (Malinalco)	130
57	Elementos del entorno afectados por los cambios del clima (Malinalco)	131
58	Relación del clima con las actividades económicas del municipio (Malinalco)	131
59	Relación del clima con las actividades cotidianas de la población del municipio (Malinalco)	132
60	Porcentaje de la población que se ha enfermado a causa de los cambios en el clima (Malinalco)	132
61	Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial (Malinalco)	133
62	Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial por medios de comunicación (Malinalco)	133
63	Relación entre los cambios en el clima del municipio y el cambio climático (Malinalco)	134
64	Sexo del entrevistado (Villa Guerrero)	135
65	Edad del entrevistado (Villa Guerrero)	135
66	Ocupación del entrevistado (Villa Guerrero)	136
67	Escolaridad del entrevistado (Villa Guerrero)	136
68	Porcentaje de personas entrevistadas nativas y no nativas del municipio (Villa Guerrero)	137
69	Tiempo de residencia del entrevistado (Villa Guerrero)	137
70	Porcentaje de la población que ha escuchado hablar sobre el clima (Villa Guerrero)	138
71	Percepción sobre el cambio en el clima del municipio (Villa Guerrero)	138
72	Tiempo de percepción de los cambios en el clima dentro del municipio (Villa Guerrero)	139
73	Cambios percibidos del clima dentro del municipio (Villa Guerrero)	139
74	Factores relacionados con la variabilidad climática del municipio (Villa Guerrero)	140
75	Elementos del entorno afectados por los cambios del clima (Villa Guerrero)	140
76	Relación del clima con las actividades económicas del municipio (Villa Guerrero)	141

77	Relación del clima con las actividades cotidianas de la población del municipio (Villa Guerrero)	141
78	Porcentaje de la población que se ha enfermado a causa de los cambios en el clima (Villa Guerrero)	142
79	Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial (Villa Guerrero)	142
80	Porcentaje de la población que sabe respecto al cambio climático a nivel mundial por medios de comunicación (Villa Guerrero)	143
81	Relación entre los cambios en el clima del municipio y el cambio climático (Villa Guerrero)	143

#### **Anexo 4. Índice de mapas**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Pág.</b>
1	Ubicación de estaciones meteorológicas	37
2	Ubicación del municipio de Malinalco	42
3	Fisiografía del municipio de Malinalco	44
4	Clima del municipio de Malinalco	46
5	Hidrografía del municipio de Malinalco	48
6	Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Malinalco	50
7	Ubicación del municipio de Villa Guerrero	54
8	Fisiografía del municipio de Villa Guerrero	56
9	Clima del municipio de Villa Guerrero	58
10	Hidrografía del municipio de Villa Guerrero	60
11	Uso de suelo y vegetación del municipio de Villa Guerrero	62
12	Temperatura máxima del municipio de Malinalco	114
13	Temperatura media del municipio de Malinalco	115
14	Temperatura mínima del municipio de Malinalco	116
15	Precipitación del municipio de Malinalco	117
16	Temperatura máxima del municipio de Villa Guerrero	120
17	Temperatura media del municipio de Villa Guerrero	121
18	Temperatura mínima del municipio de Villa Guerrero	122
19	Precipitación del municipio de Villa Guerrero	123