



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**BIOCLIMATOLOGÍA E INFECCIONES  
RESPIRATORIAS AGUDAS EN EL ESTADO DE  
AGUASCALIENTES, MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN GEOGRAFÍA**

**P R E S E N T A:**

**TANIA ISABEL RODRÍGUEZ MOSQUEDA**



**ASESORA DE TESIS:**

**DRA. ELDA LUYANDO LÓPEZ**

**CIUDAD DE MÉXICO, 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatorias**

**A mi mamá:** *gracias por todo el amor que me has dado, gracias por estar ahí siempre, gracias por comprenderme y por aceptarme, gracias por todo lo que me has enseñado. Eres una excelente madre y sin ti no hubiera podido culminar esta etapa de mi vida. Sé todos los sacrificios que has hecho por mí y los valoro de verdad. Gracias por ser quien eres ¡Te amo!*

**A mis mascotas Daysy, Jerry, Ciruelo y Grecia:** *me enseñaron que el cariño verdadero no sólo se da entre humanos. Con ustedes pasé grandes momentos a lo largo de mi vida académica, me hicieron muy feliz. Los extraño demasiado.*

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan y al Colegio de Geografía por brindarme todo el conocimiento adquirido que me ha ayudado a crecer profesionalmente pero también me ha hecho ser una mejor persona. En sus instalaciones he pasado algunos de los mejores momentos de mi vida. Me siento orgullosa de haber estudiado en sus aulas, gracias por ser mi segunda casa.

A la Dra. Elda Luyando López, por su paciencia, tiempo e interés en este trabajo. Por confiar en mí sin conocerme. Gracias por haber sido una guía que me impulsó a seguir adelante, por compartir su conocimiento, por su ayuda, por ser una excelente persona y profesora.

A los miembros del sínodo: Dra. María del Carmen Juárez, Dra. Leticia Gómez, Prof. Asunción Avendaño y Prof. Clemente López. Gracias por el tiempo dedicado a la tesis, por las observaciones acertadas que hicieron, por las enseñanzas que me han dejado, por su paciencia y su amabilidad.

Agradezco a mi familia, pero en especial a mi papá por darme tu cariño a pesar de todo, y por acompañarme en mis decisiones. A mis tías Rocio, Martha y Perla, porque siempre me han cuidado y se han preocupado por mi bienestar, las quiero mucho. A mi primo Lalo Rodríguez porque para mí eres como el hermano pequeño que nunca tuve, creo en ti y sé que vas a lograr lo que te propones, te quiero mucho. A mis abuelas Martha y Virginia que aunque ya no están conmigo recuerdo con cariño los momentos que pasamos juntas, gracias por quererme tanto y por ser como eran, las extraño en donde quiera que estén.

A mis amigos ccheros con los que pasé momentos inolvidables, pero en especial a mis hermanas Brenda y Amairani porque después de tantos años de conocernos, seguimos pasando momentos épicos, con ustedes conocí el verdadero sentido de la amistad, gracias por acompañarme en este largo camino estudiantil, gracias por escucharme en todo momento, por comprenderme y por darme consejos de todo tipo, las quiero muchísimo.

A mis amigos de la universidad, pero en especial a Yuli y Ester, gracias por brindarme su amistad, por ser tan lindas conmigo, por escucharme y aconsejarme, por ayudarme en la carrera y por compartir bellos momentos en clases y prácticas de campo ¡nos faltan muchos más! A Lalo Muñoz por ser tan sincero al decirme las cosas pero aun así te aprecio mucho. A Diana, Dennise, Immit, Kari, Gis y Álvaro, gracias por los momentos que hemos compartido, los quiero y los admiro mucho. A Bere, porque en poco tiempo te convertiste en una de mis buenas amigas y sé que nuestra amistad va a perdurar.

A mis amigos que me ayudaron para la culminación de este trabajo, en especial a Enrique que ha sido mi amigo desde el primer semestre, gracias por tu amistad, la valoro mucho, gracias por ayudarme en todo este proceso, sé que lo haces de corazón, gracias por tus consejos. A Perla por ayudarme cuando sentía que no iba a poder, valoro mucho que me brindaras de tu tiempo para apoyarme con la elaboración de los mapas, te deseo lo mejor.

# ÍNDICE GENERAL

<b>Introducción</b> .....	<b>I</b>
<b>Capítulo 1. Perspectivas teóricas del bioclima humano y las Infecciones Respiratorias Agudas</b> .....	<b>1</b>
1.1 Fundamentos conceptuales del bioclima humano .....	1
1.1.1 Acercamiento al concepto de confort .....	4
1.2 Índices bioclimáticos .....	7
1.2.1 Clasificaciones .....	8
1.2.2 Índice de Temperatura Aparente .....	11
1.3 La relación entre el bioclima y la salud humana .....	13
1.3.1 Altas temperaturas sobre la salud humana.....	16
1.3.2 Bajas temperaturas sobre la salud humana.....	18
1.4 Fundamentos conceptuales de las Infecciones Respiratorias Agudas .....	19
1.4.1 Clasificación .....	21
1.4.2 Factores de riesgo asociados a la presencia de IRA.....	23
1.5 Antecedentes investigativos.....	26
<b>Capítulo 2. Contexto espacio-temporal de las Infecciones Respiratorias Agudas en el estado de Aguascalientes</b> .....	<b>31</b>
2.1 Caracterización geográfica.....	31
2.1.1 Localización.....	31
2.1.2 Relieve.....	31
2.1.3 Hidrología .....	35
2.1.4 Clima .....	36
2.2 Rasgos sociales y demográficos.....	44
2.2.1 Dinámica y distribución poblacional .....	45
2.2.2 Marginación y pobreza .....	49
2.2.3 Salud .....	55
<b>Capítulo 3. Relación entre el bioclima y las Infecciones Respiratorias Agudas en el estado de Aguascalientes</b> .....	<b>59</b>
3.1 Estrategia metodológica.....	59
3.2 Resultados y discusión.....	64
3.2.1 Evaluación del bioclima en el estado de Aguascalientes .....	64
3.2.1.1 Estimación de las sensaciones térmicas en el occidente de Aguascalientes .....	64
3.2.1.2 Cartografía bioclimática.....	72
3.2.2 Las Infecciones Respiratorias Agudas durante el periodo de 2013 a 2015 .....	82

3.2.2.1 Infecciones Respiratorias Agudas a nivel estatal.....	83
3.2.2.2 Infecciones Respiratorias Agudas a nivel municipal.....	85
3.2.3 Vinculación entre la Temperatura Aparente con las Infecciones Respiratorias Agudas .....	92
3.2.3.1 Análisis de dispersión a nivel municipal.....	100
<b>Conclusiones .....</b>	<b>108</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>112</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Variables climáticas a considerar para la evaluación del confort térmico.....	6
Figura 2.1 Municipios y cabeceras municipales, Aguascalientes.....	32
Figura 2.2 Provincias, subprovincias y sistema de topoformas, Aguascalientes.....	33
Figura 2.3 Cuencas, subcuencas hidrológicas y ríos, Aguascalientes.....	35
Figura 2.4 Tipos de clima, Aguascalientes.....	37
Figura 2.5 Climograma Estación Aguascalientes 1030, Aguascalientes.....	38
Figura 2.6 Climograma Estación La Tinaja 1010, Aguascalientes.....	39
Figura 2.7 Climograma Estación Calvillo 1023, Aguascalientes.....	40
Figura 2.8 Climograma Estación Los Alisios 1091, Aguascalientes.....	41
Figura 2.9 Temperatura media anual, Aguascalientes.....	42
Figura 2.10 Precipitación total anual, Aguascalientes.....	43
Figura 2.11 Distribución y densidad de población, Aguascalientes, 2010.....	47
Figura 2.12 Estructura de la población por edad y sexo, Aguascalientes, 2010.....	49
Figura 2.13 Esquema conceptual de la marginación.....	51
Figura 2.14 Marginación, Aguascalientes, 2010.....	54
Figura 2.15 Porcentaje de población en condiciones de pobreza, Aguascalientes, 2010.....	55
Figura 2.16 Unidades Médicas por institución, Aguascalientes, 2010.....	56
Figura 3.1 Diagrama metodológico.....	59
Figura 3.2 Estaciones meteorológicas del estado de Aguascalientes y Zacatecas.....	61
Figura 3.3 Bioclimograma EMA Presa 50 aniversario, en °C, 2013-2015.....	67
Figura 3.4 Bioclimograma EMA Calvillo, en °C, 2013-2015.....	68
Figura 3.5 Bioclimograma EMA Sierra Fría, en °C, 2013-2015.....	69
Figura 3.6 Bioclimograma ESIME Aguascalientes, en °C, 2013-2015.....	70
Figura 3.7 Temperatura Aparente promedio anual, Aguascalientes, 2013-2015.....	73

Figura 3.8 Temperatura Aparente máxima anual, Aguascalientes, 2013-2015.....	74
Figura 3.9 Temperatura Aparente mínima anual, Aguascalientes, 2013-2015.....	74
Figura 3.10 Temperatura Aparente promedio enero, Aguascalientes, 2013-2015.....	75
Figura 3.11 Temperatura Aparente máxima enero, Aguascalientes, 2013-2015.....	76
Figura 3.12 Temperatura Aparente mínima enero, Aguascalientes, 2013-2015.....	77
Figura 3.13 Temperatura Aparente promedio mayo, Aguascalientes, 2013-2015.....	78
Figura 3.14 Temperatura Aparente máxima mayo, Aguascalientes, 2013-2015.....	79
Figura 3.15 Temperatura Aparente mínima mayo, Aguascalientes, 2013-2015.....	79
Figura 3.16 Temperatura Aparente promedio julio, Aguascalientes, 2013-2015.....	80
Figura 3.17 Temperatura Aparente máxima julio, Aguascalientes, 2013-2015.....	81
Figura 3.18 Temperatura Aparente mínima julio, Aguascalientes, 2013-2015.....	82
Figura 3.19 IRA total por mes, Aguascalientes, 2013-2015.....	84
Figura 3.20 IRA por grupos de edad vulnerables, Aguascalientes, 2013-2015.....	85
Figura 3.21 IRA anual municipio de Aguascalientes, Aguascalientes, 2013-2015.....	86
Figura 3.22 IRA anual municipal, Aguascalientes, 2013-2015.....	87
Figura 3.23 IRA Tasa de Morbilidad por 1,000 hab., Aguascalientes, 2013-2015.....	88
Figura 3.24 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2013.....	89
Figura 3.25 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2014.....	90
Figura 3.26 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2015.....	91
Figura 3.27 IRA y TA mínima Aguascalientes, Aguascalientes, 2013-2015.....	93
Figura 3.28 IRA y TA mínima Asientos, Aguascalientes, 2013-2015.....	94
Figura 3.29 IRA y TA mínima Calvillo, Aguascalientes, 2013-2015.....	94
Figura 3.30 IRA y TA mínima Cosío, Aguascalientes, 2013-2015.....	95
Figura 3.31 IRA y TA mínima El Llano, Aguascalientes, 2013-2015.....	95
Figura 3.32 IRA y TA mínima Jesús María, Aguascalientes, 2013-2015.....	96
Figura 3.33 IRA y TA mínima Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, 2013-2015.....	96
Figura 3.34 IRA y TA mínima Rincón de Romos, Aguascalientes, 2013-2015.....	97
Figura 3.35 IRA y TA mínima San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 2013-2015.....	97
Figura 3.36 IRA y TA mínima San José de Gracia, Aguascalientes, 2013-2015.....	98
Figura 3.37 IRA y TA mínima Tepezalá, Aguascalientes, 2013-2015.....	98
Figura 3.38 Gráficas de cajas y bigotes Aguascalientes, Aguascalientes, 2013-2015.....	101
Figura 3.39 Gráficas de cajas y bigotes Asientos, Aguascalientes, 2013-2015.....	101
Figura 3.40 Gráficas de cajas y bigotes Calvillo, Aguascalientes, 2013-2015.....	101
Figura 3.41 Gráficas de cajas y bigotes Cosío, Aguascalientes, 2013-2015.....	102
Figura 3.42 Gráficas de cajas y bigotes El Llano, Aguascalientes, 2013-2015.....	102
Figura 3.43 Gráficas de cajas y bigotes Jesús María, Aguascalientes, 2013-2015.....	102
Figura 3.44 Gráficas de cajas y bigotes Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, 2013-2015...	103



Figura 3.45 Gráficas de cajas y bigotes Rincón de Romo, Aguascalientes, 2013-2015.....	103
Figura 3.46 Gráficas de cajas y bigotes San Francisco de los Romo, Aguascalientes, 2013-2015.....	103
Figura 3.47 Gráficas de cajas y bigotes San José de Gracia, Aguascalientes, 2013-2015...	104
Figura 3.48 Gráficas de cajas y bigotes Tepezalá, Aguascalientes, 2013-2015.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tipos de clasificación de índices bioclimáticos.....	8
Tabla 1.2 Tipos de adaptación del ser humano a las condiciones climáticas.....	14
Tabla 1.3 Efectos de las altas temperaturas en la salud humana.....	17
Tabla 1.4 Efectos directos de las bajas temperaturas en la salud humana.....	18
Tabla 1.5 Efectos indirectos de las bajas temperaturas en la salud humana.....	19
Tabla 1.6 Clasificaciones de IRA.....	22
Tabla 1.7 Clasificación de enfermedades de acuerdo a su temporalidad y origen.....	23
Tabla 1.8 Factores de riesgo asociados a la presencia de IRA.....	24
Tabla 2.1 Tasa de crecimiento poblacional en el estado de Aguascalientes.....	45
Tabla 2.2 Población total por municipio, Aguascalientes, 2010.....	45
Tabla 2.3 Indicadores que componen al Índice de Marginación, Ciudad de México, Guerrero y Aguascalientes, 2010.....	52
Tabla 2.4 Principales causas de morbilidad, Aguascalientes 2013-2015.....	57
Tabla 2.5 Principales causas de mortalidad, Aguascalientes 2013-2015.....	57
Tabla 2.6 Principales causas de morbilidad en niños menores de 5 años, Aguascalientes 2013-2015.....	58
Tabla 2.7 Principales causas de mortalidad infantil, Aguascalientes 2013-2015.....	58
Tabla 3.1 Estaciones meteorológicas automáticas representativas por municipio, Aguascalientes.....	63
Tabla 3.2 Escala de sensaciones térmicas.....	66
Tabla 3.3 Coeficiente de Correlación de Pearson entre TA mínima e IRA por semana epidemiológica, Aguascalientes, 2013-2015.....	99
Tabla 3.4 TA por semana epidemiológica que sobrepasaron 1 o 2DE, por municipios y por cuartiles, Aguascalientes, 2013-2015.....	104

## Introducción

El clima, como uno de los elementos del ambiente que guarda una relación estrecha con el ser humano y su cotidianeidad, puede ser abordado desde distintas disciplinas. Una de ellas es la Bioclimatología humana, la cual es definida por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (1992) como la ciencia encargada de estudiar la relación entre el clima y los seres humanos. Uno de los pilares básicos de la Bioclimatología ha sido relacionar cada uno de los elementos que componen al clima entre sí para ser concebidos como un conjunto llamado bioclima. Bajo esta perspectiva es posible explicar múltiples fenómenos sociales en un lugar específico, tales como la salud de la población.

Dentro del ámbito de la salud, la morbilidad y mortalidad son expresiones multicausales, sin embargo existen enfermedades en las cuales las condiciones bioclimáticas del lugar en que suceden influyen de manera importante en la dinámica y comportamiento de éstas.

Un grupo de enfermedades que se sabe tienen una relación marcada con el clima son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), las cuales son un conjunto de enfermedades que afectan a todo o parte del sistema respiratorio y que tienen una etiología variable que se pueden presentar en todos los grupos de edad (Prieto Herrera et al., 2000, Velasco Hernández, 2014). Diversos estudios realizados afirman que los elementos del clima, principalmente la temperatura, son relevantes en el incremento o decremento de las IRA (Nastos y Matzarakis, 2006; Vizcarra Sánchez, 2011).

En México las IRA fueron consideradas como la primera causa de morbilidad entre los años 2013 a 2015. Los estados que presentaron una mayor incidencia de casos para el mismo periodo fueron Aguascalientes, Campeche, Colima, Durango, Hidalgo, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas en donde el invierno fue la época que presentó un repunte de enfermos (Dirección General de Epidemiología DGE, 2016). Dentro de estas entidades, Aguascalientes resaltó debido a que se ubicó en primer

lugar a nivel nacional, siendo los niños menores de 5 años el grupo etario que presentó mayor número de infecciones (DGE, 2016).

A pesar de que las cifras registradas apuntan a las IRA como la principal causa de morbilidad en Aguascalientes, las investigaciones epidemiológicas que se han realizado dentro del estado son incipientes. Aunado a ello, dentro del ámbito de la Bioclimatología no se han elaborado investigaciones para dicha entidad ni en el país en donde el objetivo principal sea explicar la morbi-mortalidad a través del efecto combinado de los elementos del clima.

Esta investigación contribuyó a la estimación e interpretación de las condiciones bioclimáticas estacionales dentro del estado de Aguascalientes, así como la revelación de la dinámica de las Infecciones Respiratorias Agudas a escala municipal para el periodo de 2013 a 2015. En la propuesta metodológica se emplearon los métodos propios de la Bioclimatología, particularmente los índices bioclimáticos. Para el procesamiento de datos climáticos y epidemiológicos se utilizó estadística descriptiva. Finalmente se utilizaron procesos pertenecientes a los Sistemas de Información Geográfica para la elaboración de mapas que ilustraron el comportamiento espacial de ambos fenómenos.

El cuerpo teórico de esta tesis aportará conocimiento a los temas afines a la ciencia bioclimática, a la Geografía de la salud y a la Climatología en general. El marco teórico-conceptual, así como las metodologías empleadas, servirán como apoyo a todos aquellos colegas que busquen adentrarse en investigaciones semejantes, ya que actualmente son poco abordadas desde la Geografía y específicamente desde el Colegio de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Asimismo se espera que la información epidemiológica sirva como insumo para la creación de estrategias más eficientes de vigilancia epidemiológica, control y prevención de IRA por parte del gobierno estatal con el propósito de disminuir la prevalencia de infecciones, especialmente en grupos etarios vulnerables.

## **Hipótesis**

Las condiciones bioclimáticas estacionales del estado de Aguascalientes están relacionadas con las afectaciones a la salud de grupos vulnerables por Infecciones Respiratorias Agudas.

## **Objetivo general**

- Caracterizar el bioclima y establecer la posible relación entre las Infecciones Respiratorias Agudas en el estado de Aguascalientes, México.

## **Objetivos particulares**

- Determinar mediante el índice bioclimático de Temperatura Aparente de Steadman el bioclima actual del estado de Aguascalientes, México.
- Caracterizar la distribución espacial de las Infecciones Respiratorias Agudas en grupos vulnerables en el estado de Aguascalientes, México.
- Establecer la relación entre el bioclima y los casos de Infecciones Respiratorias Agudas en grupos vulnerables en el estado de Aguascalientes, México.

La presente investigación está constituida por tres capítulos. En el primero de ellos se aborda el marco teórico-conceptual del cual se apoya la tesis bajo la corriente positivista. En primera instancia se exponen los conceptos básicos de Bioclimatología y la labor que ésta desempeña, después se profundiza en uno de los métodos cuantitativos clave que será empleado para la obtención de los resultados en la tesis. La primera mitad del capítulo termina con la ejemplificación de la relación que existe entre los elementos climáticos con la salud del ser humano. A continuación se indaga en el concepto de las Infecciones Respiratorias Agudas, su etiología, clasificaciones y factores de riesgo asociados. Finalmente se concluye con los antecedentes investigativos que guiaron la metodología en la tesis.

El segundo capítulo se divide en dos ejes. El primero de ellos trata las características físico-geográficas del estado, tales como el relieve, hidrología y climatología, mientras que en la segunda parte se exponen las condiciones de crecimiento poblacional, su distribución, así como las características de marginación y pobreza.

En el rubro de enfermedades se bosqueja sobre la morbilidad de la población de Aguascalientes. En este capítulo las temáticas planteadas buscan vislumbrar las características geográficas que están directamente relacionadas con la estimación del bioclima, asimismo conformar el perfil actual de la población residente en el estado a escala municipal.

El último capítulo revela las condiciones bioclimáticas estacionales de Aguascalientes, así como la relación que guarda con la incidencia de casos de Infecciones Respiratorias Agudas. En la primera parte se explica la estrategia metodológica a partir de la cual se elaboró la tesis. Después de ello, se presentan las evidencias de la evaluación del bioclima del estado a partir del índice de Temperatura Aparente, así como la dinámica de las IRA a través de gráficas y mapas. Se concluye el capítulo con la correlación de ambas variables mediante el uso de herramientas estadísticas.

## **Capítulo 1. Perspectivas teóricas del bioclima humano y las Infecciones Respiratorias Agudas**

### 1.1 Fundamentos conceptuales del bioclima humano

La relación ser humano-naturaleza ha sido un tema fundamental en la ciencia geográfica mucho antes de que fuera institucionalizada. Desde entonces se ha comprendido, aunque no por completo, la relevancia que pueden tener los factores naturales sobre la vida y desarrollo del ser humano.

Algunos de ellos, como el clima, son preponderantes a la hora de tomar decisiones como seleccionar los lugares para vivir. Eso no ha cambiado desde las civilizaciones antiguas hasta la actualidad, en las cuales se observa que sociedades más desarrolladas se establecieron en climas templados cálidos o templados fríos, los cuales tenían la característica de presentar condiciones benignas la mayor parte del año (Ramos, 2014).

En este sentido, cabe señalar que el ser humano siempre ha buscado condiciones naturales óptimas, en este caso climáticas, para desarrollar sus actividades cotidianas, por lo que este es el punto de referencia del que parten los estudios bioclimáticos, los cuales han evolucionado desde su aparición logrando expandir su campo de estudio.

No es sino hasta 1992 cuando se define a la Bioclimatología como “la ciencia que se encarga del estudio de la influencia ejercida por el clima sobre los organismos vivos, así como la interacción que existe entre estos elementos” (Meteorological Office, 1991; OMM, 1992; OMM, 1999; Auliciems, 1998; Cervantes, 2001; Fernández, 2002; Méndez Pérez, 2004; Cervantes y Barradas, 2010). Existen diferentes campos de estudio como la Bioclimatología animal, vegetal y humana que estudian las interacciones del clima sobre los animales, plantas y sobre los seres humanos respectivamente (OMM, 1992).

Cabe resaltar que existe controversia sobre los términos Bioclimatología y Biometeorología, ciencia que estudia la influencia que se ejerce por los elementos meteorológicos sobre los organismos vivos (OMM, 1992; Geer, 1996), ya que los

autores consultados coinciden en la influencia hacia los seres vivos (plantas, animales, humanos). Sin embargo no todos están de acuerdo en que sean el tiempo o el clima quienes ejerzan la influencia. Por ejemplo, algunos autores utilizan los conceptos como iguales (Sulman, 1976; Auliciems, 1998), otros especifican que la única ciencia que estudia esta relación es la Biometeorología (Tromp, 1963; Hajek y Espinosa, 1982, Kaiser, 2002; International Society of Biometeorology ISB, 2013), mientras que la mayoría reconoce que existen pocas diferencias entre ellos (OMM, 1992). Para fines prácticos, en esta investigación se utilizó el enfoque de Bioclimatología humana, ya que el concepto es el más difundido en los estudios llevados a cabo en el país.

Mucho antes de que la Organización Meteorológica Mundial incluyera el término de Bioclimatología, se habían realizado estudios sobre el tema e inclusive se elaboraron numerosos índices que apoyaban la metodología de dichos estudios. Según Fernández (2003) a finales del siglo XIX fue cuando aparecieron los primeros índices bioclimáticos, que buscaron determinar el umbral adecuado de condiciones bioclimáticas para los trabajadores de la industria textil y minera, en donde las condiciones de temperatura y humedad eran tales que podían poner en peligro la vida de los trabajadores.

A partir del siglo XX se incrementó la producción de trabajos que, principalmente, proponían índices bastante sencillos de los que se obtenían respuestas relativamente fáciles de comprender y que se podían aplicar en situaciones de la vida diaria. Es así como la Bioclimatología va tomando carácter de ciencia, ya que la aplicación de los índices mostraba un resultado cuantitativo capaz de ser corroborado.

En la actualidad, el confort térmico es el aspecto más importante a determinar dentro de las investigaciones bioclimáticas (Tejeda Martínez, et al., 2005). La aplicación que dichos estudios ofrecen es diversa y puede ir más allá de la estimación del confort térmico. Con ello, no sólo las ciencias dedicadas al estudio del clima y la atmósfera utilizan este conocimiento, sino que disciplinas tales como la Arquitectura, la Ecología y la Epidemiología, entre otras, han complementado sus investigaciones

mediante el uso de metodologías propias de la Bioclimatología, con lo cual la ciencia expande su campo de aplicación siendo cada vez más compleja e interdisciplinaria (Kaiser, 2002).

Según Auliciems (1998) el objeto de estudio de la Bioclimatología se enfoca en seis puntos:

1. Ecología terrestre y acuática, así como en la producción y manejo de recursos naturales
2. Estrés, morbilidad y mortalidad en animales y plantas
3. Entorno construido; que incluye los aspectos de planeación, diseño urbano y arquitectura
4. Sistemas económicos y actividades sociales ligadas al clima
5. Modificaciones a la atmósfera por sistemas vivos, especialmente humanos
6. Modificación inadvertida de los flujos de energía natural y materia dentro de áreas urbanas y construcciones

Por su parte, Kaiser (2002) menciona que la investigación se resume en los siguientes apartados:

1. Efectos del clima en las funciones del cuerpo humano, así como en su comportamiento
2. Asociación del tiempo y el clima con enfermedades
3. Sensibilidad al tiempo meteorológico
4. Valor terapéutico del clima
5. Clima en ambientes intramuros
6. Influencia del tiempo y el clima en la agricultura, horticultura y acuicultura
7. Diseño urbano y arquitectura
8. Ambiente y calentamiento global

Cada punto ha tenido un progreso desigual, ya que desde que la ciencia se consolidó han surgido nuevas temáticas que amplían su campo de conocimiento. No obstante, cabe resaltar que en México los estudios que han tenido mayor



desarrollo son los que se relacionan con el aspecto del clima urbano, así como la arquitectura bioclimática.

El fenómeno de la urbanización afecta cada vez más a un mayor número de personas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, en las cuales el confort térmico se puede ver severamente afectado por el fenómeno de la Isla de Calor Urbana. En este ámbito, Jáuregui publicó diversos artículos que tratan sobre el bioclima en ciudades de clima tropical, como la Ciudad de México (Jáuregui, 1971; Jáuregui, 1993; Jáuregui, et al., 1997; Jáuregui y Heres, 2008). Por otro lado se encuentra el diseño bioclimático, cuyo avance ha sido con rapidez debido a la continua preocupación por el cuidado del ambiente, la optimización del uso de los recursos, así como la búsqueda de confort térmico dentro de los espacios construidos. Esta rama ha sido trabajada principalmente por egresados de las Facultades de Arquitectura de diversas universidades como la de Colima, Autónoma de Baja California, UAM-Xochimilco, UNAM, entre otras (Arrollo y Fernández, 1992; Ruiz, 2007; Bojórquez, et al., 2010).

Como se ha podido evidenciar, la ciencia no se atañe únicamente a un campo exclusivo de investigación, sino que se ha ramificado, ya que el entendimiento de la relación entre el ser humano y el clima da pauta para comprender otros fenómenos asociados entre sí.

Asimismo se puede advertir que el objetivo fundamental de los estudios bioclimáticos es el de cuantificar las sensaciones térmicas, además de establecer escalas que permitan determinar las respuestas de las personas ante condiciones climáticas específicas (Fernández, 1994; Fernández, 2003), por lo que todas las investigaciones que se consideran de índole bioclimáticas deben ir encaminados hacia estos propósitos.

#### 1.1.1 Acercamiento al concepto de confort

Como se mencionó en el apartado anterior, uno de los objetivos esenciales de la ciencia ha sido la determinación del confort y específicamente, del confort térmico.

Las razones por las cuales el estudio del bioclima se centró en este aspecto fue debido a que se comprendió que la mayoría de las actividades humanas requerían, independientemente de que se localizaran en ambientes intramuros o extramuros, de condiciones bioclimáticas favorables para ser realizadas. En otras palabras, que no hubiese irritación térmica, pues se sabe que el desempeño intelectual, manual y perceptivo del ser humano es mejor cuando se encuentra en confort térmico (Fanger, 1970 citado por Cervantes, 2001; Cervantes y Barradas, 2010).

Para definir al confort térmico es necesario especificar que el concepto puede ser entendido de diferente manera según sea el autor a citar, por ejemplo para la *American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineers* (ASHRAE por sus siglas en inglés) (1966) el confort se define como “aquellas condiciones en que la mente expresa satisfacción con el ambiente térmico”; para Fanger (1970) es “la condición mental que expresa satisfacción con el medio que le rodea”; mientras que por su parte para Givoni (1997) es “la ausencia de irritación o malestar térmico”. (Méndez Pérez, 2004).

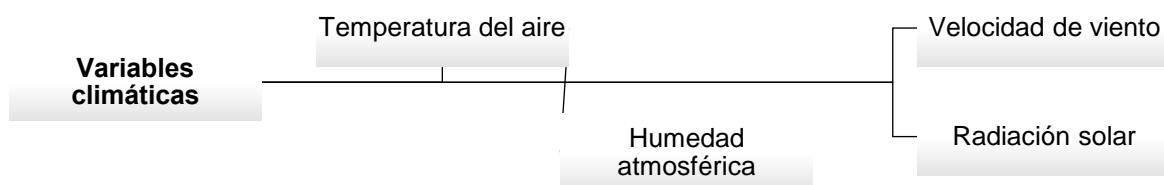
El concepto no tiene una única acepción, pues cada definición tomará en cuenta o desechará algún elemento para su determinación. Sin embargo, el común denominador en todas ellas es el equilibrio energético entre el cuerpo y el ambiente (Fernández, 1994).

El confort será resultado de diversos componentes no sólo climáticos, sino también sociales, culturales y emocionales, tales como la actividad física realizada, las costumbres, tipo de vestido, etc. (Cervantes, 2001; Méndez Pérez, 2004). Es un fenómeno que incluye además de los factores del entorno (interior o exterior), la percepción del sujeto y su relación física y psicológica con el ambiente (Chávez del Valle, 2002).

Así, los componentes del confort se pueden separar en factores objetivos capaces de ser cuantificables y subjetivos que pueden ser cualificables, pero difícilmente cuantificables (Gómez-Azpeitia, et al., 2007; Ruiz, 2007). De entre los factores objetivos más importantes a la hora de determinar el confort térmico de una persona se encuentran los elementos climáticos (Figura 1.1). Sin embargo no todos ellos

están directamente relacionados con él, algunos influyen más que otros en el bienestar térmico; los más importantes son la temperatura del aire, la humedad atmosférica, la velocidad del viento y la radiación solar (Landsberg, 1972; Arrollo y Fernández, 1992; Fernández, 1994; Cervantes, 2001; Méndez Pérez, 2004; Tornero, et al., 2006; Ochoa De La Torre, 2009; Ramos, 2014).

**Figura 1.1 Variables climáticas a considerar para la evaluación del confort térmico**



Fuente: elaboración propia con base en Landsberg (1972) y autores citados.

No siempre se considera la radiación solar ni el viento al determinar el confort térmico, pues si la persona se encuentra en un ambiente intramuros, se puede prescindir de ellas. Por el contrario la temperatura del aire y la humedad relativa son las variables que de forma más inmediata actúan sobre el confort o discomfort mediante sensaciones o reacciones fácilmente perceptibles como el frío o calor (Arrollo y Fernández, 1992). Es así como los índices más sencillos utilizan la combinación de ambas con el fin de establecer la verdadera sensación térmica sobre un individuo, no obstante, de ser posible, se deben incorporar las cuatro variables.

Actualmente la mayoría de las investigaciones que se realizan en el país sobre Bioclimatología lo hacen con el fin de determinar las zonas de confort, ya sea para una localidad o un ambiente intramuros. A pesar de ello, en esta investigación el confort térmico será una de las variables secundarias para lograr los objetivos planteados.

## 1.2 Índices bioclimáticos

Las variables atmosféricas que afectan de forma directa sobre el bienestar térmico de las personas son la temperatura del aire y la humedad atmosférica; para poder sintetizar la información de cada una de ellas, es preciso integrarlas de una manera coherente y apta para poder ser comprendidas sencillamente. Es por ello que se elaboraron los índices bioclimáticos.

Un índice bioclimático, de acuerdo con Givoni (1974) es un método que permite la estimación combinada de los elementos atmosféricos sobre el cuerpo humano (Cervantes, 2001; Nastos y Matzarakis, 2006; Tornero, et al., 2006; Cervantes y Barradas, 2010), el cual concentra sus efectos simultáneos en las respuestas sensoriales y fisiológicas del cuerpo (Aguilar Moreno, 2015).

Este método contribuyó a que hubiera un auge en los estudios bioclimáticos, ya que se buscaba que los índices ya propuestos fueran validados y perfeccionados para ser replicables en diversos ambientes.

Los primeros índices que se utilizaron fueron elaborados a partir de integrar las variables que mostraban una relación más directa con el ser humano, tal es el caso de la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad de viento. Otra de las razones por las que los índices comenzaron a ser más sencillos fue por la disposición de la información meteorológica, ya que de estas variables se tenía un registro más continuo (Landsberg, 1972).

La elaboración de índices más complejos partió de la necesidad de conocer a detalle la influencia ejercida por el clima en distintos ambientes y para diferentes tipos de personas. Así, la Bioclimatología ha estado en constante evolución, pues los científicos del área siguen proponiendo nuevos índices que se vuelven cada vez más específicos en cuanto a la información que requieren y la que arrojan como resultado.

### 1.2.1 Clasificaciones

Existe una amplia variedad de índices que son utilizados para cuantificar las sensaciones térmicas sobre el ser humano. Givoni (1969) definió a la sensación térmica como la percepción térmica de calor o frío del ambiente a partir de la actividad neurálgica originada en los nervios de la piel que actúan como receptores térmicos (Gómez-Azpeitia, et al., 2007).

Cada índice tiene cierta ventaja o desventaja sobre los demás, es por ello que los bioclimatólogos buscan innovar al diseñar modelos que combinen todas las variables posibles capaces de determinar el confort para una persona. Esto tiene un alto grado de complejidad ya que en la estimación intervienen factores tanto objetivos como subjetivos. Así, los índices suelen ser divididos entre los índices que son sencillos y otros más elaborados que dependen de los insumos de entrada (Tabla 1.1).

**Tabla 1.1 Tipos de clasificación de índices bioclimáticos**

Autor	Clasificación
<b>Morgan y Baskett (1974)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empíricos o sintéticos</li><li>• Analíticos o racionales</li></ul>
<b>Barrios Frota y Ramos Schiffer (1987)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biofísicos</li><li>• Fisiológicos</li><li>• Subjetivos</li></ul>
<b>Fernández (2003)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empíricos</li><li>• Racionales</li><li>• Híbridos</li></ul>
<b>Gómez-Azpeitia et al., (2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuantitativos o analíticos</li><li>• Cualitativos o adaptativos</li></ul>

Fuente: elaborado con base en Tornero, et al., (2006) y autores citados.

El enfoque tradicional de la Bioclimatología utiliza índices de tipo empíricos (Jáuregui, et al., 1997) o sintéticos y los de tipo analíticos o racionales. Los primeros se basan en la combinación de variables meteorológicas, por lo que no toman en cuenta la fisiología humana, la actividad, ropa u otras características del individuo como la edad, sexo, peso, etc. Mientras que los analíticos se basan en el balance

energético humano, es decir, en los cambios de energía que suceden entre el ser humano y su ambiente (Morgan y Baskett, 1974 citado por Cervantes, 2001; Angulo-Córdoba, et al., 2004; Tornero, et al., 2006).

La utilización de ellos está definida por una línea del tiempo específica, en la que los índices empíricos fueron los primeros en ser utilizados debido a la accesibilidad de datos meteorológicos que se requerían para ser calculados, mientras que los analíticos son de creación reciente, ya que se observó que los índices empíricos podían complementarse con mediciones propia de los individuos, así se elaboraron modelos matemáticos complejos que incorporaban ambas variables. Se puede entonces deducir que estos últimos vienen a sustituir a los empíricos, sin embargo no es así; la razón es que los de tipo analítico requieren una serie de datos muy específicos que, a primera vista, son difíciles de obtener y de aplicar. Además de ello, la complejidad de datos con que los modelos son alimentados no garantiza que el resultado tenga mayor precisión que uno arrojado por un índice empírico, inclusive son mucho más difíciles de interpretar (Jáuregui, et al., 1997; Tejeda Martínez y Rivas Camargo, 2003).

Barrios Frota y Ramos Schiffer (1987) proponen otra clasificación de tres categorías: los índices biofísicos, fisiológicos y subjetivos; los primeros se apoyan en el intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente; los fisiológicos, por su parte se basan en las reacciones fisiológicas originadas por las condiciones de temperatura de aire seco, la temperatura radiante, la humedad y velocidad del aire; y los índices subjetivos que utilizan la percepción del confort experimentado. Es preciso aclarar que cada uno de ellos requiere de información compilada con diferentes metodologías.

Fernández (2003) por su parte ha hecho otra clasificación de acuerdo a la manera como están desarrollados y a los factores y parámetros que toman en cuenta. Se dividen en tres categorías: empíricos, racionales e híbridos; los primeros constan de una serie de encuestas realizadas a una muestra representativa de la población sobre su sensación de confort, así como otros datos sobre la vestimenta o tiempo de permanencia que tiene el sujeto, al tiempo que se realizan mediciones de las

variables atmosféricas; por su parte, los racionales utilizan modelos para calcular el balance térmico del cuerpo humano relacionado con las respuestas fisiológicas a distintas condiciones ambientales para determinar su sensación de frío o calor; por último, los índices híbridos que usan los dos anteriores para obtener una respuesta más certera sobre la sensación térmica (Ochoa De La Torre, et al., 2009).

Finalmente existe otra clasificación que confronta dos posturas teóricas dentro de la ciencia en general. El llamado enfoque cuantitativo o analítico y el cualitativo o adaptativo. El primero de ellos es el que impera en la ciencia bioclimática pues se han desarrollado diversos modelos matemáticos que buscan establecer estándares de condiciones climáticas consideradas confortables para el ser humano, aquí la sensación de confort se establece únicamente por el balance de energía entre el individuo y su entorno, donde el ser humano se considera como un receptor pasivo; el segundo no parte de considerar el intercambio de calor entre el cuerpo humano y el ambiente, sino de observar que existen una serie de acciones que el individuo puede realizar para alcanzar el confort térmico, es decir, es un receptor activo (Gómez-Azpeitia, et al., 2007; Ruiz, 2007; Ochoa De La Torre, et al., 2009; Bojórquez, et al., 2010).

Los autores que utilizan los índices de tipo adaptativo argumentan que el confort es un estado mental en que se involucran variables objetivas y subjetivas, por lo que no sólo se debe tomar en cuenta el balance de energía entre el cuerpo humano y su entorno (Gómez-Azpeitia, et al., 2007), es decir, cada individuo puede modificar su sensación térmica mediante diferentes acciones, las cuales no pueden ser medidas por un índice de tipo cuantitativo.

Las diversas clasificaciones presentadas aquí dejan entrever la importancia que tienen los índices como metodología en la ciencia bioclimática. Cada clasificación es, hasta cierto punto, similar entre sí, por lo que el uso de una u otra se apegará al fin que el estudio tenga.

Es importante resaltar que los índices presentan ciertas desventajas que no necesariamente están ligadas a las clasificaciones anteriores. Una de ellas es el carácter estático que tiene cada índice, ya que no considera de forma adecuada las

modificaciones climáticas que varían en el tiempo y que inciden de manera importante sobre el confort (Fernández, 2003), por lo que los índices únicamente presentarán una aproximación a la sensación térmica verdadera que percibe una persona en un lugar y tiempo específico.

### 1.2.2 Índice de Temperatura Aparente

Los índices son modelos que tratan de describir, a partir de observaciones experimentales o empíricas cómo el ambiente atmosférico actúa sobre el cuerpo humano (Hajek y Espinosa, 1982).

Para la investigación se utilizó el índice de Temperatura Aparente (TA) propuesto por Steadman (1984). De acuerdo con las clasificaciones anteriores, este índice se encuentra en el grupo de los índices empíricos, biofísicos, cuantitativos o analíticos.

La elección de éste fue principalmente debido a los datos que necesitan como entrada, ya que es información de fácil acceso para el área de estudio, y también a su uso generalizado en estudios epidemiológicos en otros países.

Steadman propuso su índice llamado Temperatura Aparente el cual se basa en la evaluación del balance de calor en diferentes ambientes, para distintos tipos de personas y actividades diversas (Fernández, 2002). Se entiende a la TA como la temperatura a la cual, a una combinación dada de la temperatura del bulbo seco y una humedad relativa una persona típica, es decir sana, “percibe lo mismo”; es la temperatura ambiente ajustada con variaciones de humedad relativa sobre o bajo algún valor base (Méndez Pérez, 2004).

Steadman comienza su trabajo desde el año 1979 con la publicación de dos artículos científicos que describen el procedimiento para llegar a la formulación del índice. Posteriormente, en el año de 1984 publica el artículo llamado *A Universal Scale of Apparent Temperature* en donde concluye con la obtención de tres ecuaciones para la evaluación de la TA en diferentes ambientes:

1) Para interiores



$$TA_{int} = -1.3 + 0.92T + 2.2Pv \dots \dots \dots \text{Ec. 1}$$

2) Para exteriores a la sombra

$$TA_{esom} = -2.7 + 1.04T + 2Pv - 0.65v \dots \dots \dots \text{Ec. 2}$$

3) Para exterior al Sol

$$TA_{esol} = -1.8 + 1.07T + 2.4Pv - 0.92v + 0.044Qs \dots \text{Ec. 3}$$

Donde:

- TA es la Temperatura Aparente en °C
- T es la temperatura del aire en °C
- Pv es la presión de vapor en kPa
- v es la velocidad del viento en m/s
- Qs es la radiación solar en W/m<sup>2</sup>

Cabe resaltar que el nombre de Temperatura Aparente se utiliza para otros índices que no se desprenden directamente del que fue propuesto por Steadman, éstos principalmente hacen alusión a la combinación de temperatura del aire y humedad relativa. El índice de Steadman, aunque procede de una ecuación de balance de calor, es considerado como un índice empírico ya que para obtener resultados únicamente se necesita información meteorológica, sin tomar en cuenta la información acerca de la, o las personas sobre las cuales se quiere obtener resultados.

Para el caso de estudios epidemiológicos en países de latitudes medias se utiliza comúnmente un índice de TA que es desglosado de la ecuación original:

$$TA = -2.653 + (0.994 * T) + 0.0153 * (PR)^2 \dots \dots \text{Ec. 4}$$

Donde:

- TA es la Temperatura Aparente en °C
- T es la temperatura del aire en °C
- PR es la temperatura del punto de rocío en °C

En estos estudios es común encontrar que el índice se utiliza para la mejor comprensión de las condiciones meteorológicas que afectan al ser humano en un periodo y lugar determinado, y que éstas pueden estar relacionadas con el aumento en muertes o ingresos hospitalarios de enfermedades específicas, generalmente en los meses de verano, aunque no exclusivamente (O'Neill, et al., 2002; Analitis, et al., 2008; Almeida, et al., 2010; Witchmann, et al., 2012; Almeira, et al., 2016).

### 1.3 La relación entre el bioclima y la salud humana

El ser humano siempre ha intentado adaptarse al ambiente en el que habita, pues vivir en condiciones aptas ha permitido que éste se haya distribuido en gran parte del planeta.

Se sabe que el clima, por sobre otros elementos del medio, tiene un papel preponderante sobre el ser humano capaz de hacerlo reaccionar fisiológicamente en respuesta a condiciones específicas (Ramos, 2014), tales como el calor o frío. Estos efectos, asociados con otros hechos climáticos, pueden producir estrés bioclimático que se traduce primeramente en discomfort, morbilidad o incluso puede llegar a ser mortal (Olivera, 1993).

La relación entre el medio, en este caso el clima, y el ser humano es tal que su energía y salud dependen de la capacidad de su organismo de adaptarse al ambiente físico que le rodea (Tabla 1.2), ya sea fisiológicamente o por comportamiento (Hajek y Espinosa, 1982). Estas relaciones se dan básicamente por las diferencias de calor entre el cuerpo y el ambiente (Fernández, 1994). El método fisiológico incluye los mecanismos de intercambio de calor tales como el metabolismo, conducción, convección, radiación, y evaporación (Fernández, 1994; Fernández, 2003). Mientras que por comportamiento se suele modificar los hábitos y la vestimenta de acuerdo al calor o frío que se perciba.

**Tabla 1.2 Tipos de adaptación del ser humano a las condiciones climáticas**

Tipo	Características
<b>Fisiológicamente</b>	Mecanismos de transferencia de calor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiación</li> <li>• Conducción</li> <li>• Convección</li> <li>• Evaporación</li> </ul>
<b>Comportamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición o disminución de prendas</li> <li>• Cambiar de lugar de estancia</li> </ul>

Fuente: elaborado con base en Hajek y Espinosa (1982).

La característica homeoterma del cuerpo humano le permite mantener su temperatura corporal dentro de unos umbrales muy estrechos, (entre 36.5° y 37°C internamente, mientras que la de la piel es usualmente 0.5°C menor) independientemente de la temperatura que haya en el exterior (Landsberg, 1972; Sulman, 1976; Barrios Frota y Ramos Schiffer, 1987; Fernández, 1994; Morgan y Moran, 1997; Camara Díaz, 2006), lo que provoca que sea altamente vulnerable a cambios repentinos de temperatura, pues actualmente se ha establecido que los mecanismos reguladores que inducen los ajustes fisiológicos del ser humano a las oscilaciones térmicas actúan sólo dentro de una escala limitada, por lo que cualquier demanda excesiva sobre ellos puede causar trastornos fisiológicos profundos (Fuentes Aguilar, 1989; Fuentes Aguilar, 1990).

Por ejemplo Barrios Frota y Ramos Schiffers (1987) señalan que la temperatura corporal puede oscilar entre 32° y 42°C y aun así el individuo puede seguir con vida, sin embargo al llegar a estos extremos de temperatura el cuerpo puede sufrir daños irreversibles en su salud, más adelante se detallan los efectos de las temperaturas extremas sobre el cuerpo humano.

Además se debe tomar en cuenta que los efectos ambientales serán distintos de una persona a otra, ya que dependerán en gran medida de características individuales tales como la edad, el sexo y el estado físico (Beaglehole, et al., 1994). Por tanto, generalmente se considera a los niños y ancianos como grupos etarios especialmente sensibles a las variaciones en el clima a corto plazo (OMM, 1999).

La razón principal es que el hipotálamo, el cual se encarga de monitorear los cambios internos que sufre el cuerpo humano, además de controlar la presión sanguínea, los procesos metabólicos y regular la temperatura interna a través de los mecanismos de producción y pérdida de calor (Morgan y Moran, 1997; Kaiser, 2002; Camara Díaz, 2006; Ruiz, 2007), se encuentra desarrollándose en el caso de los primeros, mientras que en los ancianos ya no funciona de manera correcta pues se ha desgastado, ocasionando así que sean mayormente afectados en comparación con otros grupos etarios.

La relación entre el clima y ciertas enfermedades se hace evidente en el transcurso del año, ya que se ha advertido que conforme avanzan las estaciones del año existe un repunte de casos de cierto tipo de enfermedades, las cuales desaparecen o disminuyen su prevalencia cuando se da paso a otra estación del año (Fuentes Aguilar, 1989; Olivera, 1993; OMM, 1999; Ballester, et al., 2003; Martínez Carpio, 2003). Así, Fuentes Aguilar (1989) denomina a la variación estacional de una enfermedad como “una fluctuación periódica, en diferentes periodos del año, meses o trimestres, en los que la incidencia de la enfermedad varía aumentando o descendiendo y en general estas fluctuaciones ocurren en la misma época del año”.

En este sentido se puede hablar de enfermedades meteorotrópicas, la cuales se denomina como “enfermedades con una relación demostrada, estadística y epidemiológicamente con el estado del tiempo” (Martínez Carpio, 2003; Ramos, 2014). Se pueden clasificar según Denver (1991, citado por Ramos, 2014) en cuatro grupos principales:

1. Enfermedades causadas por la exposición a la radiación Ultravioleta
2. Enfermedades causadas por la fatiga térmica
3. Enfermedades infecciosas
4. Enfermedades resultantes de los desórdenes en los ritmos biológicos naturales

En general en México las enfermedades de tipo meteorotrópicas que más se estudian son las de tipo infecciosas y tales estudios son realizados principalmente por epidemiólogos.

Por su parte Tromp (1963) retoma otra clasificación más específica que se avoca únicamente a las enfermedades infecciosas meteorotrópicas, las que se dividen en:

1. Enfermedades de verano. Se presentan en regiones tropicales, se intensifican durante la época de lluvias y zonas húmedas
2. Enfermedades de otoño. Incrementan su incidencia en los meses de agosto a noviembre (en el caso del hemisferio norte)
3. Enfermedades de invierno. Su máxima incidencia es en los meses de septiembre a marzo (en el caso del hemisferio norte). En los trópicos suceden en la época seca y en zonas secas

Estas clasificaciones son sólo algunas que se han realizado desde el campo de la Bioclimatología médica, en donde se hace evidente que el clima, y específicamente el tiempo atmosférico, guardan una relación estrecha con la salud humana. Para el caso de las enfermedades a tratar en esta investigación su clasificación se hará en los apartados siguientes.

### 1.3.1 Altas temperaturas sobre la salud humana

El calor, al igual que el frío son sensaciones térmicas que varían de acuerdo con el individuo. Sin embargo se reconocen ciertos límites relacionados con las temperaturas promedio, mínimas y máximas para determinar que se está presentando una situación extrema ya sea de calor o frío (Díaz, et al., 2005; Díaz y Linares Gil, 2005). Se hace mención de extremos térmicos porque justo éstos son los eventos que afectan de manera más intensa la salud humana, y específicamente las variaciones que suceden a corto plazo pueden dar lugar a un aumento en la morbi-mortalidad (Padilla Contreras, 2015). Para el caso de las altas temperaturas, la literatura indica que las olas de calor son los eventos que más morbi-mortalidad causan; se le llama ola de calor al periodo en el que la temperatura máxima diaria supera el percentil 95 de las series de temperatura máximas diarias. La duración de la ola de calor se determina a partir de los días que rebasan dichas temperaturas;

asimismo, las afectaciones están directamente en función de la extensión de ésta (Díaz y Linares Gil, 2005).

Cuando una ola de calor sucede, los efectos directos sobre la población son los siguientes (Tabla 1.3):

**Tabla 1.3 Efectos de las altas temperaturas en la salud humana**

<b>Patología</b>	<b>Características</b>
<b>Dermatitis</b>	Es debida al sudor excesivo acumulado sobre la piel. Cuando las condiciones son favorables, se pueden desarrollar determinados microorganismos que a su vez pueden desencadenar infecciones
<b>Edema de extremidades</b>	De manera general se presentan en personas con enfermedades como hipertensión y diabetes, y sucede cuando se acumula líquido en las extremidades inferiores
<b>Quemaduras</b>	Son debidas a la exposición prolongada a los rayos UV del Sol y son visibles ya que la piel se enrojece
<b>Insolación</b>	Cuando la cabeza del individuo se expone por un periodo largo de tiempo a la acción de los rayos UV, generalmente se producen cefaleas, también intolerancia a la luz y el sonido, así como somnolencia y en casos graves el delirio
<b>Calambres por calor</b>	Son contracturas musculares que afectan a personas que se ejercitan en ambientes calurosos sin previo calentamiento de músculos
<b>Síncope por calor</b>	Es causada por la dificultad que representa para la sangre regresar al corazón desde las zonas periféricas del cuerpo, lo que ocasiona que alente su movimiento y la persona sufra una caída en la tensión arterial
<b>Agotamiento por calor</b>	Es una interface entre el síncope por calor y el golpe de calor. En este estado la temperatura corporal se encuentra ligeramente por arriba de lo normal (36.5°C), sin embargo los mecanismos de termorregulación del cuerpo

	humano siguen funcionando para disminuir la temperatura corporal
<b>Golpe de calor o hipertermia</b>	Sucede cuando la temperatura rectal marca más de 40°C, por lo que los mecanismos de termorregulación dejan de funcionar y se necesita de atención médica para regular la temperatura interna (Sulman, 1976; Morgan y Moran, 1997)

Fuente: elaborado con base en Kaiser (2002) y Camara Díaz (2006).

Además de la duración de la ola de calor, la gravedad con que puede afectar a la población un episodio de esta magnitud dependerá de varios factores como la salud, edad, condición social del individuo, entre otras (Ballester, 1996).

### 1.3.2 Bajas temperaturas sobre la salud humana

Por su parte el frío extremo también tiene una manera de ser identificado, Vincent, et al. (2005) señalan que una ola de frío sucede cuando se registran temperaturas mínimas por debajo del percentil 10 (García Landa, 2012). En este caso los efectos que tiene en la salud humana son los siguientes (Tabla 1.4):

**Tabla 1.4 Efectos directos de las bajas temperaturas en la salud humana**

<b>Patología</b>	<b>Características</b>
<b>Congelación</b>	Daño a la piel y tejidos internos causados por la exposición al frío extremo
<b>Hipotermia</b>	Sucede cuando el ser humano se expone por un periodo de tiempo largo a bajas temperaturas y es reconocido cuando la temperatura rectal es menor a los 35°C. En este estado, al igual que la hipertermia, los mecanismos de termorregulación ya no funcionan y se necesita de un médico para tratarla

Fuente: elaborado con base en Morgan y Moran (1997) y Camara Díaz (2006).

Existen también algunos efectos secundarios (Tabla 1.5) que se presentan no necesariamente cuando existe una ola de frío, sino cuando la temperatura del aire es baja con respecto a la media:

**Tabla 1.5 Efectos indirectos de las bajas temperaturas en la salud humana**

Patologías	Características
<b>Infecciosas víricas</b>	Aumento de enfermedades como el resfriado común, gripe y otras viriasis respiratorias

Fuente: elaborado con base en Kaiser (2002) y Camara Díaz (2006).

Cuando se presenta un ambiente frío, se ponen en marcha una serie de cambios en el funcionamiento del cuerpo humano que suponen un mayor riesgo de padecer dichas patologías, aunado a ello también se modifican los hábitos sociales propiciando las aglomeraciones en sitios cerrados, lo que contribuye a la propagación de las infecciones (Camara Díaz, 2006). Además de las infecciones respiratorias, cabe resaltar que los casos de morbi-mortalidad en invierno suceden también por enfermedades circulatorias (Alberdi y Díaz, 1997 citado por Díaz, et al., 2005; Díaz y Linares Gil, 2005).

Mediante estudios epidemiológicos, se ha logrado establecer una relación con los elementos del clima, en este caso la temperatura del aire como factor principal, y los casos de morbi-mortalidad en diferentes grupos etarios y socioeconómicos. Así se sabe que los efectos de una ola de calor tienen lugar durante una semana después al cambio de temperatura aproximadamente, mientras que por frío la morbi-mortalidad se extienden hasta 15 días después de la exposición (Ballester, 1996; Braga, et al., 2001; Huyhen, et al., 2001 citados por Ballester, et al., 2003; Alberdi, et al., 1998; Braga, et al., 2001 citados por Díaz, et al., 2005; Díaz y Linares Gil, 2005; Camara Díaz, 2006).

#### 1.4 Fundamentos conceptuales de las Infecciones Respiratorias Agudas

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) son un complejo conjunto de infecciones que se presentan en el aparato respiratorio con un periodo de contagio



que va de 1 a 3 días, que tienen un origen diverso y que sus síntomas son muy evidentes con una duración menor a 15 días. Estos incluyen: tos, rinorrea, otorrea, obstrucción nasal, odinofagia, otalgia, enrojecimiento faríngeo, disfonía, respiración ruidosa, dificultad respiratoria, los cuales pueden estar acompañados o no de fiebre (Prieto Herrera, et al., 2000; Rodríguez Tamayo y Sánchez Tarragó, 2000; Robaina Suárez y Campillo Moliera, 2003; López Florián, 2010; Velasco Hernández, 2014; Martínez Sandoval, 2015; Padilla Contreras, 2015).

A nivel internacional las IRA son un padecimiento prioritario de salud pública que se considera común, ya que constituyen una de las principales causas de morbi-mortalidad (Aguinaga, et al., 2003; Avendaño, et al., 2003) que afectan a un gran número de población; tanto en el desarrollo temprano, como en edad productiva y en edad avanzada pueden provocar la complicación de otras enfermedades crónicas, hasta la muerte (OPS, 1980).

La etiología de las infecciones está dada por microorganismos virales, bacterias u otros (Rodríguez Tamayo y Sánchez Tarragó, 2000; Velasco Hernández, 2014; Martínez Sandoval, 2015). Los virus más comunes son *Syncitial Respiratorio*, *Parainfluenza*, *Influenza*, *Coxsackie*, etc., y dentro de las bacterias están el *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus B hemoliticus* (Prieto Herrera, et al., 2000; Rodríguez Tamayo y Sánchez Tarragó, 2000; López Florián, 2010).

Las infecciones que se presentan con frecuencia en la población y que se agrupan dentro de las IRA son: resfriado o catarro, gripe, rinofaringitis, faringoamigdalitis, faringoamigdalitis media, sinusitis, bronquitis, otitis, bronconeumonía y neumonía (Rodríguez Tamayo y Sánchez Tarragó, 2000; Ramírez-Rembao, et al., 2009). Estos padecimientos tienen una estacionalidad bien marcada invernal con brotes epidémicos de duración e intensidad variable, aunque no son exclusivas de este periodo pues se registran todo el año (Padilla Contreras, 2015).

Cabe aclarar que la dinámica de las IRA en cualquier lugar donde se quiera estudiar se puede separar entre morbilidad y mortalidad. La primera hace referencia a la frecuencia de las enfermedades que afectan a una población, mientras que la

segunda es el número de defunciones que se presentan en una población por una causa específica (Olivera, 1993). De esta manera, según la Organización Panamericana de Salud, las IRA se presentan de manera particular de acuerdo al país a tratar; la diferencia radica principalmente entre si son desarrollados o están en vías de desarrollo (cantidad y calidad de servicios de salud). Con ello se afirma que la morbilidad en niños menores de 5 años es similar en ambos casos, no siendo así en el rubro de mortalidad, ya que en los países desarrollados ha disminuido el número de defunciones en las últimas décadas, mientras que en países como México se ha logrado reducir los casos pero no se han erradicado (OPS, 1995).

De entre todas las infecciones que se agrupan dentro de las IRA, la neumonía es la principal enfermedad que es propensa a causar la muerte. No obstante no se debe restar importancia a las demás, es decir, se puede contraer cualquier IRA y si no se trata como es debida, las complicaciones derivan en neumonía que es más compleja de tratar y más peligrosa si no se sabe que se padece y no se acude al médico a tiempo (OPS, 1995).

#### 1.4.1 Clasificación

El nombre del conjunto de las enfermedades hace referencia a los tres principales atributos que las caracterizan; son infecciones que tienen diversos orígenes, que atacan a todo o parte del sistema respiratorio y que se presentan en un lapso menor a 2 semanas. La diversidad de enfermedades que se engloban dentro de las IRA hace que existan numerosas clasificaciones. A continuación se revisan algunas (Tabla 1.6).

La Organización Panamericana de Salud (1980) clasifica a las Infecciones Respiratorias Agudas de acuerdo a su localización dentro del sistema respiratorio. Las IRA altas se consideran con una aparición muy común y de origen vírico; mientras que las IRA bajas son llamadas neumonías que tienen un origen vírico, bacteriano o resultado de complicación bacteriana de un proceso inicial por virus.

**Tabla 1.6 Clasificaciones de IRA**

<b>Autor</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Patología</b>
<b>OPS (1980)</b>	IRA altas	No especificado
	IRA bajas	
<b>Kennet (2011)</b>	IRA altas	Rinitis, faringitis y amigdalitis
	IRA medias	Laringitis, bronquitis, laringotraqueítis, traqueobronquitis, laringotraqueobronquitis
<b>Martínez Sandoval (2015)</b>	IRA sin insuficiencia respiratoria	Rinofaringitis, faringoamigdalitis, sinusitis, bronquitis, laringitis, laringotraqueobronquitis y otitis media
	IRA con insuficiencia respiratoria	Neumonía

Fuente: elaborado con base en OPS (1980), Kennet (2011) y Martínez Sandoval (2015).

Kennet (2011 citado por Velasco Hernández, 2014) propone una clasificación de enfermedades que está en función de la localización de la afectación y se dividen en Infecciones Respiratorias altas e Infecciones Respiratorias medias; las IRA altas incluyen la cavidad nasal y la faringe y son en su mayoría causadas por virus, lo que resultan en afecciones como rinitis, faringitis y amigdalitis; por su parte las IRA medias comprenden las zonas desde la epiglotis, la laringe, la tráquea y los bronquios, lo que dan lugar a las infecciones de laringitis, bronquitis, laringotraqueítis, traqueobronquitis o laringotraqueobronquitis.

Por otro lado Martínez Sandoval (2015), clasifica en su trabajo a las Infecciones Respiratorias Agudas de acuerdo a la sintomatología de insuficiencia respiratoria. Las IRA sin insuficiencia respiratoria dan lugar a la rinofaringitis, faringoamigdalitis, sinusitis, bronquitis, laringitis, laringotraqueobronquitis y otitis media, principalmente; la única IRA que se presenta acompañada de insuficiencia respiratoria es la neumonía.

De manera más general Olivera (1993) agrupa las enfermedades de acuerdo a su temporalidad y su origen (Tabla 1.7); siguiendo esta clasificación las IRA son un conjunto de enfermedades que temporalmente se denominan agudas, exógenas ya

que son causadas por virus y bacterias, y su modo de transmisión puede ser por el aire mediante gotitas de saliva contaminadas, o por contacto con objetos contaminados (Gómez, 2002 citado por Velasco Hernández, 2014).

**Tabla 1.7 Clasificación de enfermedades de acuerdo a su temporalidad y origen**

Características temporales	Origen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Agudas</b></li> <li>• <b>Crónicas</b></li> </ul>	Endógenas: no infecciosas de tipo congénito asociadas a formas de vida
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>De larga duración</b></li> <li>• <b>Cíclicas</b></li> <li>• <b>Lentas</b></li> </ul>	Exógenas: infecciosas, trasmisibles o contagiosas. Se clasifican por su origen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Hongos</li> </ul>
	Modo de trasmisión: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Contacto físico</li> <li>• Alimentos y agua</li> <li>• Insectos</li> </ul>

Fuente: elaborado con base en Olivera (1993).

Las clasificaciones presentadas en este apartado comparten rasgos en común que permiten comprender de manera más precisa la amplia variedad de enfermedades. En la investigación realizada los datos oficiales utilizados no especifican el tipo de IRA que se presentó, es decir, son agrupadas dentro del término de IRA.

#### 1.4.2 Factores de riesgo asociados a la presencia de IRA

A nivel mundial las IRA son padecimientos de gran relevancia, pues afectan a prácticamente todo tipo de población, en todo tipo de climas y en los diferentes medios que existen (rural o urbano). No obstante, se debe mencionar que existen ciertos factores o parámetros que predisponen a la población, volviéndola vulnerable a padecer más cuadros de IRA a lo largo de toda su vida. De igual manera, también influyen en las complicaciones que puedan presentarse (OPS,

1995; Victoria, 1996). Los factores de riesgo (Tabla 1.8) se pueden agrupar en 4 rubros principales:

**Tabla 1.8 Factores de riesgo asociados a la presencia de IRA**

<b>Globales</b>	<b>Específicos</b>
<b>Demográficos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Sexo</li> </ul>
<b>Condición socioeconómicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de ingreso</li> <li>• Educación de los padres</li> <li>• Lugar de residencia</li> <li>• Tipo de vivienda</li> </ul>
<b>Nutricionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso al nacer</li> <li>• Nacimiento prematuro</li> <li>• Lactancia</li> </ul>
<b>Ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición al frío</li> <li>• Exposición al humo</li> <li>• Contaminación atmosférica</li> </ul>

Fuente: elaborado con base en Victoria (1996).

*Demográficos:*

La edad influye de manera importante en la determinación del número de casos de IRA, ya que a todas las edades se presentan las infecciones, sin embargo los más afectados son los niños menores de 5 años en los que el sistema inmunológico se está comenzando a desarrollar, así como también los adultos mayores de 64 años en los cuales el sistema inmunológico se encuentra deteriorado (Victoria, 1996; Guerson Hernández, et al., 2009). Por lo tanto estos grupos etarios constituyen un referente en el estudio de las IRA.

Diversos estudios que presenta Victoria (1996) muestran que existe una tendencia en la que los varones son el género que presentan más casos de IRA durante la niñez especialmente entre los 0 y 4 años en comparación con las niñas a la misma edad (Velasco Hernández, 2014).

### *Condiciones socioeconómicas:*

El ingreso familiar, la educación de los padres, el lugar de residencia y tipo de vivienda son de los factores socioeconómicos que tienen más relevancia a la hora de examinar las IRA; a una familia con ingresos bajos le será más complicado acceder a atención médica en el caso de que algún miembro presente un cuadro de IRA; la educación de los padres adquiere importancia al momento de decidir si es o no necesaria la atención médica para el miembro enfermo de la familia, así como la decisión de la automedicación; finalmente el lugar de residencia es fundamental pues condiciona la cercanía o lejanía con los servicios de salud, por lo cual esta diferencia se acentúa mayormente en zonas rurales; a su vez el tipo de residencia puede favorecer a la presencia de IRA si por ejemplo se utilizan fogones para calentarla en invierno o si las condiciones son de hacinamiento (Victoria, 1996).

### *Nutricionales:*

Antes de nacer el sistema inmunológico del feto es bastante inactivo pues aún no está en contacto con los microorganismos del exterior, por lo que la leche materna constituye una protección contra los virus y bacterias que provocan IRA en los primeros meses de vida. El bajo peso al nacer es un indicativo de que el niño es más vulnerable debido a su bajo desarrollo del sistema inmunológico, así como la desnutrición que provoca el debilitamiento del sistema de defensa del individuo (Victoria, 1996; Prieto Herrera, et al, 2000).

### *Ambientales:*

De los principales factores ambientales que se han estudiado son la contaminación intramuros producto de fumar dentro del hogar o la quema de leña que irrita las mucosas favoreciendo la adquisición de una IRA. Esto se relaciona directamente con las bajas temperaturas, pues la necesidad de mantener cálida la vivienda en épocas de frío (invierno) propicia el uso de los llamados fogones; cabe reiterar que también se modifican las conductas sociales propiciando la aglomeración en espacios cerrados que favorecen el contagio. Esto se hace evidente si se observan las estadísticas nacionales que señalan un repunte de casos de IRA en los meses

invernales. Por su parte la contaminación atmosférica, que es mayor en los meses de invierno, también juega un papel importante en el aumento de casos de infecciones respiratorias, principalmente en grandes urbes que son consideradas como un foco de emisión de contaminantes (Victoria, 1996; Prieto Herrera, et al, 2000).

Este acercamiento a los factores de riesgo en relación a las IRA da cuenta que las personas más vulnerables a padecer de manera repetida cuadros de IRA son los niños varones provenientes de familias de bajos recursos que habiten en zonas tanto rurales como urbanas.

### 1.5 Antecedentes investigativos

Uno de los campos de estudio que ha sido poco explorado dentro de la Bioclimatología es el relacionado con la salud humana. Sin embargo otras disciplinas como la Epidemiología han incursionado en éste, aportando temas y metodologías. La finalidad principal de estos estudios es determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre las variables atmosféricas (bioclima de un lugar) y la presencia de la morbi-mortalidad para un periodo determinado.

En el continente americano existen investigaciones para Estados Unidos como la de O'Neill, et al. (2002) en la cual se utilizaron datos sobre temperatura media diaria, humedad relativa y presión atmosférica, posteriormente se calculó la TA media diaria y se incorporaron datos sobre las partículas menores a 10 micras en 7 ciudades de aquel país para buscar la relación con las muertes por causas cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias; se encontró que existía una tendencia al aumento de muertes por estas enfermedades asociado principalmente a factores sociales como la seguridad social, la condición socioeconómica, etc., por lo que se la TA pasó a segundo plano. Por su parte Lin, et al. (2009) estudió la relación entre la TA media diaria, el ozono y los ingresos hospitalarios para enfermedades cardiovasculares y respiratorias en Nueva York, en donde se demostró que cuando existía un aumento en la TA sobre el umbral de 29°C

establecido, los casos de enfermedades respiratorias aumentaron el mismo día, mientras que en las enfermedades cardiovasculares el efecto fue retardado. Finalmente Basu, et al. (2008) utilizó la TA media diaria y la mortalidad por causas naturales en California, por lo que obtuvo una asociación positiva entre TA altas y aumento de casos de muertes. En el sur del continente, Almeida, et al. (2016) estudió la TA y la mortalidad diaria en Buenos Aires y Rosario, Argentina y encontró que cuando hubo un aumento de TA, la mortalidad incrementó.

En el continente africano existen trabajos como el de Garland, et al. (2015) que exploró el riesgo potencial a la salud por aumento en los días calurosos, que se midieron con el índice de TA, en el presente y hacia futuro con escenarios de cambio climático; los resultados mostraron que la tendencia en general sería un aumento en el número de días calurosos.

En cuanto a Australia, la investigación de Vaneckova, et al. (2011) mostró que con un aumento en la temperatura promedio para la ciudad de Brisbane, la cual fue comparada con resultados de los diversos índices bioclimáticos como el de TA, *Wet-bulb Globe Temperature*, *Relative Strain Index* y el de *Discomfort de Thom*, la mortalidad aumentó; además de ello se concluyó que los resultados obtenidos por todos estos índices no dista demasiado de la medición sencilla de la temperatura.

Finalmente en el continente europeo es en donde se ha tenido un repunte en los estudios epidemiológicos que utilizan índices bioclimáticos para explicar la relación entre el bioclima y la morbi-mortalidad. Algunas investigaciones realizadas en ciudades como Copenhague, Viena, Lisboa, Atenas, Barcelona, Budapest, Dublín, Helsinki, Londres, París, Estocolmo, entre otras, utilizaron la TA máxima para determinar la relación entre mortalidad e ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias mediante modelos estadísticos que fueron ajustados a días festivos y a contaminantes atmosféricos criterio; de manera general los resultados mostraron que cuando la TA aumenta, los casos de muertes e ingresos hospitalarios también incrementaron, esta tendencia se observó de manera más clara para los meses cálidos (abril a septiembre) (Biggeri, et al., 2005; Baccini, et al., 2008; Michelozzi, et al., 2009; Almeida, et al., 2010; Witchmann, et



al., 2012). Por su parte, Urban y Kysely (2014) utilizaron además de la TA, el índice *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) y el *Physiological Equivalent Temperature* (PET) para analizar la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la República Checa donde el patrón se repitió, ya que con el aumento del estrés térmico existió un incremento de dicha mortalidad. Por otro lado para la época fría del año en 15 ciudades europeas Analitis, et al. (2008) analizó los resultados de la TA mínima diaria y las muertes por enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias; los resultados mostraron que la mortalidad en la estación fría se asoció inversamente y que en las ciudades más al sur, con temperaturas más cálidas, el efecto de las bajas temperaturas fue mayor.

Las IRA constituyen uno de los principales grupos de enfermedades que afectan a un gran número de población heterogénea. La importancia de conocer y establecer sus patrones de comportamiento ha hecho que científicos de diversos campos de estudio decidan realizar investigaciones sobre el tema.

En el caso de nuestro país existen varios trabajos que estudian la incidencia de IRA en correlación con la contaminación ambiental, en las cuales cabe resaltar que se realizan en ciudades en donde, la contaminación atmosférica es mayor que en zonas rurales. Tal es el caso de Ramírez-Sánchez, et al. (2006) en el que se comprobó que el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y PM10 influían en el repunte de casos registrados de infecciones en la Ciudad de Guadalajara en niños menores de 5 años. Por su parte, el artículo de Hernández-Cadena, et al. (2007) realizó un estudio sobre contaminación atmosférica y la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas en Ciudad Juárez, Chihuahua en niños menores de 17 años, se determinó que en días en los que se registró mayor contaminación atmosférica las consultas por incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas aumentaron principalmente en niños menores de 5 años. También Ramírez-Rembao, et al. (2009) realizó un estudio en el que se mostró la relación del monóxido de carbono y temperatura como los principales agentes ambientales que causaron casos de morbilidad por IRA en la Ciudad de Mexicali, Baja California. Finalmente en la tesis de Bernal Gutiérrez (2009) se presentó un estudio sobre la

contaminación ocurrida en la Ciudad de México y los casos de IRA en el periodo del año 2000 a 2007 en el que encontró que se asociaban de manera positiva la cantidad de contaminantes y el número de casos de IRA, así como una disminución de casos en ese periodo de tiempo.

En cuanto al tema de factores de riesgo asociados a la presencia de casos de IRA existen investigaciones como Prieto Herrera, et al. (2000), Robaina Suárez y Campillo Moliera (2003), Victoria (2006) y López Florián (2010) en las cuales el universo de estudio se centró en una comunidad o una clínica en donde se realizaron investigaciones para determinar los factores que propiciaron que dicha población adquiriera de manera frecuente alguna infección.

En el rubro de aspectos climáticos y meteorológicos asociados a la prevalencia de IRA existe una investigación realizada en Atenas por Nastos y Matzarakis (2006) en donde se utilizaron índices bioclimáticos como el *Predicted Mean Vote* (PMV), *Physiological Equivalent Temperature* (PET) y *Standard Effective Temperature* (SET) y fueron comparados con la incidencia de IRA; el resultado mostró que en los meses donde la temperatura y humedad absoluta es más baja los casos aumentaban, mientras que en meses con temperaturas más cálidas los casos disminuyen. Existen también tesis como la de Vizcarra Sánchez (2011) en la que correlacionó de manera positiva las IRA con las temperaturas bajas y con el aumento de la presión atmosférica. Por su parte, dentro del Colegio de Geografía de la UNAM se encuentra la tesis de Velasco Hernández (2014), en donde se estudió las condiciones climáticas actuales y a futuro con relación a los casos de IRA en la Ciudad de México; aquí se incluyeron aspectos de diversa índole para realizar la investigación, tales como los socioeconómicos y físicos, principalmente climáticos. A su vez Aguinaga, et al. (2003) estudió la incidencia de las variables climáticas y los casos de IRA en Callao, Perú; los resultados que arrojó la investigación mostraron que en ese lugar la temperatura del aire y la humedad atmosférica estuvieron relacionados de manera negativa con los casos de infecciones.

En cuanto al estado de Aguascalientes, Padilla Contreras (2015) asoció la presencia de IRA con el clima y con las concentraciones de dióxido de nitrógeno; los resultados que obtuvo señalaron que la incidencia de IRA tienen una estacionalidad en relación a la marcha de las variaciones climáticas, ya que se presentaron en mayor grado en los meses de enero y marzo y de noviembre a diciembre, periodo que coincide con el déficit de precipitación y bajas temperaturas; por su parte las menores tasas sucedieron de mayo a finales de agosto. Además de ello también determinó que los niños menores de 5 años fueron los más vulnerables, mientras que los adultos mayores de 60 años fueron el grupo etario menos vulnerable; en cuanto a la distribución geográfica, los municipios de San José de Gracia y Pabellón de Arteaga tuvieron mayores tasas de morbilidad acumulada, mientras que las menores tasas se registraron en San Francisco de los Romo y Tepezalá.

Para la Ciudad de Aguascalientes, Martínez Sandoval (2015) realizó una investigación en la cual el objetivo principal fue el mejoramiento de las competencias médicas para el correcto diagnóstico de las Infecciones Respiratorias Agudas; en ella el autor realizó una recopilación de datos sociodemográficos y de salud de la ciudad de Aguascalientes.

Con las investigaciones revisadas se contribuye a dimensionar las distintas perspectivas con las cuales se han abordado los temas centrales de la tesis. De esta manera se pretende tener un panorama ampliado sobre lo que se ha trabajado dentro y fuera de la disciplina geográfica, además de contextualizar de forma muy general las condiciones de IRA en el estado.

## **Capítulo 2. Contexto espacio-temporal de las Infecciones Respiratorias Agudas en el estado de Aguascalientes**

### 2.1 Caracterización geográfica

Uno de los aspectos importantes dentro de la ciencia geográfica es la comprensión de las características tanto físicas, como sociales del sitio que se va a estudiar. Por lo tanto en este apartado se expone una breve reseña de las características del medio físico del estado de Aguascalientes, con la principal finalidad de que la información presentada sirva como una herramienta de análisis en el siguiente capítulo de la investigación.

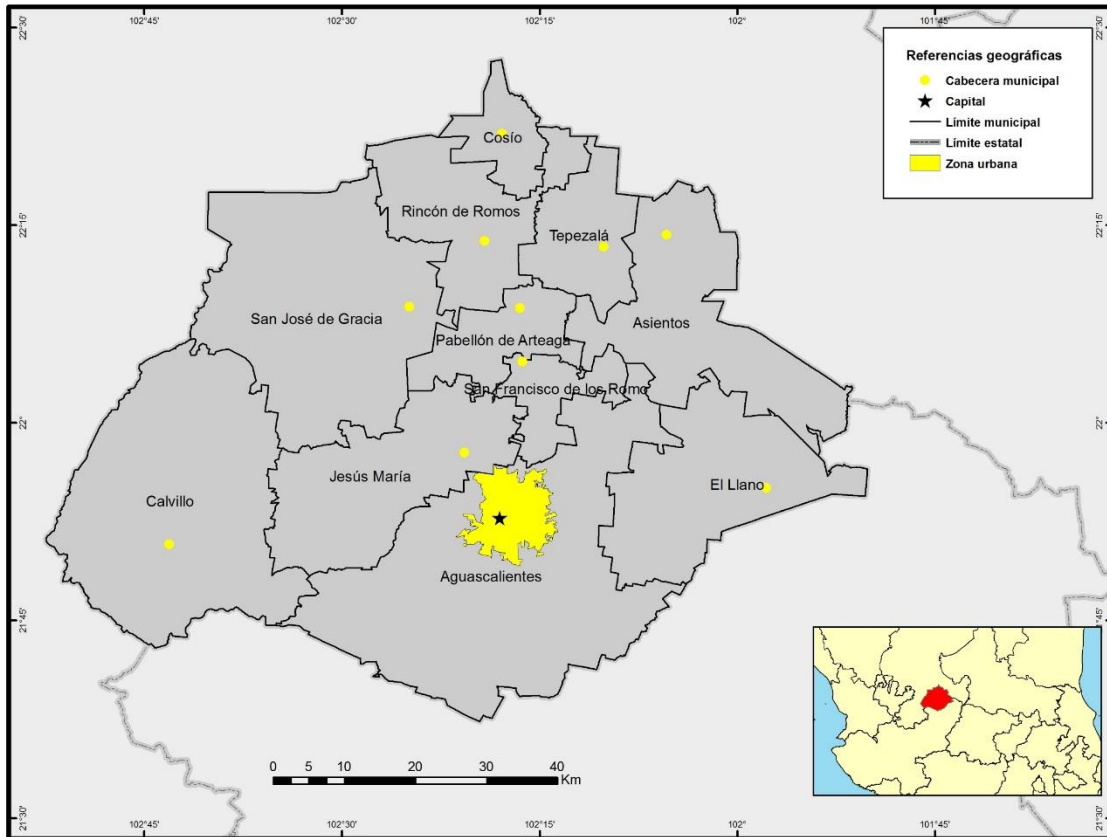
#### 2.1.1 Localización

El estado de Aguascalientes se localiza en la parte central del país en donde colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas y al sur y sureste con Jalisco. Sus coordenadas extremas son 22°27'36" N, 21°37'12" S de latitud norte, 101°50'05" y 102°52'41" W de longitud oeste (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2014). El estado ocupa 5,616 km<sup>2</sup> que representa el 0.3% de la superficie total del país y se divide en 11 municipios, de los cuales la capital lleva el mismo nombre (INEGI, 2010) a continuación se muestra el mapa de la división política municipal (Figura 2.1).

#### 2.1.2 Relieve

La entidad se encuentra sobre la unión de tres provincias fisiográficas: la Sierra Madre Occidental al oeste, la Mesa Central al este y el Eje Neovolcánico al sur (Secretaría de Programación y Presupuesto SPP, 1981). Dentro de cada provincia se pueden reconocer subprovincias con toposformas características. A continuación se describen los aspectos más representativos de cada una de ellas dentro del estado (Figura 2.2):

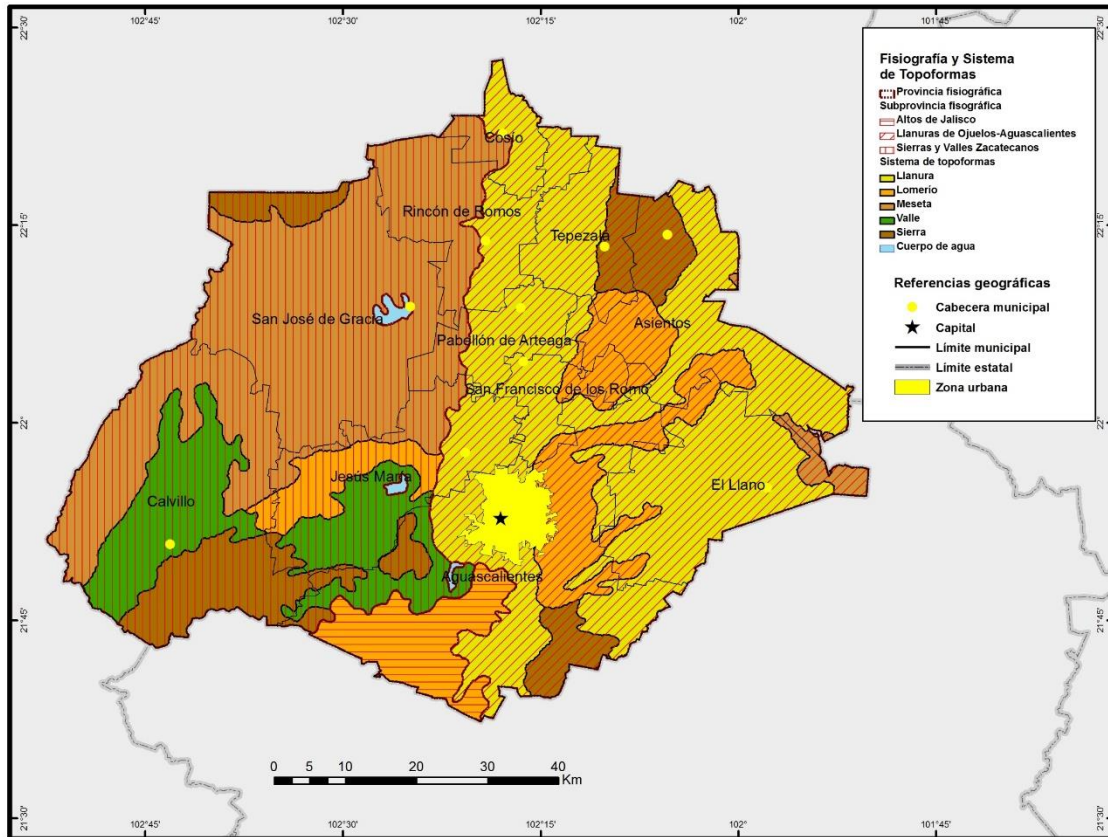
**Figura 2.1 Municipios y cabeceras municipales, Aguascalientes**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2014a).

1.- Sierra Madre Occidental: colinda al norte con la frontera entre Estados Unidos y México, al este con las provincias de Llanura de Norteamérica y la Mesa del Centro, al sur con el Eje Neovolcánico y al oeste con la provincia de la Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacífico (Sánchez Crispín, 2006). Sus orígenes se remontan entre el terciario medio e inferior, cuando se inició la extrusión a gran escala de los materiales volcánicos que la integran, como son rocas ácidas e intermedias cuyos espesores van de 1,500 a 1,800 m. Dentro de la provincia, hacia el oeste se presenta una imponente escarpe donde alcanza hasta los 3,000 m.s.n.m., en tanto que en el oriente va descendiendo gradualmente dando lugar a las regiones llanas del centro (SPP, 1981).

**Figura 2.2 Provincias, subprovincias y sistema de topoformas, Aguascalientes**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2016).

A su vez la provincia se divide en subprovincias, por lo que dentro del estado toma el nombre de la subprovincia Sierras y Valles Zacatecanos que ocupa una superficie de 2,634.5 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por sus sierras altas, alargadas en sentido norte-sur y generalmente rematadas por mesetas que se alternan con valles también alargados en el mismo sentido. El drenaje dentro de ésta se dirige a través de los valles hacia el noroeste y sólo en la porción austral se encuentran algunas corrientes que desembocan al sur (SPP, 1981).

Las topoformas que dominan son las sierras y cañones rellenos por materiales de acarreo transformados en valles; también se presentan superficies de mesetas pequeñas, aisladas o en conjunto y lomeríos asociados con cañadas (SPP, 1981).

2.- Mesa del Centro: colinda al norte con la Llanura de Norteamérica, al este con La Sierra Madre Oriental, al sur con el Eje Neovolcánico y al oeste con la Sierra Madre Occidental (Sánchez Crispín, 2006). Se caracteriza por tener amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica. El gradiente de climas dentro de la provincia va de seco al norte y más húmedo en el sur.

La parte dentro del estado es la subprovincia Llanuras de Ojuelos y ocupa 2,331.6 km<sup>2</sup>, se caracteriza por presentar llanos extensos situados entre 2,000 y 2,500 m.s.n.m. Existen dos llanos principales que son el de Ojuelos y el de Aguascalientes, entre ellos se encuentra un grupo de mesetas con una altitud entre los 2,300 y 2,350 m.s.n.m. De las montañas más representativas dentro de la región se encuentra el Cerro El Espía con 2,000 m (SPP, 1981).

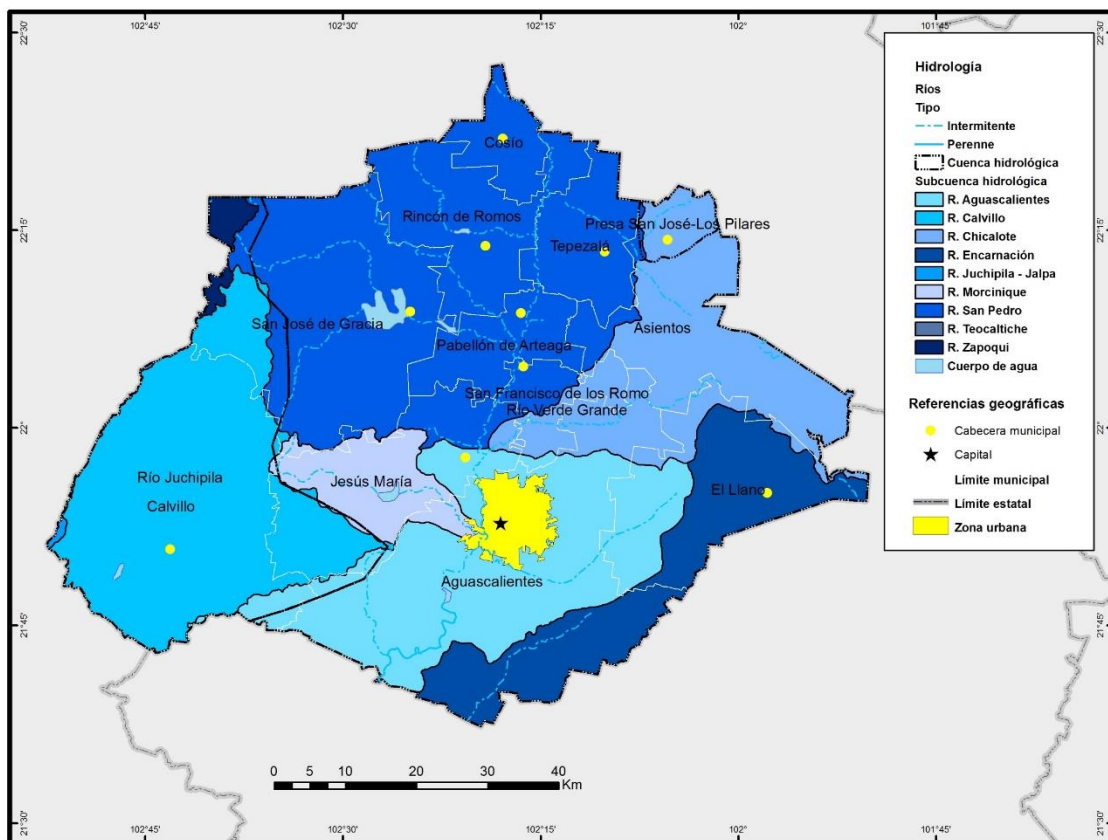
3.- Eje Neovolcánico: colinda al norte con las provincias de la Sierra Madre Oriental y Occidental, con la Mesa del Centro y la Llanura Costera del Golfo Norte, mientras que hacia el sur limita con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur (Sánchez Crispín, 2006). Se constituye principalmente por rocas volcánicas de todo tipo, acumuladas por sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del terciario y continúan hasta el presente; la integran grandes sierras volcánicas, coladas de lava, volcanes escudo, depósitos de arena y cenizas dispersas en extensas llanuras. Dentro de ella se localiza lo que propiamente se denomina como el “Eje Neovolcánico” que se conforma por grandes estratovolcanes y se ubica casi en línea recta sobre el paralelo 19° N. El clima dominante es templado subhúmedo que pasa a semicálido hacia el oeste y a semiseco al norte (SPP, 1981).

Sólo una pequeña porción al sur del estado se localiza dentro de la provincia (192.6 km<sup>2</sup>) y toma el nombre de subprovincia de los Altos de Jalisco. Únicamente se presenta un sistema de topografía que es un lomerío suave formado por la disección fluvial de una antigua llanura aluvial (SPP, 1981).

### 2.1.3 Hidrología

En la Figura 2.3 se observa la distribución de las cuencas y subcuencas hidrológicas. Todo el estado se encuentra dentro de la Región Hidrológica Lerma-Santiago (RH12). A su vez se subdivide en tres cuencas hidrológicas que son Río Verde Grande, la cual ocupa más de la mitad de la entidad desde la porción central hasta el oriente; le sigue Río Juchipila que se ubica en toda la parte occidental; y la cuenca Presa San José-Los Pilares que sólo ocupa una pequeña región hacia el noreste dentro del municipio Asientos.

**Figura 2.3 Cuencas, subcuencas hidrológicas y ríos, Aguascalientes**



Fuente: elaboración propia con base en CONAGUA (1998) e INEGI (2010a).

Jerárquicamente hablando, la división que continúa es la subcuenca hidrológica y Aguascalientes se compone de 9 de ellas. La que ocupa mayor superficie es San



Pedro con 3,416.2 km<sup>2</sup> que se ubica en la parte norte del estado, mientras que la que ocupa la menor extensión es Morcinique con sólo 242.3 km<sup>2</sup>.

Los principales ríos que corren dentro de la entidad son San Pedro, Calvillo, Morcinique, entre otros. Además, cabe mencionar que se han construido un total de 9 presas, en donde destaca la construcción Presidente Calles por ser la más grande (Comisión Nacional del Agua CONAGUA, 1998; INEGI, 2014a).

#### 2.1.4 Clima

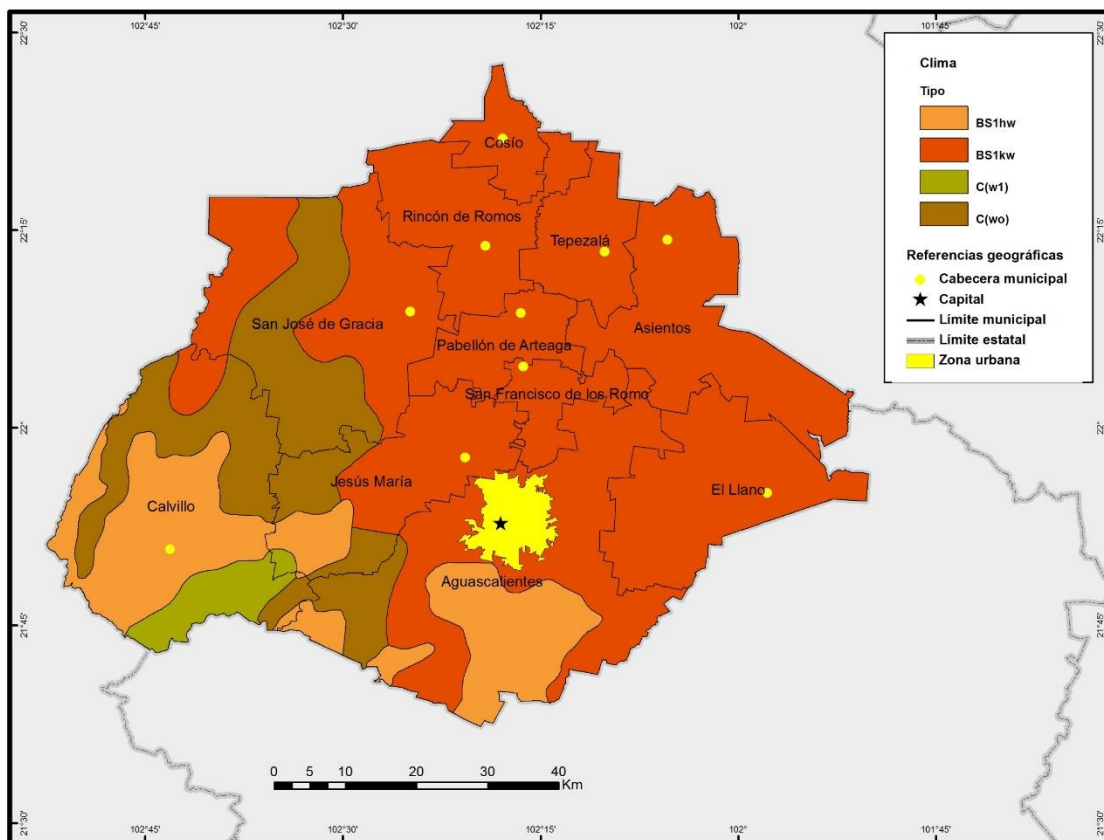
Por su ubicación geográfica se puede decir en términos generales que el clima en el estado es semiseco, con una temperatura media anual de 17.4°C y una precipitación media anual de 526 mm con un régimen de verano, el resto del año la cantidad de lluvia es mucho menor (SPP, 1981). En el siguiente mapa se observa la distribución espacial de los diferentes tipos de clima dentro de Aguascalientes (Figura 2.4).

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García (2004) existen 4 tipos de clima y son: el semiárido templado (BSkw1) con una temperatura media anual que va entre 12° y 18°C donde el mes más cálido es menor a 22°C, mientras que el mes más frío oscila entre los -3° y 18°C, con un régimen de lluvias en verano y el porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y el 10.2%; ocupa más de la mitad del territorio en su porción oriental, abarcando los municipios de Cosío, Tepezalá, Asientos, El Llano, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga, San Francisco de los Romos, así como la mayor parte de la capital del estado y en zonas de San José de García y Jesús María (García y Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad CONABIO, 1988; García, 2004; González Salazar y Juárez, 2012).

A continuación se muestra el climograma representativo del tipo de clima en la región que es la estación Aguascalientes (Figura 2.5). La temperatura promedio registrada en los meses de mayo y junio se encuentra por arriba de los 23°C, mientras que para enero y diciembre ronda los 14°C. En cuanto a las temperaturas

extremas se observa que las máximas sobrepasan los 30°C en mayo y junio, mientras que para el resto del año se mantienen debajo de este valor, pero sobre los 20°C. Por su parte, las temperaturas mínimas extremas presentan los valores por debajo de los 6°C en meses invernales, para las demás estaciones del año la temperatura no decrece demasiado, por lo que se consideran frescas. La oscilación térmica observada ronda los 15°C.

**Figura 2.4 Tipos de clima, Aguascalientes**

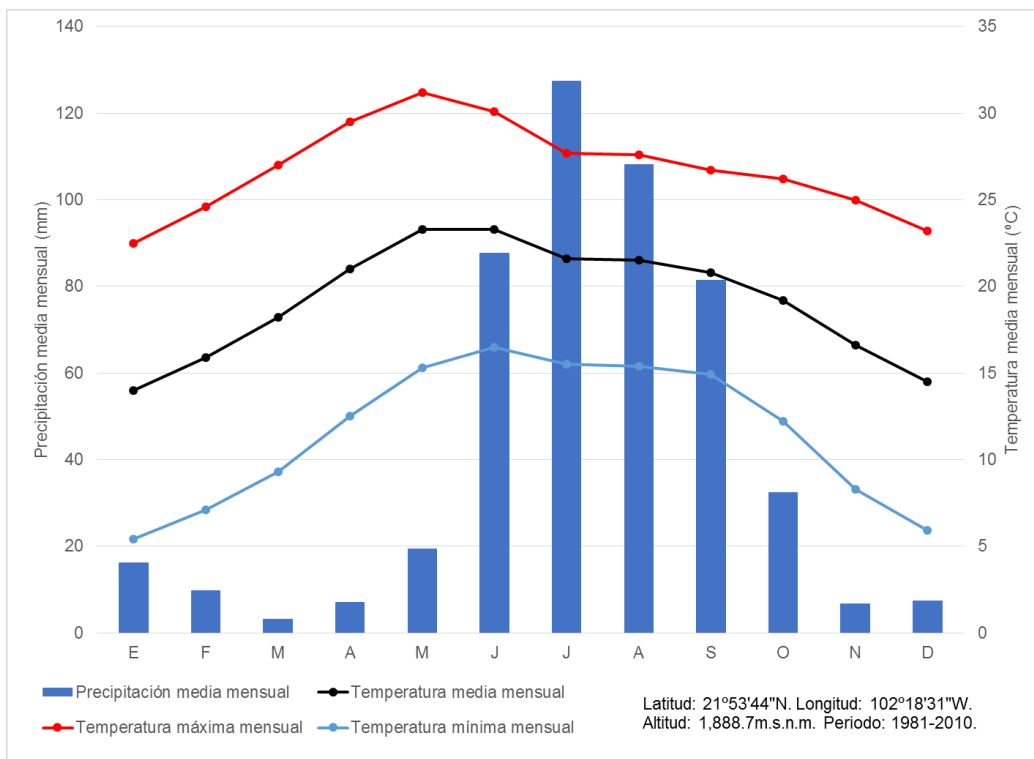


Fuente: elaboración propia con base en García y CONABIO (1998).

La precipitación se presenta en la gráfica de barras. Anualmente llueve un total de 506.3 mm. El régimen de lluvia es en verano, con el máximo en julio (127 mm), mientras que la estación de invierno y primavera son las más secas, siendo marzo el mes con menor precipitación (3 mm).

El siguiente tipo de clima es el templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw0); la temperatura media anual va de los 12° a los 18°C, el mes más cálido se sitúa por debajo de los 22°C y la del más frío está entre -3° y 18°C. La precipitación en el mes más seco es menor a 40 mm y el porcentaje de precipitación invernal va de entre el 5 y el 10.2%. Se localiza en la parte occidental, así como en una pequeña porción hacia el suroeste en los municipios de San José de García, Calvillo y entre los límites de éste, Jesús María y Aguascalientes (García y CONABIO, 1988; García, 2004).

**Figura 2.5 Climograma Estación Aguascalientes 1030, Aguascalientes**



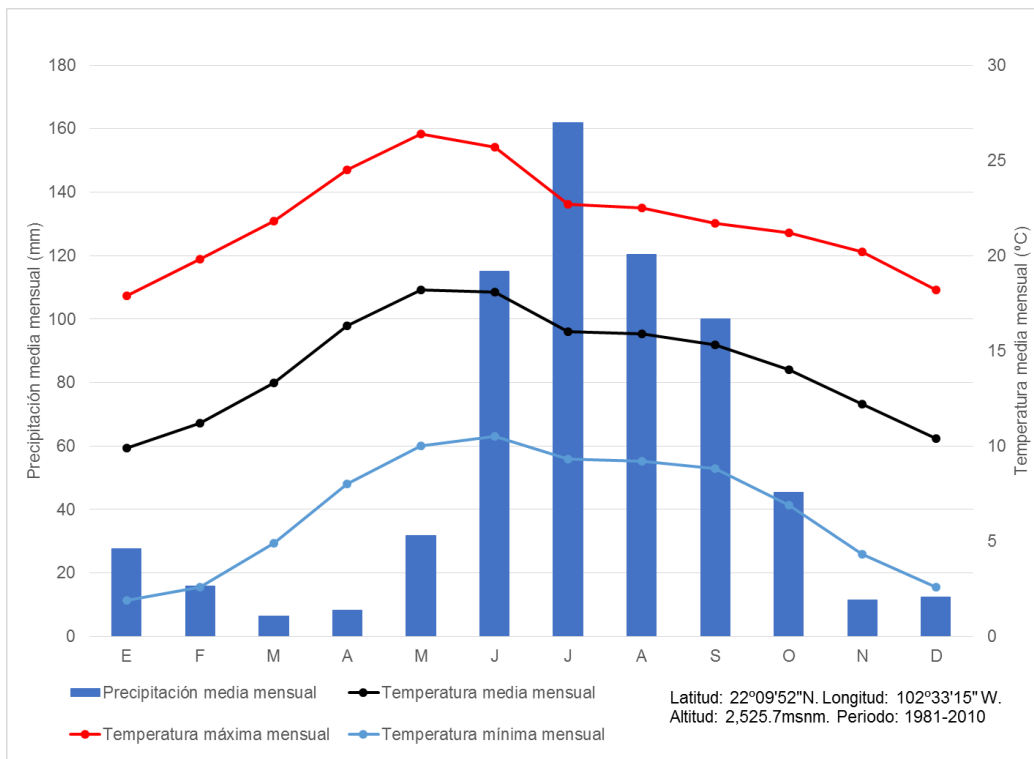
Fuente: elaboración propia con base en las normales climatológicas Servicio Meteorológico Nacional (S/F).

En el climograma de la estación La Tinaja (Figura 2.6) se observa que este tipo de clima es el más fresco que hay dentro del estado; así mayo y junio son los meses con mayor temperatura que registran alrededor de 18°C, mientras que enero es el mes más frío con tan sólo 9°C. Las temperaturas extremas máximas son aproximadamente de 26°C para la primavera, mientras que las mínimas extremas

decrecen de manera importante en los meses invernales hasta los 2°C. En este periodo de tiempo la oscilación térmica es de aproximadamente 15°C.

En cuanto a la precipitación se observa que su régimen es mucho más húmedo que el clima anterior ya que en total se registran 656.5 mm, en donde el mes más húmedo, que es julio, alcanza casi los 170 mm, mientras que marzo es el mes más seco con 6 mm.

**Figura 2.6 Climograma Estación La Tinaja 1010, Aguascalientes**



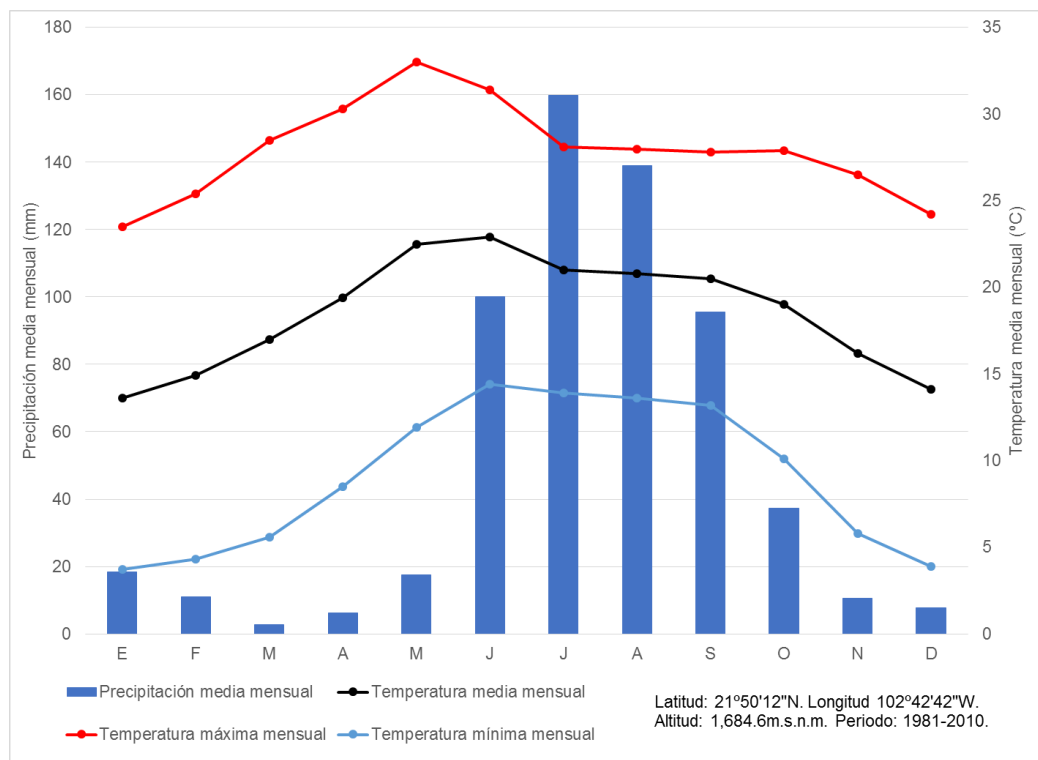
Fuente: elaboración propia con base en las normales climatológicas SMN (S/F).

En orden de superficie cubierta en el estado continua el clima semiárido semicálido con lluvias en verano (BS<sub>hw</sub><sub>1</sub>) con una temperatura media anual mayor a 18°C, la temperatura del mes más cálido es mayor a 22°C, mientras que la del mes más frío es menor a 18°C. El porcentaje de lluvia invernal está entre el 5 y el 10%. Se ubica al suroeste dentro del municipio Calvillo en la zona del valle, también en pequeñas zonas del sur dentro del municipio de Aguascalientes (García y CONABIO, 1988; García, 2004).

Para la elaboración del climograma se seleccionó la estación Calvillo como la más representativa del tipo de clima (Figura 2.7). La temperatura del mes más cálido (junio) es superior a los 22°C, mientras que la del mes más frío ronda los 13°C (enero). Las temperaturas máximas más elevadas se observan en prácticamente todos los meses de la primavera, siendo mayo el más cálido con 33°C, por su parte, las temperaturas mínimas extremas en enero y diciembre son próximas a los 4°C, lo que indica que son mucho más cálidas que en otras estaciones. Aunado a ello, la oscilación térmica es de casi 19°C, por lo que se considera como la más amplia por tipo de clima.

La precipitación es considerablemente superior a la variante del mismo tipo de clima que se presenta en la estación Aguascalientes, ya que se registra un total de 605.6 mm; el mes más húmedo es julio, donde se sobrepasa los 150 mm, mientras que el más seco es marzo con sólo 2 mm.

**Figura 2.7 Climograma Estación Calvillo 1023, Aguascalientes**

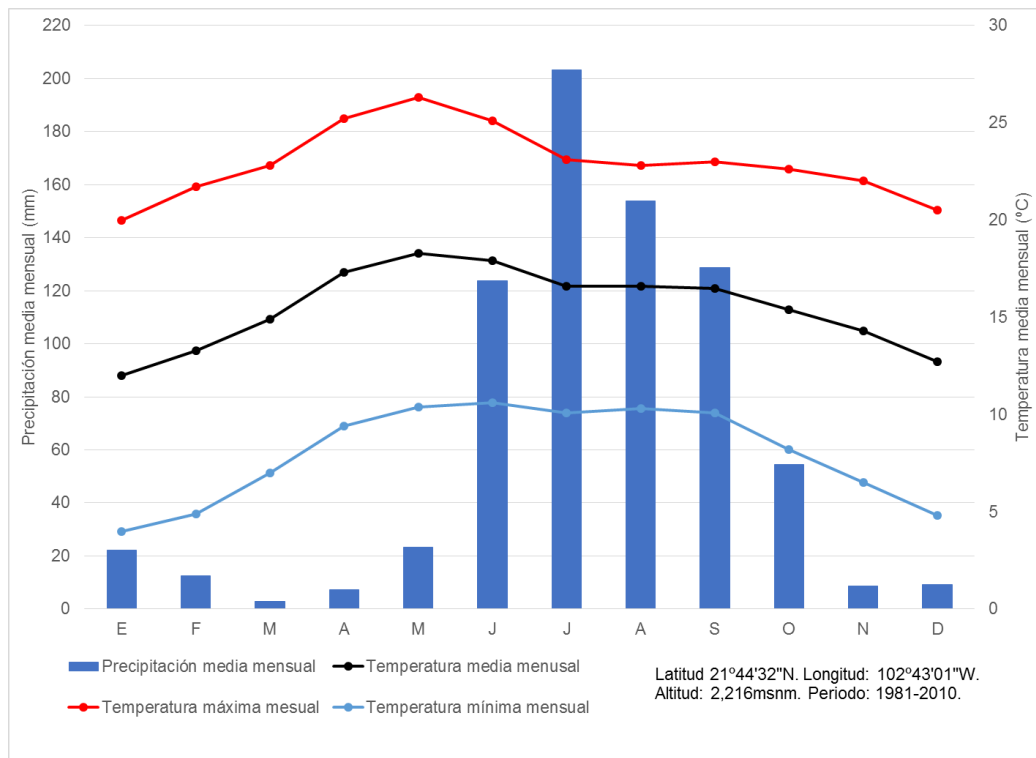


Fuente: elaboración propia con base en las normales climatológicas SMN (S/F).

Finalmente el clima que ocupa menor extensión es el templado subhúmedo con lluvias en verano ( $Cw_1$ ), presenta una temperatura media anual entre  $12^{\circ}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ , el mes más cálido debajo de los  $22^{\circ}\text{C}$ , el mes más frío está entre  $-3^{\circ}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ . La precipitación en el mes más seco es menor a 40 mm y el porcentaje de precipitación invernal ronda entre el 5 y 10.2%. Únicamente se localiza al sureste del municipio Calvillo y una pequeña porción del sur de Jesús María sobre la Sierra El Laurel (García y CONABIO, 1988; García, 2004; González Salazar y Juárez, 2012).

El climograma corresponde a la estación Los Alisios (Figura 2.8) y en él se observa que la temperatura es similar entre el otro tipo de clima templado presentado en la estación La Tinaja. El mes de mayo presenta alrededor de  $18^{\circ}\text{C}$ , mientras que enero y diciembre son relativamente frescos con  $12^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas extremas máximas son de más de  $25^{\circ}\text{C}$  en meses como abril, mayo y junio, mientras que las temperaturas extremas mínimas rondan los  $5^{\circ}\text{C}$  en meses invernales. La oscilación térmica es la más baja presentada en las estaciones, ya que está por debajo de los  $15^{\circ}\text{C}$ .

**Figura 2.8 Climograma Estación Los Alisios 1091, Aguascalientes**

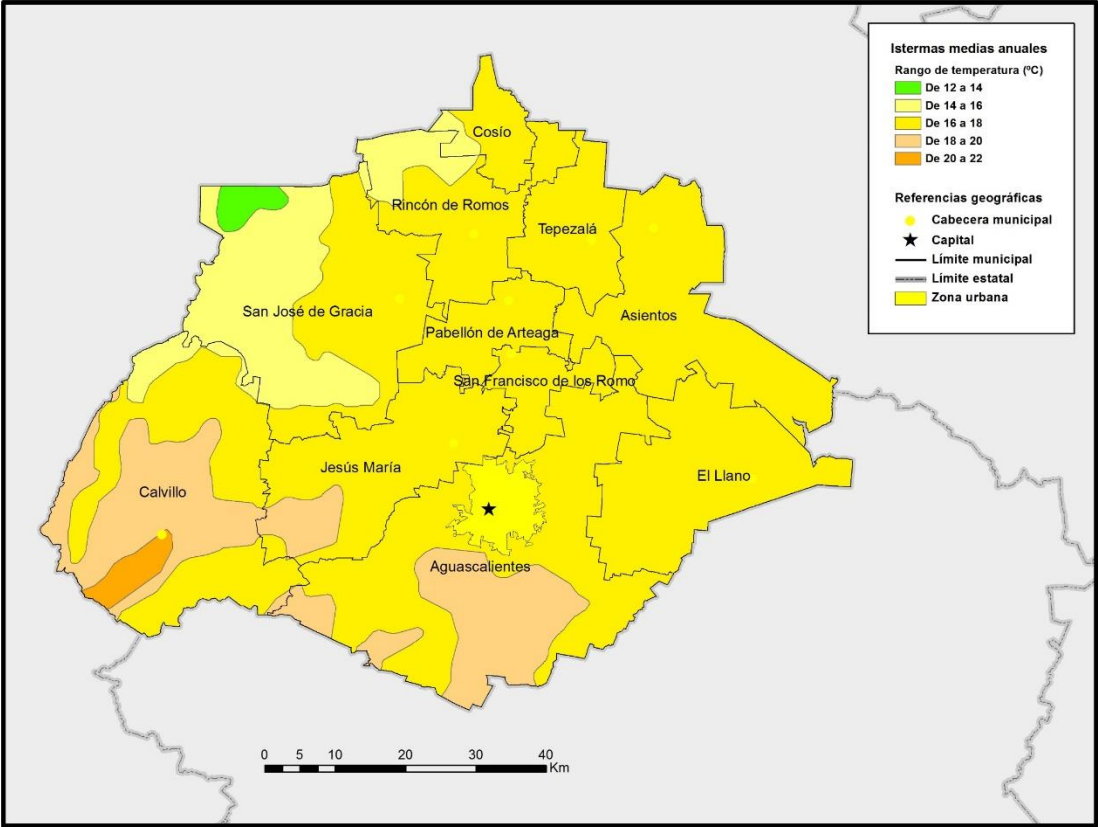


Fuente: elaboración propia con base en las normales climatológicas SMN (S/F).

Por su parte, la precipitación difiere de la estación La Tinaja en donde es menor. En total se registran 750 mm, en julio se sobrepasan los 200 mm de lluvia mientras que en marzo registra 2 mm.

La distribución de la temperatura a nivel estatal se muestra en el siguiente mapa (Figura 2.9). Al año el promedio de temperatura que se presenta en mayor superficie es entre los 16 y 18°C que abarca toda la zona oriental del estado, es decir, en donde las topeformas en su mayoría son llanuras y mesetas; en menor medida atraviesan las isotermas de 18 a 20°C en pequeñas porciones hacia el sur y suroeste en donde predominan los lomeríos y valles; la isoterma que va de 14 a 16°C se ubica en la zona occidental y norte que son zonas montañosas; finalmente la isoterma más cálida se ubica hacia el suroeste, dentro del municipio Calvillo que es un valle (García y CONABIO, 1998)

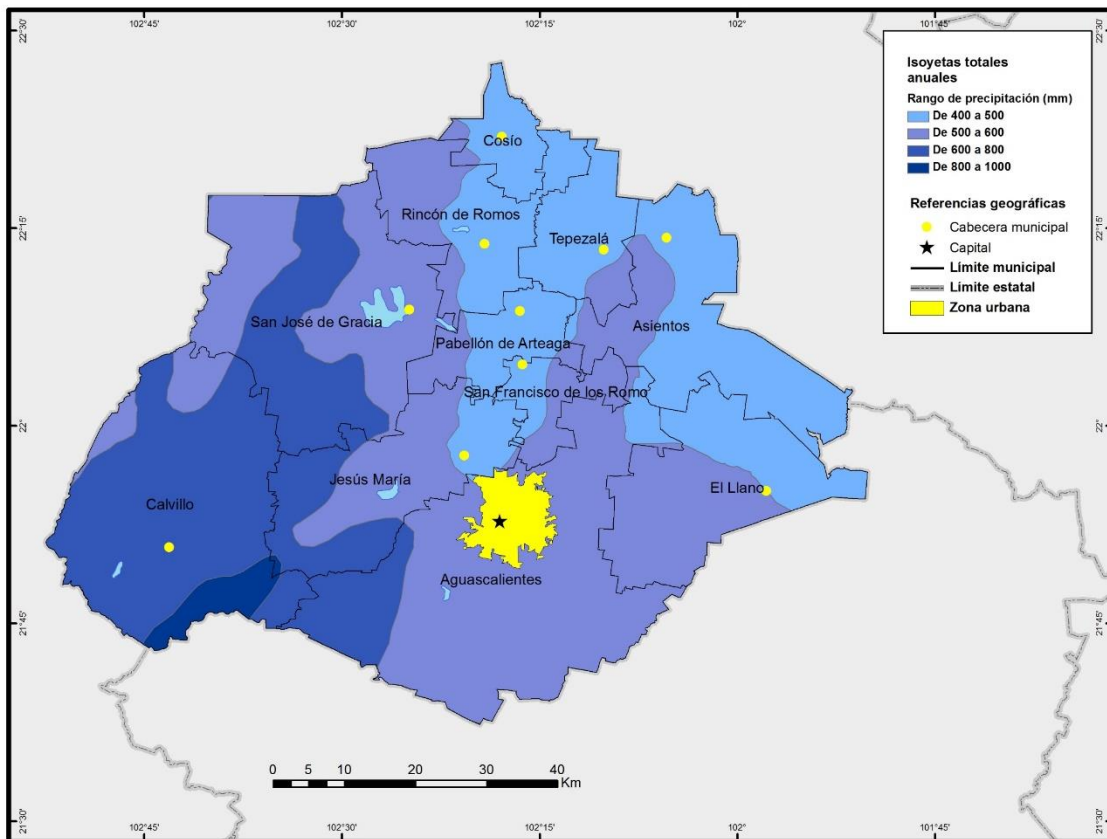
**Figura 2.9 Temperatura media anual, Aguascalientes**



Fuente: elaboración propia con base en García y CONABIO (1998).

En cuanto a la precipitación se elaboró el siguiente mapa (Figura 2.10) en donde se presentan cuatro rangos, los cuales se distribuyen desde los 400 a 1,000 mm anuales. La isoyeta que ocupa mayor superficie estatal es la que va de 500 a 600 mm y que se localiza en la parte central de la entidad. Por su parte la zona más seca (400 a 500 mm) se localiza en toda la porción nororiental, mientras que la más húmeda (600 hasta 1,000 mm) se ubica en el extremo suroeste, que coinciden en algunas partes con las zonas más elevadas dentro de la entidad (García y CONABIO, 1998).

**Figura 2.10 Precipitación total anual, Aguascalientes**



Fuente: elaboración propia con base en García y CONABIO (1998).

Las características del medio geográfico presentadas dan cuenta de que a pesar de que la extensión del estado es pequeña, dentro de él se presentan diferentes entornos; para el caso del clima, éste se encuentra estrechamente relacionado con



su posición latitudinal al interior de los trópicos, que influye de manera directa sobre las temperaturas cálidas y templadas que se presentan, así como el régimen de precipitación que está fuertemente marcado en verano. Aunado a ello también interviene el tipo de relieve, ya que se observa una relativa homogeneidad de temperatura en topografías como lomeríos y llanuras, por su parte en las sierras la temperatura es más baja. También se encuentra el sistema fluvial que está en su mayoría distribuido hacia el occidente del estado en donde el relieve es más abrupto.

Una vez mencionado lo anterior, se puede empezar a comprender la distribución de la población. Las zonas urbanas se localizan precisamente hacia el oriente de la entidad, en las zonas de planicies, así como en el valle del municipio Calvillo, lo que se puede asociar a las condiciones más favorables, tanto de pendiente del terreno, como de temperaturas, que prevalecen en esta porción del estado.

En el siguiente apartado se revisarán las características demográficas y su dinámica de crecimiento estatal, así como una breve reseña de las condiciones de salud de la población para dar contexto a las IRA.

## 2.2 Rasgos sociales y demográficos

El territorio donde actualmente se asienta el estado de Aguascalientes fue ocupado por tribus nómadas chichimecas antes de la llegada de los españoles. Ya en la época de la conquista española, el territorio jugó un papel importante pues fue el paso de la ruta de la plata que provenía de Zacatecas y se dirigía a la capital de la Nueva España. Ello dio pie a que alrededor de la ruta se asentaran grupos humanos como comerciantes y agricultores que formaron pequeñas comunidades. Así, en el año de 1575 se fundó la antigua Villa de Nuestra Señora de la Asunción de las Aguas Calientes, nombre asignado debido a la abundancia de aguas termales. Aguascalientes pertenecía en ese momento al Reino de Nueva Galicia cuya audiencia y gobierno se asentaba en Guadalajara. Después de la independencia el territorio pasó a formar parte del estado de Zacatecas como un partido. Finalmente

el estado de Aguascalientes se formó oficialmente en el año de 1835 cuando se independizó de este último (Aguilar Mata, 2005).

Actualmente Aguascalientes es uno de los estados más pequeños del país ya que cuenta con 5,616 km<sup>2</sup> de extensión. Como se menciona al inicio del capítulo, cuenta con 11 municipios y ha tenido un crecimiento poblacional continuo desde su fundación.

### 2.2.1 Dinámica y distribución poblacional

En la entidad el desarrollo económico, y lo que ello ha traído consigo, fue uno de los detonantes principales para que la población haya tenido un aumento constante desde principios del siglo pasado, que es la época desde donde se tienen registros. Así, el progreso de la industria textil y alimentaria aunado al establecimiento de talleres ferroviarios que proporcionaban empleo a la población originaria y de los estados vecinos, favoreció el aumento en la cantidad de habitantes. De esta manera, la población total del estado se duplicó más de 6 veces en 70 años, ya que en 1930 se reportó un total de 132,900 habitantes y 944,285 en el 2000, por lo que tuvo un incremento neto de alrededor de 800,000 habitantes (Aguilar Mata, 2005), lo que repercutió en el avance del poblamiento de zonas que antes estaban deshabitadas.

Cabe destacar que el aumento en la población no se dio de manera constante, ya que existieron décadas en las que la población tuvo un repunte, así como otras en las que el crecimiento fue menor; por ejemplo en la década de 1940 a 1950 (Tabla 2.1) existió un descenso en el crecimiento de la población (1.48%) que fue influido por la Segunda Guerra Mundial y la demanda de trabajadores mexicanos en Estados Unidos, propiciando así la migración; por el contrario, hubo un aumento significativo en el periodo de 1970 a 1980 (4.23%) debido principalmente a la generación de empleos por parte de la instalación de la empresa Nissan en el estado, lo cual representó una fuerte atracción para residir en la entidad (Aguilar Mata, 2005).

**Tabla 2.1 Tasa de crecimiento poblacional en el estado de Aguascalientes**

Periodo intercensal	Población total	Tasa de crecimiento (%)
1930-1940	132,900	2.02
1940-1950	161,693	1.48
1950-1960	188,075	2.61
1960-1970	243,363	3.47
1970-1980	338,142	4.23
1980-1990	519,439	3.39
1990-2000	719,659	2.77

Fuente: elaboración propia con base en Aguilar Mata (2005).

En la actualidad la población que se toma como base es la reportada por INEGI para 2010, ya que fue en ese año en que se realizó el último Censo nacional de población y vivienda; se reportó que la población en el estado alcanzó 1,195,787 habitantes que representan el 1% del total nacional. Los tres municipios más poblados son Aguascalientes con 797,010, Jesús María con 99,590 y Calvillo con 54,136 habitantes (Tabla 2.2) (INEGI, 2010).

**Tabla 2.2 Población total por municipio, Aguascalientes, 2010**

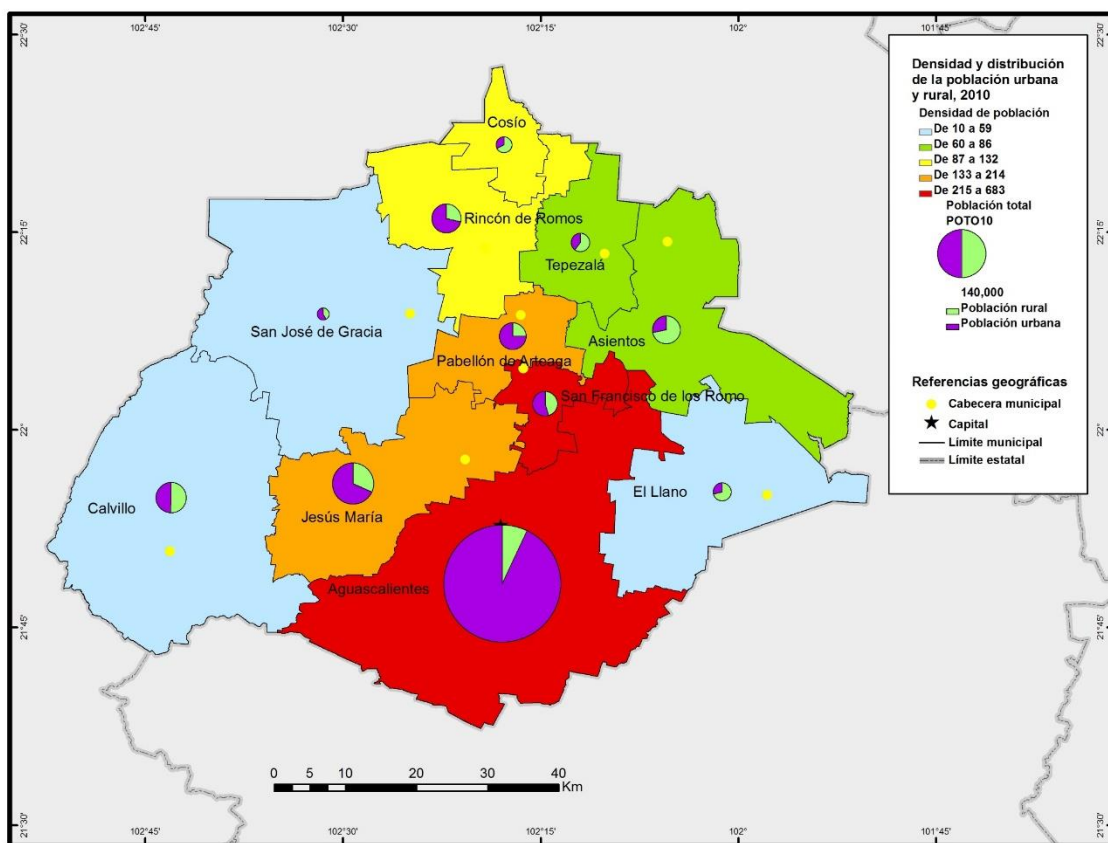
Municipio	Población total
Aguascalientes	797,010
Jesús María	99,590
Calvillo	54,136
Rincón de Romos	49,156
Asientos	45,492
Pabellón de Arteaga	41,862
San Francisco de los Romo	35,769
Tepezalá	19,668
El Llano	18,828
Cosío	15,042
San José de Gracia	8,443

Fuente: elaboración propia con base en al Censo de población y vivienda 2010, INEGI (2010).

La densidad de población ha estado en constante aumento, para el año 2000 fue de 167hab/km<sup>2</sup>, mientras que para 2010 fue de 211hab/km<sup>2</sup>, por lo que es considerado como uno de los 5 estados más densamente poblados, además cuenta

con un grado de urbanización del 81.2% de superficie (Reséndiz Esparza, 2010). El municipio con la mayor densidad de población es Aguascalientes, seguido de San Francisco de los Romo y Pabellón de Arteaga, que se localizan al centro del estado, por donde pasan las principales carreteras que conectan al centro del país con los estados fronterizos del norte. Por su parte, los municipios que se localizan en la zona periférica de la entidad son aquellos en los que la densidad de población es menor (Figura 2.11).

**Figura 2.11 Distribución y densidad de población, Aguascalientes, 2010**



Fuente: elaboración propia con base en CONABIO (2012).

La concentración de población era evidente desde la década de 1980, ya que la capital del estado concentraba el 69.2% de la población total, mientras que para la década de 1990 fue el 70.35% y para el año 2005 disminuyó hasta el 67.06%

(Reséndiz Esparza, 2010), lo que probablemente se deba a la inseguridad presente en la ciudad.

Por su parte el comportamiento de las tasas de natalidad y mortalidad desde la década de 1930 hasta el nuevo siglo se caracterizó por un descenso en ambas, esto debido principalmente a las políticas públicas de planificación familiar y al aumento en la cobertura del sector salud. De esta manera, Aguilar Mata (2005) señaló que la tasa de natalidad en 1930 fue de 55.9 por cada 1,000 habitantes, mientras que hacia el 2000 fue de 26.4 por cada 1,000; la tasa de mortalidad pasó de 31.8 por cada 1,000 en 1930 a 4.1 por cada 1,000 habitantes en el año 2000.

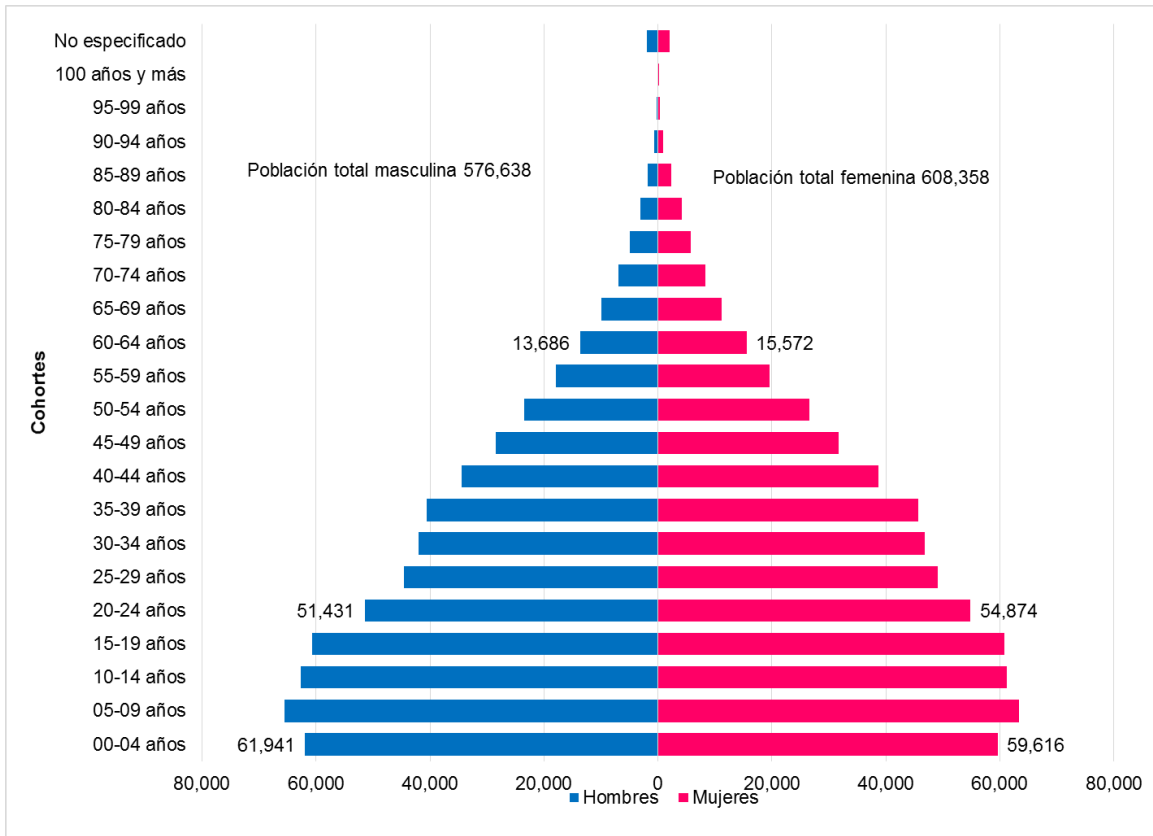
Los datos actuales de natalidad (medidos a través de la Tasa Global de Fecundidad) reportados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2014) corroboran lo anteriormente dicho, ya que muestran una tendencia decreciente del número de hijos por mujer, aunque las reducciones son cada vez menores, por ejemplo para el año 1990 la tasa fue de 3.90 hijos y disminuyó hasta 3.06 diez años después, así en 2010 la tasa registrada fue de 2.55 hijos.

Otro de los indicadores poblacionales importantes a considerar es la mortalidad infantil; éste ayuda a vislumbrar el grado de pobreza de un sitio en particular ya que las tendencias en el tiempo permiten examinar los cambios en la población a medida que ésta puede acceder a servicios de salud. Para el caso del estado, la mortalidad infantil ha reportado un descenso desde el periodo 1990 a 2010, ya que pasó de 29.1 a 11.3 defunciones de niños menores de un año por cada 1,000 nacimientos (CONAPO, 2014); estas cifras pueden estar asociadas al aumento en la cobertura en materia de salud.

Con todo lo dicho hasta ahora se puede comprender la estructura de la población que fue reportada en el último Censo de INEGI y que se muestra en la siguiente gráfica (Figura 2.12), la cual es un acercamiento a determinar la probabilidad de que algún cohorte pueda ser más susceptible de adquirir ciertas enfermedades como las IRA. Se observa que la base es ancha y conforme aumentan los años se hace más delgada, lo que puede estar asociado a la disminución de la tasa de natalidad; el cohorte con mayor número de personas es el que va de los 5 a los 9 años en

donde los hombres superan sólo por poco a las mujeres; a su vez el grupo de entre 15 y 64 años concentra el 62% de la población total y finalmente el grupo de los adultos mayores a 64 años ha aumentado considerablemente debido al aumento en los servicios de salud (CONAPO, 2014). La edad mediana de la población es de 24 años y la relación entre hombres y mujeres es de 94.8 (INEGI, 2010).

**Figura 2.12 Estructura de la población por edad y sexo, Aguascalientes, 2010**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2011).

### 2.2.2 Marginación y pobreza

Aguascalientes es considerado como uno de los estados que han presentado un crecimiento económico acelerado en las últimas décadas, mucho de ello tiene que ver con su localización en el centro norte del país, por donde transitan un gran número de personas y mercancías desde y hacia las fronteras.

No siempre el estado ha tenido el mismo crecimiento económico ni el desarrollo que en la actualidad presenta, por ejemplo en los años 70's la economía de la entidad se caracterizaba fundamentalmente por tener industrias de consumo inmediato con poca productividad, así como empresas productoras de vinos, aguardiente y otros alimentos; además de ello las actividades agropecuarias aportaban una cantidad considerable al PIB estatal. Posteriormente se transitó a la presencia de industrias manufactureras con inversión nacional e internacional principalmente en la rama automotriz y electrónica (Reséndiz Esparza, 2010), con lo cual el estado despuntó en el crecimiento económico, en el incremento de las exportaciones, así como en la creación de empleos.

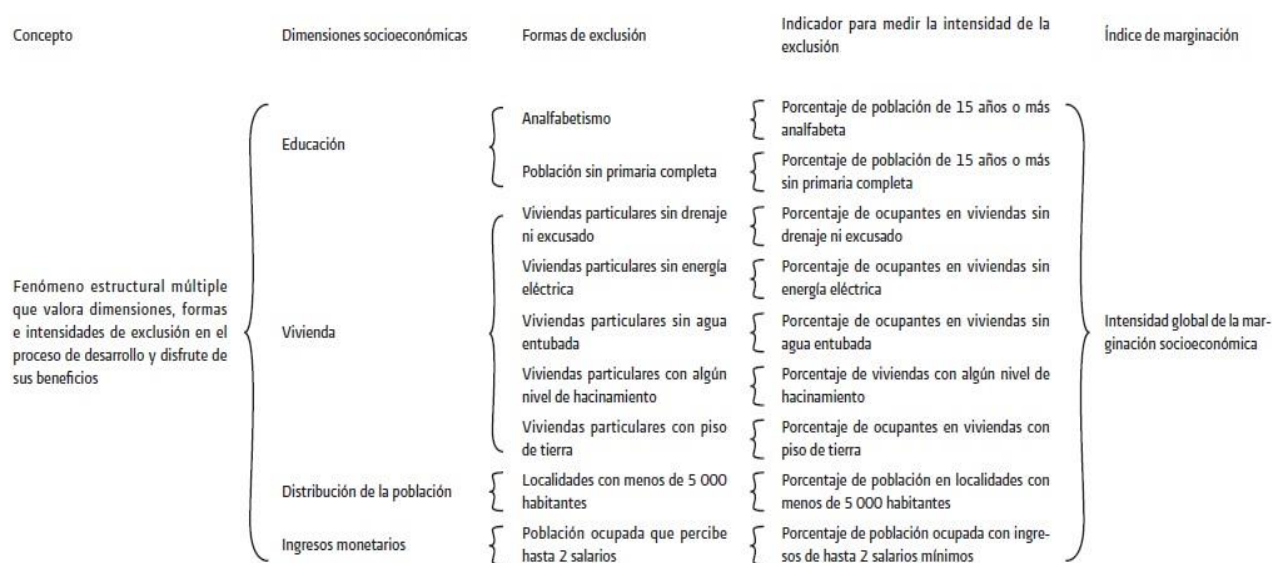
Aunque se considera como un estado industrializado, y aunado a ello está el desarrollo, lo cierto es que esta industrialización se encuentra concentrada en una pequeña parte de la entidad como lo es su zona metropolitana que comprende los municipios de Aguascalientes, Jesús María y San Francisco de los Romos (los dos primeros son también los municipios más poblados en el año 2010); por su parte los 8 municipios restantes se dedican a otras actividades económicas, como el caso del municipio de Asientos que tiene la mayor cantidad de población ocupada en el sector agrícola (Reséndiz Esparza, 2010). Debido a ello, se puede conjeturar que existen diferencias al interior del estado entre el grado de marginación y pobreza.

En México se utiliza el índice de marginación social para medir la marginación, el cual fue elaborado por primera vez por el Consejo Nacional de Población en el año de 1990 para conocer la dimensión de la población menos favorecida en el país. Para su realización se apoya de los resultados obtenidos en los Censos de población y vivienda de INEGI. El índice permite conocer la desigualdad regional existente de las oportunidades sociales (Figura 2.13) y se constituye por 9 indicadores agrupados en 4 categorías que son: la educación, la vivienda, la distribución espacial de la población y los ingresos por trabajo (CONAPO, 2011).

La educación se considera relevante para conocer la magnitud de la marginación de la población por el hecho de que las personas que no cuentan con un grado avanzado de ésta, se encuentran menos preparados para enfrentar situaciones

cotidianas de manera más acertada en comparación con quien posee un nivel más elevado de educación. En este rubro se encuentran los indicadores como: Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta y Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa.

**Figura 2.13 Esquema conceptual de la marginación.**



Fuente: CONAPO (2011).

Por su parte la categoría de vivienda adquiere importancia a la hora de entender las condiciones en las cuales el individuo vive y que muchas de las problemáticas que puede presentar una familia están directamente relacionadas con el tipo y calidad de vivienda, tales como la presencia de enfermedades infecciosas. Los indicadores que se utilizan son: Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado, Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica, Porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada, Porcentaje de ocupantes en viviendas con algún nivel de hacinamiento y Porcentaje de ocupantes en viviendas con piso de tierra.

La distribución de la población permite identificar localidades con un bajo número de habitantes los cuales, por razones de costo-beneficio de las acciones de política pública, tienden a estar aisladas y con ello a tener menos servicios públicos a su



disposición. El indicador que se usa es: Porcentaje de población que reside en localidades de menos de 5,000 habitantes.

Finalmente el ingreso monetario es una característica principal del índice de marginación, ya que es representativo en gran medida de la disponibilidad de adquirir bienes y servicios, algunos de ellos indispensables, por parte del individuo. Se utiliza el indicador: Porcentaje de población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos.

Como se puede observar, la construcción está hecha a partir de diferentes indicadores con variables cuantitativas de diferente unidad, que al combinarse dan como resultado el índice de marginación expresado en una escala, donde 0 es el promedio y 1 es la varianza.

Para el año 2010 Aguascalientes se posicionó dentro del contexto nacional en el número 28 con un índice de marginación bajo (-0.911 muy cercano a la media nacional), únicamente fue superado por cuatro estados, de los cuales la Ciudad de México es la que se encuentra a la cabeza. A continuación se muestra una tabla con el estado que presenta el grado de marginación más alto y el más bajo en comparación con Aguascalientes, así como los nueve indicadores de los que se conforma el índice (Tabla 2.3).

**Tabla 2.3 Indicadores que componen al Índice de Marginación, Ciudad de México, Guerrero y Aguascalientes, 2010**

Entidad federativa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Ciudad de México</b>	2.11	8.72	0.08	0.08	1.79	26.08	1.08	0.67	28.51	-1.48	Muy bajo	32
<b>Guerrero</b>	16.82	31.60	19.58	4.38	29.79	50.18	19.61	49.68	54.94	2.53	Muy alto	1
<b>Aguascalientes</b>	3.27	14.75	1.06	0.62	0.99	30.33	1.76	25.16	33.65	-0.91	Bajo	28

Fuente: elaboración propia con base en CONAPO (2011).

1.- % Población de 15 años o más analfabeta; 2.- % Población de 15 años o más sin primaria completa; 3.- % Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado; 4.- % Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica; 5.- % Ocupantes en viviendas sin agua entubada; 6.- % Viviendas con algún nivel de hacinamiento; 7.- % Ocupantes en viviendas con piso de tierra; 8.- % Población en localidades con menos de 5 000 habitantes; 9.- % Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos; 10.- Índice de marginación; 11.- Grado de marginación; 12.- Lugar que ocupa en el contexto nacional.

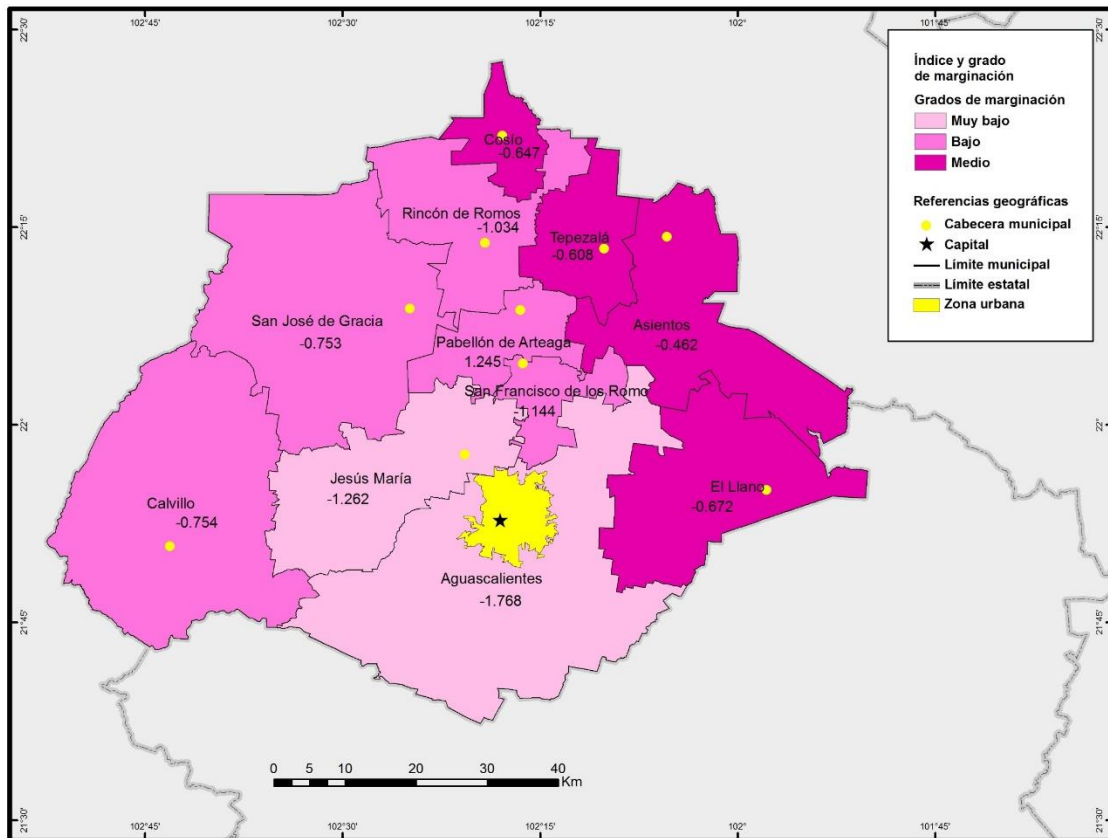
En la tabla se puede observar la diferencia de porcentajes que existe entre el primer y último lugar; por ejemplo en la cantidad de viviendas que poseen piso de tierra, en donde el porcentaje en el estado de Guerrero ronda entre 19.6, mientras que para la Ciudad de México es sólo de 1.08%. Por su parte los porcentajes de Aguascalientes, como era de esperarse, son similares a los de la Ciudad de México; para el caso de viviendas con piso de tierra en el estado se presenta un 1.7%.

A escala municipal el estado cuenta con 4 municipios con un índice medio (Cosío, Tepezalá, Asientos y El Llano ubicados hacia el oriente de la entidad) en los que viven 99,030 personas; 5 con grado bajo (Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga, San Francisco de los Romo, San José de Gracia y Calvillo ubicados hacia el oeste) con 189,366 habitantes en total y sólo 2 con un grado muy bajo (Jesús María y Aguascalientes en el centro sur de la entidad) con 896,600 habitantes. En la Figura 2.14 se observa la distribución de la marginación por municipio.

La pobreza en México es medida por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Sus orígenes se remontan al año 2001 cuando se iniciaron los trabajos por parte de órganos de gobierno para establecer una metodología capaz de ser aplicada en todo el territorio nacional para la obtención del grado de pobreza. Las variables utilizadas: son la carencia social que representan los derechos fundamentales en el ámbito del desarrollo social, así como el bienestar económico que se mide a través de la adquisición de recursos monetarios (CONEVAL, 2013). El CONEVAL toma en cuenta una serie de características distintas a las utilizadas por CONAPO, por lo que los resultados obtenidos por cada institución también lo son.

Los datos reportados para la entidad en el año 2010 muestran que 454,200 personas vivían en pobreza; de éstas, 411,700 fueron consideradas con un grado de pobreza moderada, mientras que 42,500 vivían en pobreza extrema (CONEVAL, 2010). Estas cifras han tenido una variación temporal, por ejemplo para el año 2012 la personas que se consideraban en situación de pobreza fueron 467,600, mientras que para el 2014 fueron sólo 442,900 (CONEVAL, 2014), con lo que se aprecia que la dinámica de la pobreza en la entidad no sigue una tendencia lineal constante.

**Figura 2.14 Marginación, Aguascalientes, 2010**

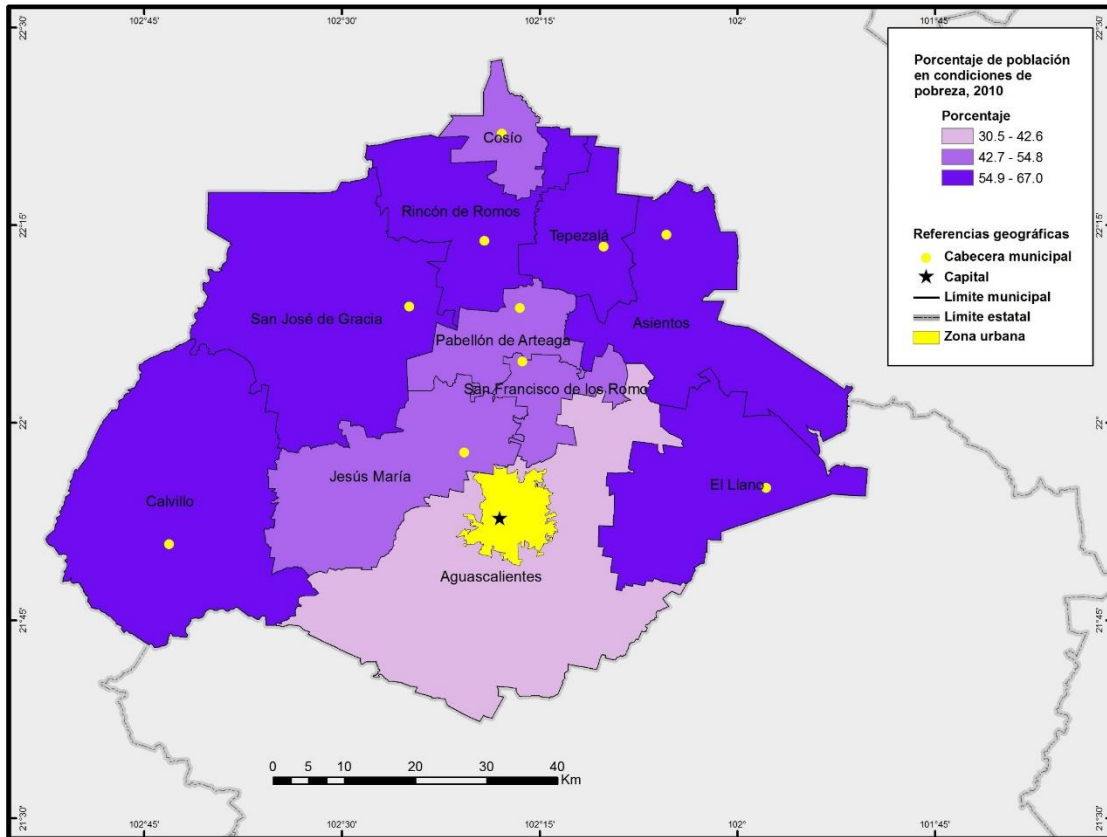


Fuente: elaboración propia con base en CONABIO (2010).

Los municipios que CONEVAL evaluó como los que poseen mayor población en condiciones de pobreza fueron Asientos, San José de Gracia y Calvillo. Por su parte los municipios que albergan menor población en condiciones de pobreza son Aguascalientes, San Francisco de los Romo y Jesús María (Figura 2.15)

El conocer tanto la marginación y el grado de pobreza en la presente investigación servirá para una mejor comprensión en torno a la incidencia de IRA en los distintos estratos de la población, ya que estos indicadores dan cuenta de la vulnerabilidad social ante la cual la población se encuentra expuesta.

**Figura 2.15 Porcentaje de población en condiciones de pobreza, Aguascalientes, 2010**



Fuente: elaboración propia con base en CONEVAL (2010).

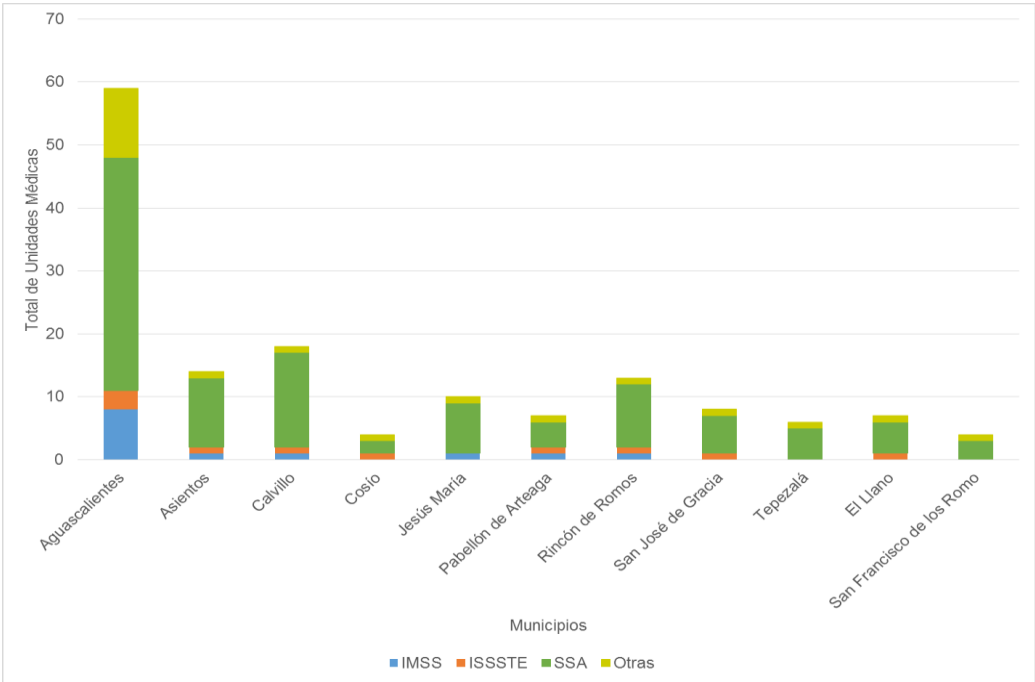
### 2.2.3 Salud

De acuerdo a los objetivos establecidos al inicio de la tesis, es indispensable indagar sobre la atención médica al interior del estado, así como la mortalidad y morbilidad.

Hasta el año 2010, existían un total de 150 Unidades de atención médica en Aguascalientes. De ellos, más de la mitad pertenecen a los Servicios Estatales de Salud (SSA), mientras que el sector público tuvo poca participación. No existe ninguna Unidad perteneciente al IMSS-PROSPERA, ni tampoco se proporcionan los datos de las Unidades de PEMEX, SEDENA y SEMAR.

La capital del estado es quien concentra el mayor número de Unidades Médicas, con un total de 59, continua Calvillo y Asientos. Por su parte, los municipios con menor número de Unidades son Cosío y San Francisco de los Romo (Figura 2.16).

**Figura 2.16 Unidades Médicas por institución, Aguascalientes, 2010**



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2017).

En cuanto a la morbilidad, que se refiere a la cantidad de personas que son consideradas enfermas por alguna causa en particular, las infecciones respiratorias agudas ocupan el primer lugar entre los años 2013 a 2015 con un total de 1,574,836, en segundo lugar están las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas con 308,690, y en tercer lugar se encuentran las infecciones de vías urinarias con 213,671 casos (DGE, 2016) (Tabla 2.4). Cabe resaltar que los datos que contiene la tabla no especifican la edad de las personas ni la ubicación de los casos registrados, eso se revelará en el siguiente capítulo.

La mortalidad por su parte, es reportada por el Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes (ISSEA) reporta que las enfermedades del corazón tuvieron un total de 2,572 casos, en segundo lugar se ubican la diabetes mellitus con 2,524 muertes y finalmente los tumores malignos 2,320 para el periodo de 2013 a 2015 (ISSEA, 2016) (Tabla 2.5).

**Tabla 2.4 Principales causas de morbilidad, Aguascalientes 2013-2015**

<b>Padecimiento</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Infecciones respiratorias agudas</b>	491,206	566,967	516,690
<b>Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas</b>	92,533	103,415	112,742
<b>Infección de vías urinarias</b>	67,320	72,943	73,408

Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016).

**Tabla 2.5 Principales causas de mortalidad, Aguascalientes 2013-2015**

<b>Causa de muerte</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Enfermedades del corazón</b>	854	876	842
<b>Diabetes mellitus</b>	843	858	823
<b>Tumores malignos</b>	749	777	794

Fuente: elaboración propia con base en ISSEA (2016).

Las causas mencionadas denotan la transición epidemiológica por la que está atravesando la población mexicana, ya que aunque las enfermedades que afectan a la población son de tipo infecciosas, las enfermedades crónico-degenerativas son las que dominan la mortalidad en adultos.

Además de conocer el estado general de salud de la población total, también es importante indagar en la dinámica de la mortalidad y morbilidad en el grupo de los niños menores de 5 años en el estado ya que éste es un grupo de interés (Tabla 2.6).

Se observa que las IRA son las causas que encabezan la lista a nivel estatal, le siguen, aunque por una diferencia amplia, las infecciones intestinales, así como las infecciones en las vías urinarias (DGE, 2016).

**Tabla 2.6 Principales causas de morbilidad en niños menores de 5 años, Aguascalientes 2013-2015**

<b>Padecimiento</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Infecciones respiratorias agudas</b>	175,419	180,505	169,079
<b>Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas</b>	24,868	26,893	26,670
<b>Infección de vías urinarias</b>	4,323	4,568	4,448

Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016).

Por otro lado, es preciso señalar que las causas por las que mueren los niños son distintas a las de los adultos, por ejemplo (Tabla 2.7), para el periodo de estudio se reportan 358 muertes por afecciones originadas en el periodo perinatal. De éstas, los trastornos respiratorios y las malformaciones congénitas son las principales causas con 192 y 189 muertes respectivamente (ISSEA, 2016a).

**Tabla 2.7 Principales causas de mortalidad infantil, Aguascalientes 2013-2015**

<b>Causa de muerte</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Ciertas afecciones originadas en el período perinatal</b>	113	136	109
<b>Dificultad respiratoria y otros trastornos respiratorios</b>	59	79	54
<b>Malformaciones congénitas, y anomalías cromosómicas</b>	63	75	51

Fuente: elaboración propia con base en ISSEA (2016a).

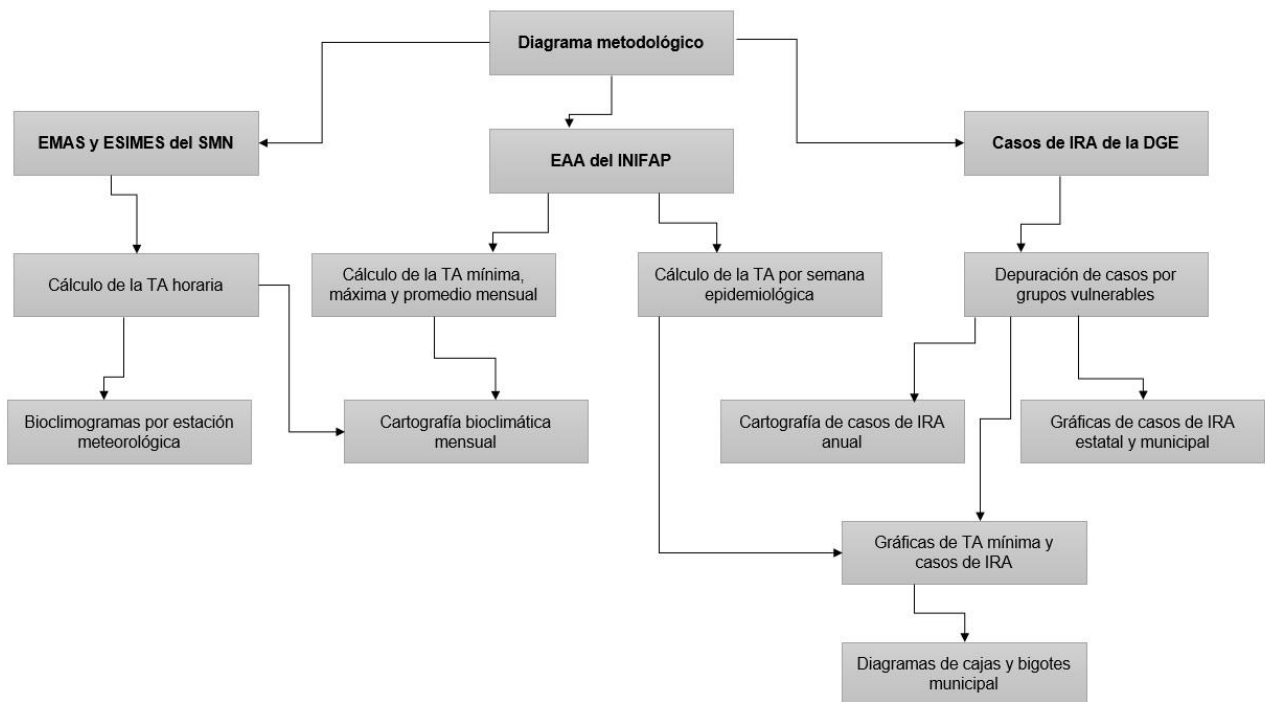
Una vez más se muestra que las enfermedades respiratorias figuran dentro de las principales causas de muerte infantil, no obstante no son suficientemente significativas como sí lo son en el rubro de la morbilidad de este grupo de edad. Esto concuerda con la información presentada en los boletines de la OPS (1980 y 1995) en los que se menciona que las IRA son una de las principales causas de morbilidad en la mayoría de los países, pero no en la mortalidad ya que la expansión de los servicios de salud ha contribuido a que se mantengan bajo control.

## Capítulo 3. Relación entre el bioclima y las Infecciones Respiratorias Agudas en el estado de Aguascalientes

### 3.1 Estrategia metodológica

En el presente capítulo se describe el procedimiento que se siguió para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Este trabajo implicó seguir diversos métodos, desde la revisión bibliográfica, así como métodos cuantitativos en el rubro climático y epidemiológico, culminando con el tratamiento de bases de datos y elaboración de cartografía (Figura 3.1). A continuación se enlistan los pasos:

Figura 3.1 *Diagrama metodológico*



Fuente: elaboración propia

a) *Compilación de material bibliográfico, cartográfico y estadístico del estado de Aguascalientes.* Para contextualizar las características físicas y sociales de la entidad, se procedió a la búsqueda de información relevante sobre Aguascalientes en libros, artículos científicos, tesis y sitios de internet tales como INEGI, CONEVAL, CONAPO, DGE, entre otros, en los cuales se hiciera énfasis en los aspectos climáticos, poblacionales y de salud. En cuanto a los datos vectoriales se refiere, la



búsqueda se realizó en páginas como el Geoportal de CONABIO e INEGI, donde se brinda la posibilidad de visualizar y descargar capas de información de diversa índole para la construcción de cartografía temática.

*b) Adquisición y procesamiento de información climática.* Se realizó una solicitud de las variables reportadas por las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS) y de las Estaciones Sinópticas Meteorológicas (ESIMES) pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como la descarga de datos de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicadas dentro del estado de Aguascalientes.

Se procedió a depurar y construir las bases de datos, primero de las estaciones procedentes del SMN (que en total fueron 4). Las variables a utilizar fueron la temperatura y humedad relativa instantánea por hora para los años de 2013 a 2015, periodo en el cual todas las estaciones cuentan con registros suficientes.

Por su parte, se construyó otra base de datos con las estaciones provenientes del INIFAP con las mismas variables y para el mismo periodo de tiempo, aunque con registros diarios en vez de horarios. En total se utilizaron 31 estaciones dentro y en los alrededores del estado para la elaboración de los mapas bioclimáticos mensuales (Figura 3.2).

Finalmente se agruparon los datos por semana epidemiológica para la comparación con el número de casos de IRA por municipio, por hora para la elaboración de bioclimogramas de las estaciones del SMN y además por promedio, mínimas y máximas mensuales para la elaboración de la cartografía temática.

Para la determinación de la Temperatura Aparente (TA) fue necesario contar con datos sobre la temperatura y el punto de rocío, el cual no se reporta por ninguna estación utilizada, por lo cual se procedió a calcularlo mediante la ecuación propuesta por Reverting (2016. Disponible en <https://www.aprweather.com/pages/calc.htm>) debido a que los resultados arrojados

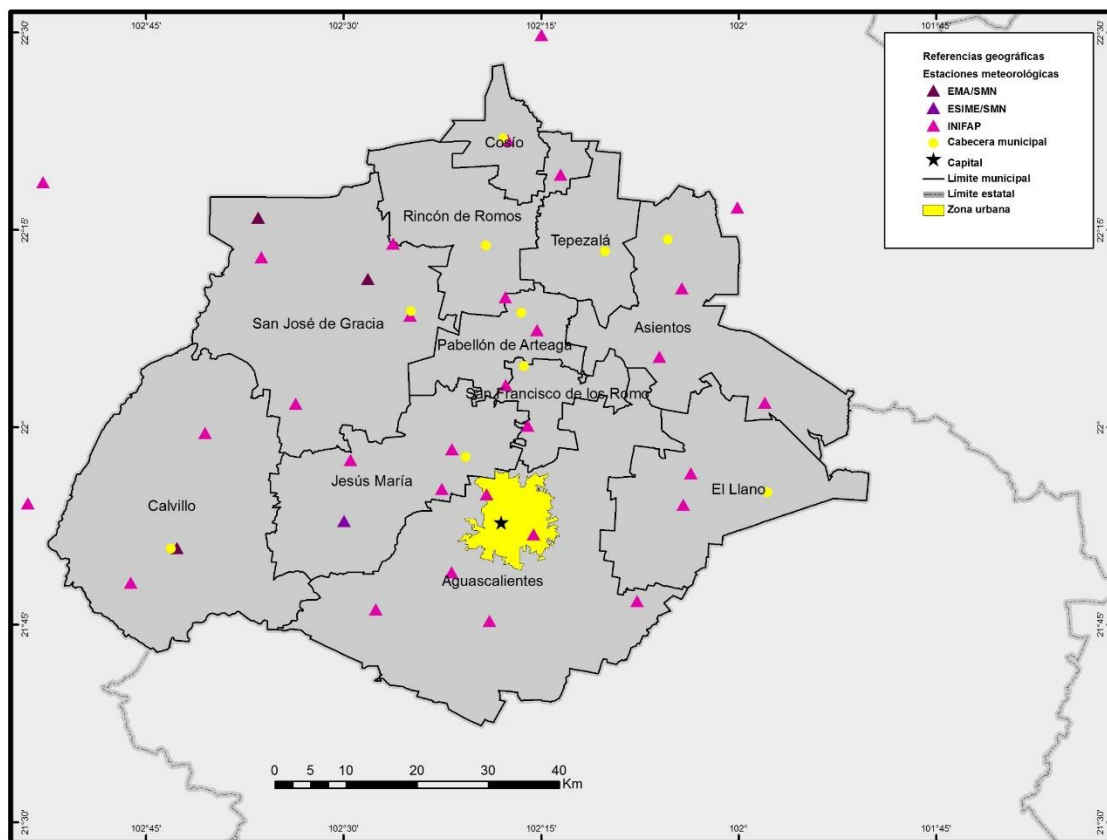
son similares con otros métodos, como las tablas que combinan la temperatura del aire y la humedad relativa:

$$PR = (T - (14.55 + 0.114 * T) * (1 - (0.01 * HR)) - ((2.5 + 0.007 * T) * (1 - (0.01 * HR))))^3 - (15.9 + 0.117 * T) * (1 - (0.01 * HR))^{14} \dots \text{Ec. 5}$$

Donde:

- PR es la temperatura del punto de rocío en °C
- T es la temperatura del aire en °C
- HR es la humedad relativa en %

**Figura 3.2 Estaciones meteorológicas del estado de Aguascalientes y Zacatecas**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

Una vez obtenido el punto de rocío se continuó con el cálculo de la TA mediante la siguiente ecuación:

$$TA = -2.653 + (0.994 * T) + 0.0153 * (PR)^2 \dots\dots\dots \text{Ec. 4}$$

Donde:

- TA es la Temperatura Aparente en °C
- T es la temperatura del aire en °C
- PR es la temperatura del punto de rocío en °C.

*c) Adquisición y procesamiento de información epidemiológica.* Se solicitó a la Dirección General de Epidemiología el número de casos de IRA reportados por semana epidemiológica, para el periodo de 2013 a 2015 por municipio y por grupo de edad. La base de datos fue depurada para conservar sólo los datos de utilidad para este trabajo. Con el fin de ilustrar el comportamiento temporal de las IRA se elaboraron gráficas del total de casos registrados por municipio entre 2013 y 2015, gráficas de los grupos vulnerables de edad por municipio, y también se calcularon las tasas de morbilidad mediante la siguiente ecuación:

$$T_{morbi} = \left(\frac{PE}{PT}\right)(1,000) \dots\dots\dots \text{Ec.6}$$

Donde:

- Tmorbi es la tasa de morbilidad
- PE es la población enferma
- PT es la población total.

*d) Elaboración de cartografía.* Una vez clasificada la información en hojas de Excel, se continuó con la construcción de coberturas o shapes que contenían los datos de la TA mensual y del número de casos de IRA anualmente.

Para la obtención de los mapas bioclimáticos mensuales se utilizó el software ArcGIS 10.0, así como la TA resultante de los datos reportados por las estaciones automáticas del SMN y del INIFAP dentro del estado y en sus estados colindantes. Posteriormente se aplicó la técnica de interpolación espacial Co-kriging, que se apoya en el Continuo de Elevaciones Mexicano para que la predicción sea más precisa. Cabe resaltar que existe un vacío en la predicción en una zona hacia el

oriente del estado, entre los municipios de Asientos y el Llano, debido a la inexistencia de estaciones dentro del estado, así como en Jalisco y Zacatecas.

También se elaboraron mapas con el número de enfermos totales para los años de 2013 a 2015 por municipio. La finalidad primordial de expresar la información a través de mapas fue la representación espacial de ambos fenómenos de una manera visualmente clara y entendible, con lo cual es más factible revelar la dinámica que existe entre los procesos que, mediante las gráficas, no se pueden vislumbrar tan claramente.

*e) Vinculación entre la Temperatura Aparente con las Infecciones Respiratorias Agudas.* Finalmente se procedió a correlacionar las dos variables utilizadas en la investigación, para lo cual se empleó la estadística descriptiva. En primera instancia se buscó una estación meteorológica representativa dentro de cada uno de los municipios para utilizar sus datos calculados y posteriormente ligarlos con el número de enfermos del propio municipio. En la siguiente tabla se ilustra el municipio y su estación asociada, así como su procedencia (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1 Estaciones meteorológicas automáticas representativas por municipio, Aguascalientes**

<b>Municipio</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Nombre de la estación</b>
<b>Aguascalientes</b>	SMN	EMA Aguascalientes
<b>Asientos</b>	INIFAP	EAA San Carlos
<b>Calvillo</b>	SMN	EMA Calvillo
<b>Cosío</b>	INIFAP	EAA El Potrerito
<b>El Llano</b>	INIFAP	EAA Huizache
<b>Jesús María</b>	INIFAP	EAA La Posta
<b>Pabellón de Arteaga</b>	INIFAP	EAA CEPAB
<b>Rincón de Romos</b>	INIFAP	EAA Los Pinos
<b>San Francisco de los Romo</b>	INIFAP	EAA Santa Lucía
<b>San José de Gracia</b>	SMN	EMA Presa 50 Aniversario
<b>Tepezalá</b>	INIFAP	EAA Makelisa

Una vez organizados los datos de TA mínima, máxima y promedio por semana epidemiológica, el siguiente paso consistió en la construcción de gráficas con dichos datos añadiendo el número de enfermos, esto con el objetivo de demostrar la correspondencia entre las dos variables. Para ello se utilizó la medida de una y dos desviaciones estándar (DE) que ilustran la dispersión o concentración de los datos, con ello se pudo determinar las semanas epidemiológicas que, por sobrepasar éstas, se consideran como datos atípicos no explicados dentro de la distribución normal.

Posterior a la determinación de las semanas, se identificaron tres periodos clave a lo largo de los tres años de estudio en donde la mayoría de las semanas epidemiológicas sobrepasaban una o dos desviaciones estándar. Una vez obtenidos, se elaboraron gráficas de cajas y bigotes para pretender establecer un umbral de TA en el cual comienza a haber un aumento en el número de IRA.

## 3.2 Resultados y discusión

### 3.2.1 Evaluación del bioclima en el estado de Aguascalientes

Las ecuaciones propuestas por Steadman para el cálculo de la TA en distintos ambientes han sido modificadas y utilizadas en diversos estudios epidemiológicos en los que se buscó correlacionar el efecto de la combinación de la temperatura del aire y la humedad atmosférica con múltiples enfermedades. La ecuación simplificada (Ecuación 4) se puede emplear para la obtención de TA a diferentes escalas espaciales y temporales, como se verá en siguientes apartados.

#### 3.2.1.1 Estimación de las sensaciones térmicas en el occidente de Aguascalientes

Las sensaciones térmicas percibidas por un individuo responden a factores internos del cuerpo humano, como los receptores térmicos ubicados en la piel, la edad o la aclimatación, pero también a factores externos tales como la temperatura o humedad relativa en el ambiente. Dicho de esta manera, es indudable que cada

persona puede percibir y reaccionar de manera distinta a las mismas condiciones meteorológicas presentadas, por ello la estimación de las sensaciones térmicas mostradas aquí sólo son una aproximación del fenómeno, pues la finalidad es evidenciar que existe un cambio en ellas a lo largo del año, más no una escala detallada de éstas.

Para su representación se utilizan los diagramas bioclimáticos, los cuales son una forma gráfica de mostrar las sensaciones térmicas a lo largo del día y de los meses del año. Antes de su elaboración se requiere haber calculado la TA por hora, para después proceder a determinar la temperatura neutra o de confort de los habitantes del lugar, además de los intervalos sobre y debajo de éste. Así se procedió a utilizar la metodología seguida por Luyando (2016), que a su vez se basa en las ecuaciones propuestas por Auliciems y de Dear (1986) y Auliciems y Szokolay (1997):

$$T_n = 17.6 + 0.31T_{em} \dots \dots \dots \text{Ec. 7}$$

$$T_{n_{superior}} = 19.6 + 0.31T_{em} \dots \dots \dots \text{Ec. 8}$$

$$T_{n_{inferior}} = 15.6 + 0.31T_{em} \dots \dots \dots \text{Ec. 9}$$

Donde:

- $T_n$  es la temperatura neutra
- $T_{n_{superior}}$  es el límite superior del rango de confort
- $T_{n_{inferior}}$  es el límite inferior del rango de confort
- $T_{em}$  es el promedio de TA mensual

El siguiente paso, una vez establecido la temperatura neutra y sus límites por mes, es la determinación de las escalas de sensaciones térmicas. Para ello se revisaron artículos científicos que utilizaran específicamente el índice de TA y que además presentaran una escala de sensaciones térmicas (Steadman, 1984; Fernández, 1994), no obstante no se encontró de manera puntual una justificación del uso de una u otra escala presentada, a excepción de la metodología propuesta por

Bojórquez, et al., (2010a) llamada *Medias por Intervalo de Sensación Térmica*, en la que se utiliza la estadística descriptiva para determinar el valor neutral de temperatura; a pesar de que la metodología se expone de manera adecuada, no fue posible emplearla debido a que se requiere la aplicación de encuestas para continuar con el cálculo del promedio, desviación estándar y finalmente aplicar una regresión lineal a los datos medidos en tiempo real para obtener el valor neutral. Por lo tanto, se tomó la decisión de graduar las sensaciones térmicas para cada una de las estaciones meteorológicas utilizadas en intervalos de 2°C (Tabla 3.2), ya que de acuerdo con Luyando (2016), un grado es difícilmente perceptible por el ser humano, pero dos grados sí lo son.

**Tabla 3.2 Escala de sensaciones térmicas**

Muy caluroso	Caluroso	Cálido	Neutro	Fresco	Frío	Muy frío

Es necesario precisar que este procedimiento se aplicó únicamente a los datos de las EMAS y ESIME del SMN ubicadas al occidente del estado, debido a que son las únicas cuyos datos son reportados por horas, con lo cual se obtuvieron 4 bioclimogramas.

#### Estación Presa 50 Aniversario

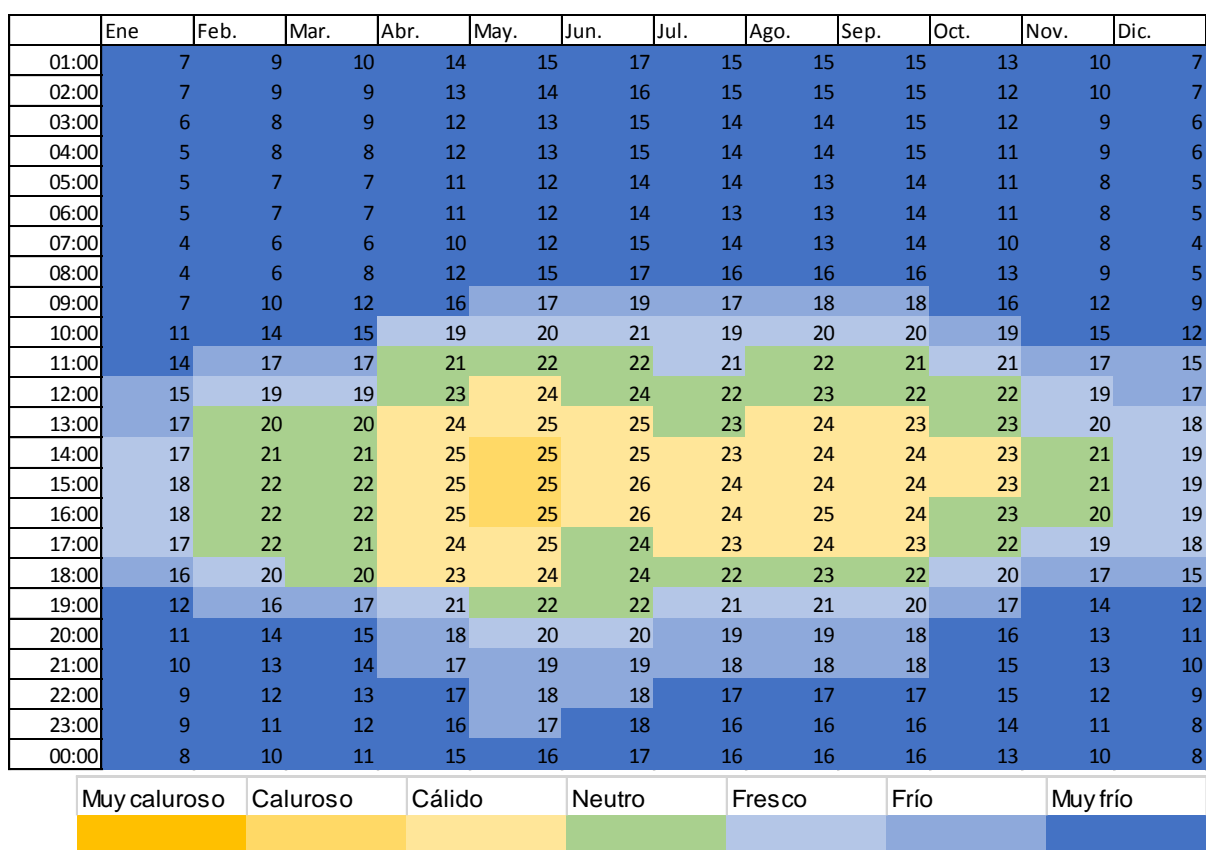
Se ubica en el municipio de San José de Gracia, al noroeste del estado, en una meseta a 2,000 m.s.n.m., muy cerca de la presa que le da su nombre. A su alrededor se encuentran únicamente áreas de cultivo y pastizales. La distancia a la que se encuentra de la cabecera municipal es de aproximadamente 7 km y la población más cercana llamada San Antonio de los Ríos está a 3 km, por lo cual se deduce que no existe alteraciones en cuanto al registro de los datos por influencia urbana.

De acuerdo con la escala de sensaciones térmicas propuesta, la estación Presa 50 Aniversario muestra mayoritariamente sensaciones muy frías que se presentan en las madrugadas y amaneceres; esta tendencia se replica en todo el año aunque se acentúa en meses invernales. Conforme transcurre el día, las sensaciones térmicas se elevan hasta alcanzar mayores horas de confort en los meses de transición hacia

la primavera, así como en el otoño. El calor se percibe después del mediodía y hasta las 18:00 aproximadamente, aunque únicamente sea una sensación ligeramente en disconfort, ya que sólo en el mes de mayo se percibe más caluroso que el resto de los meses.

Con ello se evidencia que las sensaciones térmicas son relativamente homogéneas, debido a que a lo largo del día y en diferentes estaciones del año, el comportamiento de la TA es similar, es decir, con sensaciones frías hacia las primeras horas del día y sensaciones más cálidas en la tardes, principalmente en primavera y verano (Figura 3.3).

**Figura 3.3 Bioclimograma EMA Presa 50 aniversario, en °C, 2013-2015**



Fuente: elaborado con base en SMN, (2016).

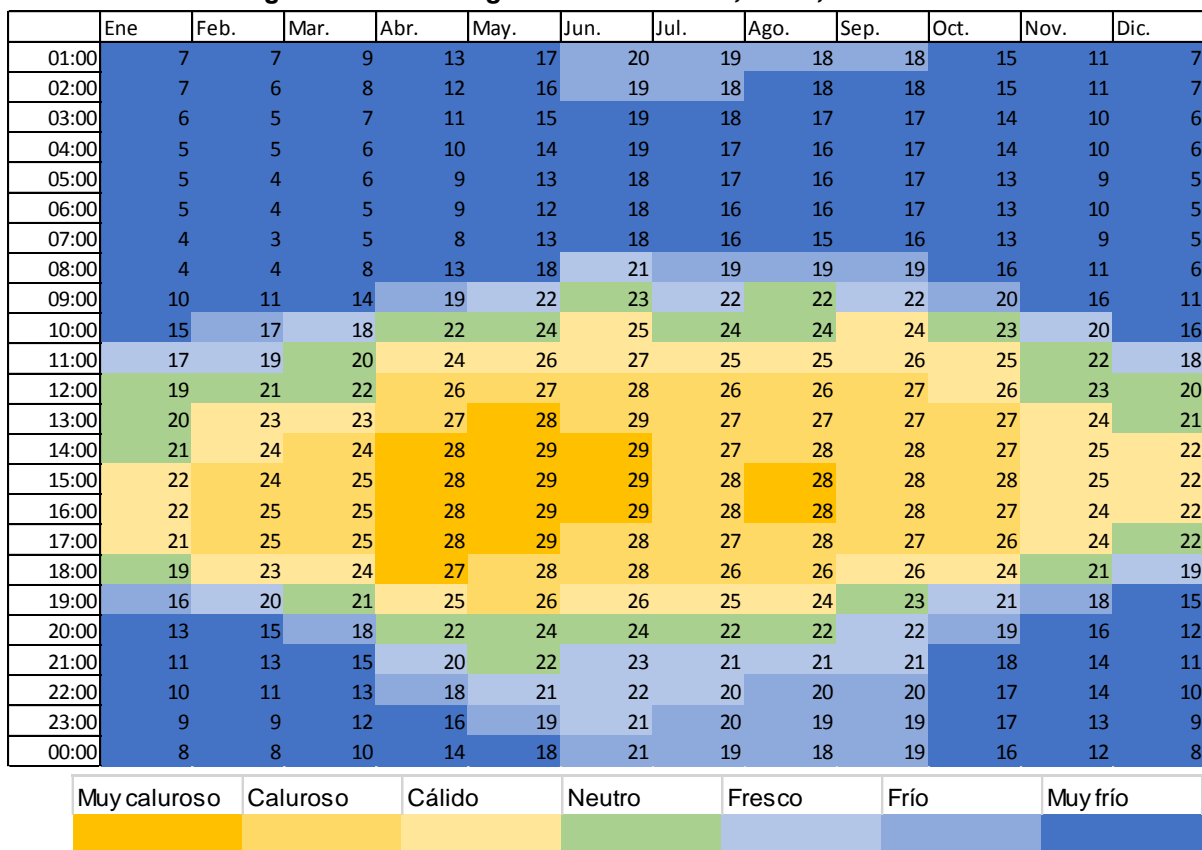
### Estación Calvillo

Se localiza en el centro del municipio con el mismo nombre, a una altitud de 1,600 m.s.n.m. El uso de suelo a su alrededor es agrícola, pues se sitúa a las afueras de



la ciudad, aunque también se ve influida por el efecto urbano propio de la cabecera municipal (Figura 3.4).

**Figura 3.4 Bioclimograma EMA Calvillo, en °C, 2013-2015**



Fuente: elaborado con base en SMN, (2016).

La sensación muy fría se presenta hacia los amaneceres en todo el año, no obstante en meses de verano, las primeras horas del día se perciben más frescas. Las sensaciones frescas y neutras se ubican al mediodía y anteceden a las horas de calor, las cuales abarcan una parte importante de todos los días del año, especialmente en abril, mayo y junio, lo cual está íntimamente relacionado con el clima más cálido que se presenta en el municipio. Por las noches, las sensaciones son frías en el invierno y mucho más cálidas en el verano. En cuanto a la oscilación térmica diaria, es preciso recalcar que no es homogénea debido a que en la mitad fría del año la diferencia es relativamente baja, no siendo así en la mitad cálida que registra temperaturas mínimas templadas en contraste con temperaturas máximas muy altas.

## Estación Sierra Fría

Se localiza en el municipio de San José de Gracia, a poco menos de 3,000 m.s.n.m. sobre la Sierra del mismo nombre. El uso de suelo que la rodea es bosque templado y las poblaciones más cercanas se encuentran en las faldas de la sierra, por lo tanto los datos obtenidos son representativos de un bioclima rural (Figura 3.5).

**Figura 3.5 Bioclimograma EMA Sierra Fría, en °C, 2013-2015.**

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
01:00	2	3	4	6	8	10	9	9	9	7	5	3
02:00	2	3	3	6	7	9	8	8	9	7	5	2
03:00	2	3	3	6	7	9	8	8	8	7	4	2
04:00	1	3	3	6	7	9	8	8	9	6	5	2
05:00	1	2	3	5	6	8	8	7	8	6	4	2
06:00	1	3	2	5	6	8	7	7	9	6	5	2
07:00	1	2	2	5	6	8	7	7	8	6	4	2
08:00	1	2	3	7	8	10	9	8	9	7	5	2
09:00	3	5	6	10	12	13	11	11	10	9	6	4
10:00	5	8	9	13	14	15	13	13	12	12	8	6
11:00	8	11	12	15	16	16	14	14	14	14	11	10
12:00	10	13	13	17	17	16	14	15	14	14	12	11
13:00	10	14	14	17	17	17	15	15	14	14	12	12
14:00	11	14	15	18	18	17	15	16	15	14	13	12
15:00	11	15	15	18	18	17	15	16	15	14	12	11
16:00	9	13	14	18	18	17	15	16	14	13	11	10
17:00	8	12	13	17	17	16	14	15	14	12	10	9
18:00	7	10	11	15	15	15	13	13	13	11	8	7
19:00	5	8	9	13	13	14	12	12	12	9	7	5
20:00	4	6	7	10	11	13	11	11	11	9	6	4
21:00	3	5	6	9	10	12	10	10	11	9	6	3
22:00	3	5	5	8	10	11	10	10	10	8	5	3
23:00	2	4	5	8	9	11	9	10	10	8	5	3
00:00	2	4	4	7	8	10	9	9	9	7	5	3

Muy caluroso	Caluroso	Cálido	Neutro	Fresco	Frío	Muy frío

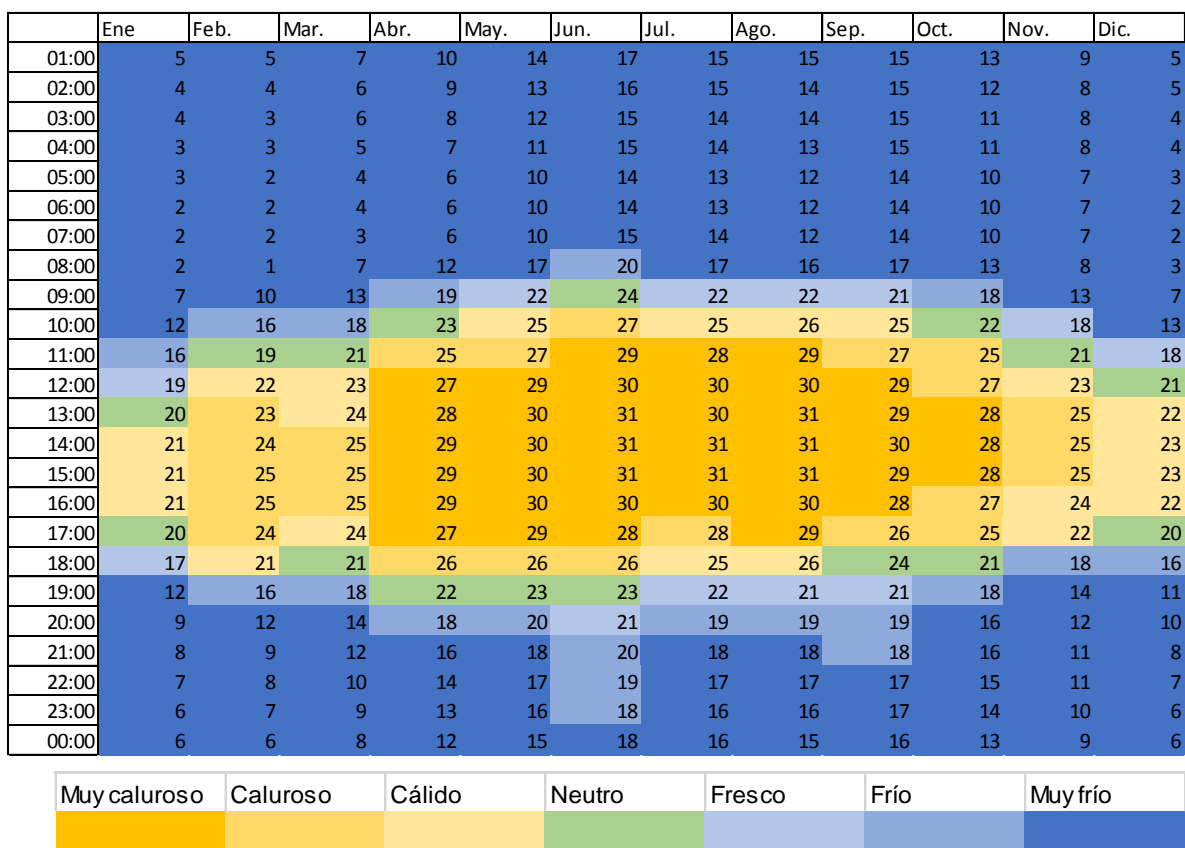
Fuente: elaborado con base en SMN, (2016).

Por encontrarse a gran altitud, en comparación con el resto de las estaciones, además de estar rodeada de vegetación abundante, las sensaciones térmicas calculadas son en su mayoría muy frías y sólo pocas horas de la tarde en los meses de abril, mayo y junio presentan sensaciones frescas. Debido a que las TA máximas diarias son consideradas bajas, la oscilación termal tiene una amplitud baja en comparación con las estaciones anteriores.

## Estación Aguascalientes

Se localiza dentro del mismo municipio, no obstante está en la periferia de la ciudad, aproximadamente a 21 km de distancia, por lo cual no se ve afectada por ninguna infraestructura urbana. El uso de suelo en que se encuentra es tipo agrícola únicamente (Figura 3.6).

**Figura 3.6 Bioclimograma ESIME Aguascalientes, en °C, 2013-2015.**



Fuente: elaborado con base en SMN, (2016).

Como ya se ha mencionado, la sensación térmica que predomina en las estaciones es muy fría, por tanto Aguascalientes no es la excepción, presentándose principalmente por la madrugada. Al mediodía el aumento en la temperatura da como resultado una sensación térmica más fresca que continua hasta el atardecer. En los meses más cálidos, desde abril hasta octubre, las sensaciones se tornan como muy calurosas en la mayor parte de la tarde. Al anochecer existe una homogeneidad de sensaciones térmicas en todo el año, excepto en invierno donde

la TA decrece considerablemente, y en junio donde las noches son más frescas. La oscilación térmica en la estación está fuertemente marcada a lo largo del día, ya que la diferencia tanto en meses cálidos como en meses fríos es muy amplia, de casi 20°C.

La TA horaria percibida en el occidente del estado muestra un comportamiento parecido entre estaciones. De manera general se aprecia que las sensaciones muy frías, y en menor medida la sensación muy calurosa, son las que abarcan más horas en el día, lo cual puede ser resultado del cálculo de los rangos estrechos de las sensaciones térmicas que fraccionan cada 2°C. Así el confort sólo se presenta en pocas horas del día, ya sea al mediodía o al atardecer.

En cuanto a la variación entre bioclimogramas, destaca la estación Calvillo y Sierra Fría. La primera registra sensaciones calurosas constantes a lo largo del año, lo cual está vinculado con su localización, ya que el clima que le corresponde por su ubicación geográfica es más cálido que el resto de la zona occidental, además de presentarse en una zona de menor altitud. Por su parte, la estación Sierra Fría contrasta fuertemente con las temperaturas registradas en Calvillo; la razón principal es que se localiza a una altitud mayor, por lo tanto las temperaturas registradas a lo largo del día son mucho más bajas, además de presentar humedad relativa muy alta en las madrugadas. Cabe aclarar que la población del municipio no se ubica sobre la Sierra, así que el bioclimograma sólo interesa para una comparación.

Los bioclimogramas son una herramienta que ayuda a identificar con mayor precisión el comportamiento de la TA en esta investigación. Un ejemplo de ello es la oscilación térmica presentada al día, en la ESIME Aguascalientes en donde es muy amplia, con lo cual el cuerpo humano de la población en la cabecera del estado debe realizar esfuerzos más intensos, en un solo día, para regular su temperatura interna y no sufrir ningún daño a la salud.

### 3.2.1.2 Cartografía bioclimática

El cálculo de TA de forma mensual ayuda a tener un panorama sobre el comportamiento combinado de las variables estudiadas a lo largo de un año, mientras que su representación cartográfica permite tener un seguimiento espacial de la TA y observar si existe una asociación que responda a factores no climáticos.

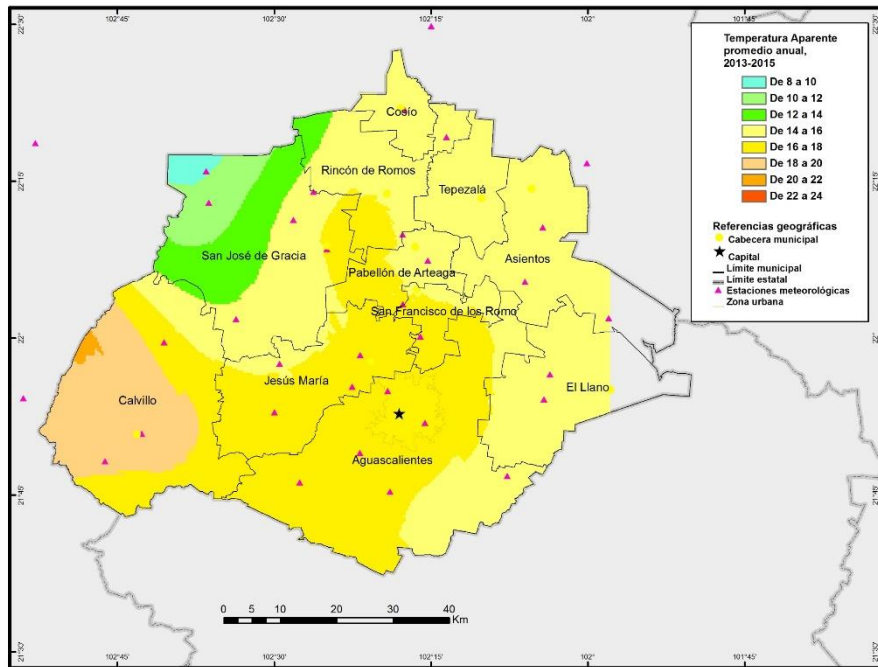
Los datos de entrada para la generación de mapas de TA promedio fueron las estaciones del SMN y del INIFAP. Por su parte, las temperaturas máximas y mínimas se obtuvieron únicamente de las estaciones del INIFAP.

En cuanto a la TA mínima, cabe aclarar que la interpolación espacial realizada arrojó resultados diferentes a los obtenidos en la interpolación de la TA promedio y la TA máxima. La razón principal es que la correlación entre las variables utilizadas, TA mínima y altitud de las estaciones, presentó valores muy bajos, por ello las isotermas tienden a distribuirse de forma diferente.

La TA resultante muestra un comportamiento variable dentro del estado. El mapa (Figura 3.7) muestra la distribución promedio de la TA, que va de desde los 8 hasta los 24°C. Las isotermas, en su mayoría están relacionadas inversamente con la altitud, es decir, a mayor altitud la TA disminuye y viceversa.

De manera general, la mayor parte del estado presenta entre 14 y 16°C. Esta temperatura es más constante hacia el este, en donde se presentan llanuras y lomeríos. Hacia el centro y sur del estado, en los municipios de Jesús María y Aguascalientes la temperatura es un par de grados más elevada, mientras que en el valle de Calvillo las temperaturas promedio registradas van entre 18 y 20°C, aumentando paulatinamente hasta una pequeña porción hacia la frontera con Zacatecas que registra hasta 24°C. En contraste se encuentran las laderas de la Sierra Fría, hacia el noroeste del estado, en donde se registran las isotermas más bajas, que van de entre los 8 a los 14°C.

**Figura 3.7 Temperatura Aparente promedio anual, Aguascalientes, 2013-2015**

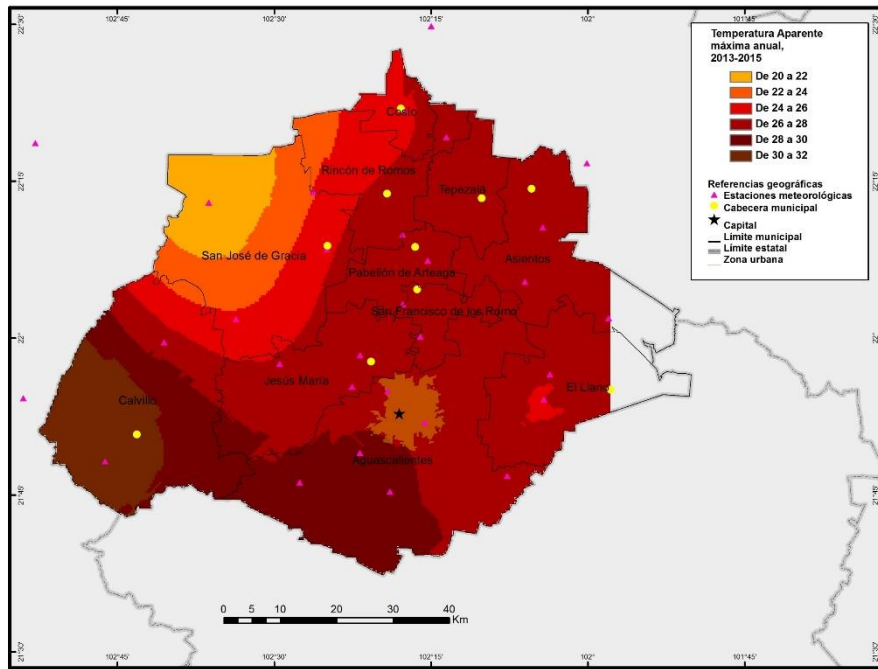


Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

La TA máxima anual sigue una distribución similar a lo que ocurre con la TA promedio. Las temperaturas que son más bajas están ubicadas hacia occidente del municipio de San José de Gracia con 22°C en promedio, mientras que las más altas están al sur en Calvillo y llegan hasta los 32°C. Para los municipios del centro y occidente del estado la TA fluctúa entre los 24 y 26°C. Es necesario precisar que dichas temperaturas, que en un principio parecen ser muy elevadas, sólo se presentan por las tardes y en un periodo corto del día (Figura 3.8).

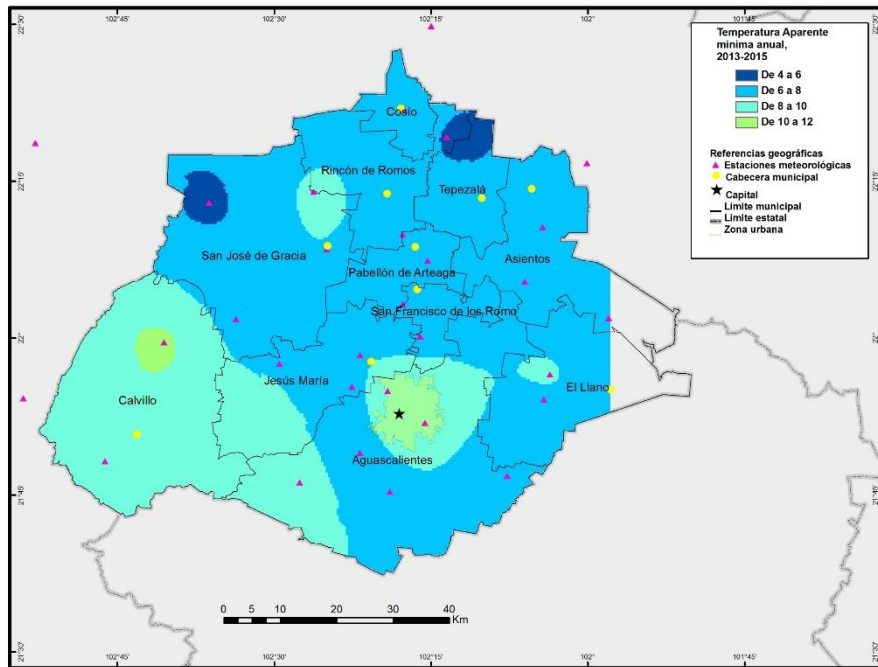
Por el contrario la TA mínima anual muestra valores entre 6 a 10°C en la mayor parte del estado; algunos municipios como San José de Gracia y Tepezalá, cerca de zonas de elevación se observan pequeñas áreas circulares en donde la TA es más baja (de 4 a 6°C), aunque la forma de estas áreas no parecen responder directamente a la altitud, sino a posibles errores en la medición. Las temperaturas ilustradas aquí se presentaron al amanecer (Figura 3.9).

**Figura 3.8 Temperatura Aparente máxima anual, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

**Figura 3.9 Temperatura Aparente mínima anual, Aguascalientes, 2013-2015**

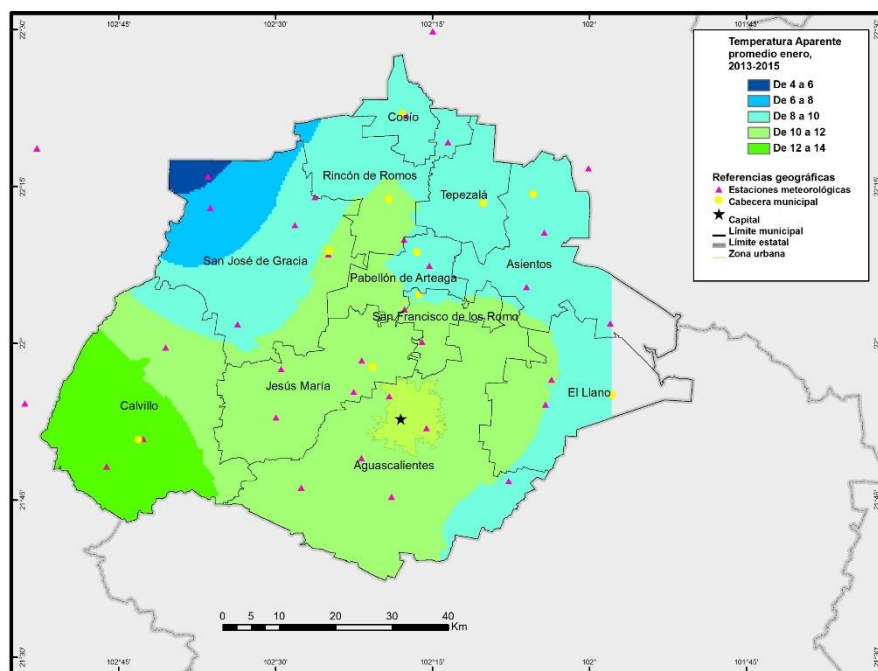


Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

Estacionalmente la TA tiene variaciones importantes, pues la combinación de la marcha de la temperatura mensual junto con las diferencias en la humedad relativa, que está definida en su mayor parte por el periodo de lluvias, se refleja en la variabilidad de TA a lo largo del año. Para ilustrarlo, se eligieron meses representativos con la finalidad de contrastar sus resultados.

Enero en promedio (Figura 3.10), es el mes en que se presentan las temperaturas más bajas, ya que oscilan entre los 4 a los 14°C. La variación entre las TA calculadas para el mes no se presenta de manera continua en toda la entidad, debido a que existen zonas en donde la TA es muy baja, por ejemplo una pequeña porción al occidente del estado, en comparación con zonas relativamente más cálidas ubicadas al sur y suroeste. De igual manera para la porción centro norte y oriente del estado, el ambiente se sigue considerando frío, ya que no se supera los 10°C.

**Figura 3.10 Temperatura Aparente promedio enero, Aguascalientes, 2013-2015**

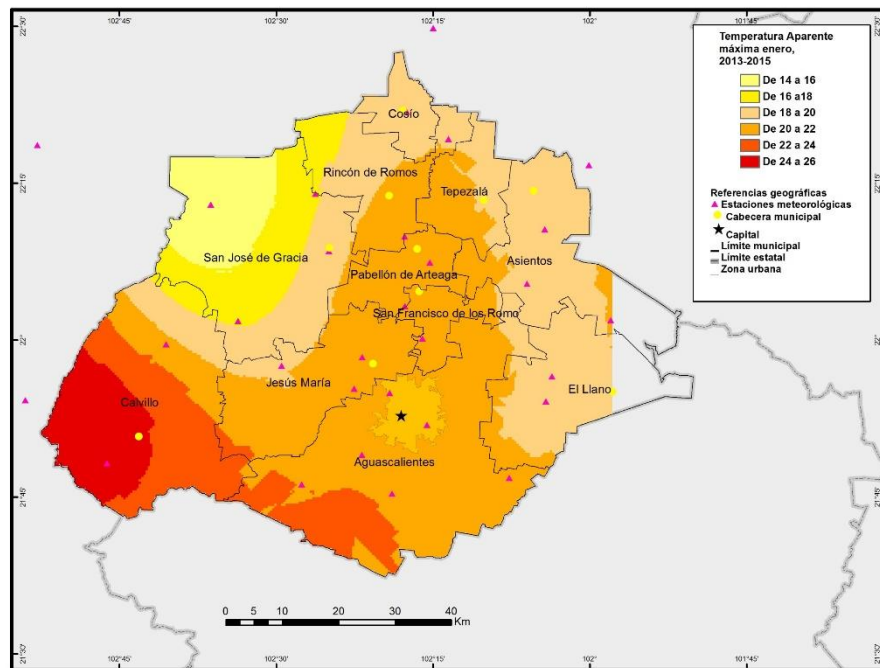


Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).



Las temperaturas máximas en el mismo mes alcanzan valores más bajos que el promedio máximo anual, no obstante se puede observar que en zonas como el centro del estado llegan hasta los 22°C, en la Sierra Fría se alcanza en promedio los 14°C y en Calvillo hasta los 26°C (Figura 3.11).

**Figura 3.11 Temperatura Aparente máxima enero, Aguascalientes, 2013-2015**



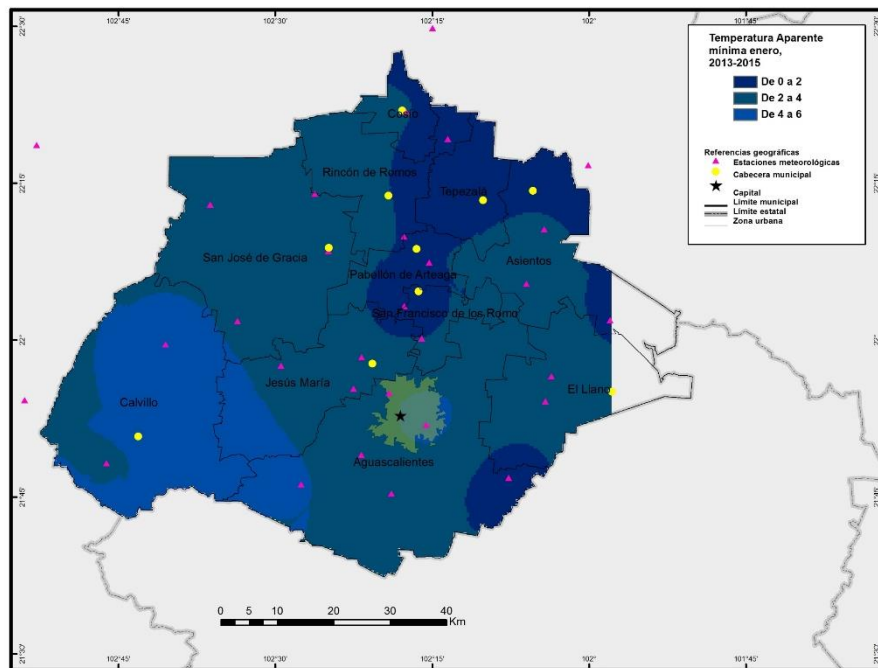
Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

En el caso de las TA mínima, la interpolación muestra que tiene una distribución distinta, es decir, las isotermas parecen tener poca relación con la altitud. Un ejemplo de ello es la nula variabilidad que existe en las laderas de la Sierra Fría al occidente del estado, mientras que hacia el noreste, en los municipios de Tepezalá, Pabellón de Arteaga y parte de Cosío y Rincón de Romos se presenta un rango de TA más bajo. En este mes Calvillo continúa siendo el municipio más cálido (Figura 3.12).

Mayo es considerado el mes más cálido del año, ya que se presentan isotermas del orden de entre 18 y 20°C en la mayor parte de la entidad. Como es de esperarse, en la Sierra Fría se observan temperaturas más frescas, de alrededor de 10°C, que

aumentan paulatinamente hasta los 16°C en la zona de menor altitud. El suroeste presenta condiciones aún más cálidas que la zona oriental del estado, ya que las isotermas por arriba de los 22°C se localizan en el municipio de Calvillo y cerca de Zacatecas (Figura 3.13).

**Figura 3.12 Temperatura Aparente mínima enero, Aguascalientes, 2013-2015**



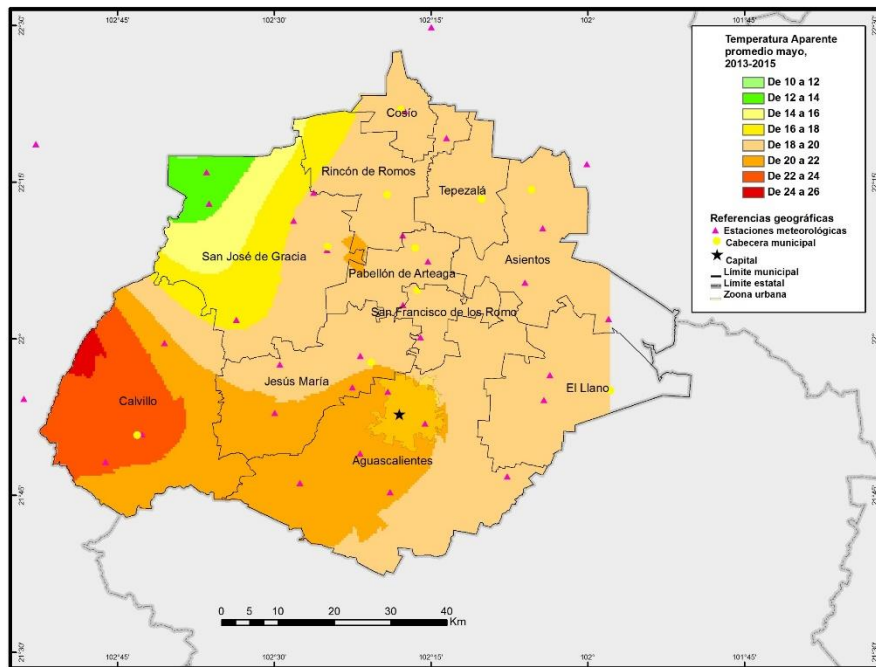
Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

Para la TA máxima en mayo se observan temperaturas extremadamente altas, sobre los 30°C en los municipios del oriente, en tanto las mínimas se localizan en la mayor parte de San José de Gracia con menos 30°C aproximadamente; aquí resalta una homogeneidad en las isotermas que parece ser tampoco responden a las diferencias altitudinales. En el centro y sur del estado las temperaturas llegan hasta los 34°C y en Calvillo superan hasta los 36°C (Figura 3.14).

En cuanto a las temperaturas mínimas en el mes, se pueden considerar como frías al amanecer, ya que se presentan alrededor de los 8 a 10°C en el centro y oriente de la entidad. Las zonas más frías están en San José de Gracia y Tepezalá, mientras que las zonas con mayor temperatura son pequeñas partes en el municipio

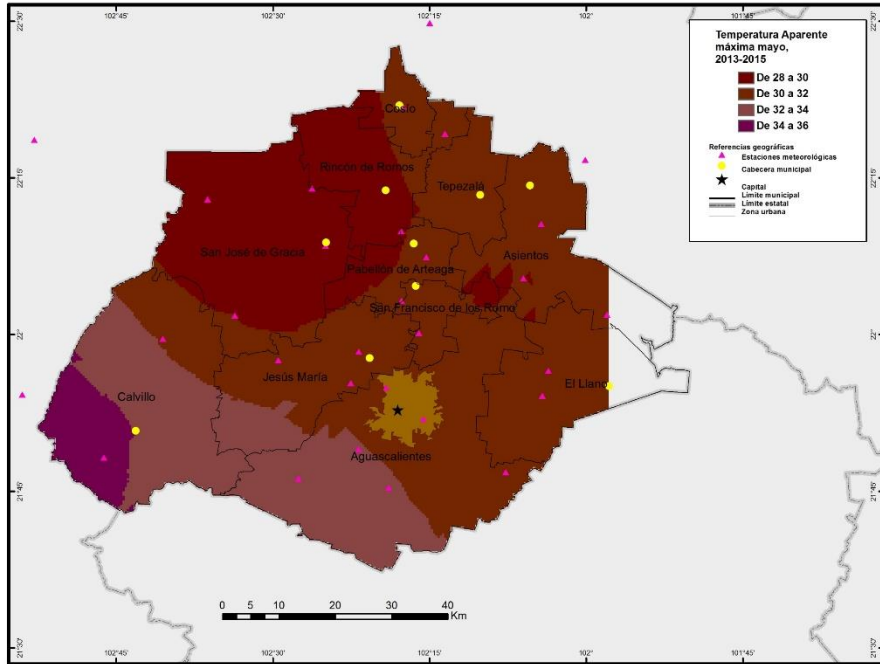
de Rincón de Romos, Aguascalientes y abarcan casi por completo al municipio de Calvillo (Figura 3.15).

**Figura 3.13 Temperatura Aparente promedio mayo, Aguascalientes, 2013-2015**



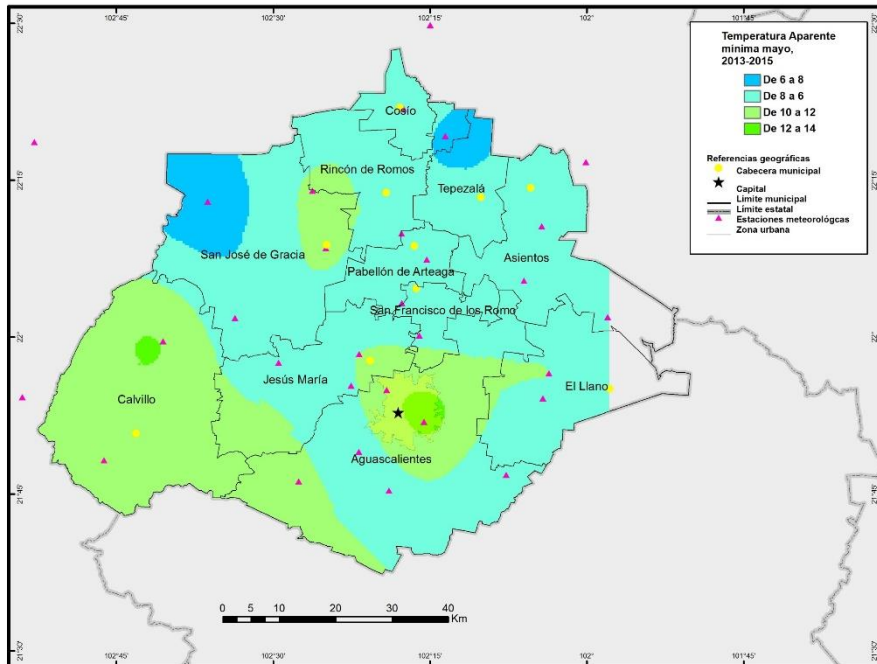
Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

**Figura 3.14 Temperatura Aparente máxima mayo, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

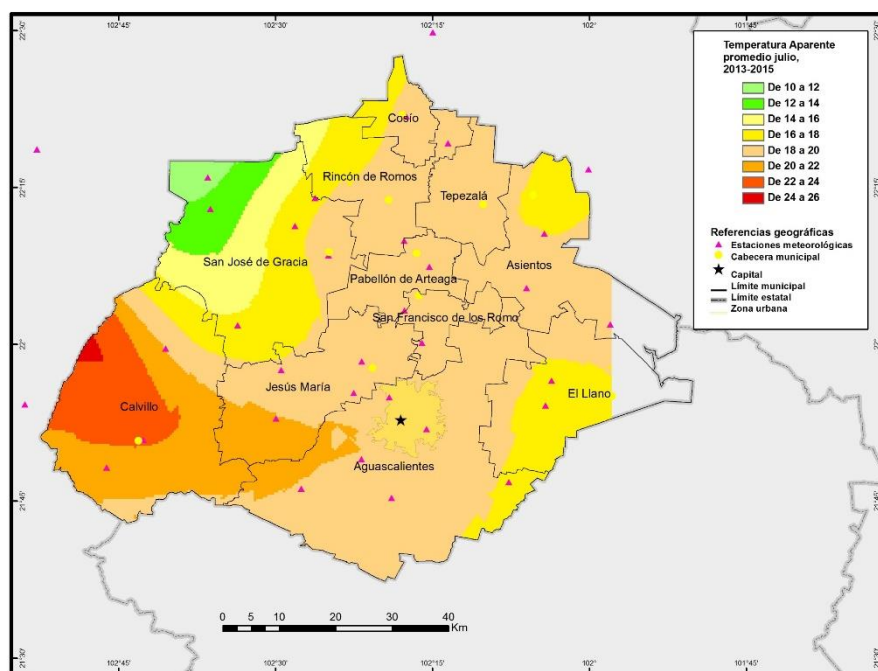
**Figura 3.15 Temperatura Aparente mínima mayo, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

En el mes de julio, se siguen presentando temperaturas altas, aunque menores que en mayo; la oscilación de las isotermas va desde los 10 hasta los 26°C en donde las temperaturas más frescas se observan, una vez más hacia el oeste del estado. La isoterma que tiene una distribución más amplia es la de 18 a 20°C, al igual que mayo, y cubre la zona central, sin embargo en los límites del estado, en los municipios de El Llano, Asientos y pequeñas zonas de Rincón de Romos y Cosío al norte, se registran temperaturas más frescas. Calvillo sigue registrando temperaturas sobre los 22°C, aunque la extensión de las isotermas es mucho menor que en el mes anterior (Figura 3.16).

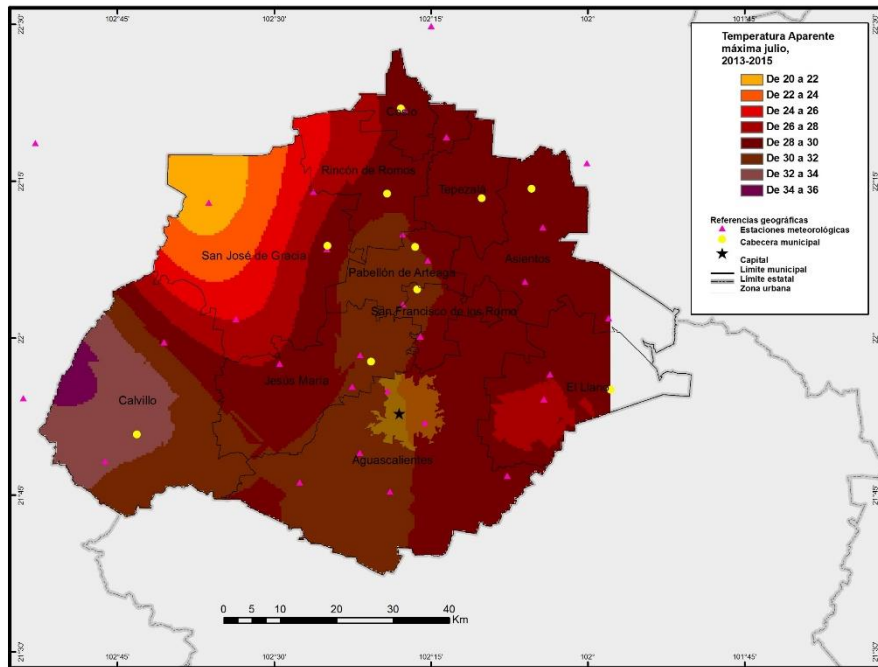
**Figura 3.16 Temperatura Aparente promedio julio, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

En el caso de la TA máxima en julio la amplitud es mucho mayor que en mayo, ya que se presentan temperaturas relativamente neutras en el noroeste que aumentan siendo más cálidas conforme se desciende a la meseta de San José de Gracia. En la mayor parte del estado las temperaturas rondan los 30°C. Las temperaturas extremadamente altas se ubican en Calvillo con isotermas sobre los 32°C, aunque éstas ocupan menor extensión que en mayo (Figura 3.17).

**Figura 3.17 Temperatura Aparente máxima julio, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

La TA mínima en este mes es muy homogénea y mucho más fresca que en mayo. La isoterma que ocupa mayor extensión es la de 10°C y se aprecia la variación hacia el norte siendo más fría y hacia el sur más cálida. En este mapa se puede observar que las isoterma son más afines al relieve, en comparación con los mapas anteriores de TA mínima que no parecen tener un patrón establecido (Figura 3.18).

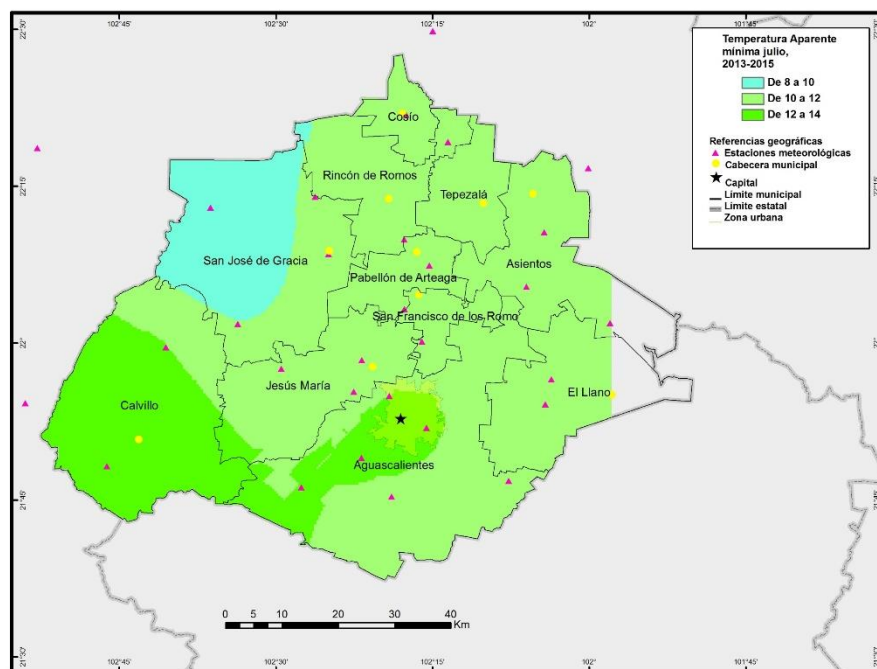
La mayor amplitud térmica se puede observar en los meses cálidos del año, en este caso mayo y julio, ya que las temperaturas más cálidas, propias de primavera y verano, se presentan en la mayoría del estado. Sin embargo en las montañas de la Sierra Fría difícilmente alcanzan a sobrepasar los 10°C, por lo tanto existe un marcado gradiente de temperatura dentro del municipio de San José de Gracia para un mismo mes.

Entre los meses de enero y febrero la TA muestra un cambio drástico, principalmente en el municipio de San José de Gracia, mientras que en el resto de Aguascalientes, el aumento en la temperatura es de aproximadamente 2°C. De igual



manera, otro cambio importante de temperatura sucede entre el otoño e invierno, ya que noviembre se considera un mes relativamente fresco, mientras que diciembre presenta temperaturas mucho más bajas, un claro ejemplo es el municipio de Calvillo.

**Figura 3.18 Temperatura Aparente mínima julio, Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

### 3.2.2 Las Infecciones Respiratorias Agudas durante el periodo de 2013 a 2015

En México la Dirección General de Epidemiología (DGE), perteneciente a la Secretaría de Salud, es la encargada de concentrar, sistematizar y difundir la información sobre los casos nuevos de enfermedades sujetas a vigilancia epidemiológica (142 en total) presentes en el país. El registro se lleva a cabo mediante la notificación de casos nuevos de las Unidades Médicas o Unidades Hospitalarias y su posterior registro en el programa de cómputo Sistema Único para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE). Temporalmente los registros deben efectuarse por semana epidemiológica y espacialmente se agrupan a nivel estatal

y nacional. La información recabada se condensa en boletines epidemiológicos semanales, que después serán integrados al Anuario de Morbilidad disponible en la página de la DGE.

Algunos de los objetivos que persigue la reunión y difusión de la información epidemiológica es el conocimiento del diagnóstico de la salud de la población, la identificación de grupos de alto riesgo epidemiológico, la identificación de posibles problemas epidemiológicos a priori, así como la administración de los servicios de salud.

Dentro de la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima revisión (CIE-10), las IRA se agrupan con el código J00-J06, J20, J21; algunas de las infecciones son la sinusitis, faringitis, laringitis, bronquitis y amigdalitis agudas. Las enfermedades que se excluyen dentro del grupo de las IRA son con el código J02.0 y J03.0 denominadas faringitis y amigdalitis estreptocócica (World Health Organization, 2016. Disponible en: <http://www.who.int/classifications/icd/en/#>).

### 3.2.2.1 Infecciones Respiratorias Agudas a nivel estatal

En México las IRA representan la primera causa de morbilidad en los tres años de estudio con un promedio de 25,856,509 casos anuales. Las Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas ocupan el segundo lugar con un promedio de 5,056,888, mientras que las Infecciones de las vías urinarias se ubican en el tercer lugar con 4,154,636 casos anuales (DGE, 2016).

Los estados que reportan más casos de IRA en el periodo estudiado fueron México, Ciudad de México y Jalisco, situación que se relaciona directamente con la alta cantidad de población que reside en ellos. Los meses invernales, tales como enero y diciembre son en los que se reportan más casos. El 2014 fue el año en que hubo mayor incidencia de casos de IRA a nivel nacional (DGE, 2016).

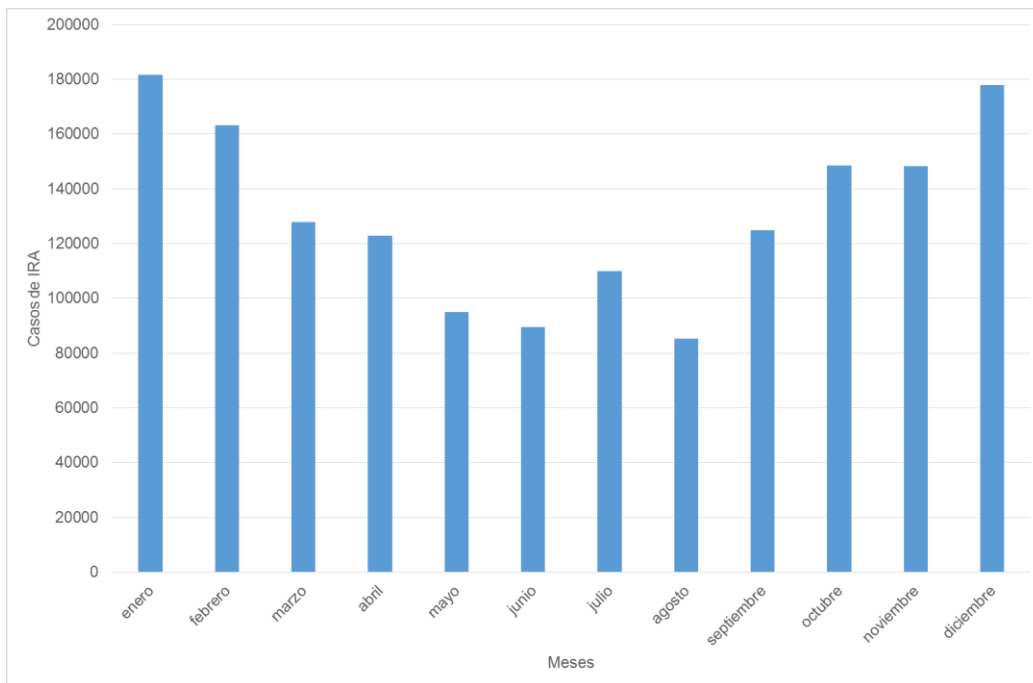
Dentro del estado de Aguascalientes, las principales causas de morbilidad que se identifican son las mismas que a nivel nacional, aunque es preciso señalar que el



número de enfermos por IRA es considerablemente superior a las infecciones intestinales, las cuales ocupan el segundo lugar. Para el periodo estudiado se reportaron un total de 1,574,863 casos de IRA en el estado de Aguascalientes.

La distribución de casos de IRA al año se muestra en la Figura 3.19. En los meses invernales, principalmente enero y diciembre, se concentra el mayor número de casos, los cuales pueden sobrepasar los 180,000 enfermos. Conforme el año avanza, la tendencia de IRA disminuye hasta su valor más bajo en el mes de agosto. Sin embargo existe un comportamiento distinto en julio, ya que el número de enfermos es considerablemente mayor que el que se presenta en el mes anterior y subsecuente a éste. Cuando inicia el otoño se incrementan los casos nuevamente, para dar paso al repunte de invierno.

**Figura 3.19 IRA total por mes, Aguascalientes, 2013-2015**

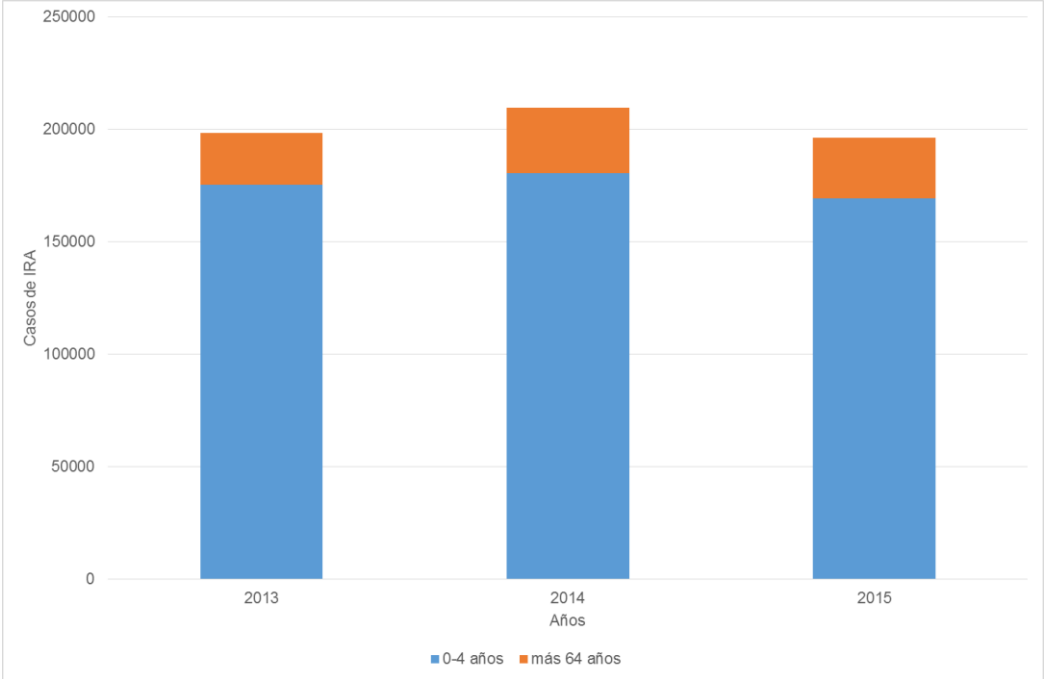


Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

La disposición de los casos por grupo de edad se encuentra fuertemente marcada. El grupo etario de menores de 5 años de edad es el más propenso a adquirir una IRA debido a que el sistema inmunológico se encuentra en pleno desarrollo; en especial son los niños varones quienes contraen en mayor medida alguna de las infecciones en comparación con las niñas. Los adultos mayores de 64 años, por su

parte, son otro de los grupos etarios vulnerables, ya que se reconoce que su sistema inmunológico se encuentra deteriorado; a pesar de ello, la tendencia muestra que son los niños pequeños quienes representan el mayor número de IRA en comparación con los adultos mayores (Figura 3.20). Los primeros alcanzan más de 180,000 casos contra los escasos 30,000 para el año 2014, que es el año con mayor número de enfermos, lo cual en parte, responde a la mayor población de niños menores a 5 años en comparación con los adultos mayores de 64 años.

**Figura 3.20 IRA por grupos de edad vulnerables, Aguascalientes, 2013-2015**



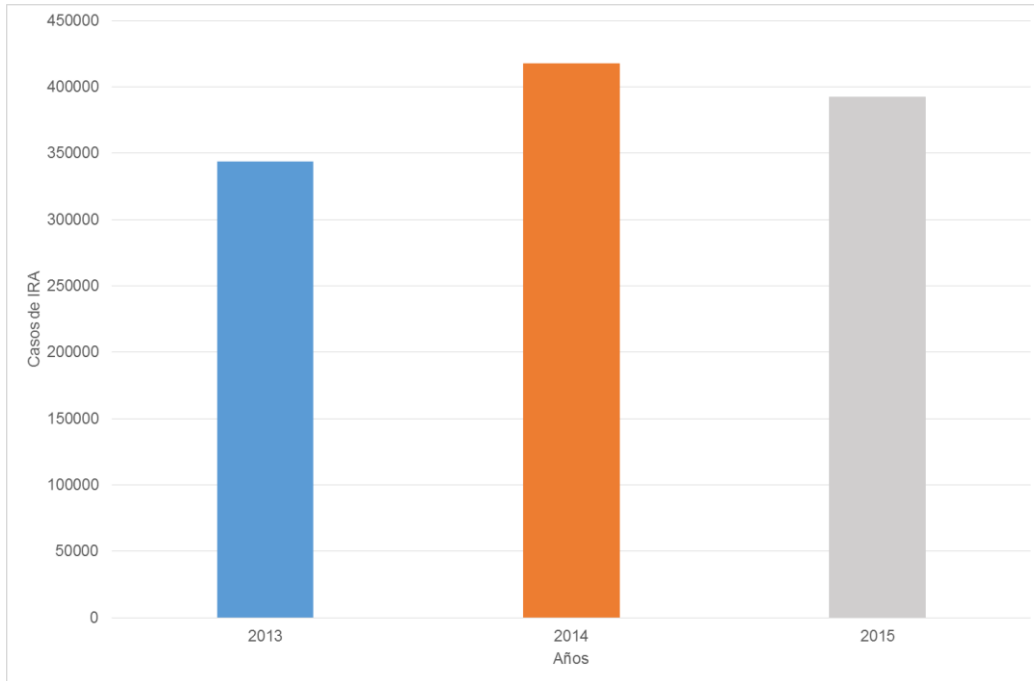
Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

**3.2.2.2 Infecciones Respiratorias Agudas a nivel municipal**

Existe una diferenciación entre los casos de IRA al interior del estado, ya que su distribución y el entorno en que se sitúa la población, influye en la cantidad de enfermos. De esta manera, Aguascalientes es el municipio que presenta mayor número de casos registrados en comparación con el resto del estado. La Figura 3.21 muestra únicamente el total de IRA en Aguascalientes, en donde se observa

un promedio de más de 380,000 casos anuales, lo que equivale a un número considerablemente alto de enfermos.

**Figura 3.21 IRA anual municipio de Aguascalientes, Aguascalientes, 2013-2015**



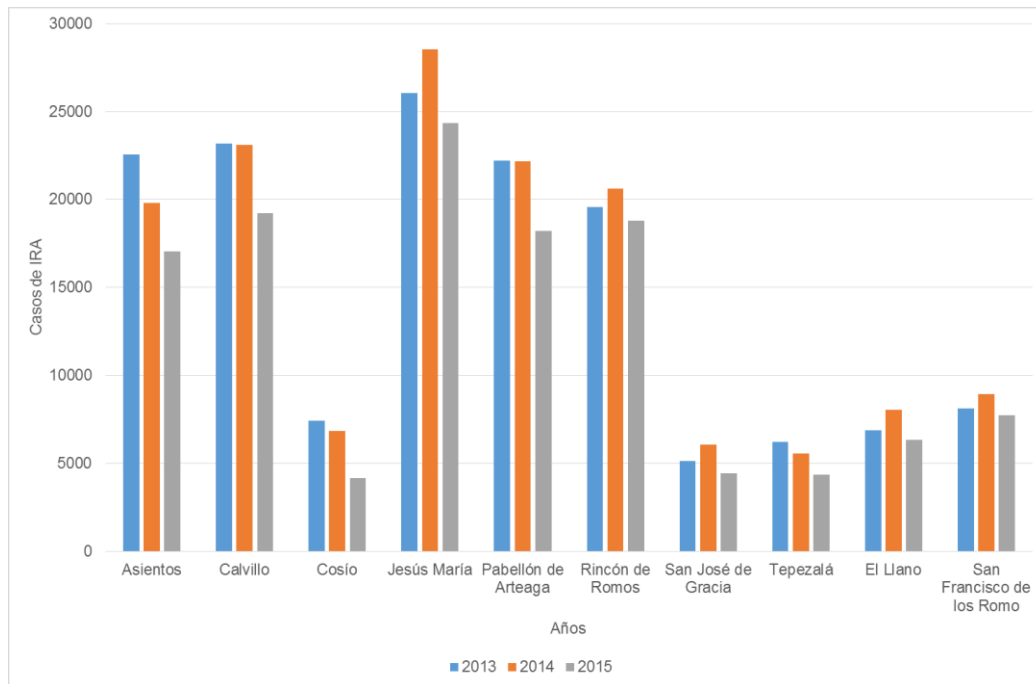
Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

Para el resto de los municipios, la Figura 3.22 ilustra que en segundo lugar se ubica Jesús María, seguido por Calvillo, aunque ninguno de éstos se acerca a la cifra que se presenta en Aguascalientes. La distribución de los casos responde en primera instancia a la cantidad de habitantes por municipio, pues Aguascalientes, Jesús María y Calvillo concentran casi el 80% del total de la población.

Por su parte los municipios con menor número de casos de IRA son Cosío, Tepezalá y San José de Gracia. De igual manera, en estos municipios la cantidad de la población es baja, por lo cual se asocia directamente con la baja morbilidad.

En el municipio de Asientos esta relación no se percibe tan claramente, pues la cantidad de población es considerablemente menor, sin embargo presenta un número similar de casos de IRA con el municipio de Calvillo para el año 2013, lo que está relacionado con una marginación mayor para en el primer municipio.

**Figura 3.22 IRA anual municipal, Aguascalientes, 2013-2015**



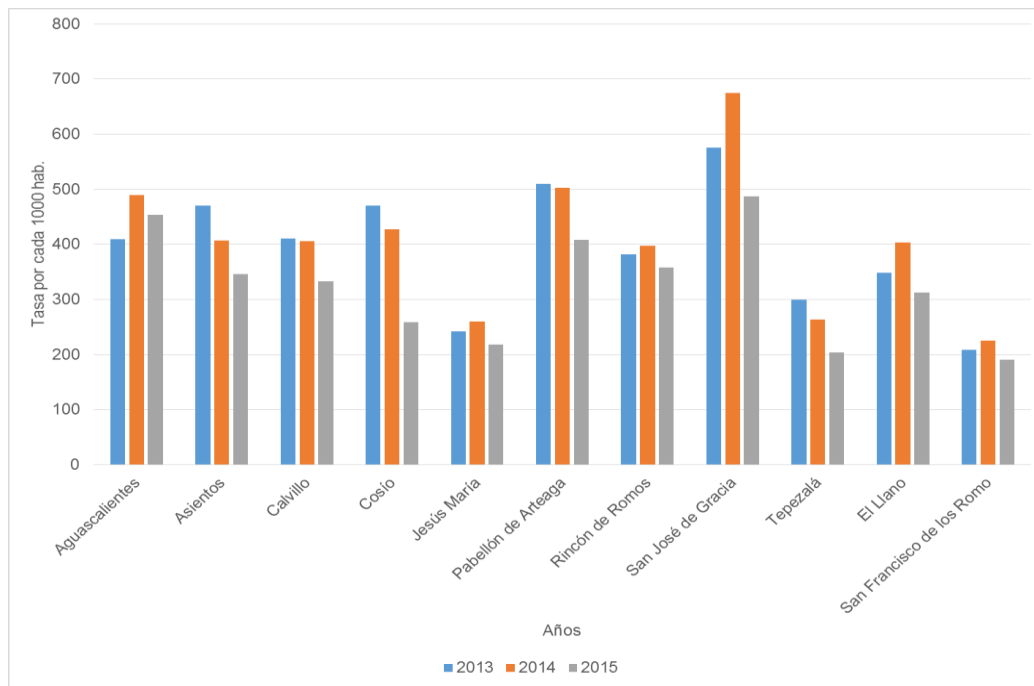
Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

Para una comparación más adecuada entre municipios, ha sido necesario estandarizar el total de enfermos con el cálculo de la Tasa de Morbilidad por año (Figura 3.23), en ésta se aprecia que el municipio de Aguascalientes presenta tasas menores a 500/1,000 hab, situación semejante que se replica en todo el estado a excepción de San José de Gracia, el cual tiene un repunte de casos en el periodo de estudio, donde se acerca hasta los 700/1,000 hab en 2014.

Cabe recordar que en el municipio de San José de Gracia se presenta una transición entre el clima semiárido templado en las partes bajas y el templado subhúmedo sobre la Sierra Fría, lo cual pudiera estar relacionado con una tasa de morbilidad más elevada de enfermos a diferencia de los otros municipios sin transiciones climáticas.

San Francisco de los Romo y Jesús María presentan las tasas más bajas, alrededor de 200/1,000 hab, lo que puede estar relacionado con la menor cantidad de población para el primero, y a una buena cobertura de salud en el segundo caso.

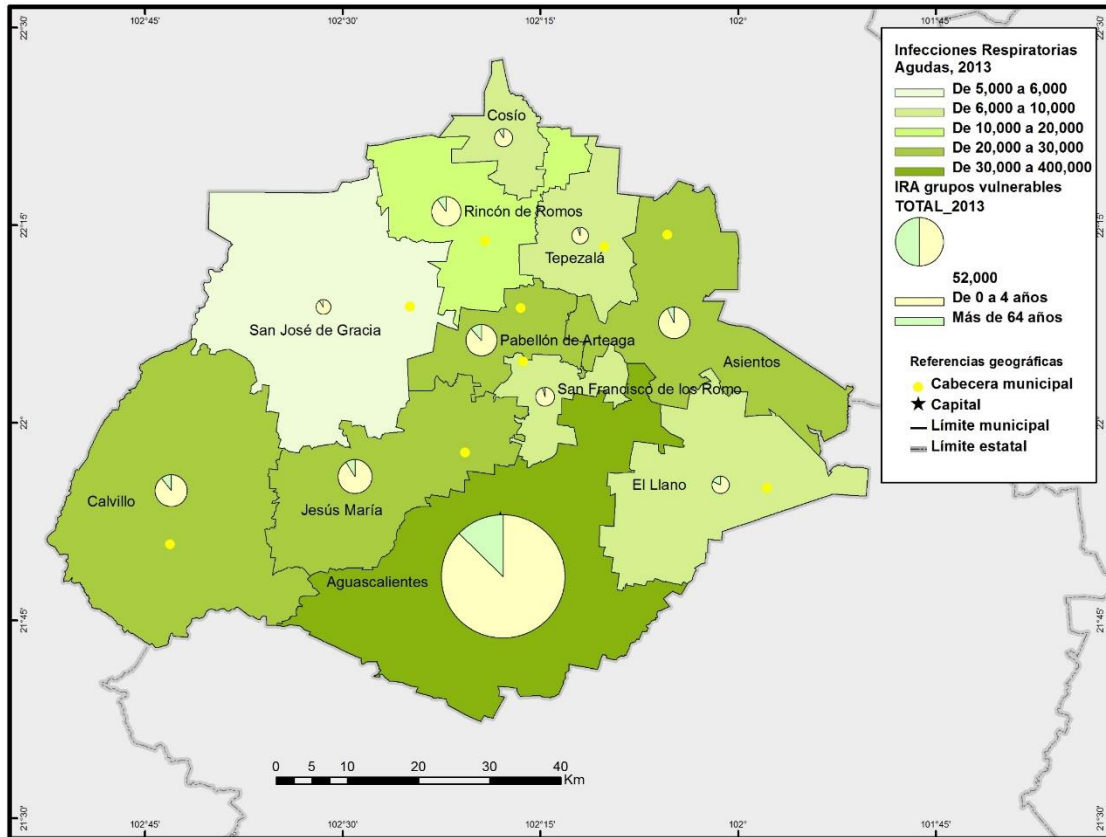
**Figura 3.23 IRA Tasa de Morbilidad por 1,000 hab., Aguascalientes, 2013-2015**



Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

Espacialmente hablando, la representación de información a través de mapas, en este caso de casos de IRA, facilita la comprensión de su distribución al interior del estado. En el año 2013 se presentaron en toda la entidad 491,206 casos de IRA, de los cuales la capital del estado registró el mayor número; los niños menores de 5 años ocuparon el primer lugar por grupo de edad (34%), mientras que los adultos de más de 64 años representan alrededor del 5%. Los municipios como Calvillo, Jesús María, Pabellón de Arteaga y Asientos, a pesar de encontrarse ubicados en condiciones socioeconómicas y climáticas distintas, se asemejan en el número de enfermos tanto por total, como por grupo de edad. Hacia el norte y noroeste se ubican los municipios con menor incidencia de IRA en 2013; por cohortes de edad, éstos presentan también un número mucho menor de niños y adultos de la tercera edad (Figura 3.24).

**Figura 3.24 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2013**

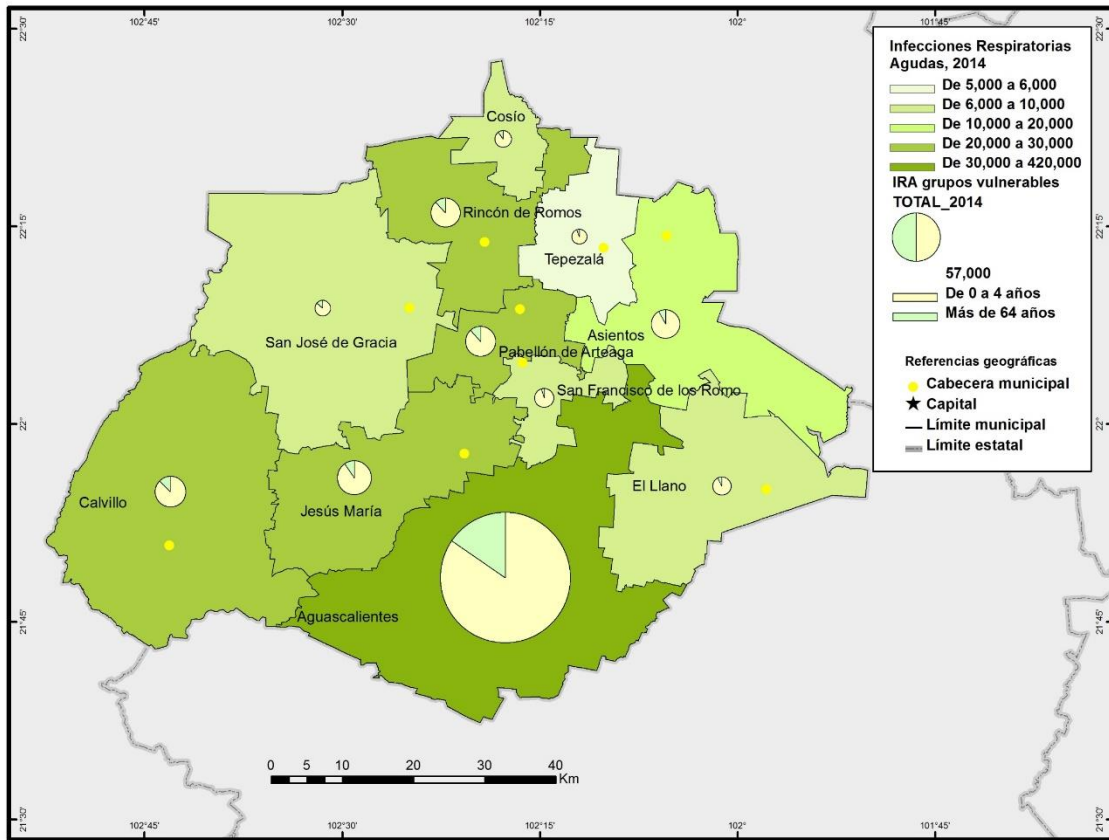


Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

En el 2014, la distribución del total de enfermos sufrió una modificación, ya que se registró un total de 566,967 casos de IRA. A pesar de ello el incremento no fue regular para todos los municipios, tal es el caso de San José de Gracia y Rincón de Romos. Otros más como Asientos y Tepezalá, mostraron un decremento, éste último tuvo sólo 5,500 personas enfermas. Por el contrario, los municipios ubicados al centro y sur de la entidad permanecieron estables en el registro de enfermos. Una vez más Aguascalientes, Jesús María y Calvillo fueron los que reportaron mayor número de enfermos. En cuanto a los grupos de edad vulnerables, la tendencia continúa, siendo los niños quienes contraen en mayor medida una IRA en comparación con los adultos mayores. Por cantidad, Aguascalientes es el único municipio donde se observa un aumento considerable en estos cohortes, que

parece no estar relacionado con el crecimiento poblacional que fue del 1%, ya que pasó de tener un total de 52,000 a 57,000 en el 2014 (Figura 3.25).

**Figura 3.25 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2014**

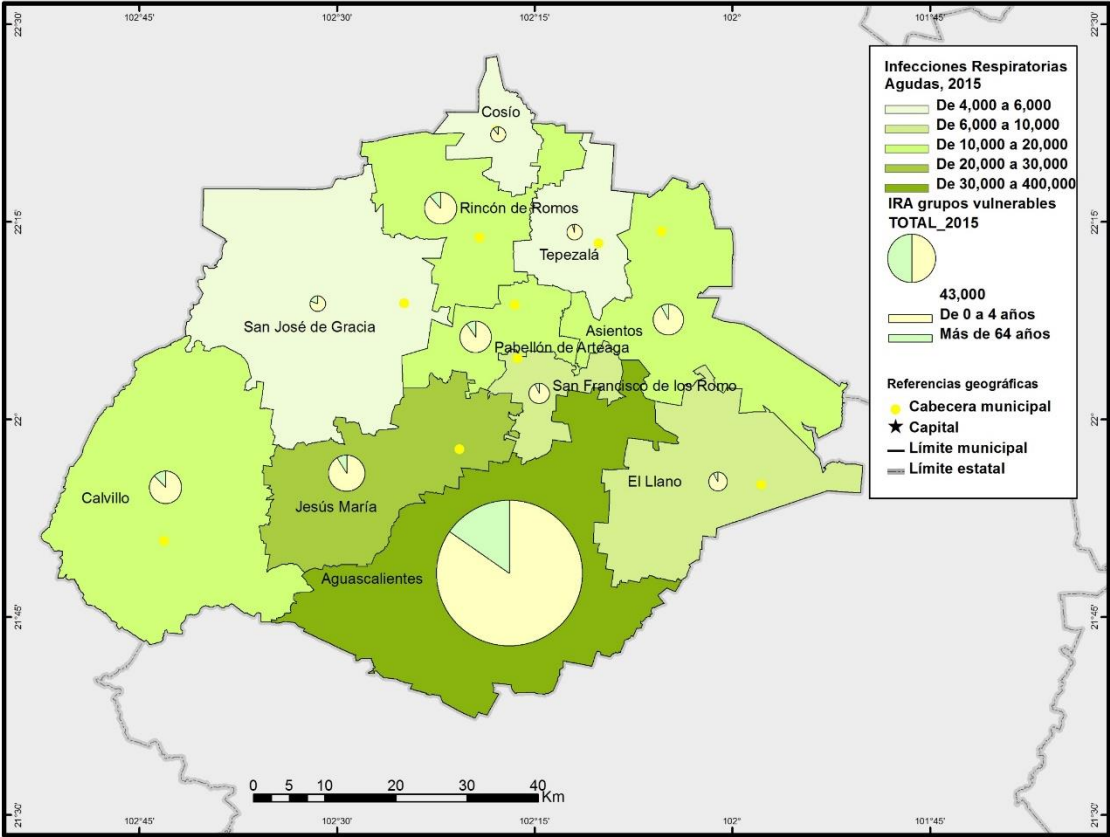


Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

En el último año de estudio se presentaron 516,690 casos totales, por lo que representaron una disminución considerable en todo el estado, pero principalmente en Calvillo y Pabellón de Arteaga, los cuales habían tenido un número de enfermos constante los dos años anteriores. De la misma manera el norte de la entidad, principalmente San José de Gracia, Cosío y Tepezalá se encuentra en el mismo color indicando baja incidencia. Aguascalientes y Jesús María encabezan la lista con casos registrados, no obstante la cifra es mucho más baja que en el 2014. Por grupos de edad vulnerable, 2015 representa el año con menos casos, es decir, que las IRA se distribuyeron más homogéneamente en el resto de los grupos de edad

no considerados en la investigación. De igual manera los niños pequeños son el grupo más vulnerable, seguido de los adultos mayores (Figura 3.26).

**Figura 3.26 IRA por municipios y grupos de edad, Aguascalientes, 2015**



Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a).

Una vez presentados los mapas, se observa que el comportamiento de la enfermedad no es homogéneo, pero sí es constante a lo largo del periodo de estudio. La distribución, por su parte, es semejante entre sí ya que, en la mayoría de los casos se asocia directamente con el número de habitantes por municipio, aunque también influye la cantidad y calidad de cobertura en materia de salud. Por ejemplo en los municipios como Aguascalientes, Calvillo y Asientos que tienen un número considerable de Unidades Médicas, los servicios de salud son accesibles a una mayor cantidad de habitantes.



Con esto, la detección de casos de IRA es más eficiente, por tanto la vigilancia es más precisa y se traduce en un mayor número de enfermos reportados. Por el contrario, si los servicios de salud son escasos, o su distribución es inadecuada al interior del municipio, la identificación y posterior registro se vuelve deficiente, existiendo un porcentaje de infecciones que no son reportadas a la DGE.

La población infantil, de menos de 5 años, ocupa un estrato importante dentro de la población estatal a pesar de la disminución en la tasa de natalidad en los últimos años; esto indica que la tendencia a contraer alguna IRA por parte de este cohorte continuará en los años próximos. A su vez, los adultos mayores ocupan una porción mucho menor que el cohorte anterior, sin embargo la población que actualmente es adulta, pasará en algunos años a formar parte de este grupo de edad, por ende también la predisposición de enfermar de alguna IRA, con lo cual la demanda de los servicios de salud tenderá a aumentar.

### 3.2.3 Vinculación entre la Temperatura Aparente con las Infecciones Respiratorias Agudas

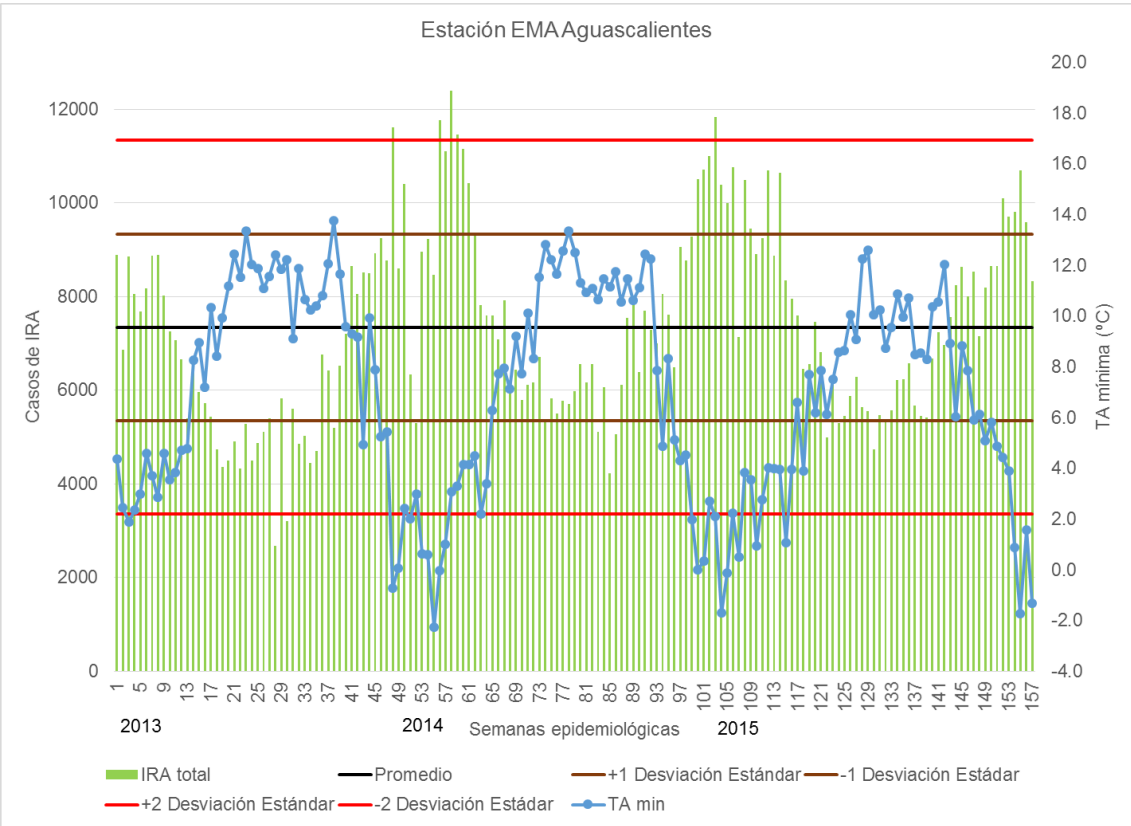
Se sabe que los elementos del bioclima pueden guardar relación con la presencia de fenómenos de índole social, tales como las enfermedades infecciosas. En esta investigación se busca establecer dicha relación, por tanto para concluir este apartado se presenta la correlación estadística entre la TA mínima y las IRA a nivel municipal. Para cumplir el objetivo se elaboraron gráficas a nivel municipal y por semana epidemiológica de barras y líneas que muestran el comportamiento de ambos fenómenos (Figuras 3.27-3.37).

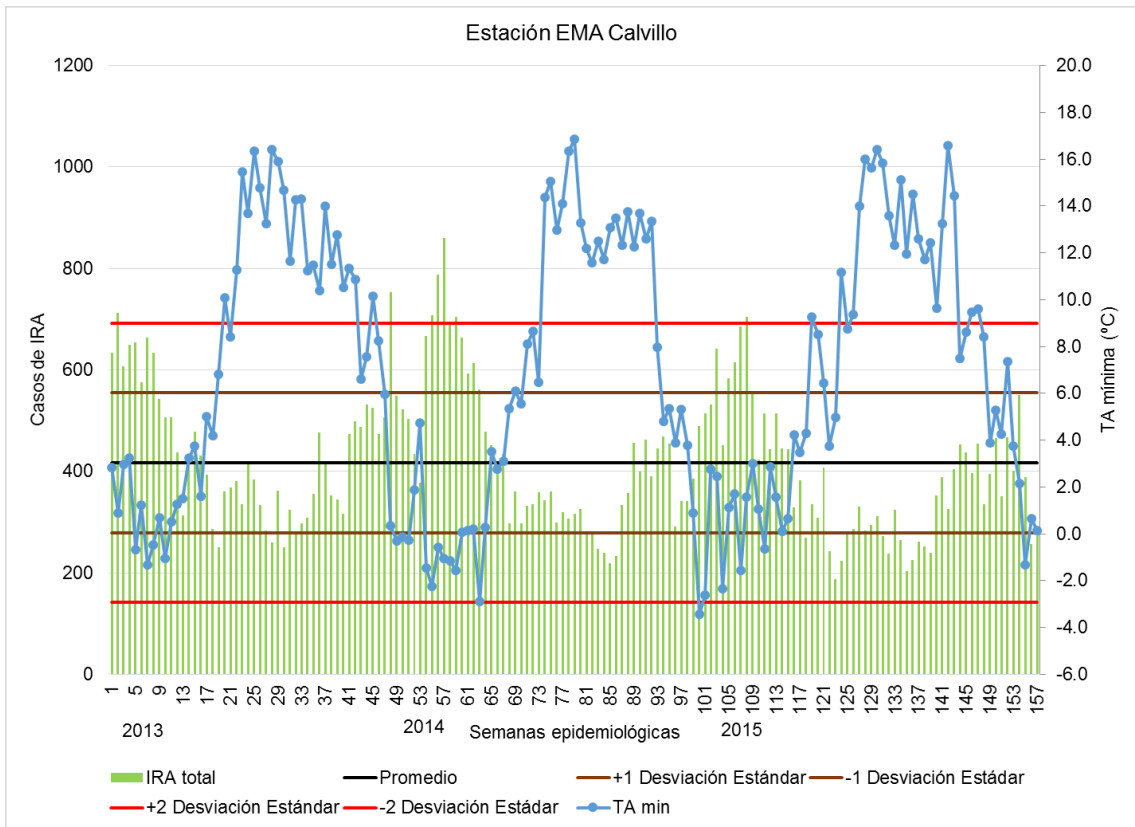
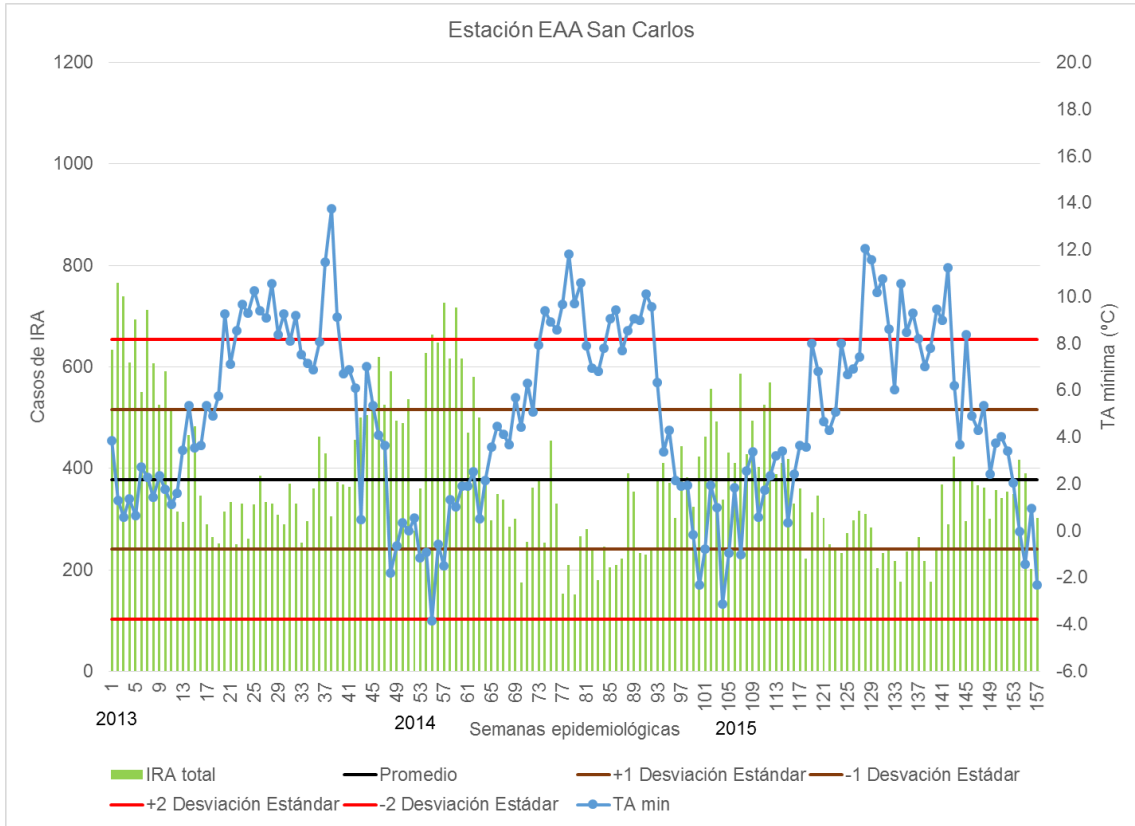
Aunque se graficaron las TA promedio, máximas y mínimas frente a las IRA, se decidió utilizar únicamente la TA mínima debido a que se observaba mejor la correlación entre ésta y los casos de IRA. Para determinar de forma estadística las semanas en las que el elevado número de casos de IRA no podía ser explicado dentro una distribución normal, se utilizó una y dos desviaciones estándar como límites.

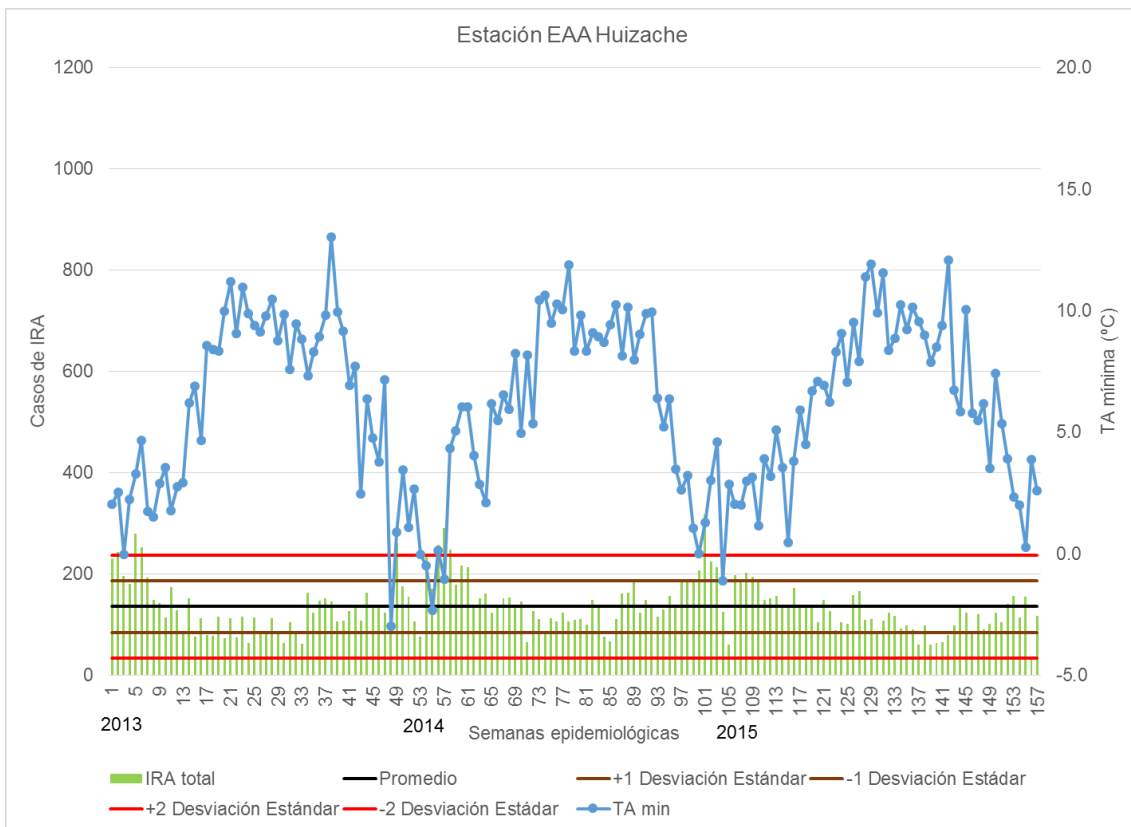
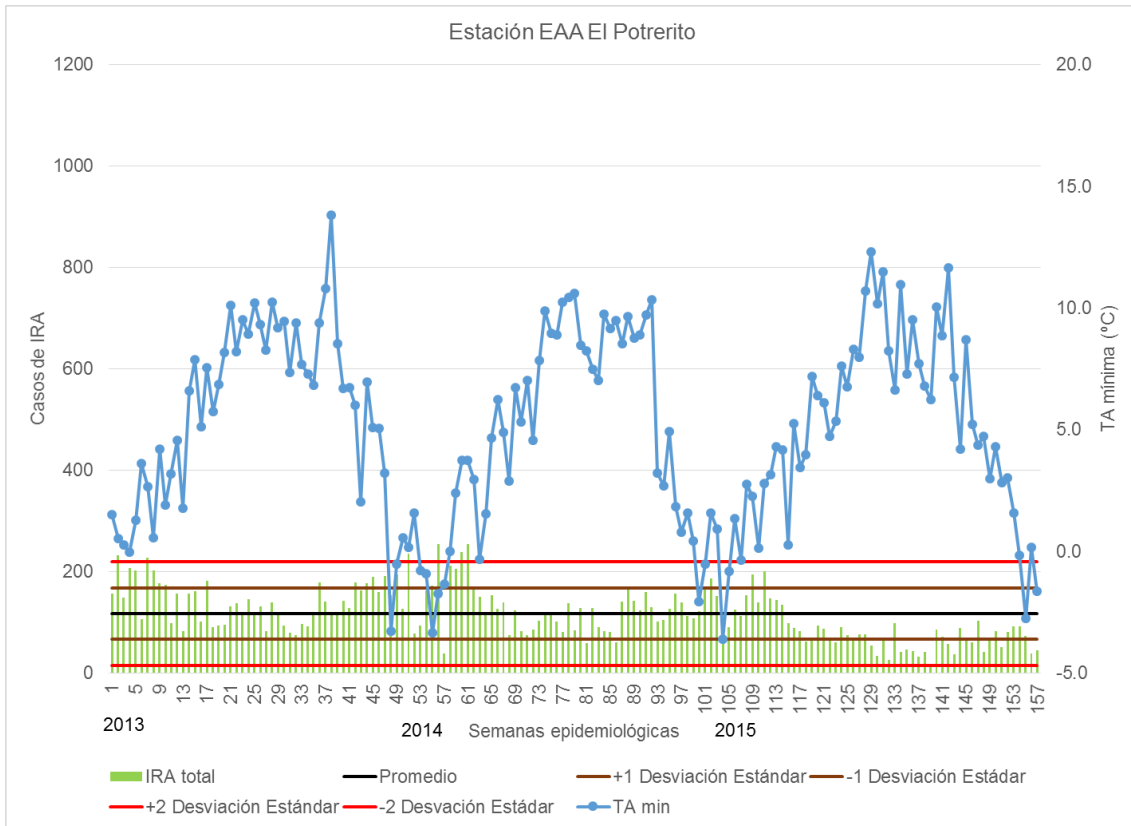
En las gráficas por municipio las líneas azules representan la TA mínima promedio de la semana epidemiológica, las barras verdes muestran los casos de IRA y las líneas negras, cafés y rojas son el promedio, una y dos desviaciones estándar respectivamente. Cada barra que rebasó las líneas superiores cafés y rojas representa una semana atípica. En este sentido, a pesar de que el número de IRA en cada municipio es variable entre sí, se puede detectar un patrón muy preciso de grupos de semanas en los que la mayoría están por arriba de las desviaciones estándar. Los periodos a los cuales corresponden son la época invernal, desde finales de noviembre y hasta principios de marzo.

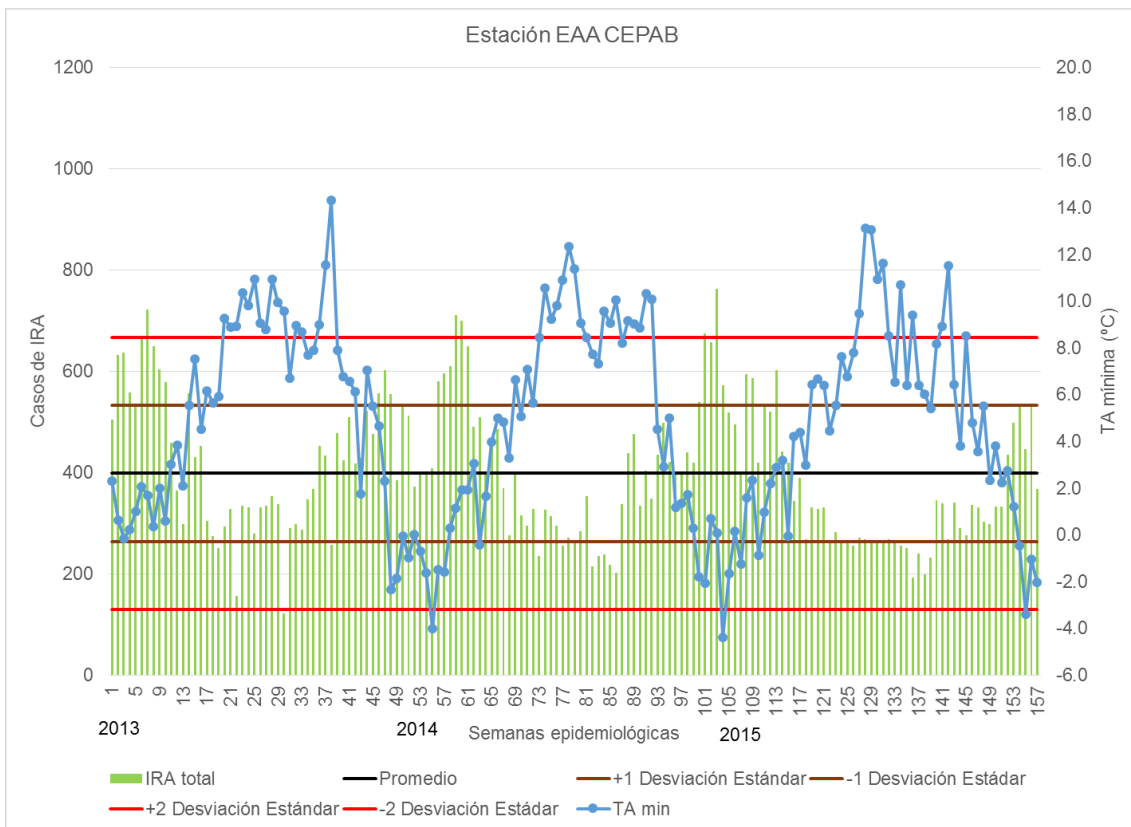
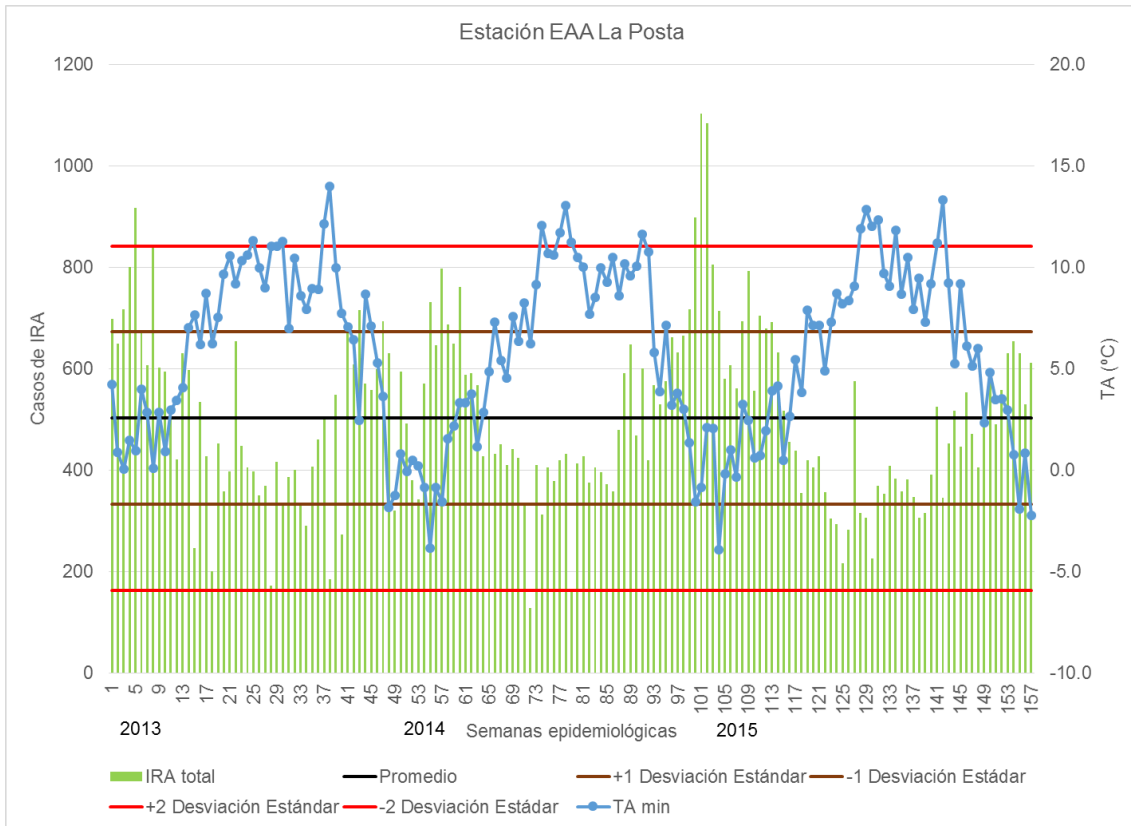
La correlación se vuelve evidente a la hora de unir las IRA con las TA mínimas semanales, ya que existe un elevado número de enfermos a finales y principios de año, que son los meses invernales en los que la TA disminuye, con ello se observa una relación inversa entre ambos fenómenos. En el resto del año se observa que la TA es mayor y en consecuencia las IRA disminuyen drásticamente.

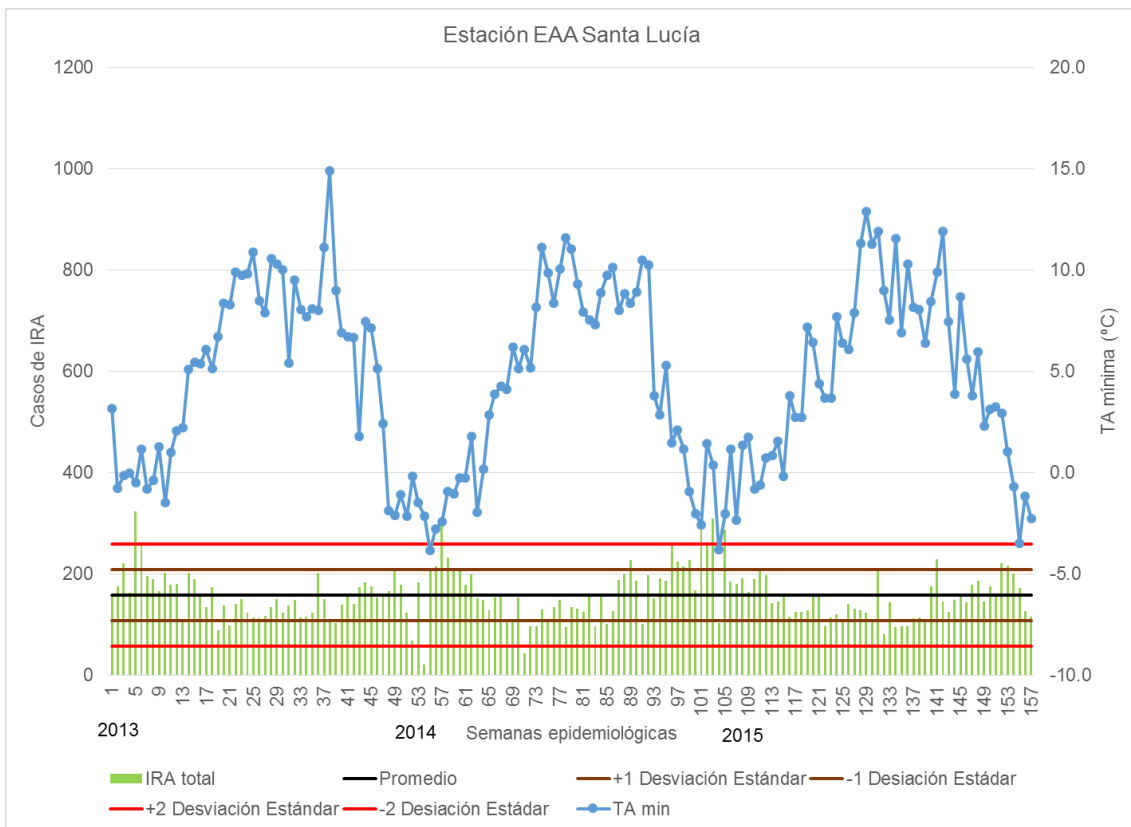
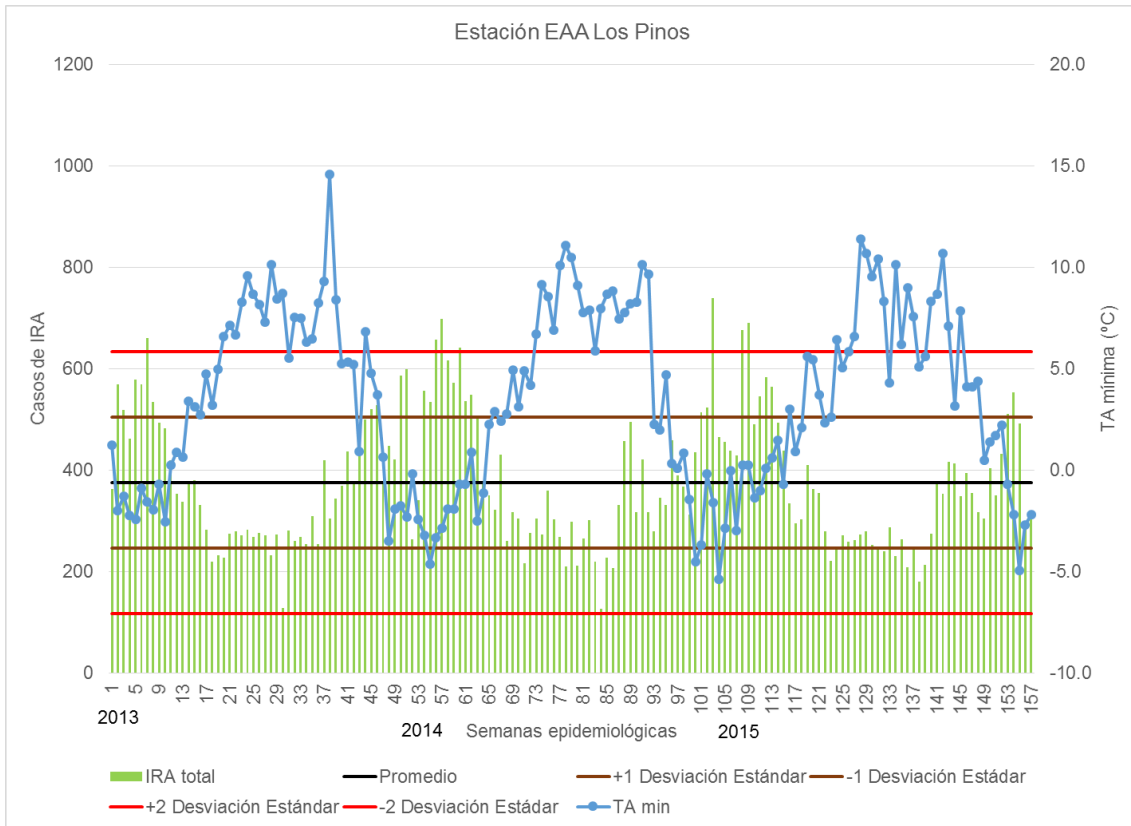
**Figuras 3.27-3.37 IRA y TA mínima por municipios, Aguascalientes, 2013-2015**

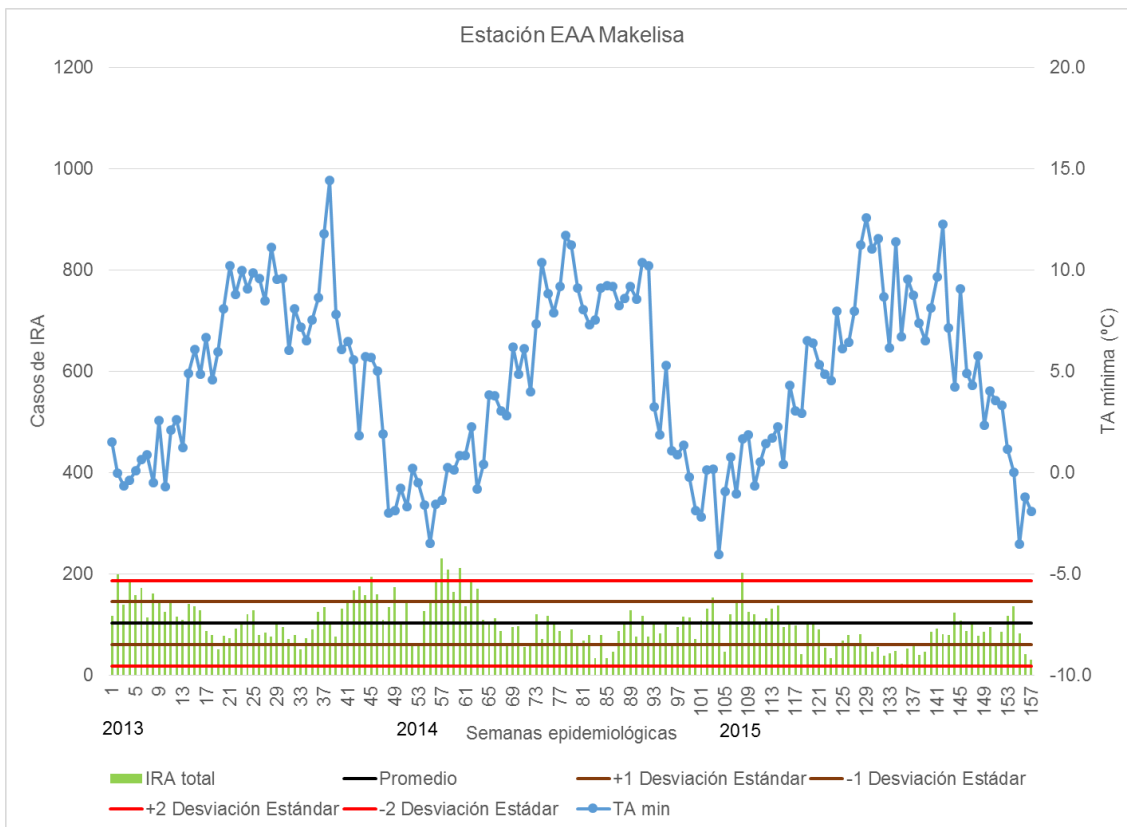
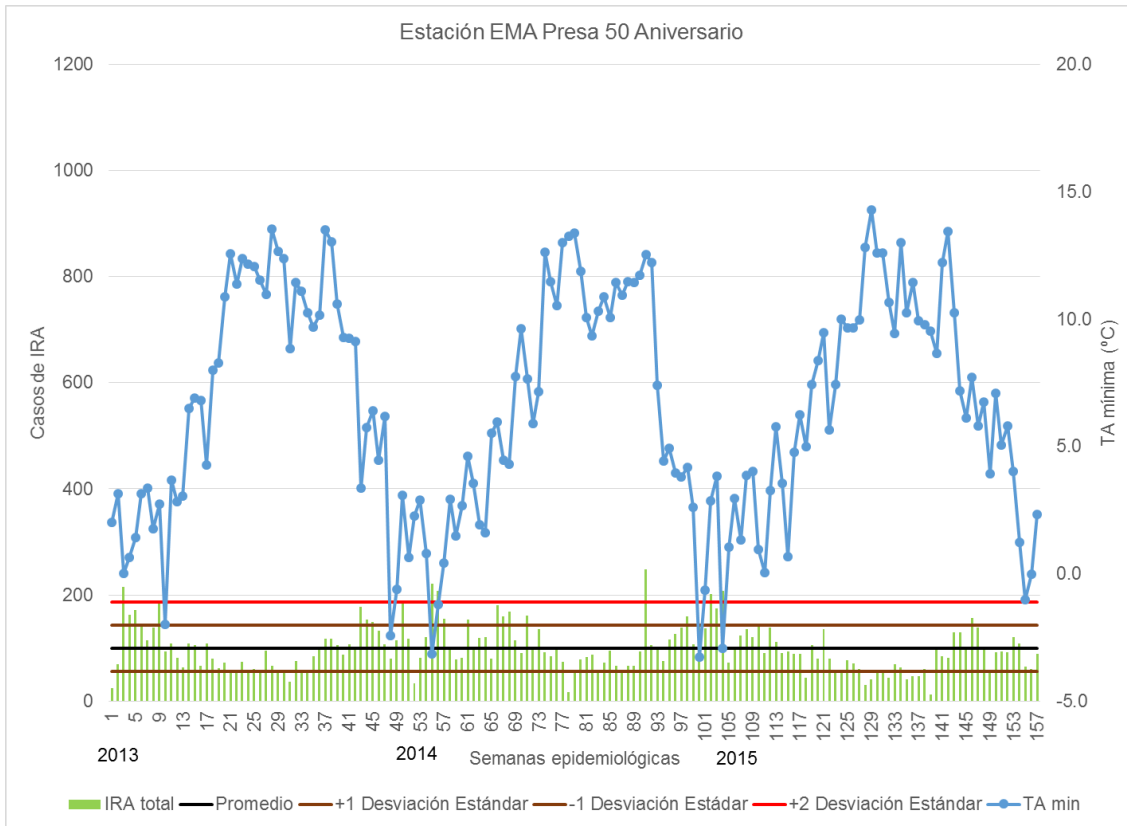












Fuente: elaboración propia con base en DGE (2016a), INIFAP (2016) y SMN (2016).

Para un análisis más puntual, se han calculado los coeficientes de correlación entre las TA mínimas por semana epidemiológica y el número total de casos de IRA por semana epidemiológica. En la tabla 3.3 se muestran los resultados.

**Tabla 3.3 Coeficiente de Correlación de Pearson entre TA mínima e IRA por semana epidemiológica, Aguascalientes, 2013-2015**

Municipio	Coeficiente de Correlación
Aguascalientes	-0.74
Asientos	-0.60
Calvillo	-0.66
Cosío	-0.31
El Llano	-0.52
Jesús María	-0.63
Pabellón de Arteaga	-0.65
Rincón de Romo	-0.66
San Francisco de los Romo	-0.44
San José de Gracia	-0.48
Tepezalá	-0.43

Fuente: elaborado con base en DGE (2016a), INIFAP (2016) y SMN (2016).

Las correlaciones obtenidas muestran una relación considerada como regular, ya que todos los valores están debajo del -0.7. El signo denota que las correlaciones son negativas, por ello cuando una variable decrece, la otra aumenta. Así el municipio de Aguascalientes es el que alcanza una correlación más alta negativa, lo que significa que una importante cantidad de casos de IRA se explica mediante las bajas TA. Cabe recordar que en esta estación es en donde la variación diaria de TA es muy alta, así la población se expone de manera más directa a la adquisición de infecciones pues su sistema inmune no puede soslayar permanentemente estos cambios drásticos.

Los enfermos que no están asociados directamente con las bajas TA son debidos a la alta cantidad de población que reside en el municipio y a los casos de IRA que son enviados desde otros municipios para ser atendido ahí, gracias a la mayor cobertura en materia de salud.



Otros municipios que presentaron correlaciones modernamente buenas, aunque menores que en la capital del estado, fueron Rincón de Romos, Calvillo, Jesús María y Asientos. Todos estos municipios se localizan en la periferia del estado, por lo que su situación económica es menos favorecedora que los que se localizan al interior de Aguascalientes. Las condiciones de TA que se presentan en cada uno de ellos varían, sin embargo, según las estimaciones del CONEVAL, más de la mitad de su población se encuentra en situación de pobreza. Un caso similar es el municipio de Jesús María que forma parte de la Zona Metropolitana del estado, razón por la cual concentra gran cantidad de población y que presenta una asociación moderada entre las variables de estudio.

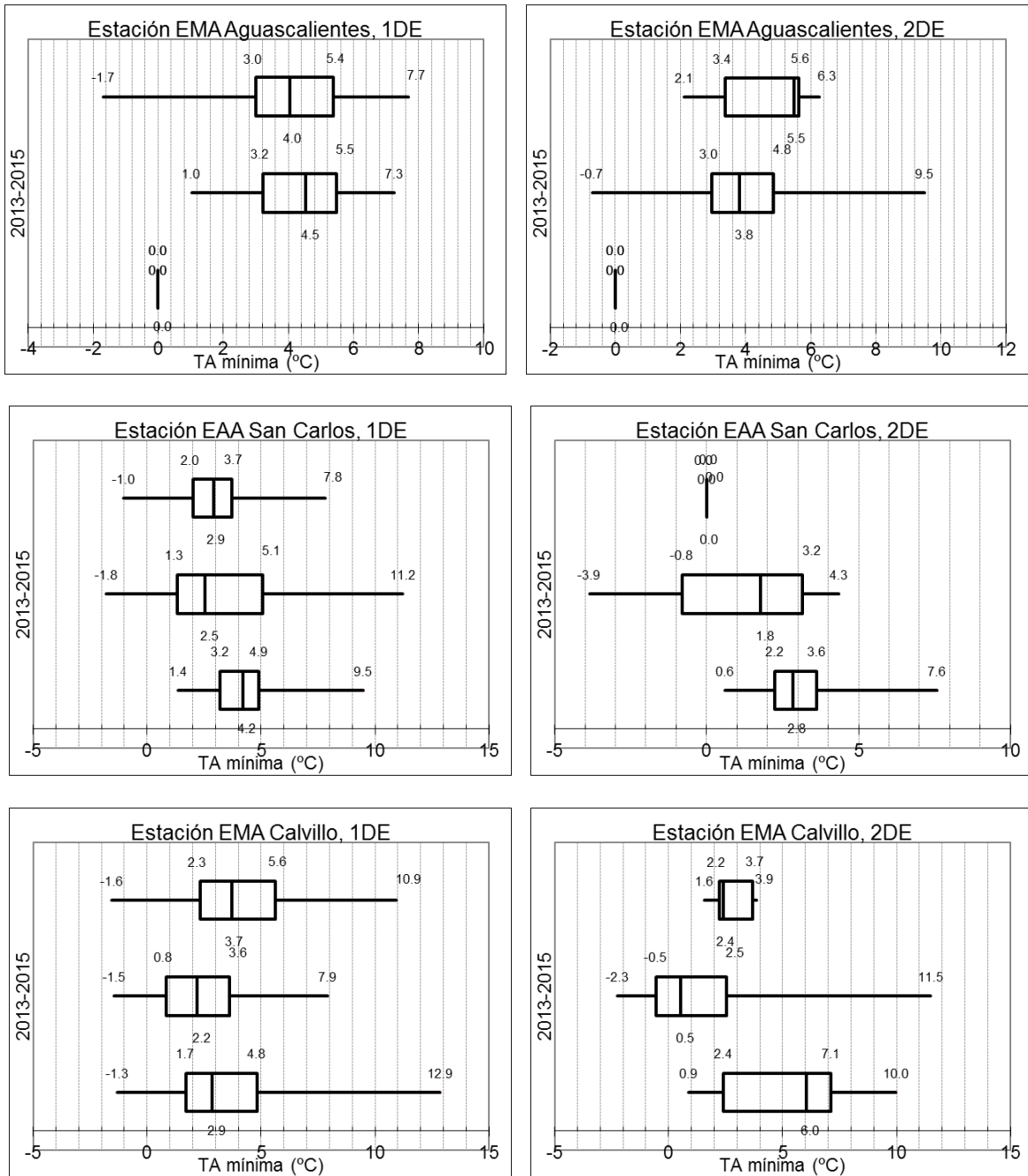
Finalmente están los municipios que presentaron las asociaciones más débiles, entre ellos se encuentra El Llano, San José de Gracia, San Francisco de los Romo, Tepezalá y Cosío. Ubicados en los límites del estado, estos municipios tienen poca población que se encuentra dispersa por su territorio, aunado a ello las condiciones de pobreza se extienden en mayor magnitud, así como la marginación, que es superior en los municipios al oriente del estado. San José de Gracia presenta alta variabilidad de TA al interior debido al gradiente altitudinal, sin embargo parece ser que las condiciones socioeconómicas tienen un mayor peso en la incidencia de IRA.

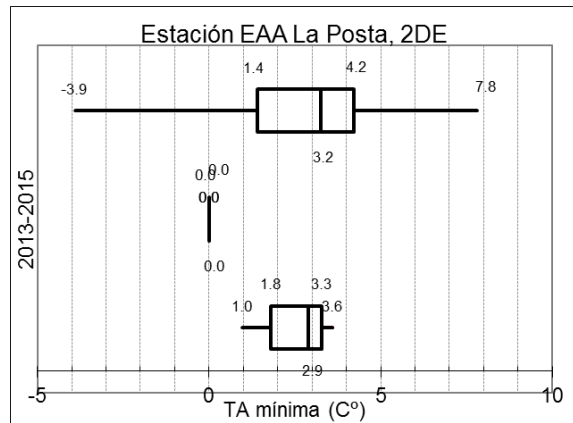
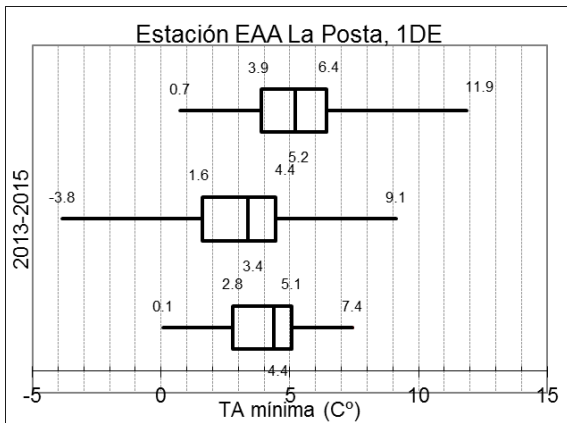
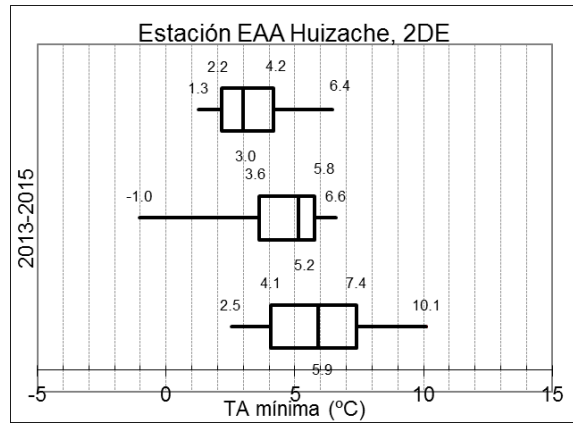
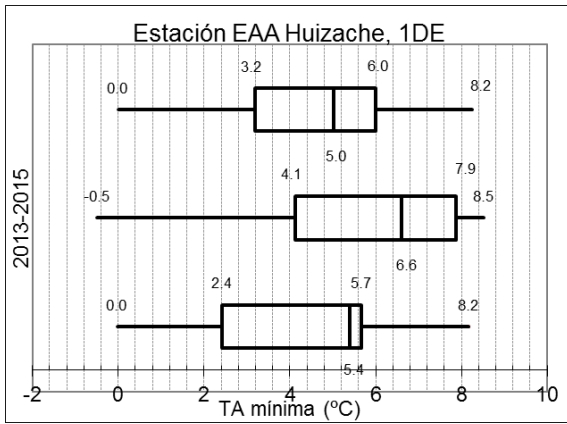
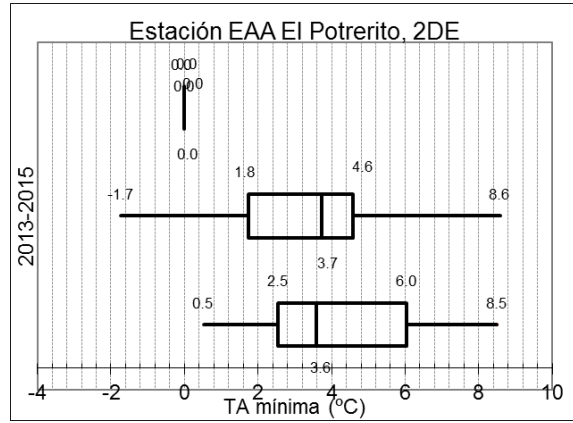
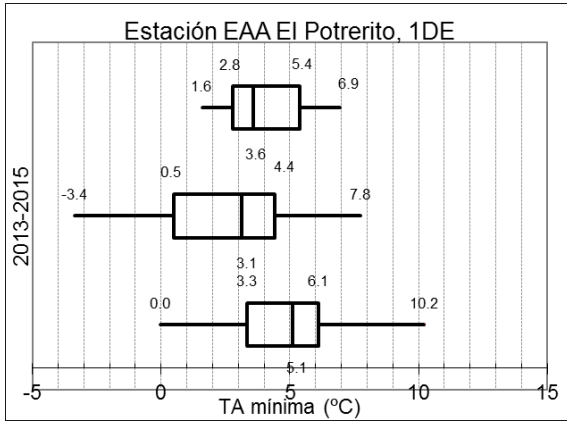
#### 3.2.3.1 Análisis de dispersión a nivel municipal

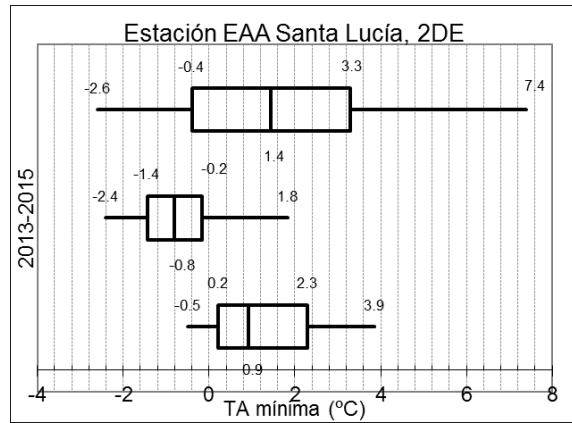
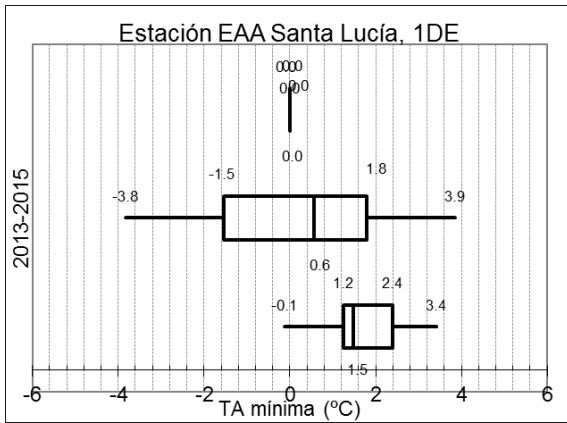
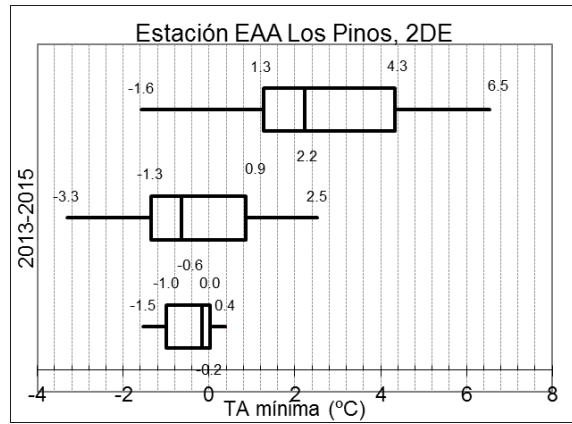
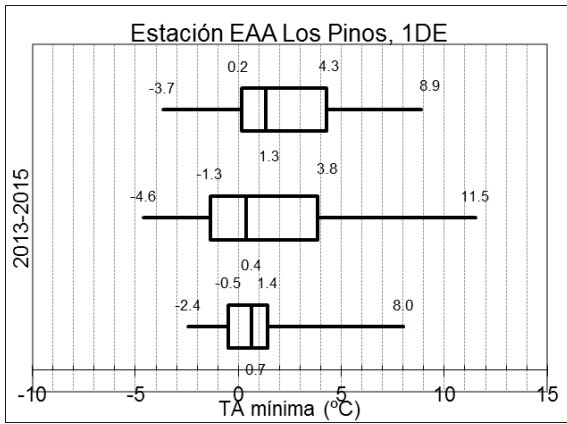
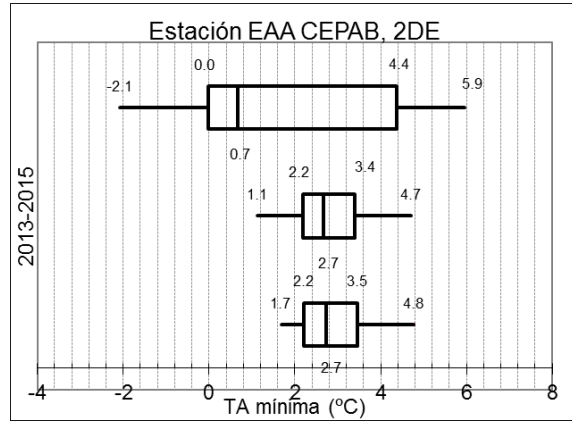
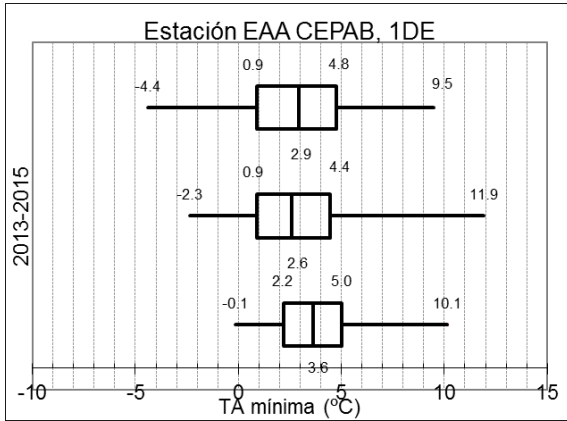
Para concebir en una escala más local la relación entre las IRA y las TA bajas, se construyeron diagramas de cajas y bigotes que muestran la dispersión y simetría del conjunto de datos. En ellos se visualizan las medidas de tendencia central, tales como los valores mínimos y máximos (bigotes), los cuartiles y la mediana (cajas). El objetivo principal de su utilización fue evidenciar el comportamiento de las TA mínimas diarias exclusivamente del conjunto de semanas epidemiológicas que sobrepasaron una y dos DE.

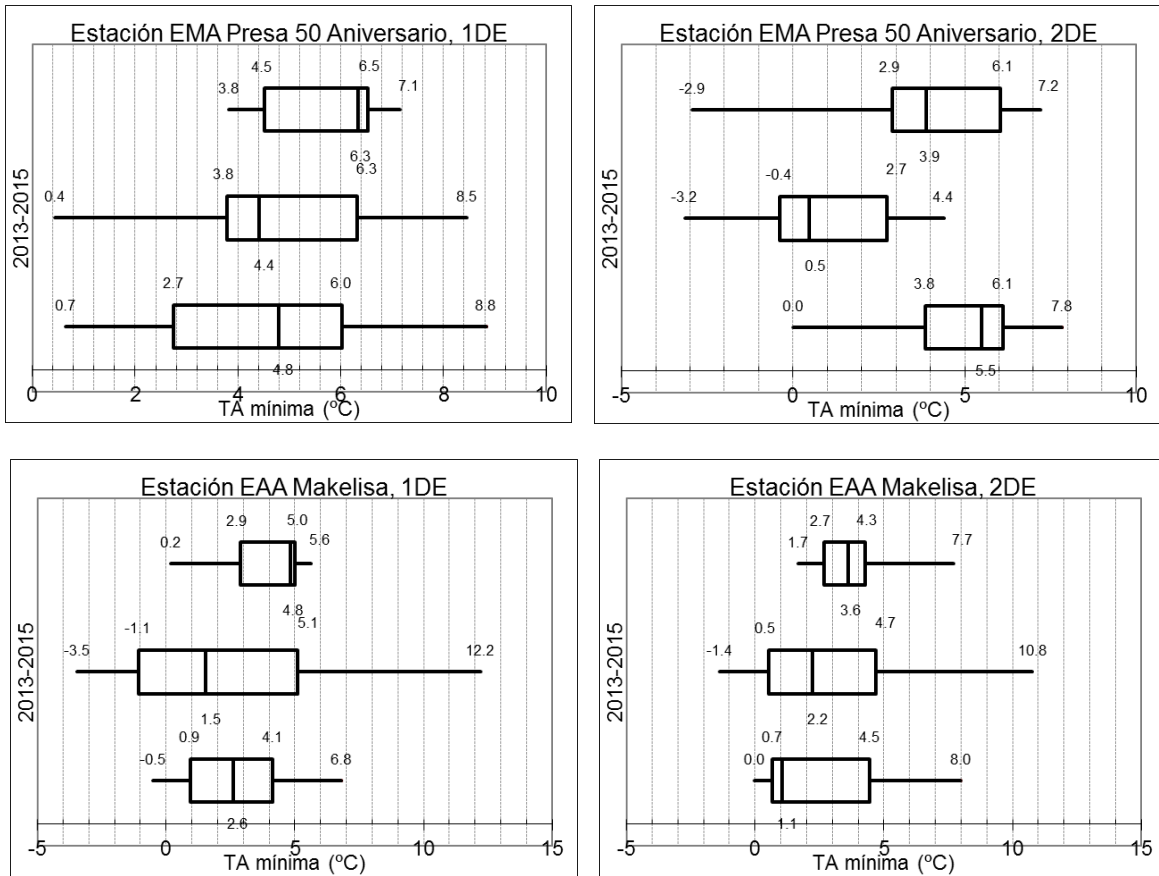
Los diagramas de cajas y bigotes se elaboraron por municipio y en cada uno de ellos se observan tres periodos, los cuales corresponden al conjunto de semanas que sobrepasaron las desviaciones estándar de IRA.

**Figuras 3.38-3.48 Gráficas de cajas y bigotes por municipios, Aguascalientes, 2013-2015**









Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

La tabla 3.4 Muestra de manera sintetizada las TA que se registran en cada cuartil por municipio y por periodo anual. Se puede observar que hay variaciones importantes en cuanto a las temperaturas por municipio e inclusive por periodo.

**Tabla 3.4 TA por semana epidemiológica que sobrepasaron 1 o 2DE, por municipios y por cuartiles, Aguascalientes, 2013-2015**

Municipio	Estación	1DE (°C)			2DE (°C)		
		2013	2014	2015	2013	2014	2015
<b>Aguascalientes</b>	Máxima		7.3	7.7		9.5	6.3
	1° Cuartil		5.5	5.4		4.8	5.6
	2° Cuartil (mediana)		4.5	4		3.8	5.5
	3° Cuartil		3.2	3		3	3.4
	Mínima		1	-1.7		-0.7	2.1
<b>Asientos</b>	Máxima	9.5	11.2	7.8	7.6	4.3	
	1° Cuartil	4.9	5.1	3.7	3.6	3.2	
	2° Cuartil (mediana)	4.2	2.5	2.9	2.8	1.8	

		3º Cuartil	3.2	1.3	2	2.2	-0.8
		Mínima	1.4	-1.8	-1	0.6	-3.9
<b>Calvillo</b>		EMA Calvillo					
		Máxima	12.9	7.9	10.9	10	11.5
		1º Cuartil	4.8	3.6	5.6	7.1	2.5
		2º Cuartil (mediana)	2.9	2.2	3.7	6	0.5
		3º Cuartil	1.7	0.8	2.3	2.4	-0.5
		Mínima	-1.3	-1.5	-1.6	0.9	-2.3
<b>Cosío</b>		EMA El Potrerito					
		Máxima	10.2	7.8	6.9	8.5	8.6
		1º Cuartil	6.1	4.4	5.4	6	4.6
		2º Cuartil (mediana)	5.1	3.1	3.6	3.6	3.7
		3º Cuartil	3.3	0.5	2.8	2.5	1.8
		Mínima	0	-3.4	1.6	0.5	-1.7
<b>El Llano</b>		EAA Huizache					
		Máxima	8.2	8.5	8.2	10.1	6.6
		1º Cuartil	5.7	7.9	6	7.4	5.8
		2º Cuartil (mediana)	5.4	6.6	5	5.9	5.2
		3º Cuartil	2.4	4.1	3.2	4.1	3.6
		Mínima	0	-0.5	0	2.5	-1
<b>Jesús María</b>		EAA La Posta					
		Máxima	7.4	9.1	11.9	3.6	7.8
		1º Cuartil	5.1	4.4	6.4	3.3	4.2
		2º Cuartil (mediana)	4.4	3.4	5.2	2.9	3.2
		3º Cuartil	2.8	1.6	3.9	1.8	1.4
		Mínima	0.1	-3.8	0.7	1	-3.9
<b>Pabellón de Arteaga</b>		EAA CEPAB					
		Máxima	10.1	11.9	9.5	4.8	4.7
		1º Cuartil	5	4.4	4.8	3.5	3.4
		2º Cuartil (mediana)	3.6	2.6	2.9	2.7	2.7
		3º Cuartil	2.2	0.9	0.9	2.2	2.2
		Mínima	-0.1	-2.3	-4.4	1.7	1.1
<b>Rincón Romos</b>		EAA Los Pinos					
		Máxima	8	11.5	8.9	0.4	2.5
		1º Cuartil	1.4	3.8	4.3	0	0.9
		2º Cuartil (mediana)	0.7	0.4	1.3	-0.2	-0.6
		3º Cuartil	-0.5	-1.3	0.2	-1	-1.3
		Mínima	-2.4	-4.6	-3.7	-1.5	-3.3
<b>San Francisco de los Romo</b>		EAA Santa Lucía					
		Máxima	3.4	3.9		3.9	1.8
		1º Cuartil	2.4	1.8		2.3	-0.2
		2º Cuartil (mediana)	1.5	0.6		0.9	-0.8
		3º Cuartil	1.2	-1.5		0.2	-1.4

	Mínima	-0.1	-3.8		-0.5	-2.4	-2.6
<b>San José de Gracia</b>	EMA Presa 50 Aniv.						
	Máxima	8.8	8.5	7.1	7.8	4.4	7.2
	1º Cuartil	6	6.3	6.5	6.1	2.7	6.1
	2º Cuartil (mediana)	4.8	4.4	6.3	5.5	0.5	3.9
	3º Cuartil	2.7	3.8	4.5	3.8	-0.4	2.9
	Mínima	0.7	0.4	3.8	0	-3.2	-2.9
<b>Tepezalá</b>	EAA Makelisa						
	Máxima	6.8	12.2	5.6	8	10.8	7.7
	1º Cuartil	4.1	5.1	5	4.5	4.7	4.3
	2º Cuartil (mediana)	2.6	1.5	4.8	1.1	2.2	3.6
	3º Cuartil	0.9	-1.1	2.9	0.7	0.5	2.7
	Mínima	-0.5	-3.5	0.2	0	-1.4	1.7

Fuente: elaboración propia con base en INIFAP (2016) y SMN (2016).

A pesar de que no se presentaron semanas atípicas en el año 2013 que pudieran aparecer en las gráficas de cajas y bigotes para el municipio de Aguascalientes, se observa que en los demás periodos existe una similitud de TA que explica el 75% de los casos de IRA. Por lo tanto en dicha entidad aproximadamente entre los 3 y 5.3°C de TA las personas están en alto riesgo de contraer una IRA (Figura 3.38).

Otro de los municipios que presenta homogeneidad es Calvillo. En sus gráficas se observa que el umbral promedio va entre 1.4 a 4.5°C aproximadamente, por tanto es necesario prestar atención cuando dichas condiciones sucedan, ya que cabe recordar que es el municipio en el cual las TA son las más altas registradas en el estado, en consecuencia la oscilación térmica repentina puede causar un repunte de morbilidad (Figura 3.40).

En El Llano y San José de Gracia es donde se presentan TA más elevadas en el tercer cuartil en comparación al resto de los municipios (Figuras 3.42 y 3.47). Los umbrales están entre los 3.2 a 6.1°C y 2.8 a 5.6°C respectivamente, lo que significa que en ellos no es necesario bajar la temperatura demasiado para que pueda haber un aumento en los casos de IRA.

Por su parte San Francisco de los Romo posee el umbral más bajo de todos los municipios, ya que se localiza entre -0.4 y 1.9°C, es decir, es necesario que existan condiciones importantes de descenso de temperatura para que comiencen a presentarse los casos de IRA (Figura 3.46). Otro municipios con un umbral de TA

bajo, aunque mucho más amplio, es Rincón de Romos con  $-0.4$  y  $2.4^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, donde el año 2014 es el más frío, lo que coincide con la mayor cantidad de enfermos de IRA para esa entidad en ese año (Figura 3.45).

Después de la interpretación de las gráficas de cajas y bigotes para cada estación, es preciso señalar que únicamente en el municipio de Aguascalientes se logró estimar un umbral más certero de TA mínimo a la cual existe un riesgo potencial de un aumento de IRA. Para el resto de los municipios, los umbrales calculados son preliminares, es decir, deben tomarse con reservas debido a que la cantidad de datos con los cuales fueron obtenidos son pocos, por lo cual es recomendable realizar estudios que incorporen una base de datos más robusta.



## Conclusiones

Actualmente las investigaciones en el campo de la Bioclimatología son diversas, las hay desde los enfoques de la Bioclimatología animal y vegetal, pero en nuestro país y desde la ciencia geográfica, principalmente se han avocan a la relación entre seres humanos y el bioclima de un lugar. Los resultados de dichos trabajos ofrecen elementos suficientes para la comprensión de diversos fenómenos sociales, así como también constituyen una fuente de conocimiento importante para otras disciplinas.

Uno de los ámbitos que han sido poco explorado desde la Bioclimatología es la relación con la salud humana. Diversos estudios presentados en esta tesis demuestran estadísticamente que los elementos del ambiente, específicamente climáticos como la temperatura o la precipitación, tienen una relación con enfermedades de diversa índole. Sin embargo la influencia ejercida por éstos no se da de manera aislada, por tanto la separación entre ellos no es lo más conveniente si se quiere analizar su relación con la morbi-mortalidad. En este sentido, la Bioclimatología brinda metodologías que integran a los elementos climáticos de forma concisa para evaluar la existencia de estas relaciones. Son los índices bioclimáticos los que en la actualidad constituyen una de las metodologías más reconocidas y utilizadas por bioclimatólogos y otros científicos que buscan demostrar de forma cuantitativa la asociación entre el bioclima y actividades humanas.

El estado de Aguascalientes cuenta con características climáticas particulares, aunque semejantes entre sí. Las temperaturas templadas se distribuyen de manera homogénea hacia el oriente del estado, mientras que en el occidente existe mayor dinamismo por los sistemas de topofomas que inciden en el gradiente térmico. Por su parte las lluvias son consideradas como escasas la mayor parte del año resultado de su localización geográfica.

Dicha localización en el centro-oriente del país ha sido fundamental en el desarrollo de diversas industrias al interior del territorio, que produjeron de forma indirecta el rápido crecimiento de la población. En la capital del estado es en donde se

concentra el mayor número de habitantes, seguido de los municipios colindantes al sur, mientras que en la periferia del estado la población es relativamente escasa y concentrada en pequeños poblados.

A pesar de que el estado es catalogado como una de las entidades con menor marginación y pobreza, lo cierto es que existe población que es más vulnerable que otra. Los municipios más poblados y que se ubican en el centro del estado, tales como la capital, son los que poseen mejores valoraciones que los municipios periféricos. Ello demuestra que, al estar situados hacia el centro, están dotados de mejores servicios capaces de elevar el bienestar de la población, lo que se refleja directamente en la calidad y cantidad de atención médica.

Dentro del conjunto de enfermedades que afectan a la población de Aguascalientes, las Infecciones Respiratorias se encuentran en primer lugar en los tres años que abarcó la investigación. Estas infecciones tienen un comportamiento acentuadamente estacional en el que el pico máximo se presenta en la época invernal, mientras que en los meses veraniegos se presenta la menor incidencia.

La cantidad de enfermos está fuertemente marcada por el número de habitantes por municipio, por ello el municipio de Aguascalientes, presenta el mayor número de casos de IRA. En cambio cuando se calculan las tasas de morbilidad, resalta San José de Gracia, en donde el gradiente térmico es especialmente característico por la existencia de montañas en donde la TA es menor hacia el noroeste y aumenta hacia las planicies del centro del estado.

La separación entre grupos vulnerables de edad permite revelar que existe una diferencia marcada entre ellos en el número de casos de IRA. La población de niños menores de 5 años es amplia en comparación con los adultos mayores, lo cual repercute directamente en la cantidad diferenciada de casos de IRA por grupo etario, donde los niños sobresalen en los tres años de estudio.

Uno de los índices que se han empleado con mayor eficacia dentro de las investigaciones epidemiológicas es el de Temperatura Aparente, el cual ajusta la temperatura del aire con la humedad relativa del ambiente. Gracias a su aplicación

sencilla, fue posible mostrar que, a pesar de la variabilidad moderada que existe entre las temperaturas del aire registradas dentro del estado, la dinámica de la TA muestra una mayor inestabilidad, resaltando el occidente del estado como el que presenta gradientes térmicos variables a lo largo del periodo de estudio. De esta forma se observa que el relieve es el factor primordial que determina la distribución de las TA en Aguascalientes.

El cálculo de las sensaciones térmicas por estación meteorológica permite conocer de forma puntual las variaciones diurnas de las TA. Si bien, se utilizan únicamente datos para los tres años de estudio, se llegó a una aproximación del comportamiento local de la TA, en donde las mañanas son las horas más frías y conforme avanza el día, las tardes son las que se perciben como más cálidas. Las horas de confort son pocas en el día y generalmente se ubican al medio día y por las tardes antes de anochecer.

El uso de estadística descriptiva, específicamente la desviación estándar, revela la relación entre las IRA y la disminución estacional de la TA. Así, los meses invernales se caracterizan por tener un repunte en los casos de IRA en todos los municipios y, aunque estas variaciones responden principalmente a la cantidad diferenciada de población, el decremento de los casos en los meses de verano reafirma su comportamiento estacional, colocándolas como uno de los padecimientos que afectaron, y seguirán afectando, a la población de todas las edades del estado.

La correlación entre las variables muestra una relación que va de regular a débil, por lo cual en algunos municipios, como Aguascalientes, se explica de manera directa el decremento de la TA con el incremento de casos de IRA, mientras que en otros como el caso de Cosío, la relación débil indica que factores de tipo social explican de mejor manera las IRA para el periodo estudiado.

Los umbrales de TA obtenidos por municipio son poco certeros, ya que a lo largo de los tres periodos de estudio, las gráficas muestran poca semejanza entre ellas. Por lo tanto, las TA derivadas constituyen sólo un acercamiento a la realidad del fenómeno y se deben tomar con reservas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación la hipótesis queda comprobada, por lo que las condiciones bioclimáticas estacionales del estado de Aguascalientes están relacionadas con las afectaciones a la salud de grupos vulnerables por Infecciones Respiratorias Agudas. Sin embargo, los alcances de la investigación no son suficientes para establecer una relación más fuerte entre las variables.

La falta de bases de datos más extensas, tanto temporal como espacialmente, conforman uno de las limitaciones para la investigación. Además de ello es necesario mencionar que existen errores desde el origen en las bases de datos institucionales, a lo cual se le agrega la incertidumbre en el cálculo del punto de rocío y posteriormente en la aplicación de la ecuación de TA, la cual fue diseñada para ambientes propios de latitudes medias y que al ser utilizada en un estado como Aguascalientes es probable que su cálculo sea aún más impreciso.

Es indispensable realizar una serie de investigaciones que profundicen en los temas tratados en la tesis para poder llegar a un resultado más concluyente, en el que se demuestre mejor la relación entre la TA y las IRA. Una opción puede ser desfazar las bases de datos temporalmente para observar el efecto de la TA sobre la morbilidad días después de cambios abruptos.

Además de ello se sugiere que el sector salud del estado realice campañas de prevención de IRA en los meses que anteceden al invierno en donde se informe a la población sobre los riesgos asociados a la exposición de bajas temperaturas, así como a la atención médica que debe recibir la persona que presenta una de estas afecciones, especialmente los grupos de edad vulnerables. Aunado a lo anterior, el sector salud debe estar capacitado para brindar atención médica en épocas invernales a este grupo de infecciones específicas, debido a que en todo el estado se presentan en mayor o menor medida casos, que si no se atienden a tiempo pueden derivar en complicaciones.

## Bibliografía

- Aguilar Mata, G. (2005). *Proyección de la población del estado de Aguascalientes al año 2030*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México, Distrito Federal.
- Aguilar Moreno, E. (2015). *Evaluación del confort térmico de los habitantes con obesidad de la Ciudad de México y el efecto del cambio climático urbano y global*. Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México D.F.
- Aguinaga, M., Gutiérrez, C., & Lazo, G. (2003). Relación entre variables climáticas y casos de Infecciones Respiratorias Agudas en la provincia de Callao-2001. *Revista Peruana de Epidemiología*. Vol 11. Núm. 1.
- Almeida, S., Casimiro, E., & Calheiros, J. (2010). Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environmental health* 9:12, 1-7.
- Almeira, G., Rusticucci, M., & Suaya, M. (2016). Relación entre mortalidad y temperaturas extremas en Buenos Aires y Rosario. *Revista Meteorológica*.
- Analitis, A., Katsouyanni, K., Biggeri, A., Baccini, M., Forsberg, B., Bisanti, L., . . . Michelozzi, P. (2008). Effects of Cold Weather on Mortality: Results From 15 European Cities Within the PHEWE Project. *American Journal of Epidemiology*. Vol 168, Num 12, 1397-1408.
- Angulo-Córdoba, Q., Muñoz-Orozco, A., & Barradas-Miranda, V. (2004). Estudio del bioclima humano en 16 localidades del estado de Tabasco mediante el índice de confort de Temperatura Efectiva. *Universidad y Ciencia*. Vol. 20. Núm 40, 69-80.
- Arrollo, F., & Fernández, F. (1992). Consideraciones sobre la valoración educativa del confort ambiental de la ciudad. *Boletín de la A.G.E*. Núm 14, 67-84.
- Auliciems, A. (1998). *Human Bioclimatology* (Vol. 5). Springer Science & Business Media, 2013.
- Avendaño, L., Parra, J., Padilla, C., & Palomino, M. (2003). Impactos en la salud infantil del invierno 2002: disociación entre factores ambientales y virus respiratorio sincicial en Santiago. *Rev. Méd. Chile*. 131, 902-908.
- Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, T., Katsouyanni, K., Analitis, A., . . . Michelozzi, P. (2008). Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 19(5).
- Ballester, F. (1996). Meteorología y Salud. La relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad. *Revista Española de Salud Pública*. Núm 70, 251-259.

- Ballester, F., Michelozzi, P., & Iñiguez, L. (2003). Weather, climate and public health. *Journal of Epidemiology Community Health*. Num. 57, 759-760.
- Barrios Frota, A., & Ramos Schiffer, S. (1987). *Manual de conforto térmico*. Studio Nobel. Brasil.
- Basu, R., Feng, W., & Ostro, B. (2008). Characterizing temperature and mortality in nine California counties. *Epidemiology* 19(1), 138-145.
- Beaglehole, R., Bonita, R., & Kjellström, T. (1994). *Epidemiología básica*. Organización Panamericana de Salud. Washington, DC.
- Bernal Gutiérrez, A. (2009). *Relación entre la contaminación atmosférica en la Ciudad de México y la incidencia de enfermedades respiratorias agudas en su población general entre los años 2000 y 2007*. Tesis de especialidad, Facultad de Medicina, UNAM. México, D.F.
- Biggeri, A., Baccini, M., Michelozzi, P., Kirchmayer, U., Analitis, A., Katsouyanni, K., . . . Paldy, A. (2005). Short term effects of Apparent Temperature on mortality in european cities: results from the PHEWE projects. *Epidemiology* 16:5.
- Bojórquez, G., Gómez-Azpeitia, L., García-Cueto, O., Ruiz-Torres, R., & Luna, A. (2010a). Temperatura neutral y rangos de confort térmico para exteriores, período cálido en clima cálido seco. *Ambiente Construido, Porto Alegre, Vol 10, Num 2*, 133-146.
- Bojórquez, G., Gómez-Azpeitia, G., García-Cueto, R., Luna, A., & Romero, R. (2010). Confort higrotérmico para actividades en espacios exteriores: periodo cálido, en clima cálido seco extremo . *A International Conferencie Virtual City and Territory. 6º Congreso Internacional de Ciudad y Territorio Virtual. Mexicalli 5, 6 y 7 de octubre 2010. UABC*.
- Camara Díaz, E. (2006). *Variables meteorológicas y salud*. Servicio de Sanidad Ambiental. España.
- Cervantes Pérez, J. (2001). *El uso de suelo en la Ciudad de México y su impacto al bioclima humano*. Tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México D.F.
- Cervantes Pérez, J., & Barradas Miranda, L. (2010). Ajustes de escala de sensación térmica para Xalapa Veracruz, México. *Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes, número 48*, 38-43.
- Chávez del Valle, F. (2002). *Zona variable de confort térmico* . Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- CONABIO. (2010). *Conjunto de datos vectoriales del grado de marginación municipal. Escala 1:250,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- CONABIO. (2012). *Conjunto de datos vectoriales de la distribución de la población en México por municipio, 2010. Escala: 1:250,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONABIO. (2012). *Conjunto de datos vectoriales de las características sociodemográficas de México por municipio, 2010. Escala: 1:250,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONAGUA. (1998). *Conjunto de datos vectoriales de las cuencas hidrológicas. Escala 1:250,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONAPO. (2011). *Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2010*. Obtenido de Consejo Nacional de Población.
- CONAPO. (2014). *Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030. Aguascalientes*. Obtenido de Consejo Nacional de Población.
- CONEVAL. (2010). *Pobreza y rezago social 2010*. Obtenido de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- CONEVAL. (2013). *Informe de Pobreza y Evaluación. Aguascalientes 2012-2013*. Obtenido de Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- CONEVAL. (2014). *Pobreza Aguascalientes 2014*. Obtenido de Consejo Nacional de Evaluación de la política de Desarrollo Social.
- DGE. (2016). *Anuario de Morbilidad 1984-2015*. Obtenido de Dirección General de Epidemiología: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/anuarios-de-morbilidad-1984-2016>
- DGE. (2016a). *Base de datos Infecciones Respiratorias Agudas del estado de Aguascalientes 2013-2015*. Obtenido de Dirección General de Epidemiología. Dirección de Información Epidemiológica.
- Díaz , J., García-Herrera, R., & Linares, C. (2005). Temperaturas extremas. Impactos a la salud pública: futuras actuaciones. *Revista Española de la salud pública. Núm 79*, 145-157.
- Díaz, J., & Linares Gil, C. (2005). Temperaturas extremas en verano. Implicaciones a la salud. *Revista de la salud ambiental*, 113-117.
- Fernández , F. (2002). Propuesta de un índice de confort relativo diario para determinar los extremos térmicos en la España peninsular. *Estudios geográficos*, 301-318.
- Fernández, F. (1994). Clima y confortabilidad humana. Aspectos metodológicos. *Serie geográfica Vol 4*, 109-125.
- Fernández, F. (2003). Fundamentos físicos y métodos de evaluación del confort climático en los estudios de bioclimatología humana. En *El clima y calidad*

*ambiental. VI reunión nacional de climatología. Asociación de geógrafos españoles Santiago de Compostela. 14 al 16 de septiembre de 2000 (págs. 135-170).*

- Fuentes Aguilar, L. (1989). *Técnicas en Geografía médica*. México: Editorial Limusa.
- Fuentes Aguilar, L. (1990). *Climatología médica*. México: Editores Asociados Mexicanos.
- García E., & C. (1998). *Conjunto de datos vectoriales de climas (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1,000,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- García E., & C. (1998). *Conjunto de datos vectoriales de isotermas medias anuales. Escala 1:1,000,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- García E., & C. (1998). *Conjunto de datos vectoriales de precipitación total anual. Escala 1:1,000,000*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- García Landa, L. (2012). *Olas de frío en la zona central del estado de Veracruz*. Tesis de licenciatura, Facultad de Instrumentación, Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana. Veracruz .
- García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México: Instituto de Geografía. UNAM.
- Garland, R., Matookane, M., Engelbrecht, F., Bopape, M., Landman, W., Naidoo, M., . . . Wright , C. (2015). Regional projections of extreme Apparent Temperature days in Africa and the related potential risk to human health. *J. Environ. Res. Public Health*.c12(10), 12577-12604.
- Geer. (1996). *Glosary of weather and climate*. American Meteorology Society. Boston, Massachusetts.
- Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez , G., & Ruiz, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Palapa. Universidad de Colima. Vol II. Núm. 1* , 45-57.
- González Salazar, A., & Juárez, A. (2012). *Prácticas de climatología. Manual de gabinete*. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Guerson Hernández, E., Rodríguez Romero, E., & Luzanía Valerio, M. (2009). Capítulo 6 Clima y Salud. En *Estudios para un programa veracruzano ante el Cambio Climático* . Veracruz.
- Hajek, E., & Espinosa, G. (1982). Biometeorología humana: algunos conceptos y proyecciones. *Facldad de Ciencias biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago*, 501-512.
- Hernández-Cadena, L., Barraza-Villarreal, A., Ramírez-Aguilar, M., Moreno-Macías, H., Miller, P., Carbajal-Arroyo, L., & Romieu, I. (2007). Morbilidad infantil por



- causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud pública de México*. Vol. 49. Núm. 1, 27-36.
- INEGI. (2010). *Principales resultados del Censo de Población y Vivienda 2010. Desglosado por municipio. Aguascalientes*. Obtenido de Gobierno de Aguascalientes.
- INEGI. (2010a). *Conjunto de datos vectoriales de las subcuencas hidrológicas de México. Escala: 1:50,000. Edición 2*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- INEGI. (2011). *Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario Básico*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2013). *Anuario estadístico y geográfico del estado de Aguascalientes*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2014). *Anuario estadístico y geográfico del estado de Aguascalientes*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2014a). *Conjunto de datos vectoriales del Marco Geoestadístico Nacional*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *Conjunto de datos vectoriales fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1,000,000. Serie I*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2017). *Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/filtroContenidosServlet>
- INIFAP. (2016). *Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas INIFAP*. Obtenido de <http://clima.inifap.gob.mx/Inmysr/Estaciones/MapaEstaciones>
- ISB. (2013). *A glosary of biometeorology*. International Society of Biometeorology.
- ISSEA. (2016). *Principales Causas de Mortalidad General 2010-2015*. Obtenido de Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes.
- ISSEA. (2016a). *Principales Causas de Mortalidad Infantil 2010-2015*. Obtenido de Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes.
- Jáuregui , E., & Heres, M. (2008). El clima/bioclima de un parque periurbano de la Ciudad de México. *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 67, 101-112.
- Jáuregui, E. (1971). Evaluación del bioclima en dos clínicas de la Ciudad de México. *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM*. Vol IV.
- Jauregui, E. (1993). Urban bioclimatology in developing countries. *Experientia* 49(11), 964-968.

- Jáuregui, E., Cervantes, J., & Tejeda, A. (1997). Bioclimatic conditions in Mexico City, an assessment. *International Journal of Biometeorology*, 166-177.
- Kaiser, M. (2002). *How the weather affects your health*. Australia: Hill of content.
- Landsberg, H. (1972). *The assessment of human bioclimate. A limited review of physical parameters*. Tech. note. 123 WM. Geneva, Switzerland.
- Lin, S., Luo, M., Walker, R., Liu, X., Hwang, S., & Chinery, R. (2009). Extreme high temperatures and hospital admission for respiratory and cardiovascular diseases. *Epidemiology (Cambridge, Mass)* 20(5), 738-746.
- López Florián, Y. (2010). Incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas en niños menores de 5 años. *Revista electrónica de Portales Médicos*.
- Luyando, E. (2016). *Efectos de las temperaturas y precipitaciones extremas en el bioclima humano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México por Cambio Climático local y global*. Tesis de doctorado, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México D.F.
- Martínez Carpio, P. (2003). *Biometeorología y Bioclimatología clínica: fundamentos, aplicaciones clínicas y estado actual de estas ciencias. Formación continuada. Núm 32, 300-305*.
- Martínez Sandoval, J. P. (2015). *Competencias del médico familiar en el modelo de fortalecimiento del sistema de medicina familiar en Infecciones Respiratorias Agudas en menores de 5 años de la UMF 11 en la delegación de Aguascalientes*. Tesis de especialidad, Centro de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Aguascalientes.
- Méndez Pérez. (2004). *Consideraciones bioclimáticas para el establecimiento de tarifas eléctricas domésticas en los estados de Tabasco, Veracruz y Tamaulipas*. Tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México DF.
- Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccinni, M., . . . Perucci, C. (2009). High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *Am. J. Respir. Crit. Care Med. vol 179, 383-389*.
- Morgan, M., & Moran, J. (1997). *Weather and people*. New Jersey, EUA: Prentice Hall.
- Nastos, P., & Matzarakis, A. (2006). Weather impacts on respiratory infections in Athens, Greece. *Int. J. Biometeorology. 50, 358-369*.
- O' Neill S., M., Zanobetti, A., & Schwartz, J. (2002). Modifiers of the Temperature and Mortality Association in Seven US Cities. *American Journal of Epidemiology. Vol 47, número 12, 1074-1082*.
- Ochoa de la Torre, J., Marincic Lovriha, I., & Urcelay Sánchez, M. (2009). Índices de confort térmico en la planeación de sitios turísticos. *Topofilia. Revista de*

*Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales. Centro de Estudios de América del Norte, El Colegio de Sonora Volumen I, Núm. 3.*

- Office, M. (1991). *Meteorological glossary*. Londres, England.
- Olivera, A. (1993). *Geografía de la Salud*. España: Editorial Síntesis.
- OMM. (1992). *Vocabulario meteorológico internacional*. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza.
- OMM. (1999). *El tiempo, el clima y la salud*. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza.
- OPS. (1980). Boletín epidemiológico. *Organización Panamericana de Salud*. Vol. 1. Núm. 5.
- OPS. (1995). Boletín epidemiológico. *Organización Panamericana de Salud*. Vol. 16. Núm. 4.
- Padilla Contreras, M. (2015). *Asociación de la variabilidad climática y la concentración de NO<sub>2</sub> sobre la incidencia de IRAs en Aguascalientes*. Tesis de Maestría. Centro de ciencias básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes.
- Prieto Herrera, M., Russ Durán, G., & Peitor Landrian, L. (2000). Factores de riesgo de las Infecciones Respiratorias Agudas en menores de 5 años. *Revista Cubana Med. Gen. Interg*. Vol 16. Núm. 2 , 150-164.
- Ramírez-Rembao, M., Rojas, R., & García-Cueto, R. (2009). Influencia de contaminantes atmosféricos en las Infecciones Respiratorias Agudas en Mexicali-Baja California, México. *Información Tecnológica*. Vol 20. Núm 3, 89-100.
- Ramírez-Sánchez, U., Andrade-García, M., González-Castañeda, M., & Celis-de la Rosa, A. (2006). Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco. *Salud pública de México*. Vol. 48. Núm. 5, 385-394.
- Ramos, M. (2014). *Biometeorología humana en Punta Alta*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina.
- Reséndiz Esparza, J. (2010). *El crecimiento económico en Aguascalientes 1994-2004. Un enfoque espacial*. Tesis de maestría, Facultad de Economía, UNAM. México, Distrito Federal.
- Revering, A. (2016). *List of Meteorological Formulas*. Obtenido de <https://www.aprweather.com/pages/calc.htm>
- Robaina Suárez, G., & Campillo Moliera, R. (2003). Morbilidad y manejo de Infecciones Respiratorias Agudas en menores de 5 años. *Revista Cubana de Pediatría*.

- Rodríguez Tamayo, R., & Sánchez Tarragó, N. (2000). Infecciones Respiratorias Agudas: aspectos clínicos y epidemiológicos. *Reporte técnico de vigilancia. Ministerio de Salud Pública de Cuba, Vol. 5, Número 7.*
- Ruiz, R. (2007). *Estándar local de confort térmico para la Ciudad de Colima.* Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima. Colima.
- Sánchez Crispín, Á. (2006). *Atlas Universal y de México.* México: Macmillan.
- SMN. (2016). *Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS).* Obtenido de <http://smn.cna.gob.mx/es/emas>
- SMN. (S/F). *Normales climatológicas por estado.* Obtenido de Servicio Meteorológico Nacional: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=ags>
- SSP. (1981). *Síntesis geográfica de Aguascalientes.* México, D.F.: Secretaria de Programación y Presupuesto.
- Steadman, R. (1979). The assessment of sultriness Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of applied Meteorology* 18(7), 867-873.
- Steadman, R. (1984). A Universal Scale of Apparent Temperature. *Journal of Climate and Applied Meteorology.* Vol 23, 1674-1687.
- Sulman, F. (1976). *Health, weather and climate.* New York, EUA.
- Tejeda Martínez, A., & Rivas Camargo, D. (2003). El bioclima humano en urbes del sur de México para condiciones de duplicación de CO<sub>2</sub> atmosférico. *Investigaciones geográficas. Boletín de Instituto de Geografía, UNAM.* Núm 51, 37-52.
- Tejeda Martínez, A., Méndez Pérez, I., Utreta Zárate, A., & Rodríguez Viqueira, L. (2005). El concepto de Temperatura Efectiva aplicado a las tarifas eléctricas domésticas en el Oriente de México. *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* Núm 58, 100-121.
- Tornero, J., Pérez Cueva, A., & Gómez Lopera, F. (2006). Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes. *Cuaderno de Geografía, Núm. 80,* 147-182.
- Tromp, S. (1963). *Medical biometeorology. Weather, climate and the living organism.* Elsevier publishing company.
- Urban, A., & Kyselý, J. (2014). Comparison of UTCI with other thermal indices in the assessment of heat and cold effects on cardiovascular mortality in the Czech Republic. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 11, 952-967.
- Vaneckova, P., Neville, G., Tippet, G., Aitken, P., FitzGerald, G., & Tong, S. (2011). Do Biometeorological indices improve modeling outcomes of heat-related mortality. *American Meteorology Society.*

- Velasco Hernández, G. (2014). *Incidencia climática y de Cambio Climático en Infecciones Respiratorias Agudas en el Distrito Federal*. Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México, Distrito Federal.
- Victoria, C. (1996). *Factores de riesgo en las IRA bajas*.
- Vizcarra Sánchez, V. (2011). *Aspectos meteorológicos relacionados con la incidencia de infección en vías respiratorias por virus Sincicial respiratorio en pacientes pediátricos durante el periodo 2005-2009*. Tesis de especialidad, Facultad de Medicina, UNAM. México, D. F.
- WHO. (2016). *Classifications of Diseases*. Obtenido de World Health Organization: <http://www.who.int/classifications/icd/en/#>
- Wichman, J., Ketzel, M., Ellermann, T., & Loft, S. (2012). Apparent Temperature and acute myocardial infarction hospital admissions in Copenhagen, Denmark: a case-crossover study. *Environmental Health*. 11:19, 1-12.