

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTER-ANUAL EN EL
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, DE 1972 A
2012.**



EVELIN DEEDEE SUMALÉ ARENAS

GUATEMALA, CHIQUIMULA, MAYO DEL 2016.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTER-ANUAL EN EL
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, DE 1972 A
2012.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

EVELIN DEEDEE SUMALÉ ARENAS

Al conferírsele el título de

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de

LICENCIADA

GUATEMALA, CHIQUIMULA, MAYO DEL 2016.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	MSc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	MSc. José Ramiro García Álvarez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	MSc. José Ramiro García Álvarez
Secretaria:	MA. Sandra Jeannette Prado Díaz
Vocal:	MSc. Fredy Samuel Coronado López

TERNA EVALUADORA

MSc. David Horacio Estrada Jeréz
MA. Hugo David Cordón y Cordón
Ing. Civil Edwin Adalberto Lemus Pazos

Chiquimula, mayo de 2016

Señores:
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad Chiquimula

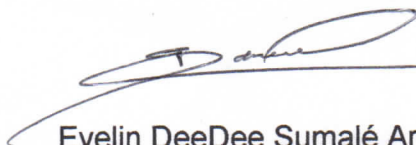
Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTER-ANUAL EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, AÑO 1972 A 2012”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero en Gestión Ambiental, con el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Evelin DeeDee Sumalé Arenas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL



REF- JRGA-GAL-01-2016
Chiquimula, Mayo de 2016.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable Licenciado Galdámez:

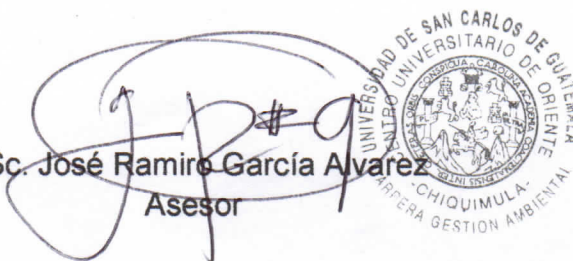
En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación de la Carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar a la estudiante **Evelin Deedee Sumale Arenas** en el trabajo de investigación denominado **“DETERMINACION DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA INTER-ANUAL EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, DE 1972 A 2012”**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciada.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MSc. José Ramiro García Álvarez
Asesor



cc. Archivo

D-TG-IGAL-036/2016

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **EVELIN DEEDEE SUMALÉ ARENAS** titulado **"DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA INTER-ANUAL EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, DE 1972 A 2012"**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, previo a obtener el título de **Ingeniera en Gestión Ambiental Local** en el grado académico de Licenciada.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintitrés de mayo de dos mil dieciséis.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



ACTO QUE DEDICO

A Dios

Por permitirme la vida y ser mi guía, por su inmensa misericordia y la oportunidad de cumplir esta meta, pues sin Él no la hubiese logrado.

A mis padres

Ramiro Sumalé Monroy y Marlen Arenas Peña por su amor, paciencia e incondicional apoyo en todo momento. Los amo mucho.

A mi hermanita

Dennise, por llenarme de alegrías por motivarme a seguir mis sueños, pues soy tu ejemplo a seguir. Te amo.

A mi cuñada y sobrina

Juli y Jaris Sumalé Alonzo por su cariño y por tantos buenos momentos.

A mis abuelos

Papa Checha, quién me ha cuidado como un padre y ha sido mi mayor ejemplo de bondad, generosidad y ternura. Mama Chila y abuelita Juana (Q.E.P.D.) por sus cuidados y amor compartidos en vida.

A mis amigos (as)

Hania López Chávez, Ana Torres, Georgi Menéndez, Andrea Casasola, Iván Reyes, Edgar España, Rodolfo Martínez y Lester Landaverry por su valiosa amistad.

A una persona especial

Por su amor y apoyo durante estos años compartiendo vivencias únicas. Gracias por estar a mi lado en todo momento, motivarme y llenarme de alegrías.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

**Al Centro Universitario
de Oriente –CUNORI-**

Por haberme abierto las puertas del centro e inculcar en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.

**A la carrera de Ingeniería
en Gestión Ambiental**

Por permitirme estudiar en sus privilegiadas aulas y darme las herramientas y conocimientos en mi vida profesional.

A mis catedráticos

Por transmitirme sus conocimientos y enseñanzas no sólo de cátedra, sino de vida, lo cual ha ayudado en mi crecimiento tanto profesional como personal.

A mis compañeros (as)

Por su apoyo y por los momentos compartidos a lo largo de nuestra formación académica.

A mis asesores

MSc. Ramiro García Alvarez y MSc. Ricardo Suchini por su disposición, paciencia y motivación en el proceso, su guía y ayuda ha sido fundamental para la elaboración de este trabajo.

Al Lic. Luis Vásquez

Por su disposición y orientación brindada desde el primer momento en el análisis estadístico.

A mis evaluadores

MSc. Horacio Estrada, Ing. Edwin Lemus y M.A. Hugo Cordón por sus aportes y sugerencias que enriquecieron el contenido del documento.

A los presentes

Por su tan importante compañía en este momento de tan anhelado triunfo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvi
INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. JUSTIFICACIÓN	6
5. OBJETIVOS	8
5.1 Objetivo general	8
5.2 Objetivos específicos	8
6. MARCO TEÓRICO	9
6.1 Meteorología	9
6.2 Climatología	9
6.3 Clima	9
6.4 Factores del clima	10
6.5 Elementos climáticos	10
6.5.1 Precipitación pluvial	10
6.5.2 Temperatura	14
6.5.3 Humedad relativa	15
6.5.4 Velocidad del viento	15
6.5.5 Dirección del viento	16
6.5.6 Evaporación	17
6.5.7 Heliofanía	17
6.5.8 Radiación solar	18
6.5.9 Presión atmosférica	18
6.5.10 Nubosidad	19

Contenido	Página
6.6 Estación meteorológica	19
6.7 El clima en Guatemala	19
6.8 Cambio climático	21
6.9 El cambio climático y los recursos hídricos	22
6.10 Variabilidad climática	22
6.10.1 Estacional	23
6.10.2 Interanual	24
6.10.3 Interdecadal	24
6.11 Fenómenos climáticos extremos	24
6.11.1 Inundaciones	24
6.11.2 Sequías	25
6.11.3 Fenómenos de El Niño y La Niña	25
6.11.4 Escenarios observados en Guatemala durante fenómenos de El Niño y La Niña.	26
6.12 Ciclo hidrológico	26
6.13 Calentamiento global	26
7. MARCO REFERENCIAL	28
7.1 Ubicación del área de estudio	28
7.2 Vías de acceso	29
7.3 Extensión territorial	30
7.4 Características biofísicas del área de estudio	30
7.4.1 Clima	30
7.4.2 Zonas de Vida	30
7.4.3 Recursos naturales	30
7.4.4 Hidrología	31
7.4.5 Flora	33
7.4.6 Fauna	34
7.5 Investigaciones relacionadas con el tema de estudio	35
8. MARCO METODOLÓGICO	37
8.1 Selección y recopilación de datos climáticos en el municipio de Esquipulas.	37

Contenido	Página
8.2 Análisis y Control de calidad	38
8.3 Análisis de los factores climáticos	40
8.4 Cálculo del balance hídrico climático	41
8.5 Climograma	42
8.6 Análisis e interpretación de los resultados	43
8.7 Período de estudio.	43
8.8 Tendencia de las variables	43
8.9 Análisis de anomalía	43
8.10 Recopilación de fenómenos atmosféricos asociados a la variabilidad climática	44
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
9.1 Análisis y control de calidad de los datos de las variables climáticas	45
9.2 Análisis de factores climáticos	45
9.2.1 Análisis univariado de las variables climáticas	45
9.2.2 Análisis pareado de las variables climáticas	50
9.2.3 Análisis multivariado de las variables climáticas	53
9.3 Balance hídrico climático	55
9.4 Climogramas del municipio de Esquipulas.	57
9.5 Análisis de las variables climáticas, temperatura, precipitación, heliofanía y nubosidad.	64
9.5.1 Análisis de la variable precipitación pluvial.	64
9.5.2 Análisis de la variable temperatura.	74
9.5.3 Análisis de la variable heliofanía.	115
9.5.4 Análisis de la variable nubosidad.	121
9.6 Recopilación de fenómenos atmosféricos asociados a la variabilidad climática	127
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXOS	139

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Clasificación de los vientos según la escala de Beaufort	16
2	Coordenadas geográficas del cuadrante dentro del cual se localiza la cuenca del Río Atulapa.	32
3	Prueba de t de Student de las variables climáticas de 1972 a 2012, del municipio de Esquipulas.	52
4	Análisis multivariado de las variables climáticas de la estación meteorológica INSIVUMEH del municipio de Esquipulas.	54
5	Balance hídrico climático de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	56
6	Temperatura media mensual (grados centígrados) del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	58
7	Precipitación total mensual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	63
8	Precipitación total mensual y temperatura media mensual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	62
9	Precipitación total anual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	65
10	Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	67

11	Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	68
12	Anomalías de precipitación pluvial del año 1972 al 2012 del municipio de Esquipulas.	72
13	Anomalías de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	74
14	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio anuales de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	75
15	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de enero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	77
16	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de febrero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	79
17	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de marzo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	81
18	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	83
19	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de mayo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	85
20	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de junio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	87

Cuadro		Página
21	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de julio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	89
22	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de agosto de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	91
23	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de septiembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	93
24	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de octubre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	95
25	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de noviembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	97
26	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de diciembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	99
27	Temperatura máxima promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	101
28	Temperatura mínima promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	103
29	Temperatura media promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	105
30	Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	107

Cuadro		Página
31	Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	109
32	Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	110
33	Anomalías de la temperatura mínima de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	112
34	Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	113
35	Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	115
36	Heliofanía promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	116
37	Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	119
38	Nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	120
39	Anomalías de la nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	122
40	Nubosidad anual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	125

Cuadro**Página**

41	Registro histórico del fenómeno ENSO en Guatemala durante el período de los años de 1972 al 2012.	127
42	Registro de huracanes en Guatemala durante el período de los años de 1972 al 2012.	130

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Contenido	Página
1	Análisis univariado de la temperatura máxima de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	46
2	Análisis univariado de la temperatura mínima de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	46
3	Análisis univariado de la temperatura media, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	46
4	Análisis univariado de la precipitación pluvial, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas	47
5	Análisis univariado de la humedad relativa, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	47
6	Análisis univariado de la evaporación, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	47
7	Análisis univariado de la heliofanía, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	48
8	Análisis univariado de la radiación solar, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	48
9	Análisis univariado de la dirección del viento, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	49

Gráfica		Página
10	Análisis univariado de la velocidad del viento, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	49
11	Análisis univariado de la nubosidad, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	49
12	Análisis univariado de la presión atmosférica, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.	50
13	Balance hídrico climático de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	57
14	Climograma del período de 1972 a 1981 del municipio de Esquipulas.	59
15	Climograma del período de 1982 a 1991 del municipio de Esquipulas.	60
16	Climograma del período de 1992 a 2001 del municipio de Esquipulas.	61
17	Climograma del período de 2002 a 2012 del municipio de Esquipulas.	62
18	Climograma del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	63
19	Precipitación pluvial y tendencia durante el período de 1972 a 2012 en el municipio de Esquipulas.	66

20	Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	68
21	Días de precipitación pluvial de la década de 1972 a 1981 del municipio de Esquipulas.	69
22	Días de precipitación pluvial de la década de 1982 a 1991 del municipio de Esquipulas.	70
23	Días de precipitación pluvial de la década de 1992 al 2001 en el municipio de Esquipulas.	70
24	Días de precipitación pluvial de la década de 2002 al 2012 del municipio de Esquipulas.	71
25	Anomalías de la precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	73
26	Anomalías de la precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	74
27	Temperatura mínima, máxima y media de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	76
28	Temperatura mínima, media y máxima promedio del mes de enero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	78
29	Temperatura mínima, media y máxima promedio del mes de febrero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	80

Gráfica		Página
30	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de marzo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	82
31	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	84
32	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de mayo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	86
33	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de junio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	88
34	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de julio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	90
35	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de agosto de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	92
36	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de septiembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	94
37	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de octubre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	96
38	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de noviembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	98
39	Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de diciembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	100

Gráfica	Página
40	Temperatura máxima promedio anual y su tendencia de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 102
41	Temperatura mínima promedio anual y su tendencia de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 104
42	Temperatura media promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 106
43	Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 108
44	Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas. 109
45	Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 111
46	Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas. 112
47	Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 114
48	Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas. 115
49	Heliofanía promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas. 117

Gráfica		Página
50	Tendencia de la variable heliofanía anual promedio histórica de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	118
51	Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	120
52	Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	121
53	Nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	123
54	Tendencia de la nubosidad anual promedio histórica de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	124
55	Anomalías de la nubosidad anual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.	126
56	Nubosidad anual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Ubicación y referencia de la estación meteorológica del INSIVUMEH de Esquipulas, Chiquimula.	29
2	Mapa de ubicación general de la cuenca Atulapa.	33
3	Climograma de temperatura y precipitación	43

RESUMEN

La disponibilidad de información climática de calidad es importante para el desarrollo de investigación en distintas disciplinas como la Hidrología, Agronomía, Climatología y Ecología. El trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la variabilidad climática de los elementos climáticos disponibles: precipitación pluvial, temperaturas, humedad relativa, evaporación, vientos, radiación solar, presión atmosférica, heliofanía y nubosidad en la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, donde se analiza e interrelaciona las diferentes variables climáticas. El análisis de las variables se realizó a través de la base de datos producto de registros en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, durante el período de 1972 a 2012, los cuales fueron proporcionados por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala INSIVUMEH.

Para realizar el presente estudio se desarrolló la siguiente metodología: inicialmente se realizó la selección y recopilación de datos climáticos; posteriormente se hizo un análisis y control de calidad de los datos; luego se procesó la información para hacer un análisis de los factores climáticos; donde se realizó el análisis univariado; análisis pareado; análisis multivariado; así mismo, se realizó el cálculo del balance hídrico climático; desarrollo de climogramas; análisis de anomalías y análisis de tendencia de las variables y el análisis e interpretación de los resultados.

De acuerdo a los resultados obtenidos, inicialmente se seleccionaron las variables climáticas disponibles, se realizó un análisis de control y calidad de los datos seleccionados, donde se eliminaron los valores extremos y faltante de los registros. Para el análisis de los factores climáticos se realizó un análisis univariado, donde se calculó las medias mensuales y anuales, se evaluó la distribución de cada variable respecto a la media, donde la variable humedad relativa, radiación solar, dirección y velocidad del viento y presión atmosférica presentaron una distribución alta respecto al promedio. En el análisis pareado se evaluó el comportamiento de cada variable climática a través del tiempo con el objeto de detectar la existencia de diferencias significativas, donde se

pueden observar que las variables temperatura máxima, precipitación pluvial, heliofanía y nubosidad sí presentan diferencias significativas al comparar los resultados por década. Durante la realización del análisis multivariado se puede observar que la correlación de las variables temperatura y humedad relativa, y la correlación de las variables heliofanía y evaporación presenta una correlación media de 0.61 y 0.51, respectivamente. Para el cálculo del balance hídrico climático del período de 1972 a 2012, se determinó que el 12% de los años del período de estudio presentaron déficit de humedad y el 88% presentó un superávit de humedad. Así mismo, se elaboró climogramas para el municipio de Esquipulas, el déficit de humedad ha tenido una duración de seis meses comprendidos de noviembre a abril. Donde se observa durante el período de estudio, el mes con mayores precipitaciones era junio, y actualmente es septiembre durante las últimas dos décadas.

Con el análisis de tendencia se estimó un incremento en la precipitación promedio anual en el 54% de los años del período analizado; es decir, un 2.5% de aumento en el régimen pluviométrico que equivale a 67 mm. Así mismo, un incremento de la temperatura media durante el período de estudio de un 2.5% (0.45°C), en donde se observa hasta una oscilación térmica de 1.02°C durante los 41 años. En la variable heliofanía se observa una tendencia a la disminución de los promedios anuales en un 36% de los años, por lo tanto, una disminución de horas luz de 0.11 (horas de brillo solar). El análisis de tendencia de la variable nubosidad indica un ligero incremento en un 7% (0.02 oktas).

Los incrementos de temperatura y las modificaciones en los patrones de precipitación, propician el desarrollo y la alteración de los ciclos de vida. De acuerdo a los climogramas elaborados de la década de 1992 a 2001, el déficit de humedad se concentró en los meses de diciembre a marzo y en la década de 1972 a 1981, 1982 a 1991 y 2002 a 2012 el déficit de humedad ha tenido una duración de seis meses comprendidos en el mes de noviembre a abril. En la época lluviosa se observó que en las primeras dos décadas el mes de junio fue el mes con mayores precipitaciones, en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre han incrementado las precipitaciones

en las últimas tres décadas; así mismo, se observó que el mes de septiembre ha sido el mes con mayores precipitaciones en las últimas dos décadas.

Las precipitaciones han aumentado, pero también se han incrementado las temperaturas y se han distanciado en cada una de las décadas, provocando una temperatura ambiente más cálida por más tiempo, dando como resultado cambios en las condiciones climáticas generales.

La importancia de este estudio radica en considerar las tendencias en las variables climáticas de las últimas cuatro décadas y a través de esto, obtener información para generar un atlas climatológico sobre la situación actual que se presenta en el mismo. De esta manera se presenta información puntual que puede ser considerada por la población que abarca esta región, por lo que es recomendable realizar estudios relacionados con los efectos que causan la variabilidad climática en el municipio de Esquipulas; también, desarrollar estudios de la determinación de la variabilidad climática en otras estaciones de la región Ch'orti' para generar y enriquecer de información necesaria en este sector.

INTRODUCCIÓN

Es claro que algunos países y sectores sociales son más sensibles o vulnerables que otros a los riesgos planteados por el cambio climático. El cambio climático afecta la zona de Centroamérica de maneras muy extremas y poco usuales, según Aguilar et al. (2005) confirma que la región en la que se encuentra Guatemala ha incrementado su temperatura en las últimas décadas y que los extremos de temperatura han aumentado su frecuencia. Esta región está bajo influencia de masas de aire marítimo, las variaciones locales y estacionales del régimen pluviométrico son altas y algo de la variabilidad puede ser atribuida a variaciones estacionales de vientos de menor intensidad, asociadas a las dinámicas atmosféricas de Centroamérica y su interacción con la topografía local. Guatemala está ubicada en una zona geográfica de alto riesgo y vulnerabilidad a los efectos de fenómenos naturales de tipo geológico y climático-atmosférico, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011. Estos fenómenos son una amenaza a la vida, salud humana, a la pérdida de los medios de subsistencia, daños a la infraestructura básica y medios de producción. Al mismo tiempo afectan la calidad de vida de los habitantes de estas áreas vulnerables que agravan las condiciones socioeconómicas de la población.

En Guatemala existen informes que analizan los altos niveles de riesgo ante un clima cambiante e inestable. Esto es particularmente relevante para segmentos sociales extremadamente expuestos, los cuales dependen para su subsistencia de actividades y recursos que, a su vez, son directamente dependientes del clima, según Gómez RC, 2014.

El objetivo de la investigación fue determinar la variabilidad climática en el municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula, mediante un análisis estadístico de datos históricos a partir de 1972 al 2012, donde los resultados obtenidos demuestran que existen diferencias estadísticas significativas para las variables precipitación, temperatura, nubosidad y heliofanía, el resto de variables no presentaron diferencias significativas. Con las variables que presentaron diferencias significativas se realizó un análisis de anomalías, donde se puede observar que durante el período en estudio, se

determinó el 12% de los años presentaron déficit de humedad. También, se elaboró climogramas para el municipio de Esquipulas el déficit de humedad ha tenido una duración de seis meses comprendidos de noviembre a abril. Donde se observa durante el período de estudio, el mes con mayores precipitaciones era junio y actualmente es septiembre en las últimas dos décadas.

En el análisis de tendencia se estimó un incremento en la precipitación promedio anual, en el 54% de los años del período analizado, es decir, un 2.5% de aumento en el régimen pluviométrico que equivale a 67mm. Así mismo, un incremento de la temperatura media durante el período de estudio de un 2.5% (0.45°C), en donde se observa hasta una oscilación térmica de 1.02°C durante 41 años. En la variable heliofanía se observa una tendencia a la disminución de los promedios anuales en un 36% de los años, y por ende disminución de horas luz de 0.11 (horas de brillo solar). El análisis de tendencia de la variable nubosidad indica un ligero incremento en un 7% (0.02 oktas)

Así mismo, se presenta las principales conclusiones obtenidas las cuales muestran que existe variabilidad en datos climáticos de la estación meteorología del municipio de Esquipulas, y las recomendaciones formuladas a partir de los resultados obtenidos.

El presente estudio se realizó durante el 2015, con datos climáticos de 41 años de 1972 a 2012, correspondiente a la estación meteorológica del INSIVUMEH del municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

2. ANTECEDENTES

La geografía del país tiene un efecto determinante sobre el clima de las regiones del país. La distancia al océano y las barreras montañosas, determinan la existencia de zonas de intensa precipitación en las laderas de las montañas donde la temperatura es generalmente templada. También definen zonas con menor precipitación en las áreas que se encuentran protegidas por importantes barreras montañosas y donde el clima es caliente. En el país, los cambios estacionales de precipitación y temperatura asociados principalmente con la recurrencia interanual de los eventos de los fenómenos de “El Niño” afecta el normal desarrollo de actividades en los sectores sociales, económicos y productivos, según Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, 2014.

Algunos estudios sobre la influencia de los océanos Atlántico y Pacífico en el comportamiento climático de la región han sido elaborados en el pasado por Alfaro, 2009. En ellos se ha demostrado que las variaciones del clima en América Central dependen de la estructura de la tropósfera sobre la región y que ésta se ve alterada por las condiciones de los océanos adyacentes y que cuando las anomalías de las temperaturas en ambos océanos son opuestas, especialmente las de las regiones del Niño y el Caribe, se producen condiciones secas o lluviosas.

Los primeros estudios sobre vulnerabilidad al cambio climático se hicieron en el marco de la primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático presentada en diciembre 2001. En este informe se concluyó que Guatemala es vulnerable tanto a la variabilidad climática como al cambio climático. Los sectores humanos más vulnerables en el país fueron la salud humana, los recursos forestales, la producción de granos básicos y los recursos hídricos. Luego de la conclusión a la que se llegó en la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático se acordó estudiar dos regiones del país; en la Cuenca del Río Naranjo (departamento de San Marcos), en donde se analizaron los problemas de exceso de agua (inundación) y en la Sub Cuenca del Río San José (departamento de Chiquimula), en donde se analizaron problemas de escasez de agua (sequía). Los estudios se enfocaron en los recursos hídricos, como hilo conductor, incluyendo la producción de granos básicos. Como producto de los diferentes estudios

y análisis realizados en Guatemala, se cuenta con los informes “Vulnerabilidad Actual y Síntesis de la Tormenta Stan”, “Vulnerabilidad Futura” y “Propuestas de Medidas y Estrategias de Adaptación al Cambio Climático”.

Se han documentado los impactos del huracán Mitch que afectó al país en 1998; las sequías que se produjeron en 2001, que condujeron a una hambruna en el oriente de Guatemala, asimismo, pérdidas de vidas humanas y daños a la producción agrícola y a la infraestructura que ocasionó la tormenta tropical Stan en el 2005.

Se ha evidenciado que, derivado de la alta variabilidad climática e incertidumbre asociada, los agricultores, una vez afectados durante un ciclo productivo, no son capaces de recuperar los niveles normales de producción anual de maíz de manera inmediata. En algunos casos, el daño en el tiempo es prolongado. Por ejemplo, desde el 2008 se manifestaron pérdidas moderadas (pre-Niño), en el 2009 con pérdidas mayores al 55% vinculadas a sequía (El Niño), en el 2010 pérdidas en promedio de 75% vinculadas a lluvias excesivas (La Niña); en el 2011 se presentó desabastecimiento y los precios más altos de granos básicos en la historia de Guatemala, derivados de las bajas cosechas obtenidas.

Durante el 2012 los agricultores del municipio de Esquipulas manifestaron una disminución significativa de ingresos económicos relacionada con la crisis de la roya del café, plagas y enfermedades según ANACAFÉ, 2010.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de este panorama poco halagador y basados en recientes eventos asociados con el cambio climático global, resulta trascendente demostrar primordialmente si existe variabilidad climática en el municipio de Esquipulas. La variabilidad climática entendida como la variación de las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima, como fenómenos externos que puedan afectarlo a cualquier escala de tiempo y espacio. La variabilidad puede deberse a procesos que se desarrollan naturalmente dentro del sistema climático, o en los procesos por causas antropogénicas.

La información disponible sobre los efectos que puedan generar la variabilidad climática en regiones como las del municipio de Esquipulas, donde regularmente las condiciones de precipitación y temperatura han sido relativamente favorables, tanto para los ecosistemas naturales como artificiales no es amplia, además no se cuentan con esquemas claros.

Si bien los huracanes son un fenómeno considerado como peligroso y dañino para los modos de vida de los campesinos, hay otro fenómeno natural que los preocupa y afecta también: las sequías. Por ello, es importante estimar los meses secos y realizar una evaluación cuantitativa de la sequía meteorológica en la zona a partir del análisis de la variabilidad interanual de las lluvias, aspecto no abordado hasta el momento, pese a su impacto en las vidas y actividades productivas de los campesinos del municipio de Esquipulas, Chiquimula. Vale la pena señalar que se ha abordado ya el tema de las sequías en la zona a través de sus efectos en la agricultura, pero no se ha evaluado cuantitativamente la sequía meteorológica.

4. JUSTIFICACIÓN

Existe el análisis sobre la variabilidad climática en Guatemala; sin embargo, este estudio es específicamente realizado para la región semiárida del país. Los estudios de vulnerabilidad y adaptación se orientan hacia la evaluación de cómo la variabilidad climática y estos cambios en el clima pueden afectar a la población, a los recursos naturales y al ambiente en general. La adaptación representa las opciones de política, de tecnología y prácticas a utilizar como herramientas para afrontarlos y/o minimizar los impactos negativos. La importancia de analizar una sola región, radica en la posibilidad de presentar opciones de adaptación viables para esa población.

Los estudios muestran que Guatemala está expuesta, a diversas condiciones de vulnerabilidad ambiental dada su posición geográfica entre dos océanos, expuesta constantemente a fenómenos naturales como huracanes y tormentas tropicales, producto de cambios anormales en la temperatura de los océanos y por ello es importante entrar en detalle en áreas específicas del país y determinar la variabilidad que existe, ya que es importante para el desarrollo de investigación en distintas disciplinas como la hidrología, agronomía, climatología y ecología.

Por su importancia para la vida humana, el clima necesita ser monitoreado con la finalidad de observar y analizar sus cambios, para sustentar los ajustes a la planificación del desarrollo y de las actividades productivas; especialmente la agricultura (producción de alimentos). También, es importante para la prevención de desastres, la salud pública, el mantenimiento de los ecosistemas y sus servicios ambientales, entre otros motivos.

En Esquipulas, durante la época seca se requiere de determinado volumen de recurso hídrico para el desarrollo de diversas acciones asociadas con los cultivos, mantenimiento de áreas verdes y diversas actividades que se desarrollan a lo interno del municipio. Estas actividades en mención se han visto afectadas principalmente durante la época seca por la disminución en el caudal de los cuerpos hídricos, que fluyen dentro y fuera del municipio, lo cual se ve asociado al atraso en el inicio de la

temporada de las lluvias y su dispersión, lo cual se podría interpretar como una variabilidad climática.

Se podría decir entonces, que resulta de importancia contar con un estudio para determinar la variabilidad climática en la región de Esquipulas, con el objeto de obtener la información necesaria y aplicarla en las distintas investigaciones que se requieran y así, poder desarrollar planes y estrategias de adaptación a las condiciones actuales.

Aspectos como la variabilidad de la circulación general de la atmósfera y en general de todos los procesos que se dan en ella, regulan las condiciones del estado del tiempo y guardan directa relación con el comportamiento de los diferentes fenómenos meteorológicos y de los elementos que intervienen en estos. Las variaciones que presentan los diferentes sistemas de la circulación atmosférica tropical, en el espacio y en el tiempo, se traduce en impactos de diferentes magnitudes en el estado del tiempo, particularmente, las variaciones climáticas repercuten a nivel de la escala sinóptica y pueden representar, en muchos casos, cortos períodos de lluvia. En la atmósfera tropical, caracterizada por un alto contenido de humedad y por una gran actividad convectivas, se pueden observar fenómenos de diferentes resoluciones espaciales y temporales. Todos estos sistemas, que unidos hacen parecer a la atmósfera como si respondiera a un comportamiento netamente caótico, requieren ser caracterizados, individualizados y comprendidos antes de formular y desarrolla cualquier tipo de estudio o aplicación que esté directa o indirectamente relacionado con la biota del lugar, en especial, si es dirigida a resolver necesidades o problemas derivados de la actividad antropogénica. Las obras civiles, la economía de una región, las costumbres de las personas, los ciclos agrícolas, la producción animal y de sus derivados, el manejo de recursos naturales, el comportamiento y características de la cobertura vegetal, y otros tantos aspectos que hacen parte de la cotidianidad, están fuertemente condicionados al comportamiento de la atmósfera a corto y a largo plazo. De allí la importancia de que los profesionales de las áreas ambientales conozcan las principales condicionantes del tiempo y del clima para definir satisfactoriamente el impacto de la atmósfera y su comportamiento en los diferentes estudios, planes, desarrollos, aplicaciones, obras y consultorías en los que tengan influencia.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar la variabilidad climática de los elementos climáticos de precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa, evaporación, viento, radiación solar, presión atmosférica, heliofanía y nubosidad en la estación meteorológica del INSIVUMEH, ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

5.2 Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de los elementos climáticos: precipitación pluvial, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, humedad relativa, nubosidad, velocidad del viento, dirección del viento, evaporación, evapotranspiración, presión atmosférica y heliofanía de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.
- Demostrar la variabilidad climática a partir de un análisis estadístico en cada uno de los elementos climáticos durante el período comprendido del año 1972 al 2012, de la meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Meteorología

La meteorología es la ciencia que se ocupa de los fenómenos que ocurren a corto plazo en las capas bajas de la atmósfera, es decir, donde se desarrolla la vida de plantas y animales.

La meteorología estudia los cambios atmosféricos que se producen a cada momento, utilizando parámetros como la temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica, el viento o las precipitaciones. El objetivo de la meteorología es predecir el tiempo en 24 o 48 horas y, en menor medida, elaborar un pronóstico del tiempo a medio plazo.

6.2 Climatología

Según Chávez, Flores, Torrez y Zamora (2015), la climatología es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo. Aunque utiliza los mismos parámetros que la meteorología, su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, sino estudiar las características climáticas a largo plazo. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) establece que para el análisis del clima de un lugar y sus cambios se requieren datos confiables de, por lo menos, un periodo de 30 años.

6.3 Clima

El clima es un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan las condiciones habituales de una zona. El clima, básicamente, es el resultado de la interacción de la energía solar y la atmósfera del planeta, que posibilita una gran variedad de climas, en diferentes regiones, de acuerdo a la interacción entre factores atmosféricos, biofísicos y geográficos. Los accidentes geográficos, como montañas y mares, influyen decisivamente en sus características, según el PNUD, 2009.

Los factores atmosféricos (valores meteorológicos) son: la temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitación pluvial; los factores biofísicos y geográficos son: latitud, altitud, la presencia de masas de agua, la distancia al mar, el calor, la cantidad y tamaño de los ríos y la presencia de vegetación. Los diferentes climas del mundo surgen de la combinación e interacción de estos factores.

El estudio del comportamiento climático a lo largo de la historia de nuestro planeta, siempre ha sido muy dinámico, oscilando repetidamente, en largos periodos de tiempo, desde momentos de calentamiento y momentos de glaciación, denominándose cambio climático. Los cambios en el clima que se suceden en periodos cortos se denominan variabilidad climática y puede ser más local.

Existe una diferenciación entre tiempo atmosférico y clima. Por tiempo se entiende las condiciones de temperatura, precipitación, vientos, humedad y presión atmosférica, en un determinado momento y en un determinado lugar; por ejemplo, a medio día, el tiempo no es el mismo que a las 6 de la mañana o a las 7 de la noche y, también cambia de acuerdo a las estaciones del año.

6.4 Factores del clima

Los factores del clima son aquellos que actuando conjuntamente definen las condiciones generales de una zona terrestre de extensión relativamente amplia: la situación de la región dentro de la circulación general atmosférica, factor de continentalidad, factor orográfico y efecto de la temperatura de las aguas marinas.

6.5 Elementos climáticos

Los elementos climáticos pueden definirse como toda propiedad o condición de la atmósfera, cuyo conjunto caracteriza el clima de un lugar a lo largo de un período de tiempo suficientemente representativo. Según la Asociación Nacional de Maestros de Ciencias de la Tierra (2012); a continuación, se describen los elementos climáticos:

6.5.1 Precipitación pluvial

Se llama precipitación pluvial al agua, ya sea en forma líquida o sólida que procedente de las nubes alcanza el suelo. Para que se formen las nubes es preciso que haya en la atmósfera una cierta cantidad de vapor de agua susceptible de ser condensado o congelado. Este vapor de agua procede fundamentalmente de la evaporación del agua del mar. Como el nivel del mar permanece constante, esto significa que las pérdidas por evaporación son compensadas por las aportaciones de la precipitación.

a) Tipos de precipitación

A continuación, se presentan los tipos de precipitación:

- **Llovizna:** es una precipitación procedente de las nubes bajas estratificadas o de la niebla. Está constituida por gotas diminutas cuyo diámetro apenas supera los 0,5 mm. A pesar de su pequeñez, las gotas de llovizna pueden ser extraordinariamente beneficiosas para el campo pues, aparte de no causar erosión, empapa el suelo muy efectivamente llegando a registrarse valores superiores a los 3 o 4 mm por hora.
- **Lluvia:** Es una precipitación líquida donde el tamaño de las gotas es superior a cinco milímetros. Procede de espesas nubes que cubren el cielo. Durante muchas horas cae la lluvia mansa y continúa impregnando el suelo. En casos extremos pueden registrarse hasta 25 milímetros por hora.
- **Chubascos:** Proceden de nubes convectivas de desarrollo vertical que a veces ocasionan tormentas. Las gotas son grandes o goterones. La precipitación es intensa, discontinua, ocasional y de vez en cuando. Si es torrencial puede provocar inundaciones que dañan gravemente a los cultivos. Otra característica peculiar de los chubascos es su alta variabilidad; los chubascos pueden ser de nieve si la temperatura es inferior a 0°C.
- **Granizo:** Cuando en las nubes tormentosas las gotas de agua son arrastradas hacia arriba por fuertes corrientes verticales se hielan aumentando de tamaño hasta que caen por gravedad. El granizo es ocasional y de muy irregular distribución. Una finca puede quedar arrasada por la granizada, mientras otra inmediatamente próxima en su vecindad quede indemne. Cuando las piedras son superiores a 2,5 cm de diámetro la precipitación se llama pedrisco llegando en ocasiones indeseables a superar el tamaño de huevos de gallina. El granizo está constituido por granos de hielo translúcido irregular, formado por un núcleo de granizo blanco recubierto por una capa de hielo. Cubren el suelo sin rebotar apenas y son de breve duración. Antes de iniciarse la pedrea se oye como un rumor sordo dentro de la nube

producida, según parece por la colisión de unos granizos con otros zarandeados violentamente por las corrientes dentro de la nube, engrosando de tamaño hasta que una violenta corriente descendente lo impulsa contra el suelo.

- **Nieve:** Es una precipitación de agua sólida cristalizada en forma de estrellas hexagonales y mezcladas a veces con cristales de hielo. Si la temperatura no es demasiado baja los cristales se sueldan formando copos de estructura esponjosa o porosa. Beneficia a todos pues constituye una reserva de agua que al fundirse al subir la temperatura favorecerá decisivamente el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, protege el cultivo de las bajas temperaturas, ejemplo de las estepas frías en las que, nacido el trigo, pasa el invierno a 0° bajo la nieve; no resistiría la temperatura ambiente.
- **Cristales de hielo:** Caen en invierno desde nubes formadas en masas de aire continental. Cristales diminutos de hielo, ligeros, volteen en el aire cuando brillan al sol y se hacen visibles, dan lugar a un resplandor de la luz difusa formando un halo de suaves colores pálidos que rodea al sol y a la luna.
- **Granos de hielo o cellisca:** Estos granos tiene un diámetro entre 1 y 4mm. Son bastante transparentes y rebotan contra el suelo. Se forma cuando la nieve se funde al pasar en su caída por una capa de la atmósfera donde la temperatura es positiva, transformándose en agua líquida. Pero al seguir cayendo, pasan por otra capa de la atmósfera donde la temperatura es negativa y se hielan formando así los granos de hielo.
- **Virgas:** a veces las nubes convectivas son muy calientes y la precipitación que ocasionan se evapora antes de llegar al suelo. Debajo de la nube se aprecian rayas, líneas o estrechas bandas verticales que constituyen las llamadas virgas de precipitación.

b) Intensidad de la precipitación

Es un hecho experimental que en general cuanto mayor es la intensidad de la lluvia, menos durable es. Las lluvias torrenciales caen sobre áreas relativamente pequeñas y en general, vienen acompañadas por vientos fuertes y racheados que afectan a la vegetación laceando los cultivos y arrancando ramas de los árboles.

En cuanto a las lluvias torrenciales se sabe que son altamente perjudiciales. Al aumentar la escorrentía no penetran en el suelo. Desmenuzan el suelo y favorecen la formación de costras. Arrancan y arrastran las plantas y aumentan la erosión del terreno.

c) Medida de la precipitación

Las mediciones son muy simples, se determina la altura de la capa de agua o su equivalente, que debería acumularse sobre un suelo horizontal si toda la precipitación permaneciera donde cae, es decir sin evaporarse ni filtrarse.

La altura se mide en milímetros. Una capa de agua de 1mm de altura y 1m² de base, tiene un volumen de $1 \times 0.001 = 0.001 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ litro}$. En otras palabras, 1 mm equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado.

d) Precipitación sobre un área

La precipitación media sobre un área específica puede hallarse mediante el método de la media aritmética.

- **Método de la media aritmética**

Consiste simplemente en promediar aritméticamente las cantidades registradas por los pluviómetros situados dentro del área operativa. El procedimiento es adecuado y aceptable siempre que los pluviómetros estén distribuidos uniformemente y si las medidas de cada uno de ellos no se separan demasiado de la media, e incluso el método es bueno en zonas montañosas. Si los equipos no están colocados regularmente este procedimiento puede dar lugar a grandes errores, especialmente cuando una perturbación ciclónica del tipo “gota fría” atraviesa la zona.

6.5.2 Temperatura

La temperatura atmosférica es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. Aunque existen otras escalas para otros usos, la temperatura del aire se suele medir en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y, para ello, se usa un instrumento llamado termómetro.

La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares, el tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza del viento, la latitud, la altura sobre el nivel del mar y la proximidad de masas de agua.

a) Variación de la temperatura

La temperatura depende fundamentalmente de tres factores: altitud, longitud y latitud. De la altitud, debido a que la inclinación de los rayos solares aumenta con ella, la temperatura disminuye desde el Ecuador a los Polos.

De la longitud, pues, aunque la inclinación es la misma para todos los puntos de una misma latitud, la distribución de tierras y mares, las diferentes características del terreno y las corrientes oceánicas dan lugar a importantes variaciones. La amplitud de la oscilación diurna depende de la latitud, época del año, zonas marítimas o continentales, orografía y características climáticas locales.

b) Transferencia de calor

La transferencia de calor por turbulencia se verifica por remolinos diminutos, pequeños, medianos o grandes, que siempre producen mezcla; si una masa caliente está al lado de una fría, ambas se mezclan por turbulencia y los remolinos dan lugar a una masa templada.

c) Sensación térmica

Se llama sensación térmica a la reacción del cuerpo humano ante el conjunto de condiciones del ambiente que determinan el clima desde el punto de vista térmico.

Sin embargo, hay que distinguir entre temperatura y sensación térmica. Aunque el termómetro marque la misma temperatura, la sensación que percibimos depende de factores como la humedad del aire y la fuerza del viento. Por ejemplo, se puede estar a 15°C en un lugar soleado y sin viento; sin embargo, a esta misma temperatura a la sombra o con un viento de 80 km/h, se siente una sensación de frío intenso.

6.5.3 Humedad relativa

La humedad indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Depende, en parte, de la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío. La humedad relativa se expresa en forma de tanto por ciento (%) de agua en el aire. La humedad absoluta se refiere a la cantidad de vapor de agua presente en una unidad de volumen de aire y se expresa en gramos por centímetro cúbico. Para medir la humedad se utiliza un instrumento llamado hidrómetro. La saturación es el punto a partir del cual una cantidad de vapor de agua no puede seguir creciendo y mantenerse en estado gaseoso, sino que se convierte en líquido y se precipita.

6.5.4 Velocidad del viento

El viento es el flujo de gases a gran escala. En la Tierra, el viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en movimiento horizontal que va desde un centro de alta presión hasta uno de baja presión, su velocidad depende de la gradiente (la diferencia de presión entre un punto y otro). Se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón. El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas.

La velocidad del viento se mide regularmente en kilómetros por hora y mediante la escala Beaufort: es una guía para clasificar la intensidad de los vientos. Esta es una

escala numérica utilizada en meteorología que describe la velocidad del viento, asignándole números que van del 0 (calma) al 12 (huracán). Esta escala se divide en varios tramos según sus efectos o daños causados.

En el cuadro 1, se presenta la escala de clasificación de vientos de Beaufort.

Cuadro 1. Clasificación de los vientos según la escala de Beaufort.

Escala de Beaufort	Descripción internacional	Efectos observados	Velocidad del viento (km/hr)
0	Calmo	El humo se eleva en vertical.	0 a 1,9
1	Brisa suave	El viento inclina el humo, no mueve banderas ni la veleta.	1,9 a 7,3
2	Brisa suave	Se nota el viento en la cara, las hojas se agitan, la veleta se mueve.	7,4 a 12
3	Brisa moderada	El viento agita las hojas y extiende las banderas.	13 a 19
4	Brisa moderada	El viento levanta polvo y papeles.	20 a 30
5	Brisa fresca	Los arbustos con hojas se balancean, el viento forma olas en los lagos.	31 a 40
6	Ventarrones	El viento agita las ramas de los árboles, silban los cables, el uso del paraguas se hace difícil.	41 a 51
7	Brisa fresca	Los árboles enteros se agitan, el viento estorba la marcha de un peatón.	52 a 62
8	Ventarrón	El viento arranca ramas pequeñas, imposible la marcha con el viento.	63 a 75
9	Ventarrón	El viento arranca chimeneas y tejas.	76 a 88
10	Ventarrón constante	Árboles arrancados, grandes estragos.	89 a 103
11	Tormenta	Devastaciones extensas.	104 a 118
12	Huracán	Huracán catastrófico.	119 y más

Fuente: SC Rumtor.Invertia SRL, 2000.

6.5.5 Dirección del viento

La dirección del viento se define como la orientación del vector del viento en la horizontal. Para propósitos meteorológicos, la dirección del viento se define como la dirección desde la cual sopla el viento y se mide en grados en la dirección de las agujas del reloj a partir del norte verdadero con un instrumento llamado veleta.

Las direcciones del viento se dan en el Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (W), o en grados de acimut del Norte (0-360 °). Por ejemplo, un viento del Oeste sopla del Oeste, a 270° del Norte.

0° = Norte (viento Norte)

45° = Noreste (viento Noreste)

90° = Leste (viento Leste)

135° = Sudeste (viento Sudeste)

180° = Sur (viento Sur)

225 ° = Suroeste (viento Suroeste)

270 ° = Oeste (viento Oeste)

315° = Noroeste (viento Noroeste)

360° = Norte

6.5.6 Evaporación

La evaporación es un proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido suficiente energía para vencer la tensión superficial. La evaporación es una parte esencial del ciclo del agua. La energía solar provoca la evaporación del agua de los océanos, lagos, humedad del suelo y otras fuentes de agua. En hidrología, la evaporación y la transpiración (que implica la evaporación dentro del estoma de la planta) reciben el nombre conjunto de evapotranspiración. La unidad que generalmente se emplea para evaluar la precipitación es el milímetro (mm) de altura de lámina de agua evaporada. Esta unidad se emplea con el objeto de homogeneizar las medidas de las magnitudes que intervienen en el ciclo hidrológico. Las equivalencias en el sistema métrico decimal no son las mismas que las del mm como unidad de medida de precipitación.

6.5.7 Heliofanía

La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la luz solar directa. La ocurrencia de nubosidad determina que la radiación recibida por el instrumento sea radiación solar difusa, interrumpiéndose el registro. Por

lo tanto, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de la misma no es suficiente para ser registrada. A pesar de lo expresado, la duración del brillo solar está muy relacionada con la radiación solar global incidente.

6.5.8 Radiación solar

La radiación solar es uno de los factores más importantes para el clima y el ambiente, debido a la radiación incidente en la superficie, activa los ciclos más importantes sobre la tierra, como el de agua, energía y carbono. Las mediciones de radiación solar son de primordial importancia, debido a que es altamente sensible a disturbios de tipo antropogénico y proveen información esencial para evaluar el cambio de clima. Inicialmente el instrumento para medir la radiación global incidente fue el instrumento llamado Piranógrafo, posteriormente fue remplazado por el sensor Pirómetro

6.5.9 Presión atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza que es ejercida en los objetos por el peso de la atmósfera encima de ellos. Mientras que no es común pensar en el gas como un peso sobre nada, de hecho, tiene masa. Debido a esto y el efecto de la gravedad sobre el gas, el aire encima y alrededor provoca un peso sobre uno. Cuando es medida, esta fuerza es referida como presión barométrica o atmosférica. La presión atmosférica estándar, o presión promedio alrededor del nivel del mar, es estimada en 101.325 kPa, lo cual es conocido como 1 atm o 1 atmósfera de presión.

La presión atmosférica es el peso de la masa de aire por cada unidad de superficie. Por este motivo, la presión suele ser mayor a nivel del mar que en las cumbres de las montañas, aunque no depende únicamente de la altitud. La presión normal a nivel del mar es de unos 1.013 milibares y disminuye progresivamente a medida que se asciende. Para medir la presión utilizamos el barómetro.

Las grandes diferencias de presión se pueden percibir con cierta facilidad. Con una presión alta nos sentimos más cansados, por ejemplo, en un bochornoso día de verano. Con una presión demasiado baja (por ejemplo, por encima de los 3.000 metros) nos sentimos más ligeros, pero también respiramos con mayor dificultad.

Las diferencias de presión atmosférica entre distintos puntos de la corteza terrestre hacen que el aire se desplace de un lugar a otro, originando los vientos. En los mapas del tiempo, los distintos puntos con presiones similares se unen formando unas líneas que llamamos isobaras.

6.5.10 Nubosidad

Los elementos tales como forma de nubes, cubierta de nubes, formas de precipitación, entre otros. Se indican con símbolos que intentan dar a entender el tipo de fenómeno al que se refieren. La cobertura nubosa es reportada por el observador meteorológico en octavos de cielo cubierto por nubes, por un número entre cero y nueve. El “0” indica cielo despejado, esto es sin una sola nube ni aún en el horizonte y el 9 indica que no se tiene información sobre el estado de nubes en el cielo, por ejemplo, en la noche o por obstrucción con humo. Cielo parcial nublado se reporta con valores entre uno y cuatro octavos de cielo con nubes, nublado se informa con valores entre cinco y siete octavos de cielo con nubes y cubierto es ocho octavos y es el caso en que no se ve un solo claro de cielo. Esta graduación es realizada por el observador normalmente solo haciendo una inspección visual del estado del cielo y estimando la cantidad de nubes en el momento de la observación. Un okta es una unidad de medida utilizada para describir la nubosidad. Recibe ese nombre, porque se mide con una malla de octavos.

6.6 Estación meteorológica

La estación meteorológica del municipio de Esquipulas es de tipo A, pues mide los parámetros de temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura máxima absoluta, temperatura mínima absoluta, precipitación pluvial, humedad relativa media, nubosidad, brillo solar, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, evaporación tanque (intemperie) y evaporación piche (sombra).

6.7 El clima en Guatemala

El clima de Guatemala adquiere características particulares por la posición geográfica y topografía del país, variando extremadamente por su relieve y los regímenes de vientos húmedos que provienen de mar Caribe (vientos alisios) y del océano Pacífico. La ubicación tropical de Guatemala no permite que se marquen con precisión cuatro estaciones en el año, como en los países situados al norte o al sur de la línea del

ecuador. Según el MARN (2009), las estaciones se reducen a dos: la lluviosa, a la que se le denomina invierno (de mayo a octubre) y la seca, a la que se conoce como verano (de noviembre a abril).

Regiones climáticas de Guatemala

Como lo dice el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología de Guatemala, el clima es producto de los factores astronómico, geográfico y meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país. Climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thornthwaite.

a) Planicies del norte

Comprende las planicies de Petén y la región norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 msnm, con registros de temperatura que varían entre los 20 y 30°C, según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología de Guatemala (2001).

b) Franja transversal del norte

Las elevaciones oscilan entre los 300 hasta los 1,400 msnm y se encuentra definida por la ladera de la Sierra de Los Cuchumatanes, Chamá y La Sierra de Las Minas; el norte de los departamentos de Huehuetenango, el Quiché, Alta Verapaz y la cuenca del río Polochic. Es una región muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre, por lo que los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la elevación, según el INSIVUMEH, 2001.

c) Meseta y altiplanos

Esta región comprende la mayor parte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala y algunas regiones de Jalapa y las Verapaces. Las montañas de la región varían en elevaciones mayores o iguales a 1,400 msnm, generando diversidad de microclimas.

Esta región se encuentra densamente poblada, por lo que la presencia humana es un factor de variación apreciable, según el INSIVUMEH, 2001.

d) Bocacosta

Región angosta que transversalmente comprende los departamentos de San Marcos y Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la Sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del Pacífico. Sus valles comprenden elevaciones que oscilan entre los 300 a 1,400 msnm. Las lluvias alcanzan los niveles más altos del país con máximos pluviométricos de junio a septiembre, INSIVUMEH, 2001.

e) Planicie costera del Pacífico

Se extiende desde el departamento de San Marcos hasta Jutiapa con elevaciones de 0 a 300 msnm. Se caracteriza por ser un área con invierno seco.

f) Zona oriental

Comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y áreas de los departamentos de El Progreso, Jalapa, Jutiapa y Chiquimula. El factor condicionante es el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras de Chuacús y de Las Minas a lo largo de la cuenca del río Motagua, las elevaciones son menores o iguales a 1,400 msnm, según el INSIVUMEH, 2001.

6.8 Cambio climático

El cambio climático, según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático – IPCC (2014), se refiere a un cambio sustantivo en los patrones y parámetros del clima como resultado de variaciones en factores naturales y la influencia humana, específicamente a través de la emisión de los gases de efecto invernadero, tales como dióxido de carbono y metano, el efecto de la isla de calor urbano, cambios en los patrones rurales de uso del suelo y la deforestación. Para la Convención de las NNUU sobre el cambio climático, este cambio se refiere solamente a los cambios inducidos por la intervención humana, sin tomar en cuenta los factores naturales, según Lavell, 2003.

6.9 El cambio climático y los recursos hídricos

Actualmente, a nivel global, enfrentamos una crisis de agua, según los expertos no se trata de una escasez de agua para satisfacer nuestras necesidades, sino, que se debe a una mala gestión, que implica prácticas deficientes e inequitativas, según Chávez, Flores, Torrez y Zamora (2015).

El cambio climático y la variabilidad climática constituyen una presión adicional especial, sobre la disponibilidad del agua, debido a que el calentamiento global afecta el equilibrio del ciclo hidrológico, según Chávez, Flores, Torrez y Zamora (2015).

El cambio climático afectará variables hidrológicas y de demanda de agua, debido a temperaturas más altas. También se espera que afecte la calidad del agua por el riesgo de salinización, según Chávez, Flores, Torrez y Zamora (2015).

Los principales efectos del aumento de la temperatura, en relación a los recursos hídricos son: el aumento en el nivel del mar, el derretimiento de las capas polares y glaciares andinos, la ocurrencia de eventos más extremos y desastres naturales (sequías, inundaciones, heladas), cambios en regímenes de precipitación (cambios en totales anuales, en estacionalidad, magnitud de cada evento, las secuencias de días húmedos y secos, entre otros, según Chávez, Flores, Torrez y Zamora (2015).

6.10 Variabilidad climática

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático IPCC (2014), define la variabilidad climática como “variaciones en el medio u otras estadísticas del clima (tales como la desviación estándar, estadísticas de los extremos, etc.) con referencia a toda escala temporal y territorial, más allá de eventos individuales del tiempo. La variabilidad puede relacionarse con eventos internos naturales del sistema clima (variabilidad interna) o variaciones en factores naturales o antropogénicos externos (variabilidad externa)”, según Lavell, 2003.

Se refiere a la variación de las condiciones climáticas medias y otras estadísticas del clima, como fenómenos externos que puedan afectarlo a cualquier escala de tiempo y

espacio. La variabilidad puede deberse a procesos que se desarrollan naturalmente dentro del sistema climático o en los procesos por causas antropogénicas.

El comportamiento esperado del clima puede verse afectado por señales de sistemas atmosféricos que inhiben o acentúan los patrones climáticos de una región. La variabilidad climática suele darse cíclicamente y depende de factores relacionados con la estacionalidad, ondas que se presentan varias veces al año y fenómenos que suceden aproximadamente cada cierto número de años. La variabilidad climática es esperada y una vez ocurre, el clima retorna a su condición normal; es decir, la variabilidad climática es una característica del clima, diferente al cambio climático, que una vez ocurre, difícilmente se retorna a las condiciones iniciales.

La variabilidad climática puede ser de varios tipos y depende básicamente de su ocurrencia en el tiempo:

6.10.1 Estacional

A esta fase corresponde la fluctuación del clima a escala mensual. La determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel. En latitudes medias, la secuencia de las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño es algo común para los habitantes de dichas regiones, en tanto que, en latitudes tropicales, lo frecuente es la alternancia de temporadas lluviosas y temporadas secas.

6.10.2 Intraestacionales

Existen evidencias que dentro de las estaciones se presentan perturbaciones que determinan las condiciones de tiempo durante decenas de días. La mayoría de las veces estas oscilaciones pasan desapercibidas porque su amplitud es pequeña, en comparación con las del ciclo anual. Dentro de las oscilaciones intraestacionales se destaca una señal de tipo ondulatorio, denominada de 30-60 días.

6.10.3 Interanual

A esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. Normalmente se percibe que la precipitación de la estación lluviosa en un determinado lugar no siempre es la misma de un año a otro, sino que fluctúa por encima o por debajo de lo normal. Ejemplos típicos de la variabilidad climática interanual corresponden a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo de El Niño, La Niña - Oscilación del Sur, ENSO y la Oscilación Cuasi bienal, la cual corresponde a una oscilación de largo plazo en la dirección del viento zonal de la baja y media estratosfera ecuatorial, con un período irregular que varía entre 20 y 35 meses; en cada lapso se alternan los vientos de componente Este con los del Oeste.

6.10.4 Interdecadal

En esta escala se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor por lo cual este tipo de variabilidad pasa desapercibida fácilmente.

6.11 Fenómenos climáticos extremos

El calentamiento global del planeta ocasiona, no sólo un aumento de la temperatura sino una mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos destacando entre ellos una mayor frecuencia e intensidad de las lluvias, tormentas e inundaciones en ciertas regiones, sequías más severas y duraderas en otras zonas y una agudización general de los trastornos climáticos relacionados con el fenómeno El Niño. Durante el último cuarto del siglo XX hubo una media de unas 120.000 muertes anuales achacables a catástrofes climáticas, la mayoría en África y Asia. Los datos son escalofriantes, pero aún es más preocupante escuchar las alertas de un empeoramiento progresivo de todo esto debido al calentamiento global, según Lavell, 2003.

6.11.1 Inundaciones

Se menciona que una de las situaciones climáticas más temidas por el hombre son las inundaciones. El cambio climático genera una mayor incidencia de tormentas intensas, precipitaciones torrenciales e inundaciones a nivel regional o local, según Lavell, 2003. Algunos otros autores definen las inundaciones como un aumento anormal en el nivel

de las aguas en el cauce de un río, causando desbordamientos que se extienden sobre las áreas adyacentes. Pueden clasificarse en dos tipos: inundación por crecidas repentinas provocadas por lluvias intensas o inundación por lluvias menos intensas pero continuas y de larga duración, según Lavell, 2003.

6.11.2 Sequías

Un aumento en la incidencia y duración de las sequías produce importantes consecuencias en la salud humana, pérdida de cosechas con problemas de malnutrición en países subdesarrollados, aumento de la incidencia de trastornos respiratorios de diversa índole, problemas derivados de la sequedad ocular, cuadros de deshidratación, contaminación de las aguas para el consumo humano e incluso desarrollo de brotes infecciosos. La intensificación de las sequías conduce a un mayor número de incendios forestales. Por un lado, el calentamiento global unido a una mayor frecuencia e intensidad de las sequías favorece la aparición de incendios. Por otra parte, la combustión de los bosques produce una enorme cantidad de CO₂ (el principal gas con efecto invernadero), según Lavell, 2003.

Por último, la destrucción de los grandes bosques por los incendios hace disminuir la capacidad natural de la biosfera para reconvertir el exceso de CO₂ atmosférico en oxígeno gracias a la fotosíntesis, un proceso químico que en este planeta sólo pueden realizar las especies vegetales. Conviene recordar aquí la severidad de algunos incendios forestales, que en ocasiones son capaces de producir un efecto calórico igual al de varias armas nucleares. Un apunte que invita a una seria reflexión es el escalofriante dato de un estudio que se llevó a cabo en Portugal: una superficie quemada de más de 100,000 hectáreas supone el 7% de las emisiones globales anuales de CO₂ de este país, según Lavell, 2003.

6.11.3 Fenómenos de El Niño y La Niña

El fenómeno de El Niño se caracteriza por temperaturas inusualmente calientes en el océano Pacífico Ecuatorial, comparado La Niña, que es caracterizado por temperaturas inusualmente frías en océano Pacífico Ecuatorial. La declaración de uno de estos eventos se da cuando el océano Pacífico Ecuatorial muestra un calentamiento o un

enfriamiento de 0.5 °C con respecto al promedio, durante al menos cinco meses consecutivos.

La variabilidad oceánica y atmosférica está acoplada entre sí, de tal manera que los cambios observados en las aguas oceánicas se reflejan en la atmósfera y viceversa, haciendo que la atmósfera modifique paulatinamente su comportamiento en varias partes del mundo.

6.11.4 Escenarios observados en Guatemala durante fenómenos de El Niño y La Niña

En Guatemala, el fenómeno de El Niño tiene implicaciones importantes en el clima. En un estudio realizado de El Niño 1997-1998 se reflejó que los regímenes de lluvia fueron afectados. Bajo eventos de El Niño se ha registrado disminución importante en los acumulados de lluvia al inicio de la época lluviosa, con implicaciones en menor disponibilidad de agua, incendios, entre otros, según SENAMHI, 2016.

En la mayoría de años en que se tiene presente el fenómeno de La Niña, la precipitación en Guatemala registra acumulados normales o arriba de lo normal. Durante algunos eventos como los fenómenos de 1995-1996 y 2000-2001 se han registrado durante los períodos febrero-marzo y abril-mayo, precipitaciones que van desde normales hacia arriba de lo normal en la mayor parte del territorio nacional.

6.12 Ciclo hidrológico

Se denomina al movimiento del agua en sus diferentes estados físicos, el agua que se encuentra en la superficie terrestre asciende a la atmósfera a través de la evapotranspiración, luego desciende primero, por medio de la precipitación pluvial dando lugar a la escorrentía superficial y a la infiltración en el suelo.

6.13 Calentamiento global

El calentamiento global es el aumento en la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. La estimación del calentamiento global se basa en teorías que predicen, a partir de proyecciones basadas en

simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas. El calentamiento global puede ser atribuido a influencias naturales (radiación solar y volcanes) o forzamientos antropogénicos (uso de combustibles fósiles, incendios forestales), según el MARN, 2001.

El calentamiento global permite referirse a dos cuestiones relacionadas: por un lado, se trata de un fenómeno observado en el promedio de la temperatura de las últimas décadas, que sube de manera sostenida; por otra parte, es una teoría que, a partir de distintas proyecciones, sostiene que la temperatura seguirá creciendo en el futuro a causa de la acción del hombre.

Pese a la popularidad que el tema ha cosechado en los últimos años, es importante realizar algunas distinciones. El calentamiento global suele asociarse al cambio climático, aunque éste último fenómeno (la variación del clima) siempre ha existido y es natural. De todas formas, en la actualidad suele conocerse como cambio climático al producido por la acción humana, que genera variaciones anómalas.

Por otra parte, el calentamiento global está asociado al efecto invernadero, que es un fenómeno por el cual ciertos gases que componen la atmósfera terrestre retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación del sol. El efecto invernadero funciona de la siguiente manera: la radiación solar atraviesa la atmósfera, rebota contra el suelo y debería volver a atravesar la atmósfera; sin embargo, los gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono y el metano) producen una capa de contaminación que impide que los rayos solares vuelvan a salir, produciendo un aumento de la temperatura en la Tierra.

7. MARCO REFERENCIAL

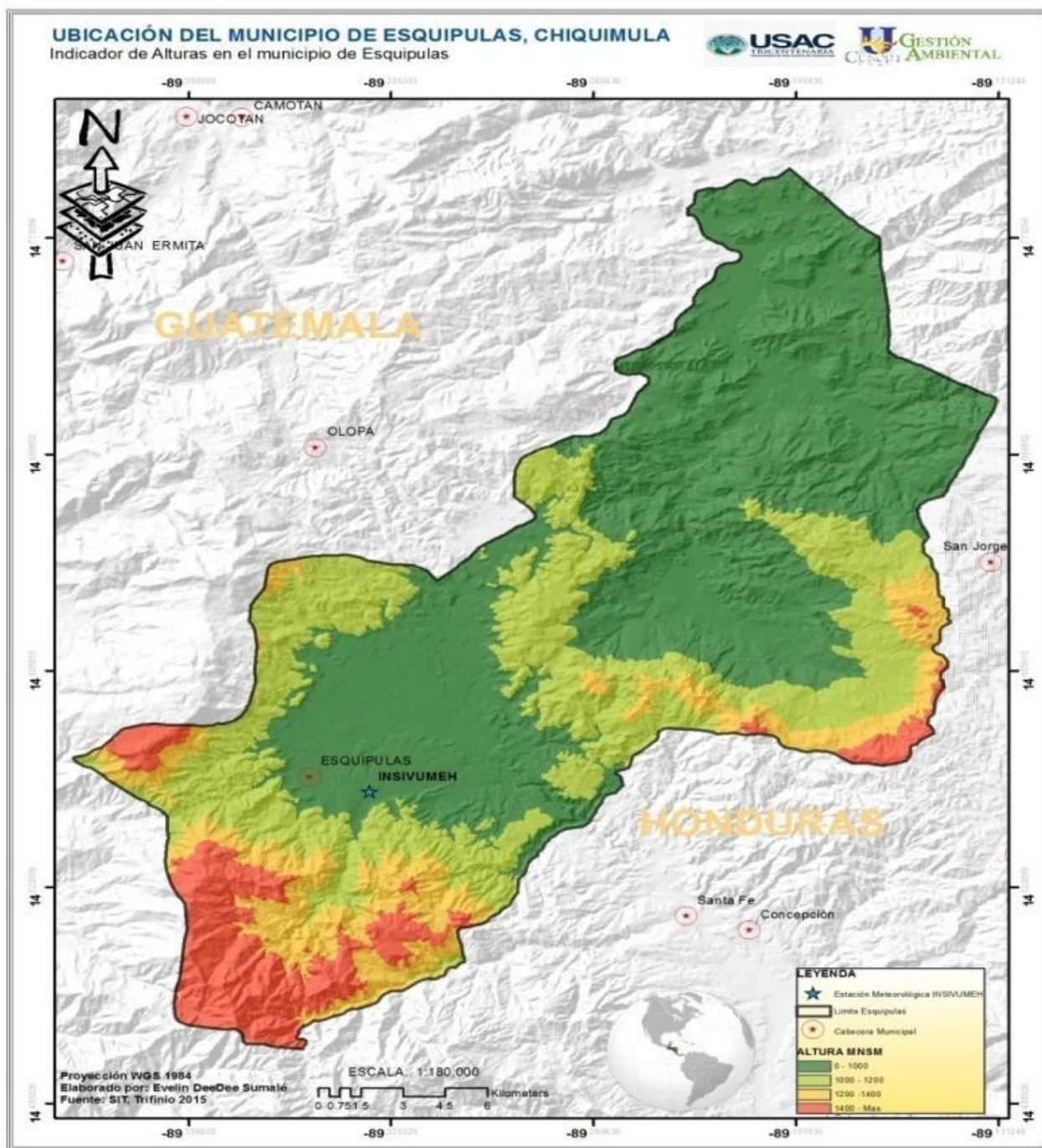
7.1 Ubicación del área de estudio

El municipio de Esquipulas está ubicado en la parte sur-oriental del departamento de Chiquimula de la República de Guatemala, en el área del Trifinio de las líneas divisorias entre las repúblicas de El Salvador, Honduras y Guatemala, a una altitud que oscila entre los 600 MSNM y 2,500 MSNM en las montañas más altas. Colinda al norte con los municipios de Olopa, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula. Al Sur con el municipio de Matapán, El Salvador. Al Este con los departamentos de Copán y Ocotepeque, Honduras y al Oeste con el municipio de Concepción las Minas y Quezaltepeque del departamento de Chiquimula, Guatemala.

Ubicación de la estación meteorológica

La estación meteorológica se encuentra ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula a una latitud de 14°33'32'', a una longitud de 89°20'31'' y a una altitud de 950 msnm.

Figura 1. Ubicación y referencia de la estación meteorológica de Esquipulas, Chiquimula.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

7.2 Vías de acceso

La red vial del municipio tiene como la carretera principal la que comunica a la ciudad de Guatemala con la ciudad de Esquipulas con una distancia de 222 Km por la ruta CA-9 y CA-10, continua con la ruta CA-12 a la frontera con la República de Honduras. El

resto del municipio cuenta con carreteras y caminos sin asfalto que comunican con aldeas y caseríos, en general estas vías de acceso son caminos vecinales de terracería accesibles en su mayoría durante todo tiempo, contando únicamente con 15 Km de asfalto de Esquipulas a la Aldea Chanmagua.

7.3 Extensión territorial

Cuenta con una extensión territorial de quinientos treinta y dos kilómetros cuadrados, distribuidos en veinte aldeas y ciento dieciocho caseríos.

7.4 Características biofísicas del área de estudio

7.4.1 Clima

Esquipulas tiene un clima muy variable, su clima es cálido templado. Su temperatura promedio es de 25 grados centígrados, pero puede bajar hasta los 10 grados centígrados.

Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero. La época de lluvia es de mayo a octubre, habiendo semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales.

La precipitación para el municipio de Esquipulas tomando un promedio de 10 años según la estación climatológica de Esquipulas tipo A es de 1,718.55 mm al año y la velocidad del viento en promedio es de 6.8 Km/h con dirección dominante Noreste.

7.4.2 Zonas de Vida

La zona de vida del municipio de Esquipulas es Bosque Húmedo Sub-Tropical Templado, según la escala de Holdridge.

7.4.3 Recursos naturales

El suelo fértil es el recurso más importante que posee este municipio, que es básicamente un suelo forestal. Algunos de los minerales con que cuenta el municipio, aunque en su mayoría no son explotados, son hierro, níquel, plomo y zinc. Las regiones montañosas del Plan de la Arada y las aldeas montañosas del sur y norte proporcionan

especies arbóreas maderables y medicinales, como árbol del hule, caoba, palo rosa y otros; la madera y sus productos se utilizan tanto para el consumo local como para la exportación. Cinco son las montañas que se levantan en el municipio y enmarcan los valles y forman las dos cuencas hidrográficas. Al norte La cumbre del divisadero y las montañas de Quezaltepeque y Santa María Olopa. Al sur La montaña del Olvido que es un entronque montañoso de donde se desprende la Cordillera del Merendón con dirección hacia el norte. Al oriente La Rueda y La Brea cuyos cerros más prominentes son El Bolillo y San Isidro y el Monte Oscuro, marcando la línea divisoria en la frontera de Honduras. Al poniente la Montaña de Las Cebollas entre Esquipulas y Quezaltepeque.

7.4.4 Hidrología

Las aguas están distribuidas en dos grandes corrientes. La primera nace en las montañas de Santa María Olopa cruzando los valles de Olopita y Atulapa, se dirige hacia el sur. Su afluente principal es el río de Olopita, que alimentado por las corrientes de los ríos y quebradas de Nejapa, San Juan, Tepoctún, Chantiago, Quebrada Oscura, el Roble, el Chorro Chacalapa, Atulapa, Blanco Anguiatú y Agua Caliente, forman el río Lempa que atravesando territorio de Honduras, entra a El Salvador y desemboca en el océano Pacífico.

La cuenca del río Atulapa se sitúa al sur del municipio de Esquipulas, perteneciente al departamento de Chiquimula, concretamente a la Región III, quedando incluida en su totalidad en terrenos pertenecientes a dicho municipio.

En el cuadro 2, se presentan las coordenadas geográficas de donde se encuentra limitada la cuenca del Río Atulapa.

Cuadro 2. Coordenadas geográficas del cuadrante dentro del cual se localiza la cuenca del Río Atulapa.

Ubicación	Coordenadas	
	X	Y
Norte	894354	1614121
Sur	894354	1603357
Este	899538	1608878
Oeste	888854	1608878

Fuente: Fong García, proyecto SINREM, Comisión Trinacional del Plan Trifinio y USAC, 2010.

La cuenca del río Atulapa se localiza en las hojas cartográficas de Esquipulas (2359 IV) y Cerro Montecristo (2359 III); se ubica entre las coordenadas: Latitud Norte 14°34'12" y 14°28'48" Longitud Oeste 89°17'24" y 89°23'24".

Algunas características morfométricas de la cuenca del río Atulapa:

Perímetro de la cuenca: 39.37 km²

Área total de la cuenca: 43.10 km².

Pendiente media de la cuenca: 16.47%

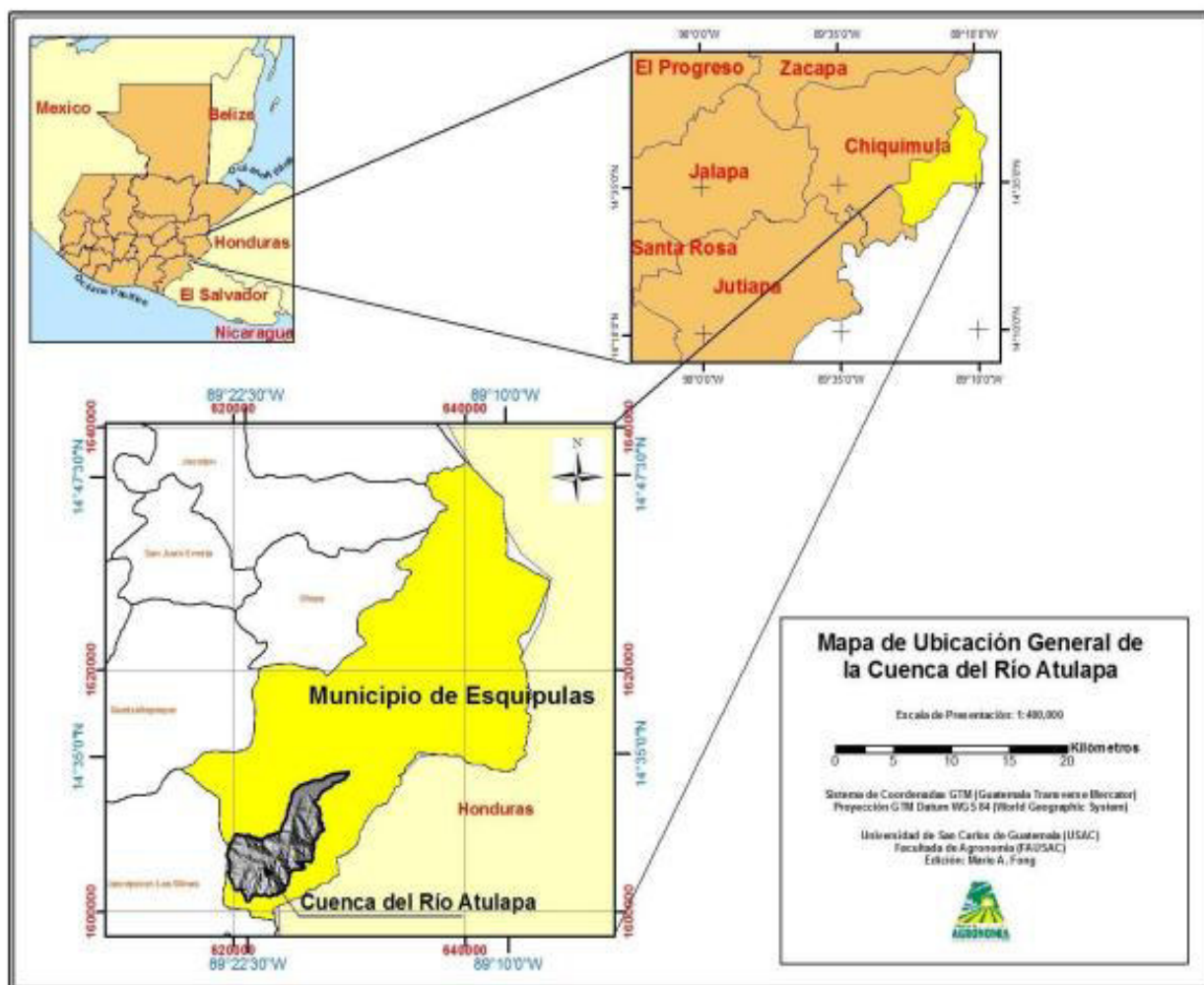
Pendiente del cauce principal: 5.11%

Altura máxima de la cuenca: 2,100 m.s.n.m.

Altura mínima de la cuenca: 900 m.s.n.m.

A continuación, se presenta en la figura 2 el mapa de ubicación general de la cuenca Atulapa perteneciente al municipio de Esquipulas.

Figura 2. Mapa de ubicación general de la microcuenca Atulapa.



Fuente: Fong García, proyecto SINREM, Comisión Trinacional del Plan Trifinio y USAC, 2010.

La segunda corriente se dirige hacia el norte, tiene como afluentes principales los ríos de El Playón y Joyitas, que nacen en la frontera con Honduras y río Frío o Sesecapa también en territorio hondureño, formando el Panela, se juntan al río Mapá, que unido a la quebrada de Senas, las Cañas y río Chanmagua, forman la cuenca del Jupilingo en jurisdicción esquipulteca, pasando al municipio de Camotán unidos a otros afluentes caen al Motagua que desemboca en el Océano Atlántico.

7.4.5 Flora

Este municipio se caracteriza por sus bosques de pino oocarpa, especie que predomina en las áreas nororiente y norponiente del mismo; también existen bosques de liquidámbar, roble, encino y muchas otras especies de árboles y una extensa variedad

de arbustos y hierbas. Algunas de ellas con propiedades medicinales y que son de uso común, principalmente en los habitantes del área rural, quienes, por enseñanza de sus ancestros, conocen estas plantas, entre la cuales se pueden mencionar, la salvia, tres puntas, venadillo, suquinay, cedrón, quina, quebracho, liquidambar, hierba del toro, hierba del cáncer, altén, sábila, entre otros.

7.4.6 Fauna

Son muchas las especies de animales mamíferos silvestres, propias de esta zona, sin embargo, por el aumento de la población, la caza indiscriminada y expansión de la frontera agrícola, se han ido ahuyentando e incluso desapareciendo algunas, tal es el caso de los felinos y especies como el venado. Aun así, se cuenta todavía con especies como el zorrillo, mapaches, armadillos, conejos, cotuzas, coyotes, gato de monte, comadreas, nutrias, tepezcuintles, entre otros.

Esquipulas ha sido tierra de aves, contando con variedad de especies, entre las que predominan los zanates, torditos, arroceros, senzontes, palomas y garzas que emigran en determinada época del año.

Son comunes los senzontes bobos y los llamados mejicanos que fabrican sus nidos en los espinales de las llanuras de Olopita y Los Espinos y que mañana y tarde emiten silbidos característicos amenizando el ambiente. Hay especies de palomas como las azules, las alas blancas, calenturientas y de castilla que es una especie doméstica. Aves preciosas como las chorchas, oropéndolas, tucanes, pájaro bobo, pericos, urracas y chepilllos, todas estas aves, existen en minoría y están en peligro de extinción en la zona. Entre todas las aves del municipio merece especial mención El Quetzal, porque no sólo es un pájaro de bellísimo aspecto, sino que se ostenta en la bandera nacional como símbolo de libertad, que aún habita en Esquipulas, lo cual se comprobó en los años 1983/84 en las montañas de San Isidro y precisamente cuando se trataba de talar un bosque para madera, por lo que al tener conocimiento las autoridades, se prohibió aquella tala.

Existen reptiles como serpientes, lagartijas, garrobos, tortugas, batracios como sapos y ranas. Así mismo, animales acuáticos como peces entre los que podemos mencionar filines, guapotes, burras, tilapias, así como cangrejos y patos de agua. Estos animales en la actualidad se han visto afectados por la contaminación de los ríos, tanto por aguas negras de la ciudad y aguas mieles del café, como por el uso incorrecto de pesticidas en la agricultura.

7.5 Investigaciones relacionadas con el tema de estudio

A continuación, se presentan investigaciones relacionadas con el presente estudio:

Evidencias del cambio climático en la vertiente del pacífico de Guatemala, período 1971-2010 con base en información estadística, diagnóstico y servicios prestados en el departamento de investigación y servicios climáticos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, Guatemala. C.A.

En éste estudio se muestra la metodología para la utilización de herramientas en el análisis de control de calidad de los datos climáticos de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial. La investigación se realizó durante el EPSA en el departamento de investigación y servicios climáticos. La investigación tuvo como objetivos evidenciar la tendencia presentada por la temperatura máxima, mínima y precipitación pluvial en el período de 1971 a 2010; así como, el análisis de índices de cambio climático. Los resultados mostraron una tendencia de aumento para la temperatura máxima, la cual oscila entre 0.17°C y 1.5°C; En el caso de la temperatura mínima, la tendencia también es hacia el aumento en un rango de 0.17°C y 1.3°C.

De igual forma, la precipitación pluvial muestra una tendencia de aumento en un rango de 16 mm y 220 mm. A través del análisis de índices de cambio climático, se logró determinar un incremento del 38% de las noches cálidas, un incremento del 32% de los días cálidos, un incremento del 95% en las cantidades máximas mensuales de precipitación en un día y un incremento del 95% en los días húmedos. Se describe el servicio prestado al departamento de investigación y servicios climáticos, el cual incluye el análisis de calidad de los datos de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial de las estaciones de la red meteorológica nacional para el período

de 1970 al 2011, empleando para dicho servicio el software estadístico RClimdex. Tras el desarrollo de esta actividad se logró realizar el control de calidad, para las variables climáticas anteriormente mencionadas, a las 51 estaciones que componen la red meteorológica nacional, según Solís, LZ (2015).

Se determinó que el porcentaje de datos faltantes para la variable de precipitación pluvial oscila en un rango entre 2.37% a 81.32%, para la temperatura máxima el porcentaje de datos faltantes oscila un rango entre 2.75% a 81.34% y para la temperatura mínima el porcentaje de datos faltantes oscila en un rango entre 2.45% a 81.29%.

8. MARCO METODOLÓGICO

Para determinar la variabilidad climática en el municipio de Esquipulas se implementó un análisis histórico mensual de los elementos del clima. A continuación, se describe los pasos metodológicos implementados en la presente investigación:

8.1 Selección y recopilación de datos climáticos en el municipio de Esquipulas.

Se coordinó con el departamento de investigación y servicios climáticos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala INSIVUMEH (2015) para obtener datos climáticos de interés para el estudio.

Se obtuvieron los registros de los elementos climáticos diarios de un periodo de 41 años (1972-2012). Con base a los datos diarios, se estimó la precipitación mensual, la precipitación durante la época seca (noviembre a abril) y la precipitación durante la época húmeda (mayo a octubre) para cada año correspondiente a la variable climática de precipitación pluvial; así mismo, se calculó la temperatura media anual, y de igual manera las estimaciones mensuales y anuales para el resto de los elementos climáticos.

De acuerdo a la metodología los datos climáticos de interés para el estudio son:

- 1 Precipitación pluvial mensual
- 2 Temperaturas promedio mensuales
- 3 Porcentaje de humedad relativa mensual
- 4 Radiación solar
- 5 Vientos (dirección y velocidad)
- 6 Heliofanía
- 7 Presión atmosférica
- 8 Evaporación
- 9 Nubosidad

Para estudiar el clima es necesario registrar elementos climáticos durante un mínimo de 30 años, según estudios similares. Se calculó el promedio de dichos registros y se determinó sus variaciones a lo largo del tiempo. En este estudio los datos recolectados

son de 41 años atrás, a partir de enero de 1972 a diciembre de 2012, los cuales se anotaron en hojas electrónicas de Excel para sus análisis.

El análisis univariado se utilizó para la determinación de las medidas de tendencia central y medidas de dispersión; el análisis multivariado para la relación existente entre dos variables climáticas independientes y, el análisis pareado para la comparación de las variables climáticas de 1972 al 2012.

Se realizó un control de calidad de los datos, utilizando criterios estadísticos a través del programa RClimDex. El software estadístico RClimDex utilizó desviaciones estándar, esto para conocer la desviación que presentan los datos en su distribución, respecto a la media. El objetivo principal es tener una inspección visual, para poder interpretar errores con mayor facilidad.

8.2 Análisis y control de calidad

Para el análisis de control de calidad se utilizó el software estadístico RClimDex, el cual es un programa basado en Microsoft Excel que proporcionó un paquete computarizado, tanto para el control de calidad, como para el cálculo de índices de extremos climáticos los cuales ayudaron para monitorear y detectar la variabilidad climática.

El procedimiento para el control de calidad de los datos climáticos incluye los siguientes pasos:

1) Procesamiento de la información

Los datos de la estación fueron seleccionados y sistematizados, de tal forma que cumplieran ciertas características y se ajustaran a los formatos de entrada de los archivos utilizados en el programa RClimdex. Los requisitos del formato de entrada para cada archivo son los siguientes:

- a. Una primera columna que indica el año de registro.
- b. La segunda columna el número del mes.
- c. La tercera columna indica el día.

- d. La cuarta, quinta y sexta columna corresponden a los datos de temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media respectivamente con un decimal.
- e. La séptima columna el dato de la precipitación pluvial media, con un decimal.
- f. La octava columna el dato de heliofanía total, con un decimal.
- g. La novena columna el dato de la radiación media, con un decimal.
- h. La décima columna el dato de la evaporación tanque, con un decimal.
- i. La onceava columna el dato de la nubosidad media, con un decimal.
- j. La doceava columna el dato de la dirección del viento predominante, con un decimal.
- k. La treceava columna el dato de la velocidad del viento media, con un decimal.
- l. La catorceava columna el dato de la humedad relativa media, con un decimal.
- m. La quinceava columna corresponde al dato de la presión atmosférica media, con un decimal.
- n. Cuando en una fecha faltaron los tres datos, se eliminan según el caso.
- o. Los vacíos fueron cambiados con el número –99.9 (valor indiferente al programa y por lo tanto no altera los resultados).

El control de calidad (CC) de los datos, es un prerequisite para el cálculo de los índices, por lo tanto, se realizó un CC interno del software, y se realizó los siguientes pasos:

2) Control de calidad software y control de calidad de usuario.

Los datos climáticos se sometieron a un control de calidad interno mediante el software RClimDex y otro control de calidad realizado por el usuario, que básicamente se hizo por medio de visualización de los datos y gráficas, en las cuales se lograron identificar valores extremos que están sujetos a revisión. Cabe mencionar que se utilizaron tres desviaciones estándar para dicho análisis.

3) Análisis de reportes de datos fuera del rango estimado.

Mediante gráficas se logró identificar los valores extraños, que excedan o disminuyan exageradamente el rango de variación habitual de la variable a analizada, es decir, valores poco comunes que estén sujetos de verificación.

4) Comparación con datos archivados.

Los valores que están considerablemente fuera del rango de variación habitual fueron comparados con los datos del archivo (hojas de campo) y se trató de identificar la causa del error (si son de origen humano mediante la digitalización, si son errores del personal que tomó las lecturas, entre otros).

Para identificar anomalías o vacíos de información se procedió a realizar revisiones de registros diarios, cálculos mensuales, eliminación de años que tuvieran algún mes sin registro, etc. con el propósito de obtener un control de calidad de los datos para el desarrollo del estudio.

8.3 Análisis de los factores climáticos

Con los datos meteorológicos recolectados por un período de 41 años para el municipio de Esquipulas se procedió a ordenarlos en hojas de Excel. Para el análisis estadístico de las variables climáticas se utilizó el programa SAS (Sistema de Análisis Estadístico).

8.3.1 Análisis univariado

Se realizó un análisis univariado, en el cual se tomó cada variable de modo independiente con distribuciones de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

8.3.2 Análisis pareado

Para establecer el comportamiento de las variables climáticas a través del tiempo se realizó un análisis pareado, es decir, se trabajó con décadas, para determinar si existe diferencias en las medias, lo cual se analizó mediante el test paramétrico de la Prueba de T de Student; esta prueba se utilizó para detectar la existencia de diferencias significativas entre las medias de una variable climática (cuantitativa) en dos grupos de datos.

Se calculó el estadístico t_{cal} a partir de la siguiente fórmula:

$$t_{cal} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{Sc \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Donde:

n_1 y n_2 = tamaños de las muestras 1 y 2 respectivamente.

$\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$ = medias de las muestras 1 y 2 respectivamente.

S_1^2 y S_2^2 = varianzas de las muestras 1 y 2 respectivamente.

Los grados de libertad a utilizar en esta prueba corresponde al valor: $n - 1$.

8.3.3 Análisis multivariado

Se realizó un análisis multivariado con las variables y la relación que existe entre las variables dependientes e independientes, en el cual se generó un modelo logarítmico basado en el período de estudio (41 años) para la estimación de un clima fluctuante en el futuro.

8.4 Cálculo del balance hídrico climático

El cálculo del balance climático se determinó mediante el método propuesto por Thornthwaite y Mather. Para utilizar éste método se estimó la evapotranspiración (ETO). Para obtener la evapotranspiración (pérdidas de agua) se utilizó la siguiente fórmula: Fórmula propuesta por Hargreaves:

$$ETO = 0,0023 (t_{med} + 17,78) * RO * (t_{max} - t_{min})^{0,5}$$

Donde:

ETO = evapotranspiración potencial diaria, mm/día.

t_{med} = temperatura media diaria, en °C.

RO = radiación solar, en mm/día (tabulada)

t_{max} = temperatura máxima diaria en °C

t_{min} = temperatura mínima diaria en °C

Para el cálculo del balance climático se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Thornthwaite y Mather:

$$B = P - ETO$$

Donde:

B = Balance climático en mm

P = Precipitación media anual en mm

ETO = Evapotranspiración en mm/año

8.5 Climograma

Se elaboraron climogramas para ejemplificar los parámetros de temperatura y precipitación. Se consideró realizarlos anualmente, tomando la precipitación total anual y la temperatura media anual para los 41 años observados.

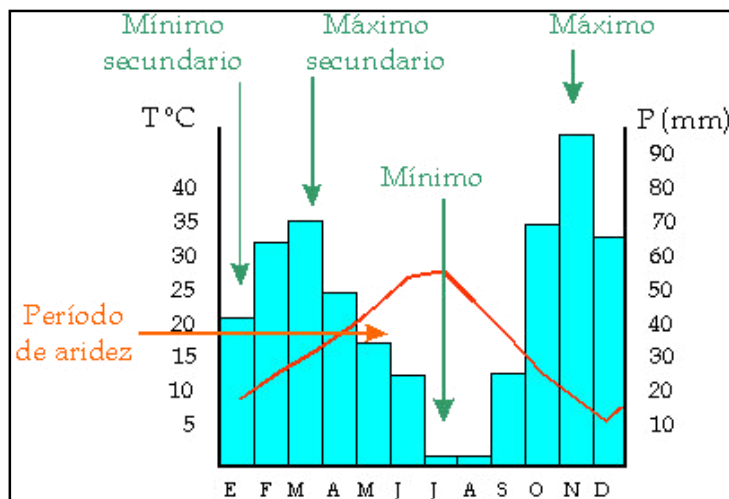
Se determinaron los límites entre las precipitaciones de los meses secos y las de los meses lluviosos para cada año mediante el índice xerotérmico de Gaussen, para ello se utilizó la herramienta del programa de gráficos de excel. Se consideró, además del monto pluviométrico mensual, la mayor o menor temperatura media de ese mes, la cual incide, naturalmente, sobre la mayor o menor evaporación también en dicho mes.

Así mismo, se determinó el período de sequía mediante un climograma mediante el método propuesto por Gaussen:

$$\text{Precipitaciones} = \text{Temperaturas} * 2$$

Es decir, que la escala de precipitaciones es el doble de las temperaturas. Gráficamente se puede observar la aridez cuando la curva de precipitaciones está por debajo de la de temperaturas.

Figura 3. Climodiagrama de temperatura y precipitación



Fuente: Alfaro, AL 2011.

8.6 Análisis e interpretación de los resultados

El análisis e interpretación de los resultados se realizó utilizando los programas de Excel y Word, en los cuales se elaboraron cuadros comparativos y gráficas para la interpretación y discusión de los resultados del análisis estadístico y los climogramas elaborados.

8.7 Período de estudio

El análisis de las variables climáticas se realizó con datos de 41 años de observación (1972 a 2012), en la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas departamento de Chiquimula.

8.8 Tendencia de las variables

Se graficaron los elementos a través del tiempo para determinar la tendencia de las mismas, por ejemplo, si la lluvia incrementa o disminuye.

8.9 Análisis de anomalía

Este análisis sirve para determinar cuándo las variables están por encima de la media y cuando están por debajo y cuando detecta el comportamiento de la variabilidad climática y la influencia de fenómenos océano-atmosféricos.

$$\text{Anomalía} = \text{Valor observado} - \text{valor promedio}$$

8.10 Recopilación de fenómenos atmosféricos asociados a la variabilidad climática.

Se evaluaron todos aquellos fenómenos que han provocado una anomalía en los datos climáticos recolectados en el período de 1972 a 2012.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar la variabilidad climática en el municipio de Esquipulas, Chiquimula; para su desarrollo se obtuvo la base de datos de las variables climatológicas de la estación de Esquipulas, contando para el efecto con el apoyo del departamento de Investigación y Servicios Climáticos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de Guatemala.

9.1 Análisis y control de calidad de los datos de las variables climáticas

Inicialmente se realizó un análisis y control de calidad de los datos diarios de cada variable climática analizada mediante el software estadístico RClimDex.

Se realizó la revisión de los registros diarios donde se encontraron datos faltantes y valores extremos (valores que exageradamente excedieron o disminuyeron su rango habitual) y se procedió a sustituirlos por el valor -99.9 (valor indiferente al programa y por lo tanto no altera los resultados) para el análisis de control de calidad en el programa RClimDex; finalmente se sustituyó el valor de -99.9 por un punto (carácter reconocido como un valor nulo para el programa), para posteriormente ingresarlos a la base de datos en hojas del programa de Microsoft Excel donde se realizó el análisis estadístico, constituyendo un período de estudio de 41 años (1972 a 2012).

9.2 Análisis de factores climáticos

Para el análisis de las variables climáticas en el municipio de Esquipulas se realizó un análisis univariado, un análisis pareado y un análisis multivariado.

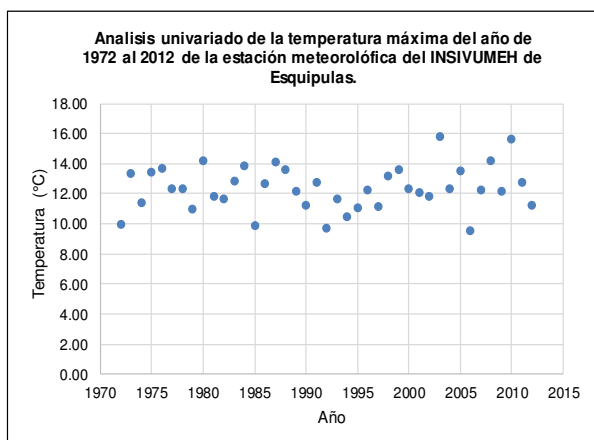
9.2.1 Análisis univariado de las variables climáticas

Inicialmente se realizó el cálculo de las medias mensuales y anuales, así como, las totales mensuales y anuales para cada variable climática (Anexo 1 y 2).

Se determinó el grado de variabilidad de los datos respecto al promedio y el tipo de distribución que presentan los valores de cada variable climática analizada mediante su variación (Anexo 3).

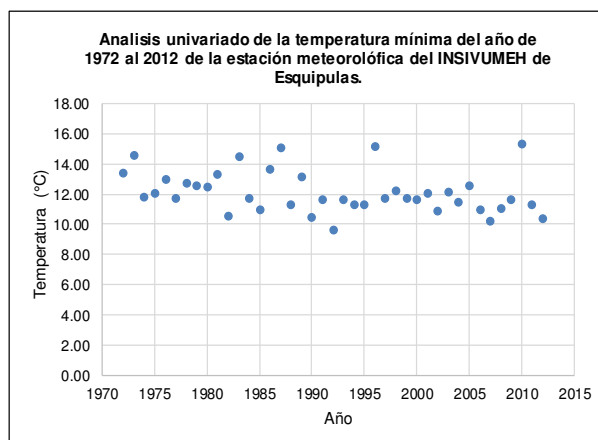
En las gráficas 1, 2 y 3, se presenta el análisis univariado de la variables temperatura máxima, mínima y media de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se puede observar la variación para la temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media; para el caso de la temperatura máxima se puede observar que su variación es de 9.52°C a 15.82°C, para la temperatura mínima la variación es de 9.64°C a 15.33°C y se observa para la temperatura media que la variación es de 8.67°C a 12.95°C.

Gráfica 1. Análisis univariado de la temperatura máxima de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



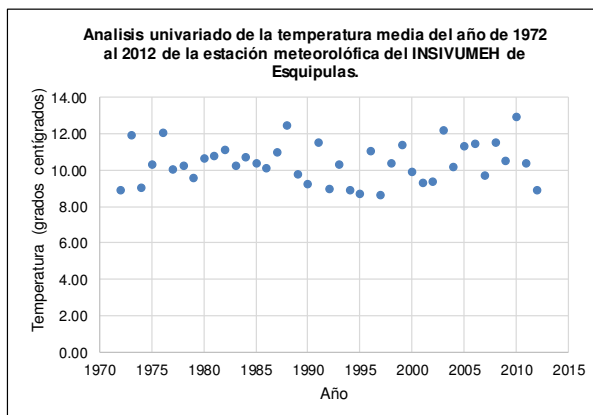
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 2. Análisis univariado de la temperatura mínima de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

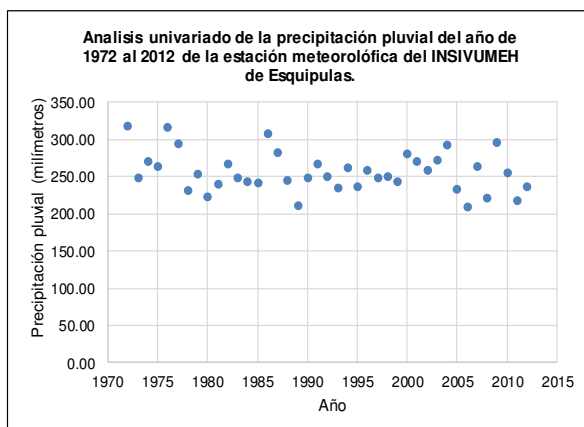
Gráfica 3. Análisis univariado de la temperatura media, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

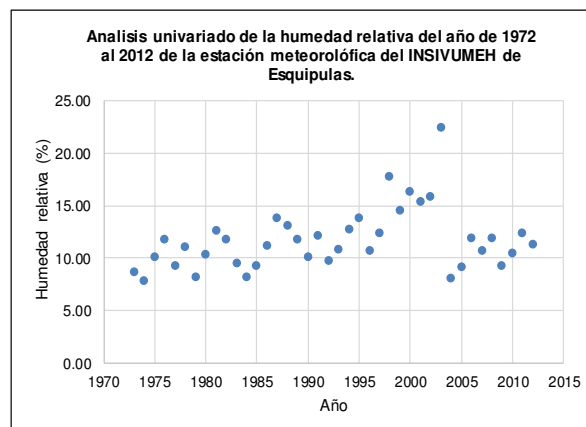
En las gráficas 4, 5 y 6, se presenta el análisis univariado de las variables precipitación pluvial, humedad relativa y evaporación de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se puede observar la variación para la precipitación es de 208.88 a 318.67 mm, para la variable humedad relativa varía de 7.83 a 22.5%, el cual se observó que en el 2003 presentó la variación más alta con 22.5%. La variación para la variable evaporación es de 35.48 a 57.09 mm.

Gráfica 4. Análisis univariado de la precipitación pluvial, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



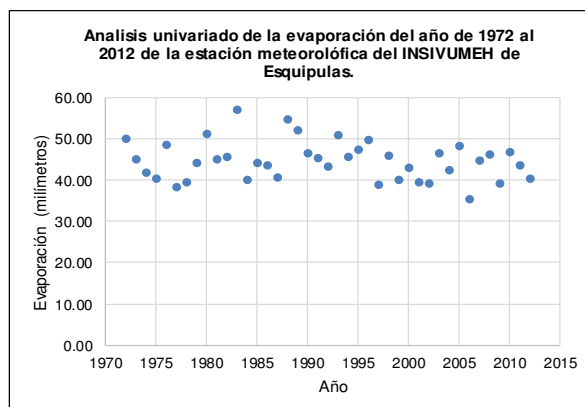
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 5. Análisis univariado de la humedad relativa, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

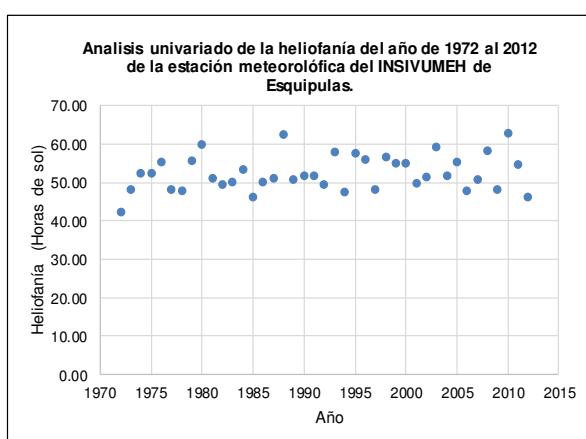
Gráfica 6. Análisis univariado de la evaporación, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

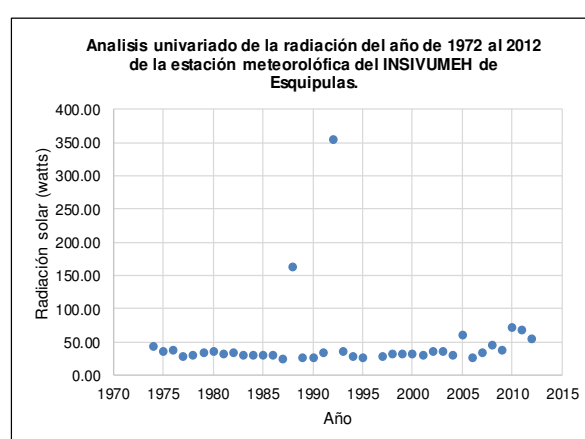
En las gráficas 7 y 8, se presenta el análisis univariado de las variables de heliofanía y radiación solar de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la variación para la heliofanía es de 42.56 a 62.83 horas luz y para la variable radiación solar varía de 25.64 a 354.32 watts, en la cual se observó que en 1988 y 1992 presentó los valores más altos de de variación con 162.91 y 354.32 watts respectivamente.

Gráfica 7. Análisis univariado de la heliofanía, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

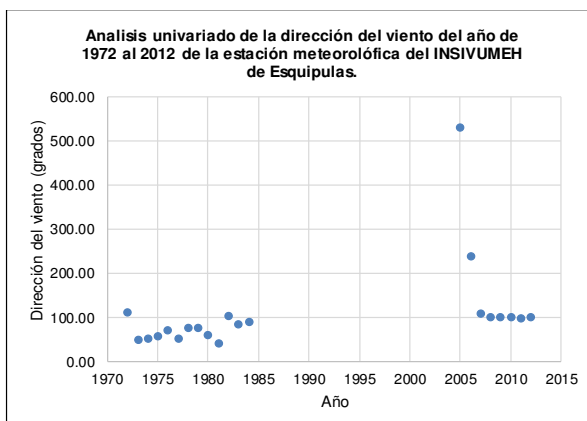
Gráfica 8. Análisis univariado de la radiación solar, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

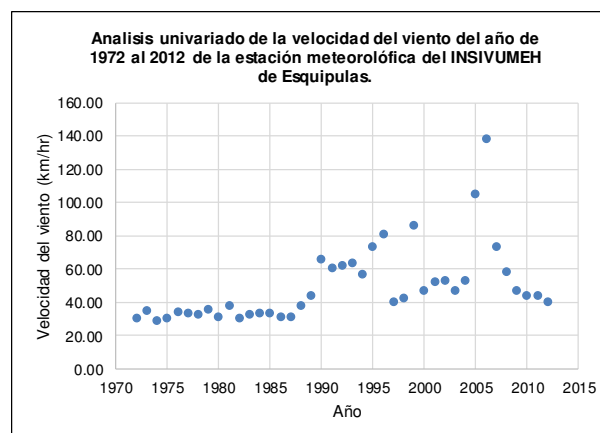
En las gráficas 9 y 10, se presenta el análisis univariado de las variables de dirección y velocidad del viento de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la variación para la dirección del viento es de 38.62 a 528.29 grados, en donde se observa que en el 2005 y 2006 presentó mayor variabilidad con 528.29 y 236.62 grados respectivamente; para la variable velocidad del viento varía de 29.49 a 138.40 kilómetros por hora, en la cual la mayor variación se observa durante el 2005 y 2006 con 105.13 y 138.40 km/hr respectivamente.

Gráfica 9. Análisis univariado de la dirección del viento, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

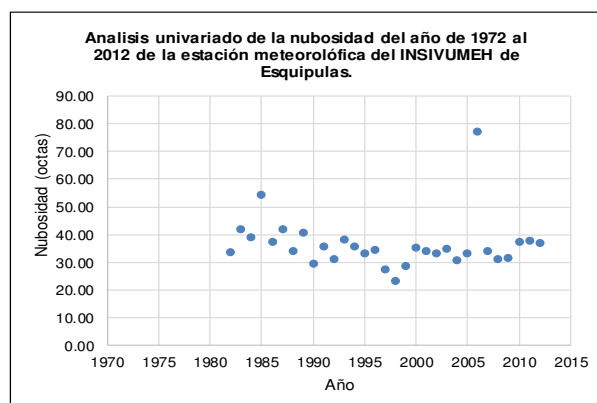
Gráfica 10. Análisis univariado de la velocidad del viento, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 11, se presenta el análisis univariado de la variable nubosidad de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la variación para la nubosidad es de 23.27 a 77.26 octas.

Gráfica 11. Análisis univariado de la nubosidad, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.

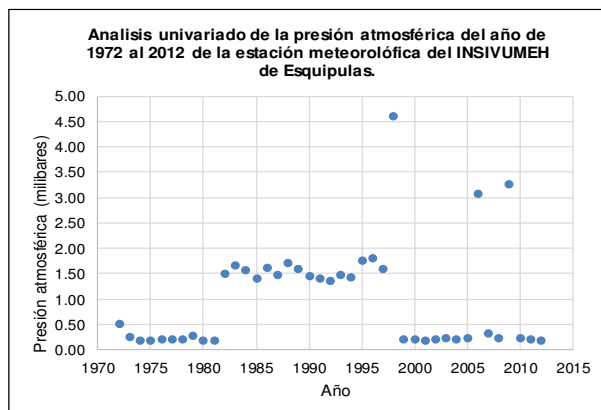


Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 12, se presenta el análisis univariado de la presión atmosférica de 1972 a 2012, registradas en la estación meteorológica del municipio de Esquipulas, donde se observa que la variación para la presión atmosférica es de 0.16 a 4.58 milibares, en la

cual en 1997, 2006 y 2009 presentó mayor variación con 4.58, 3.07 y 3.24 milibares, respectivamente. En los años de 1982 a 1997 se puede observar que la variación es muy marcada y varía de 1.34 a 1.78 milibares.

Gráfica 12. Análisis univariado de la presión atmosférica, de 1972 a 2012, estación meteorológica del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015

Las variables climáticas que presentaron alta dispersión respecto al promedio en el análisis univariado son la radiación solar, nubosidad, dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa y presión atmosférica. El resto de variables climáticas analizadas presentó baja dispersión durante el período de estudio.

9.2.2 Análisis pareado de las variables climáticas

Se evaluó el comportamiento de cada variable climática a través del tiempo mediante la prueba de t de Student con el objeto de detectar la existencia de diferencias significativas entre las medias de una variable climática en dos grupos de datos. Se realizaron cálculos por décadas con los promedios mensuales obtenidos de cada año (Anexos 6 a 18).

Se analizaron los promedios mensuales de las variables en el periodo de 1972 a 1982 (corresponde al primer grupo de datos), período de 1982 a 1992 (corresponde al segundo grupo de datos), período de 1992 a 2002 (corresponde al tercer grupo de datos) y el período de 2002 a 2012 (corresponde al cuarto grupo de datos).

En el cuadro 3, se presentan los resultados de la prueba de t de Student de las doce variables climáticas estudiadas, donde se puede observar que las variables temperatura máxima, precipitación pluvial, heliofanía y nubosidad sí presenta diferencias significativas al comparar los resultados por década. La variable temperatura media presenta diferencia significativa al comparar las décadas de 1972-1982 con 1982-1992 y 1982-1992 con 1992-2002, la variable radiación solar presenta diferencia significativa únicamente al comparar las décadas de 1992-2002 con 2002-2012 y la variable humedad relativa presenta diferencia significativa en las décadas de 1982-1992 con 1992-2002. Para las variables temperatura mínima, evaporación, dirección del viento, velocidad del viento y presión atmosférica no se observaron diferencias significativas.

Cuadro 3. Prueba de t de Student de las variables climáticas de 1972 a 2012, del municipio de Esquipulas.

Variable climática	Décadas	tt	tc	pr ≤ 0.05
Temperatura máxima	72-82 y 82-92	2.59	-1.06	*
	82-92 y 92-02		-0.44	*
	92-02 y 02-12		0.13	*
Temperatura mínima	72-82 y 82-92	2.59	2.62	ns
	82-92 y 92-02		3.36	ns
	92-02 y 02-12		3.60	ns
Temperatura media	72-82 y 82-92	2.59	1.44	*
	82-92 y 92-02		0.26	*
	92-02 y 02-12		6.27	ns
Precipitación pluvial	72-82 y 82-92	2.59	1.50	*
	82-92 y 92-02		1.47	*
	92-02 y 02-12		-0.53	*
Heliofanía	72-82 y 82-92	2.59	-1.27	*
	82-92 y 92-02		-0.92	*
	92-02 y 02-12		-0.10	*
Radiación	72-82 y 82-92	2.59	2.82	ns
	82-92 y 92-02		-16.05	ns
	92-02 y 02-12		-1.29	*
Evaporación	72-82 y 82-92	2.59	-3.73	ns
	82-92 y 92-02		2.99	ns
	92-02 y 02-12		-5.80	ns
Nubosidad	72-82 y 82-92	2.59	2.09	*
	82-92 y 92-02		0.87	*
	92-02 y 02-12		-0.10	*
Dirección del viento	72-82 y 82-92	2.59	-25.12	ns
	82-92 y 92-02		-12.96	ns
	92-02 y 02-12		16.66	ns
Velocidad del viento	72-82 y 82-92	2.59	-19.06	ns
	82-92 y 92-02		-15.15	ns
	92-02 y 02-12		10.62	ns
Humedad relativa	72-82 y 82-92	2.59	-13.67	ns
	82-92 y 92-02		-1.06	*
	92-02 y 02-12		-15.22	ns
Presión atmosférica	72-82 y 82-92	2.59	-59.29	ns
	82-92 y 92-02		30.51	ns
	92-02 y 02-12		35.67	ns

Fuente: Elaboración propia, 2015

pr = Probabilidad

tt = t tabulada (Valor igual a 2.59 en la tabla de valores críticos de la distribución t de student).

tc = t calculada (El signo menos del valor no debe tomarse en cuenta).

* = Sí existe diferencia significativa (Valor igual o menor a la tt).

ns = No existe diferencia significativa (Valor calculado mayor a la tt).

9.2.3 Análisis multivariado de las variables climáticas

Para el análisis multivariado se correlacionaron dos variables entre sí, considerando la relación climática que existe entre ellas. De acuerdo a este criterio se correlacionaron las variables: Temperatura y Velocidad del Viento, Temperatura y Presión atmosférica, Temperatura y Precipitación pluvial, Temperatura y Humedad relativa, Temperatura y Heliofanía, Temperatura y Evaporación, Radiación y Presión atmosférica, Radiación y Nubosidad, Radiación y Evaporación, Precipitación Pluvial y Presión atmosférica, Precipitación Pluvial y Humedad Relativa, Precipitación Pluvial y Evaporación, Heliofanía y Nubosidad, Heliofanía y Evaporación (Anexo 19).

En el cuadro 4, se presenta el análisis de correlación de las doce variables climáticas estudiadas en el municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la correlación de las variables temperatura y humedad relativa y la correlación de las variables heliofanía y evaporación presenta una correlación media de 0.61 y 0.51, respectivamente. La correlación de las variables climáticas radiación solar y nubosidad, temperatura y presión, temperatura y precipitación, temperatura y heliofanía, precipitación y humedad, radiación y evaporación, precipitación y presión atmosférica, temperatura y evaporación, temperatura y velocidad del viento, precipitación y evaporación, heliofanía y nubosidad, radiación y presión atmosférica, presentaron una correlación baja que oscila entre 0.04 a 0.49

Cuadro 4. Análisis multivariado de las variables climáticas de la estación meteorológica INSIVUMEH del municipio de Esquipulas.

No.	Variables climáticas	Coefficiente de variación (cv)	Correlación (r)
1	Temperatura y Velocidad del Viento	0.83	0.22
2	Temperatura y Presión atmosférica	0.85	0.04
3	Temperatura y Precipitación Pluvial	0.85	0.06
4	Temperatura y Humedad relativa *	0.67	0.61
5	Temperatura y Heliofanía	0.85	0.07
6	Temperatura y Evaporación	0.83	0.20
7	Radiación y Presión atmosférica	-12.90	0.49
8	Radiación y Nubosidad	-15.45	0.04
9	Radiación y Evaporación	-14.73	0.12
10	Precipitación pluvial y Presión atmosférica	2.49	0.19
11	Precipitación pluvial y Humedad relativa	2.53	0.09
12	Precipitación pluvial y Evaporación	2.45	0.26
13	Heliofanía y Nubosidad	2.67	0.28
14	Heliofanía y Evaporación *	2.62	0.51

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Correlación alta = Valores < 0.80 indican alta correlación respecto a una variable de otra.

Correlación media = Valores de 0.50 a 0.79

Correlación baja = Valores > 0.50

El análisis multivariado generó un modelo logarítmico basado en el período total del estudio (41 años) para la estimación de un clima fluctuante en el futuro, mediante la siguiente ecuación matemática:

Modelo logarítmico para las variables de heliofanía y evaporación en el período de 1972 al 2012:

$$y = a + b (\log 1.479075684) x$$

Donde:

a = valor determinado del dato de la muestra (altura de la recta en x = 0)

b = valor determinado del dato de la muestra (señala su pendiente)

x = la variable predictoria.

y = la variable que se habrá de predecir.

9.3 Balance hídrico climático del municipio de Esquipulas

En el cuadro 5, se presenta el balance hídrico climático del período de 1972 al 2012, donde se puede observar que 1972, 1976, 1977, 1991 y 2002 presentan un balance hídrico climático de 0.86, 0.92, 0.90, 0.92 y 0.86 respectivamente, los cuales corresponden a años donde se presentó déficit de humedad, los años restante el balance hídrico climático presentó resultado de 1.00 a 1.82, lo cual indica que en estos años se registró un superávit de humedad.

De acuerdo a los resultados, el 12% de los años del período de estudio presentaron déficit de humedad y el 88% presentó un superávit de humedad.

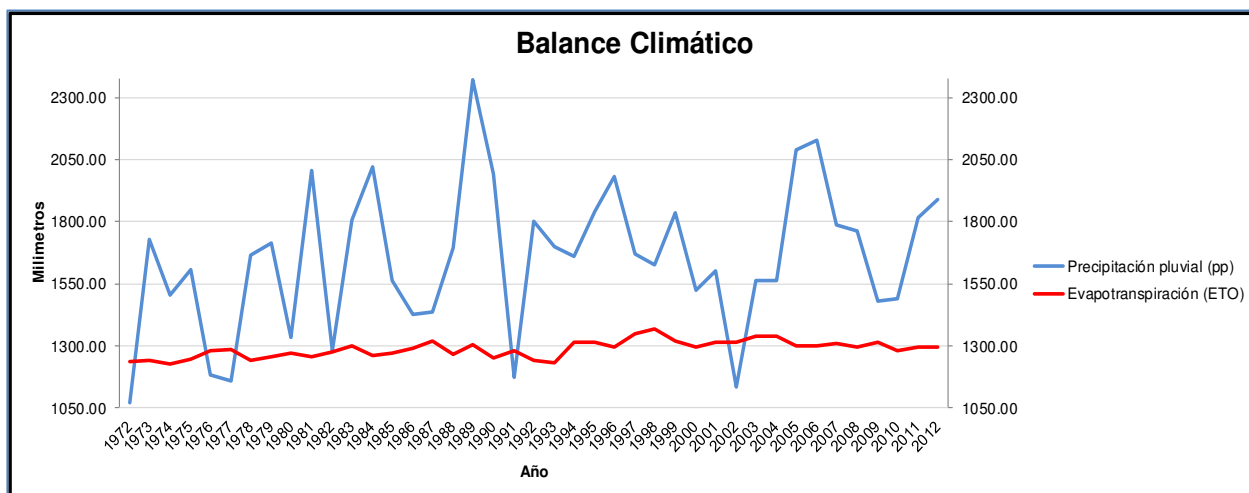
Cuadro 5. Balance hídrico climático de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Precipitación pluvial (mm)	Evapotranspiración (mm)	Balance climático
1972	1068.10	1235.28	0.86
1973	1727.80	1240.29	1.39
1974	1502.10	1227.19	1.22
1975	1606.00	1243.93	1.29
1976	1180.80	1278.32	0.92
1977	1156.70	1285.25	0.90
1978	1665.20	1242.31	1.34
1979	1712.10	1254.01	1.37
1980	1331.50	1267.67	1.05
1981	2006.20	1256.72	1.60
1982	1279.10	1274.18	1.00
1983	1805.20	1298.90	1.39
1984	2023.60	1259.92	1.61
1985	1562.80	1270.17	1.23
1986	1425.00	1287.75	1.11
1987	1438.00	1318.70	1.09
1988	1693.00	1266.44	1.34
1989	2376.30	1303.65	1.82
1990	1994.40	1252.25	1.59
1991	1171.80	1277.96	0.92
1992	1803.60	1239.12	1.46
1993	1701.00	1229.02	1.38
1994	1661.70	1313.92	1.26
1995	1843.50	1312.16	1.40
1996	1983.40	1292.66	1.53
1997	1672.20	1349.77	1.24
1998	1627.60	1366.32	1.19
1999	1838.40	1317.11	1.40
2000	1522.40	1293.42	1.18
2001	1603.40	1312.78	1.22
2002	1132.00	1313.46	0.86
2003	1564.00	1339.22	1.17
2004	1564.80	1337.24	1.17
2005	2089.00	1297.89	1.61
2006	2127.80	1299.24	1.64
2007	1785.60	1307.34	1.37
2008	1760.80	1292.96	1.36
2009	1478.10	1314.93	1.12
2010	1490.80	1279.81	1.16
2011	1818.90	1291.69	1.41
2012	1888.70	1295.57	1.46

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 13, se presenta el balance hídrico climático del período de 1972 a 2012, donde se puede observar que durante el período de estudio existe en la mayoría de los años superávit de humedad porque la precipitación pluvial es superior a la evapotranspiración. Con lo cual se puede concluir que en el área del municipio de Esquipulas el balance climático es positivo en el período de estudio.

Gráfica 13. Balance hídrico climático de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

9.4 Climogramas del municipio de Esquipulas

Se elaboró climogramas mediante el Índice Xerotérmico de Gaussen, el cual indica que hay déficit de humedad cuando el doble de la temperatura (en grados centígrados) es superior a la precipitación (en milímetros) de manera anual, por décadas y por el período total de estudio (Anexos 29 a 31).

En el cuadro 6, se presenta la temperatura media mensual por década de 1972 a 2012, donde se puede observar la temperatura promedio mensual de enero a diciembre de las décadas de 1972 a 1981, 1982 a 1991, 1992 a 2001 y de 2001 a 2012, dicha información se utilizó para la elaboración de los climogramas por década (Anexo 30).

Cuadro 6. Temperatura media mensual (grados centígrados) del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1972-1981	19.13	19.66	22.28	22.80	23.12	22.14	22.06	22.01	21.80	21.23	19.99	18.97
1982-1991	19.56	20.78	21.93	23.77	23.94	22.77	22.55	22.53	21.84	21.04	20.39	19.76
1992-2001	19.97	21.06	22.87	23.94	23.81	23.02	22.70	22.73	22.51	22.11	20.63	19.92
2002-2012	19.86	21.20	22.44	23.96	23.89	23.31	23.03	23.28	23.15	22.04	20.25	19.77

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 7, se presenta la precipitación total mensual por década de 1972 a 2012, donde se puede observar la precipitación promedio total mensual de enero a diciembre de las décadas de 1972 a 1981, 1982 a 1991, 1992 a 2001 y de 2001 a 2012, dicha información se utilizó para la elaboración de los climogramas por década (Anexo 29).

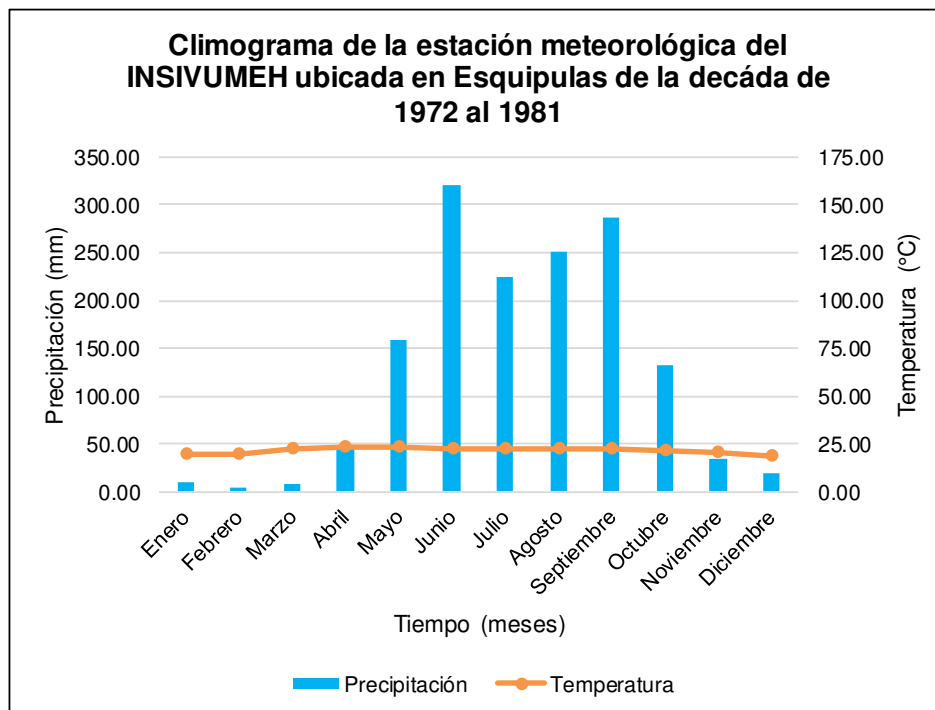
Cuadro 7. Precipitación total mensual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1972-1981	10.19	4.92	8.52	45.15	158.75	320.37	224.27	251.12	286.98	132.36	34.31	18.71
1982-1991	7.22	7.79	10.46	31.34	164.66	351.19	271.57	263.84	325.26	187.54	34.96	21.09
1992-2001	6.79	5.16	12.71	67.48	156.64	292.41	257.88	307.74	356.58	199.69	45.57	17.07
2002-2012	11.77	7.63	16.78	45.35	158.14	310.05	263.72	306.97	338.72	197.07	32.25	11.59

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 14, se presenta el climograma de la década de 1972 a 1981, donde se puede observar que la época seca tuvo una duración de 6 meses comprendida de noviembre a abril y la época lluviosa con una duración de 6 meses comprendida de mayo a octubre. De acuerdo a los resultados el mes con mayor precipitación es junio con 320.37 mm y el mes con menor precipitación es febrero con 4.92 mm; con respecto a la curva de la temperatura se puede observar que tiene un comportamiento horizontal, donde la temperatura mínima se registra en diciembre con 18.97°C y la temperatura máxima se registra en mayo con 23.12°C, con una oscilación térmica de 4.15°C.

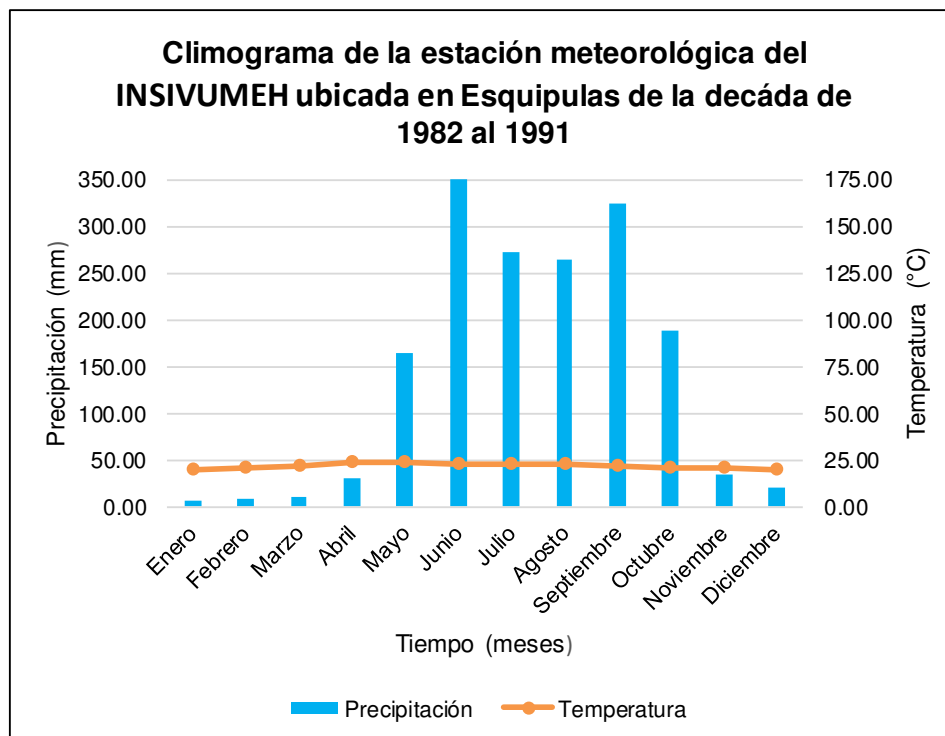
Gráfica 14. Climograma del período de 1972 a 1981 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 15, se presenta el climograma de la década de 1982 a 1991, donde se observa que la duración de la época seca estuvo comprendida de noviembre a abril, es decir que en la década analizada se distinguen seis meses de época seca y seis meses de época lluviosa al igual que en la década anterior; junio es el mes con mayor régimen pluviométrico con precipitaciones de 351.19 mm; es decir, comparado con la década anterior se incrementó la precipitación en este mes en un 9%, luego se observa un aumento de las precipitaciones durante julio, agosto y septiembre; y el mes con menor precipitación es febrero con 7.79 mm. La curva de la temperatura es horizontal, donde la temperatura mínima se registra en diciembre con 19.56°C y la temperatura máxima se registra en mayo con 23.94°C, presentando una oscilación térmica de 4.38°C. Con base a la década anterior hubo un incremento de la temperatura de 0.82°C.

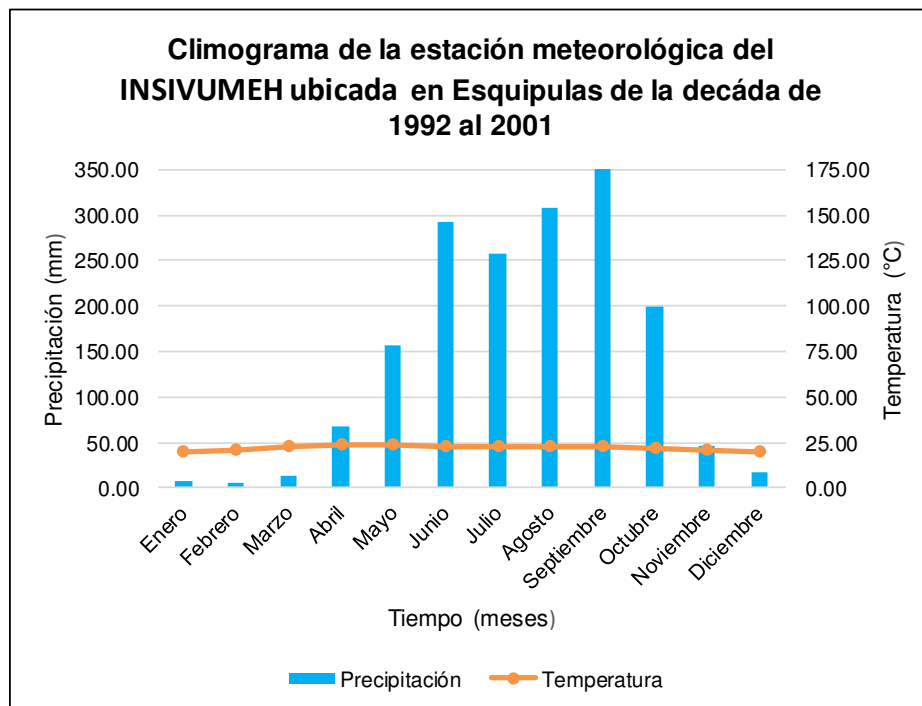
Gráfica 15. Climograma del período de 1982 a 1991 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 16, se presenta el climograma de la década de 1992 a 2001, donde se observa que la duración de la época seca está comprendida del mes de diciembre al mes de marzo, donde se presentan cuatro meses de época seca y ocho meses de época lluviosa. Septiembre es el mes con mayor régimen pluviométrico con precipitaciones de 356.58 mm, en comparación con septiembre de la década anterior. Se incrementó en un 9% y disminuyó en un 17% las precipitaciones en junio; la precipitación menor registrada es en febrero con 5.16 mm. La curva de la temperatura es casi horizontal, donde la temperatura mínima registrada es en diciembre con 19.92°C y la temperatura máxima registrada en abril con 23.94°C, presentando una oscilación térmica de 4.02°C.

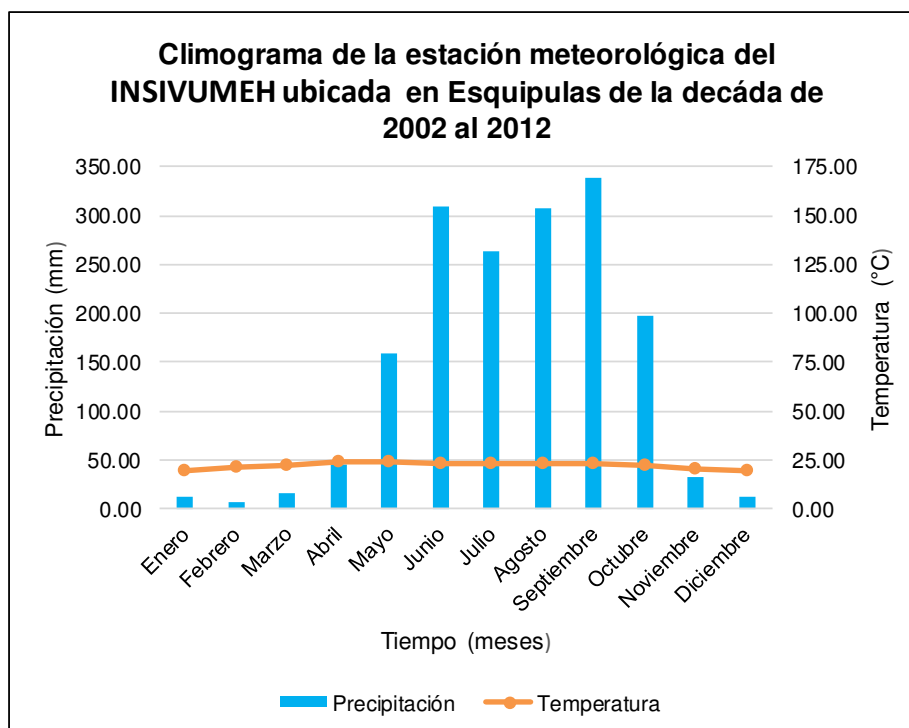
Gráfica 16. Climograma del período de 1992 a 2001 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 17, se presenta el climograma de la década de 2002 a 2012, donde se observa que la duración de la época seca está comprendida de noviembre a abril, donde se presentan seis meses de época seca y seis meses de época lluviosa. Septiembre es el de mayor régimen pluviométrico con precipitaciones de 338.73 mm y comparando con la década anterior disminuyó la precipitación anual en un 5%; la precipitación menor registrada es en febrero con 7.63 mm. La curva de la temperatura es casi horizontal, donde la temperatura mínima registrada fue en diciembre con 19.77°C y la temperatura máxima registrada fue en abril con 23.96°C, presentando una oscilación térmica baja de 4.19°C. Con base a la década anterior hubo un incremento de la temperatura de 0.02°C.

Gráfica 17. Climograma del período de 2002 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se observó que, en la época seca, en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo mantienen una precipitación similar, mientras que en abril durante la década de 1982 al 1991 disminuyó la precipitación en un 31% y en la década de 1992 al 2001 incrementó las precipitaciones en un 49%.

En la época lluviosa se observó que en las décadas 1972-1981 y 1982-1991 en junio fue el mes con mayor precipitación; en julio, agosto, septiembre y octubre ha incrementado la precipitación en las últimas tres décadas, y se observó que en septiembre presentaron lluvias con mayores precipitaciones en las últimas dos décadas.

En el cuadro 8, se describen las precipitaciones y temperaturas (en grados centígrados) promedio mensual de 1972 al 2012, dicha información se utilizó para la elaboración del climograma general del período de estudio.

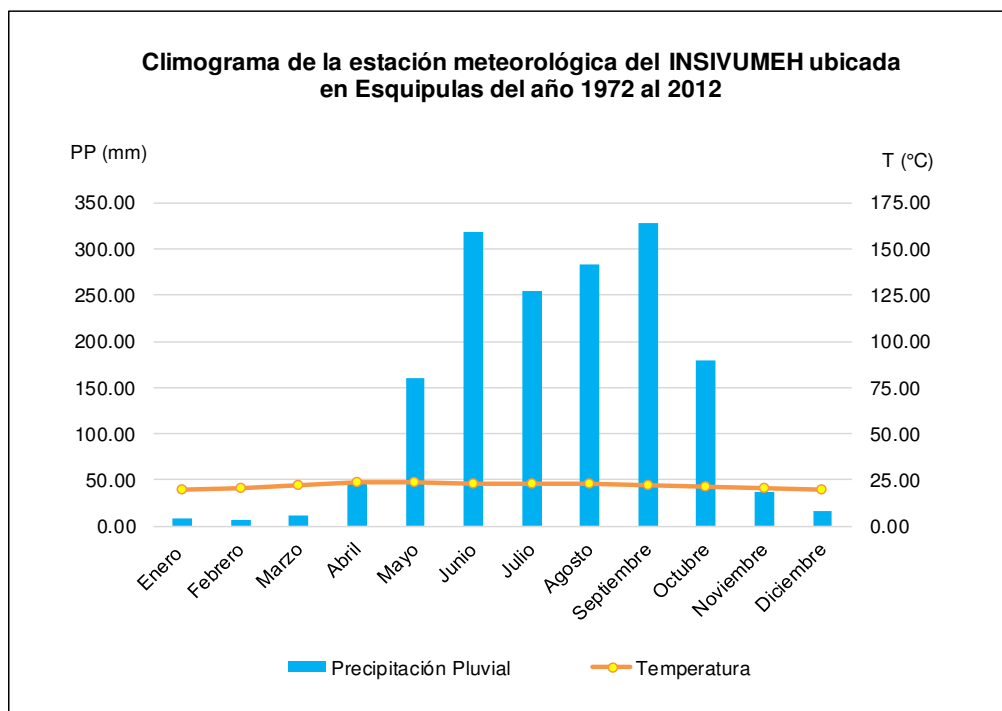
Cuadro 8. Precipitación mensual y temperatura media mensual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Variables climáticas	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación	9.06	6.40	12.23	47.28	159.51	318.30	254.59	283.02	327.17	179.60	36.66	16.98
Temperatura	19.64	20.69	22.38	23.63	23.69	22.82	22.58	22.64	22.34	21.62	20.31	19.61

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 18, se presenta el climograma de 1972 a 2012, donde se observar que durante este período la época seca comprende de noviembre a abril y la época lluviosa de mayo a octubre, los de mayor precipitación son junio y septiembre y los más secos enero y febrero.

Gráfica 18. Climograma del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

El clima del municipio de Esquipulas se categoriza como un clima templado con lluvia ya que en las observaciones anuales se muestran abundantes precipitaciones en mayo a octubre (época lluviosa), en la época seca se observa una fuerte sequía y la oscilación térmica histórica es de 4.08 grados centígrados.

9.5 Análisis de las variables climáticas de temperatura, precipitación, heliofanía y nubosidad

Al realizar los análisis de las variables climáticas de temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa, heliofanía, radiación solar, presión atmosférica, nubosidad, evaporación y vientos, se estimó de acuerdo al análisis pareado mediante la *t* de Student las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas durante un período de 41 años, cuyas variables son: la temperatura, la precipitación, la heliofanía y la nubosidad; para dichas variables climáticas se realizó el análisis de tendencia durante el período de estudio y las anomalías positivas y negativas registradas en el período total de años y por décadas.

9.5.1 Análisis de la variable precipitación pluvial

Para analizar la precipitación pluvial en el municipio de Esquipulas se realizó un análisis de la tendencia, de los días de precipitación y de las anomalías que se registraron durante el período de 1972 a 2012.

a. Análisis de la tendencia de la precipitación pluvial

En el cuadro 9, se describe la precipitación total anual de 1972 a 2012, donde se observa que la menor precipitación durante el período de estudio es de 1,068.10 mm registrada en 1972, la mayor precipitación registrada es de 2,376.30 mm en 1989 y la precipitación promedio es de 1,650.80 mm.

Se determinó que la tendencia de esta variable en el período de 1972 a 2012 es a incrementar levemente la cantidad de agua que precipita anualmente.

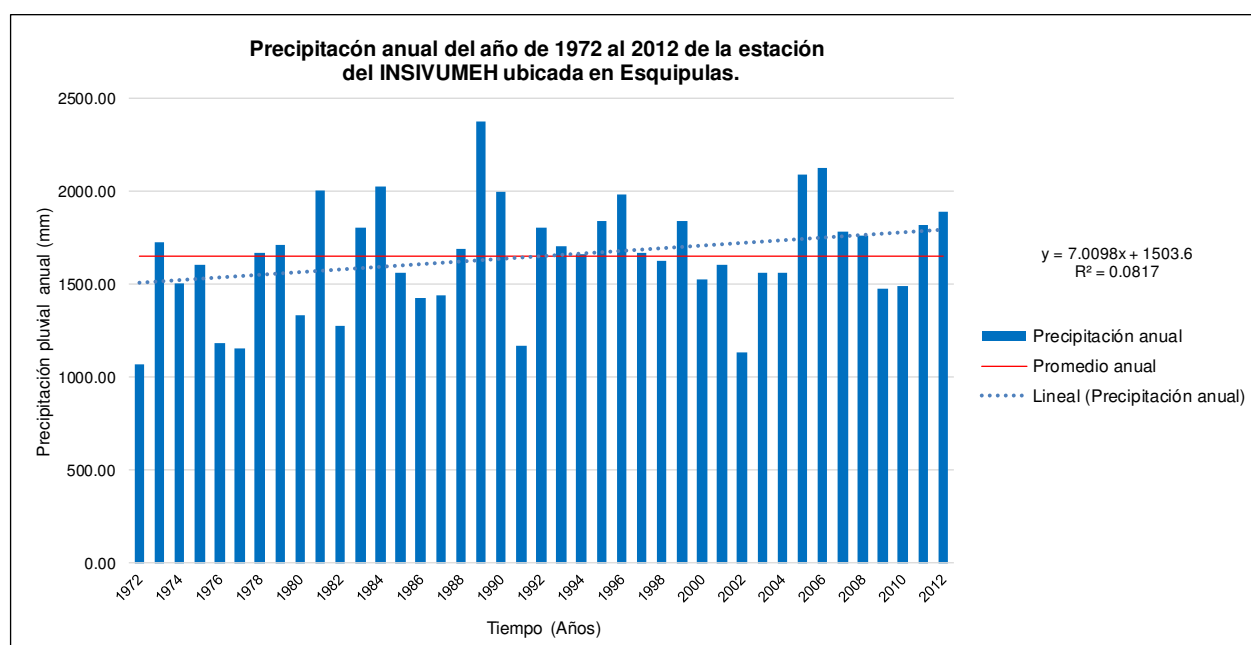
Cuadro 9. Precipitación total anual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Precipitación total anual (milímetros)
1972	1068.10
1973	1727.80
1974	1502.10
1975	1606.00
1976	1180.80
1977	1156.70
1978	1665.20
1979	1712.10
1980	1331.50
1981	2006.20
1982	1279.10
1983	1805.20
1984	2023.60
1985	1562.80
1986	1425.00
1987	1438.00
1988	1693.00
1989	2376.30
1990	1994.40
1991	1171.80
1992	1803.60
1993	1701.00
1994	1661.70
1995	1843.50
1996	1983.40
1997	1672.20
1998	1627.60
1999	1838.40
2000	1522.40
2001	1603.40
2002	1132.00
2003	1564.00
2004	1564.80
2005	2089.00
2006	2127.80
2007	1785.60
2008	1760.80
2009	1478.10
2010	1490.80
2011	1818.90
2012	1888.70
Promedio total/ período	1650.80

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 19, se presenta el análisis de tendencia de la precipitación pluvial, donde se observa la precipitación total anual y la línea de tendencia del período de 1972 al 2012, en la cual el comportamiento estadístico muestra una tendencia al incremento de los promedios anuales en el 54% de los años bajo estudio. Donde se puede observar un incremento de la precipitación en la época seca y lluviosa.

Gráfica 19. Precipitación pluvial y tendencia durante el período de 1972 a 2012 en el municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

b. Días de precipitación pluvial

Se determinó el número de días con precipitación de forma mensual, anual, por década y durante el período de estudio.

En el cuadro 10, se presentan los días de precipitación pluvial mensual de 1972 a 2012; así como, el total anual de días con precipitación y el total anual de días sin lluvia. La mayor cantidad de días de lluvia se registró en 1973 con un total de 117 días y la menor cantidad de días de lluvia se registró en 1986 con 53 días. En la época lluviosa junio y septiembre, son los de mayor cantidad de días registrados con un total de 14 días y durante la época seca enero se registró con un día promedio de lluvia. La cantidad de días de lluvia promedio anual es de 76 días y los días promedio sin lluvia es de 289.

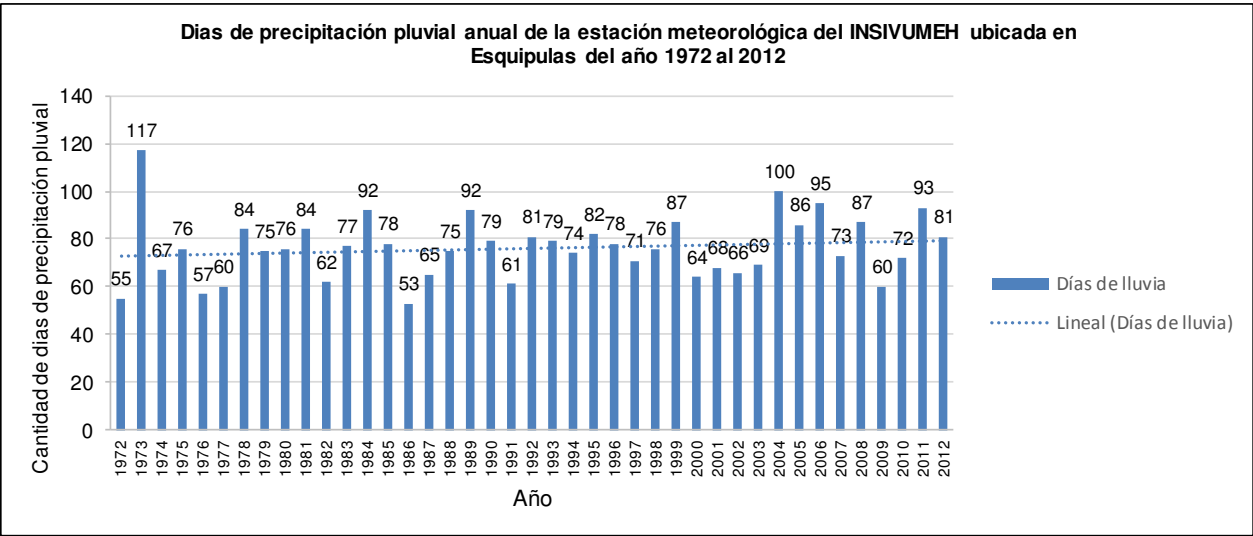
Cuadro 10. Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Meses												Total anual	Días sin lluvia/año	Pérdida de días
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1972	1	2		2	8	8	10	10	8	1	5		55	310	21
1973		3	1	2	7	17	12	26	13	31	4	1	117	248	
1974	1	3	2	3	11	16	7	8	13	2	1		67	298	9
1975	1	3		1	9	8	10	15	16	9	2	2	76	289	0
1976	1	3		6	10	14	8	6	7	1	1		57	308	19
1977		3		3	8	9	2	13	16	3	3		60	305	16
1978		3		3	6	13	18	9	19	8	3	2	84	281	
1979		3	1	5	6	14	12	14	8	9	2	1	75	290	1
1980	1	2		3	12	14	11	14	12	4	2	1	76	289	0
1981		3		2	7	17	14	11	17	10	1	2	84	281	
1982		3		2	9	13	4	4	16	8	3		62	303	14
1983		4	3	1	4	17	9	11	17	5	6		77	288	
1984		3		3	13	20	17	12	15	8	1		92	273	
1985	1	3		3	4	12	17	15	14	7	2		78	287	
1986		3		1	8	8	8	9	10	5	1		53	312	23
1987		3	2	3	2	17	15	8	12		1	2	65	300	11
1988		3		5	2	19	11	16	11	7	1		75	290	1
1989		3	1	8	7	15	11	17	19	9	2		92	273	
1990		4		1	13	15	15	7	15	3	4	2	79	286	
1991		3		4	7	14	5	9	7	8	1	3	61	304	15
1992		2		7	5	21	11	11	12	7	4	1	81	284	
1993		3	1	6	6	15	10	13	19	5	1		79	286	
1994		3		5	6	14	8	16	13	7	2		74	291	2
1995		4		6	5	10	15	13	18	7	3	1	82	283	
1996		3		8	6	10	13	10	16	8	4		78	287	
1997	1	3	2	1	7	16	8	3	20	6	4		71	294	5
1998		3	1	2	9	14	9	14	5	15	4		76	289	0
1999		3	1	5	4	17	12	17	17	9	1	1	87	278	
2000		2		1	11	12	7	9	16	4	2		64	301	12
2001		4		2	7	8	15	11	16	3	2		68	297	8
2002		3		1	6	13	11	6	13	8	4	1	66	299	10
2003		3	3	1	7	15	6	8	17	6	3		69	296	7
2004		2	1	5	5	18	31	11	15	9	3		100	265	
2005		3	2	2	7	19	14	14	15	8	2		86	279	
2006	1	3		3	10	23	13	12	15	12	3		95	270	
2007		3		3	6	12	12	10	18	7	2		73	292	3
2008	1	2	1	3	5	16	21	12	18	7	1		87	278	
2009		3		2	9	10	6	8	10	7	4	1	60	305	16
2010		3		7	11	13	10	12	13	2	1		72	293	4
2011		4	2	4	8	14	15	14	15	15	2		93	272	
2012		2		5	8	15	9	17	15	9	1		81	284	
Promedio	1	3	2	3	7	14	12	12	14	7	2	2	76	289	9
Moda	1	3	1	3	7	14	11	14	15	7	1	1	76	289	0

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 20, se presentan los días de precipitación pluvial de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en Esquipulas.

Gráfica 20. Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015

En el cuadro 11, se presentan los días de precipitación pluvial mensual del período de 1972 a 2012 por década; donde se observa que los meses con mayor número de días de precipitación son de mayo a octubre que corresponden a la época lluviosa, de forma general se puede concluir que existe poca variación en el número de días por mes al comparar las décadas. Por ejemplo, en mayo la variación del número promedio de días con precipitación en mayo es de un día entre la década de 1972-1981 y la década de 1982-1991 y la mayor variación se ve representada en julio con 4 días.

Cuadro 11. Días de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

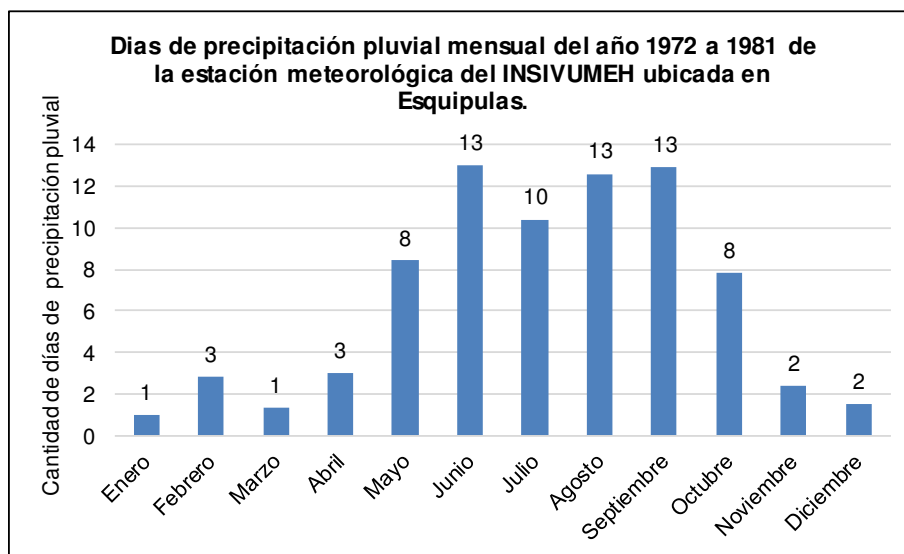
Década	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1972 - 1981	1	3	1	3	8	13	10	13	13	8	2	2
1982 - 1991	1	3	2	3	7	15	11	11	14	7	2	2
1992 - 2001	1	3	1	4	7	14	11	12	15	7	3	1
2002 - 2012	1	3	2	3	7	15	13	11	15	8	2	1

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 21, se observa los días de precipitación pluvial mensual de la década de 1972 a 1981, donde se puede observar que los meses con mayor número de días con

precipitación corresponden a junio, agosto y septiembre; y los meses con menor número de días de precipitación corresponden a enero y marzo.

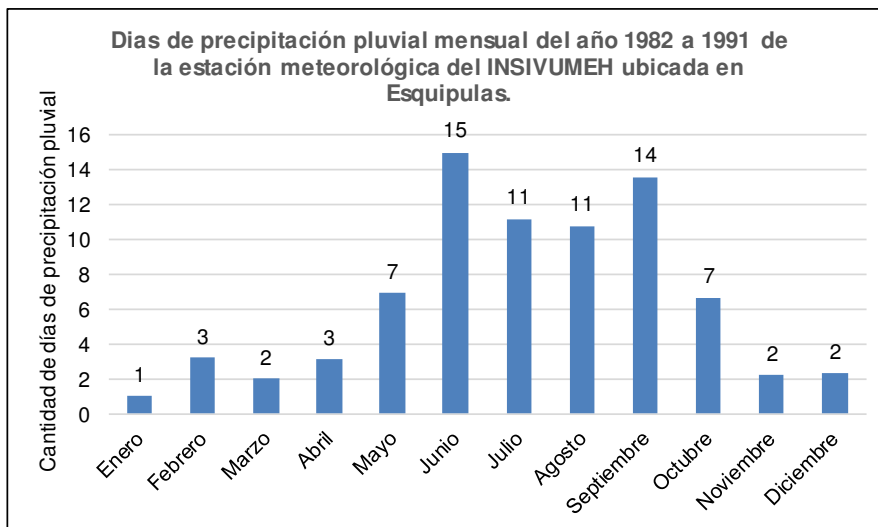
Gráfica 21. Días de precipitación pluvial de la década de 1972 a 1981 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el grafica 22, se observa los días de precipitación pluvial mensual de la década de 1982 a 1991, determinándose que el mes con mayor número de días con precipitación corresponde a junio; y el mes con menor número de días de precipitación corresponden a enero.

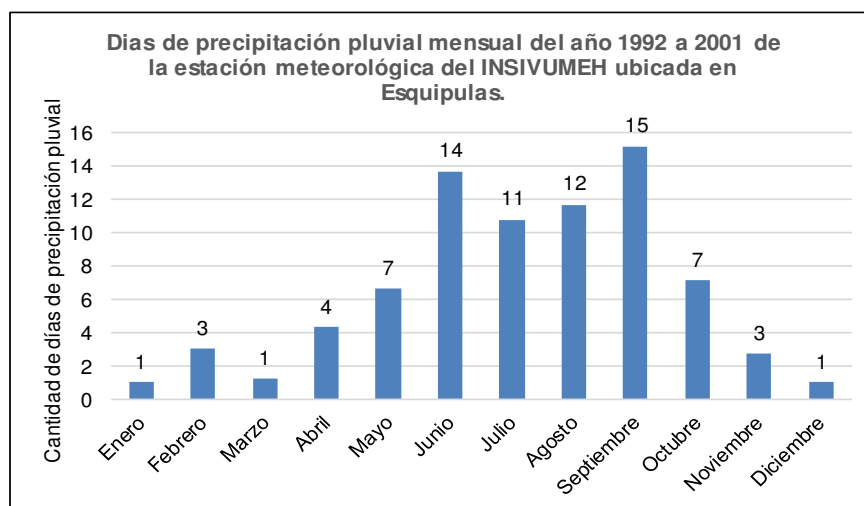
Gráfica 22. Días de precipitación pluvial de la década de 1982 a 1991 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el grafica 23, se observa los días de precipitación pluvial mensual de la década de 1992 a 2001, determinándose que el mes con mayor número de días con precipitación corresponde a septiembre; y los meses con menor número de días de precipitación corresponden a diciembre, enero y marzo.

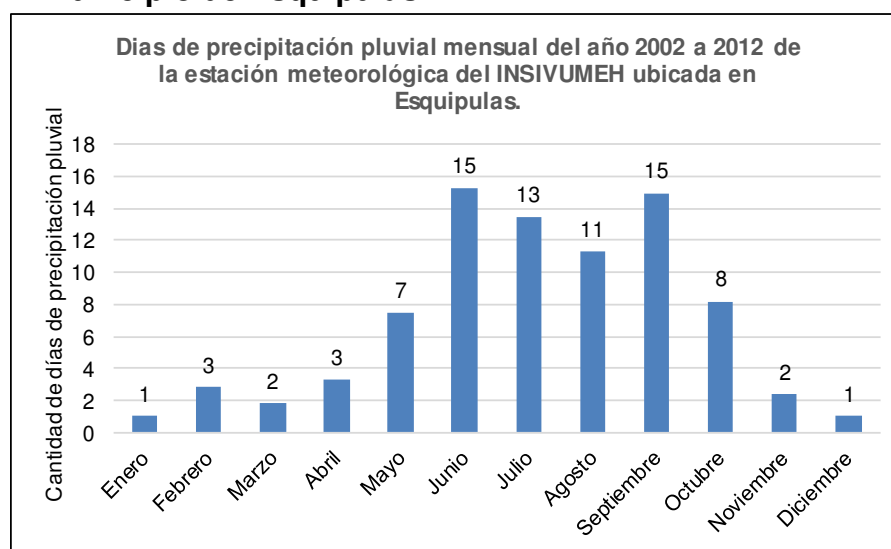
Gráfica 23. Días de precipitación pluvial de la década de 1992 al 2001 en el municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el grafica 24, se observa los días de precipitación pluvial mensual de la década del 2002 a 2012, donde se puede observar que los meses con mayor número de días con precipitación corresponde a junio y septiembre y los meses con menor número de días de precipitación corresponden a diciembre y enero.

Gráfica 24. Días de precipitación pluvial de la década de 2002 al 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015

c. Análisis de anomalías de la precipitación pluvial

El análisis de anomalías determina los valores de la variable que son superiores o inferiores a la media.

En el cuadro 12, se presentan las anomalías de la variable precipitación pluvial del período de 1972 a 2012, donde se observa que en 1972 se presentó la mayor anomalía negativa con 583 mm de precipitación, y en 1989 se presentó la mayor anomalía positiva con 725 mm (Anexo 32).

Cuadro 12. Anomalías de precipitación pluvial del año 1972 al 2012 del municipio de Esquipulas.

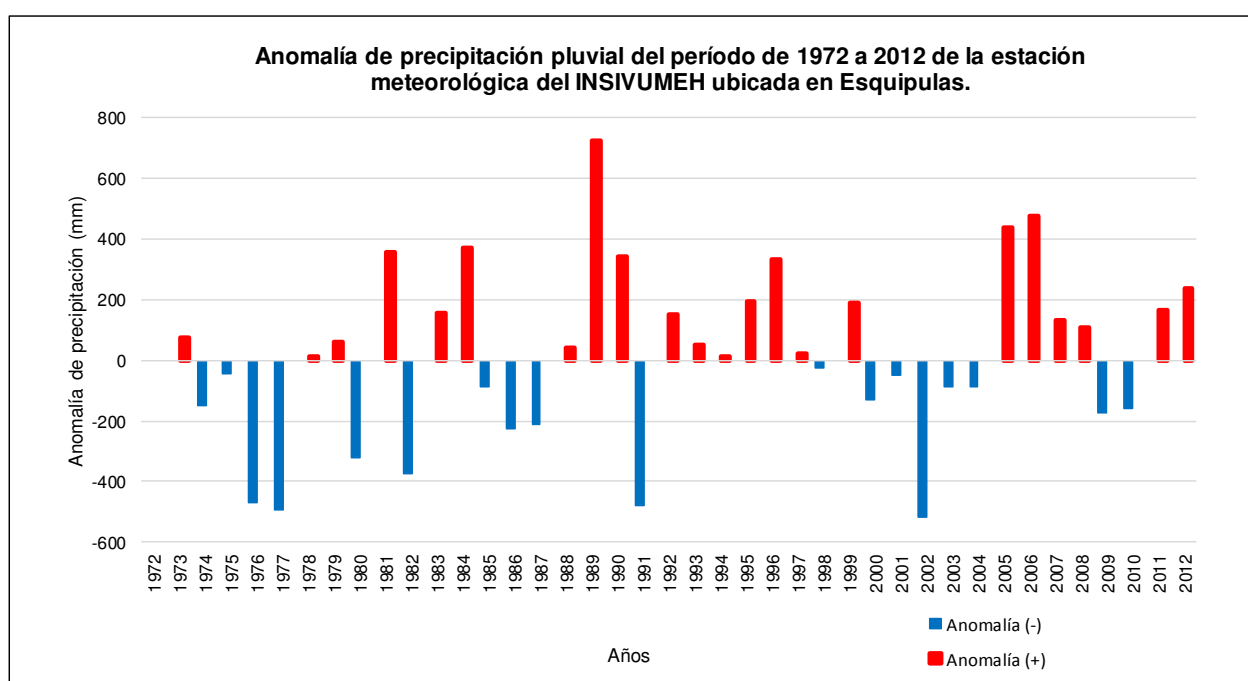
Año	Precipitación total anual	Diferencia de precipitación (mm)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	1068.10	-583	-583	
1973	1727.80	77		77
1974	1502.10	-149	-149	
1975	1606.00	-45	-45	
1976	1180.80	-470	-470	
1977	1156.70	-494	-494	
1978	1665.20	14		14
1979	1712.10	61		61
1980	1331.50	-319	-319	
1981	2006.20	355		355
1982	1279.10	-372	-372	
1983	1805.20	154		154
1984	2023.60	373		373
1985	1562.80	-88	-88	
1986	1425.00	-226	-226	
1987	1438.00	-213	-213	
1988	1693.00	42		42
1989	2376.30	725		725
1990	1994.40	344		344
1991	1171.80	-479	-479	
1992	1803.60	153		153
1993	1701.00	50		50
1994	1661.70	11		11
1995	1843.50	193		193
1996	1983.40	333		333
1997	1672.20	21		21
1998	1627.60	-23	-23	
1999	1838.40	188		188
2000	1522.40	-128	-128	
2001	1603.40	-47	-47	
2002	1132.00	-519	-519	
2003	1564.00	-87	-87	
2004	1564.80	-86	-86	
2005	2089.00	438		438
2006	2127.80	477		477
2007	1785.60	135		135
2008	1760.80	110		110
2009	1478.10	-173	-173	
2010	1490.80	-160	-160	
2011	1818.90	168		168
2012	1888.70	238		238
Promedio	1650.81			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

De acuerdo al análisis los años secos (años con precipitaciones inferiores a la media general) durante el período de estudio corresponden a 19 años lo cual representa el 44%; es decir, que en este período el 44% de los años presentó déficit hídrico y el 56% presentó superávit hídrico.

En la gráfica 25, se presentan las anomalías positivas y negativas de la precipitación pluvial del municipio de Esquipulas en el período de 1972 a 2012.

Grafica 25. Anomalías de la precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 13, se presentan las anomalías de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas, donde la década de 1972 a 1981 presenta una anomalía de 155 mm menos de precipitación en relación a la precipitación promedio histórica y la década de 1982 a 1991, 1992 a 2001, 2002 a 2012 presentan anomalías positivas de 26, 75 y 49 mm, respectivamente.

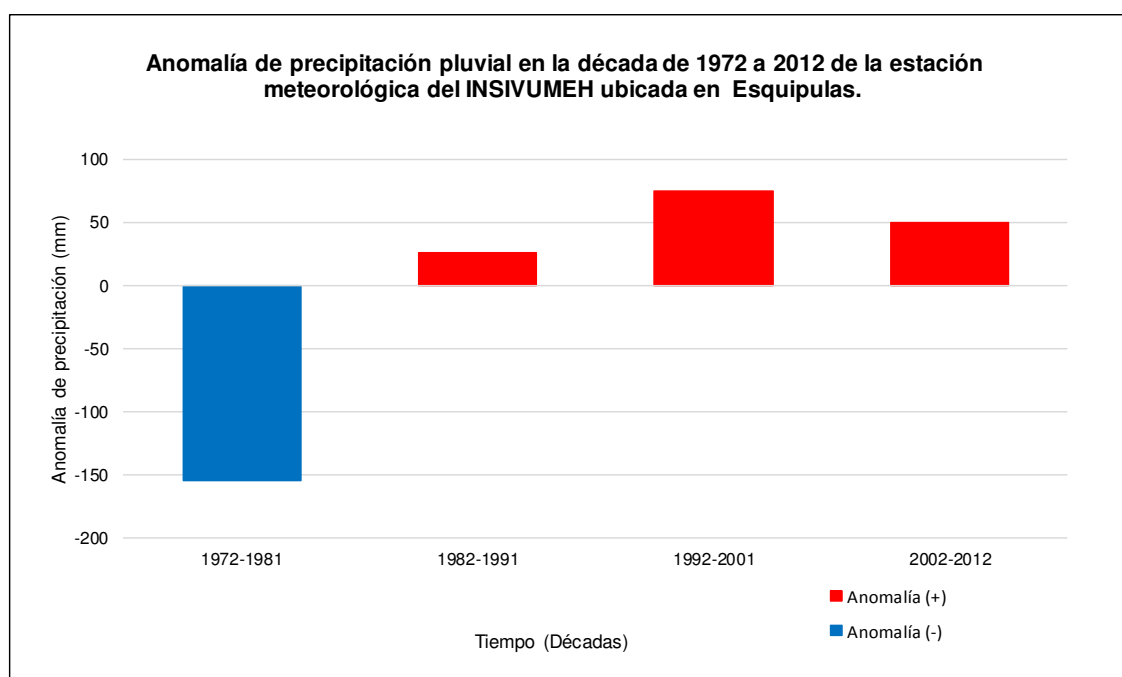
Cuadro 13. Anomalías de precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Precipitación total/década	Diferencia de precipitación (mm)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972-1981	1495.65	-155.15	-155.2	
1982-1991	1676.92	26.12		26.12
1992-2001	1725.72	74.92		74.92
2002-2012	1700.05	49.25		49.25

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 26, se presentan las anomalías de la precipitación pluvial del período de 1972 al 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Grafica 26. Anomalías de la precipitación pluvial del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

9.5.2 Análisis de la variable temperatura.

Para analizar la temperatura en el municipio de Esquipulas se realizó un análisis de la tendencia y de anomalías de la temperatura máxima, mínima y media que se registraron durante el período de 1972 a 2012.

En el cuadro 14, se describe la temperatura máxima, mínima y media promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 26.45 °C a 28.76 °C, la temperatura mínima de 16.56°C a 18.46°C, y la temperatura media de 20.82°C a 23.19°C. La temperatura máxima promedio es de 27.78°C, la temperatura mínima promedio es de 17.41°C y la temperatura media promedio es de 21.83°C.

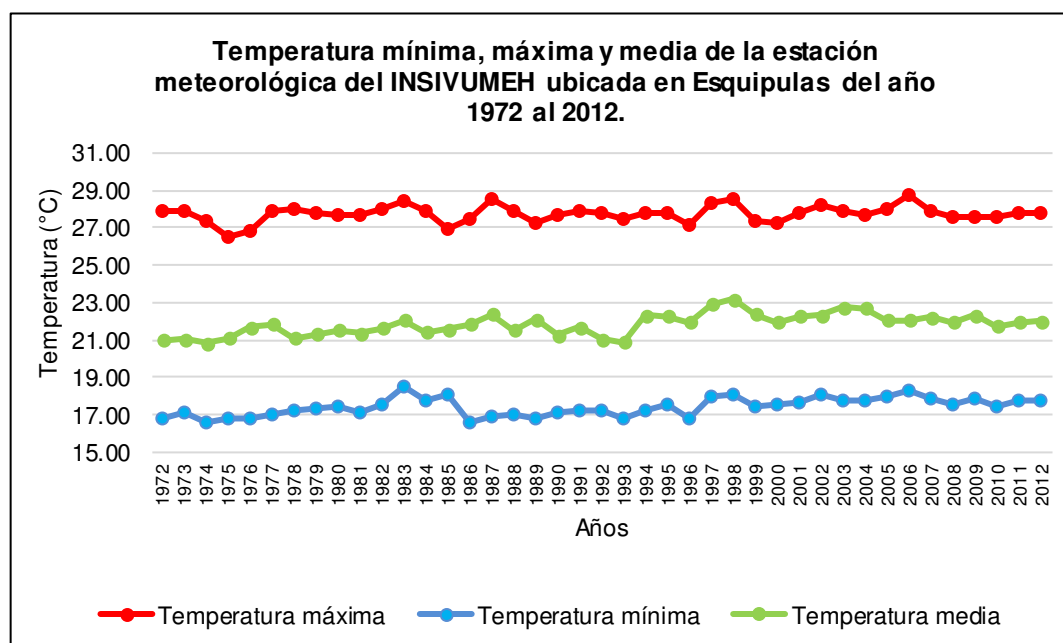
Cuadro 14. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio anuales de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura máxima anual (grados centígrados)	Temperatura mínima anual (grados centígrados)	Temperatura media anual (grados centígrados)
1972	27.90	16.70	21.00
1973	27.90	17.10	21.10
1974	27.30	16.60	20.80
1975	28.00	16.80	21.10
1976	26.80	16.80	21.70
1977	27.90	17.00	21.80
1978	28.00	17.30	21.10
1979	27.70	17.30	21.30
1980	27.70	17.50	21.50
1981	27.70	17.10	21.30
1982	28.00	17.50	21.60
1983	28.40	18.50	22.00
1984	27.40	17.70	21.40
1985	27.70	18.00	21.60
1986	27.50	16.60	21.90
1987	28.50	16.90	22.40
1988	27.90	17.00	21.50
1989	27.20	16.70	22.10
1990	27.70	17.10	21.20
1991	27.90	17.20	21.70
1992	27.80	17.20	21.00
1993	27.50	16.80	20.90
1994	27.80	17.20	22.30
1995	27.80	17.50	22.30
1996	27.20	16.80	21.90
1997	28.30	18.00	22.90
1998	28.60	18.10	23.20
1999	27.30	17.40	22.40
2000	27.30	17.50	21.90
2001	27.80	17.70	22.30
2002	28.20	18.00	22.30
2003	27.90	17.80	22.70
2004	27.70	17.80	22.70
2005	28.00	17.90	22.00
2006	28.40	18.30	22.00
2007	27.90	17.90	22.20
2008	27.60	17.60	21.90
2009	27.50	17.90	22.30
2010	27.50	17.50	21.70
2011	27.80	17.70	21.90
2012	27.80	17.80	22.00
Promedio	27.78	17.41	21.83

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 27, se observa el registro anual promedio de la temperatura mínima, media y máxima de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Gráfica 27. Temperatura mínima, máxima y media de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación, se presentan los registros de temperatura mínima, máxima y media promedio mensual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

En el cuadro 15, se presenta la temperatura máxima, mínima y media promedio de enero de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura mínima oscila de 13.26°C a 17.57°C, la temperatura media oscila de 17.64°C a 21.70°C y la temperatura máxima de 21.13 °C a 27.36 °C. La temperatura mínima, media y máxima promedio de enero es de 15.37°C, 19.64°C y 25.32°C, respectivamente.

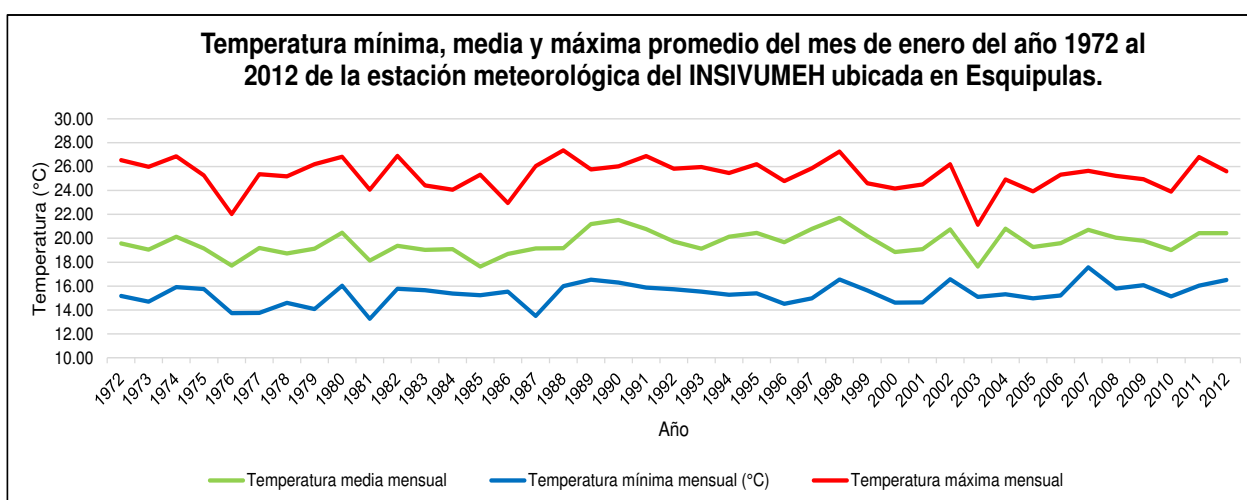
Cuadro 15. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de enero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de enero (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	26.53	15.17	19.58
1973	25.98	14.70	19.06
1974	26.85	15.91	20.14
1975	25.26	15.75	19.14
1976	22.02	13.74	17.71
1977	25.36	13.76	19.19
1978	25.19	14.60	18.73
1979	26.21	14.07	19.12
1980	26.83	16.04	20.47
1981	24.06	13.26	18.13
1982	26.90	15.78	19.36
1983	24.42	15.65	19.03
1984	24.06	15.38	19.09
1985	25.32	15.24	17.64
1986	22.95	15.54	18.69
1987	26.03	13.49	19.16
1988	27.36	15.99	19.17
1989	25.76	16.53	21.18
1990	26.02	16.29	21.53
1991	26.88	15.87	20.76
1992	25.81	15.73	19.73
1993	25.96	15.54	19.13
1994	25.45	15.28	20.14
1995	26.19	15.39	20.45
1996	24.78	14.51	19.67
1997	25.86	14.97	20.79
1998	27.25	16.56	21.70
1999	24.59	15.64	20.18
2000	24.16	14.62	18.85
2001	24.51	14.64	19.09
2002	26.21	16.58	20.75
2003	21.13	15.10	17.64
2004	24.92	15.32	20.82
2005	23.93	14.98	19.27
2006	25.32	15.22	19.59
2007	25.64	17.57	20.72
2008	25.21	15.79	20.04
2009	24.94	16.07	19.80
2010	23.90	15.13	19.02
2011	26.81	16.04	20.44
2012	25.61	16.52	20.42
Promedio	25.32	15.37	19.64

Fuente: *Elaboración propia, 2015.*

En la gráfica 28, se presentan los registros de la temperatura mínima, máxima y media de enero de 1972 a 2012. Durante el período se observó que la temperatura mínima registró descensos de 1976 a 1979, 1981, y 1987; y aumentó en el 2007. La temperatura media registró descensos en 1976, 1981, 1985 y 2003 y aumentó en 1989, 1990 y 1998. Con respecto a la temperatura máxima se registraron descensos en 1975, 1976, 1981, 1983, 1984, 1986, 1996, 1999 al 2001, 2003 al 2005 y 2010; así como incrementos en 1988 y 1998.

Gráfica 28. Temperatura mínima, media y máxima promedio del mes de enero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 16, se presentan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de febrero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura mínima oscila de 13.54°C a 17.38°C, la temperatura media oscila de 19.34°C a 23.28°C y la temperatura máxima de 24.44 °C a 30.38 °C. La temperatura mínima, media y máxima promedio en febrero es de 27.24°C, 15.56°C y 20.69°C, respectivamente.

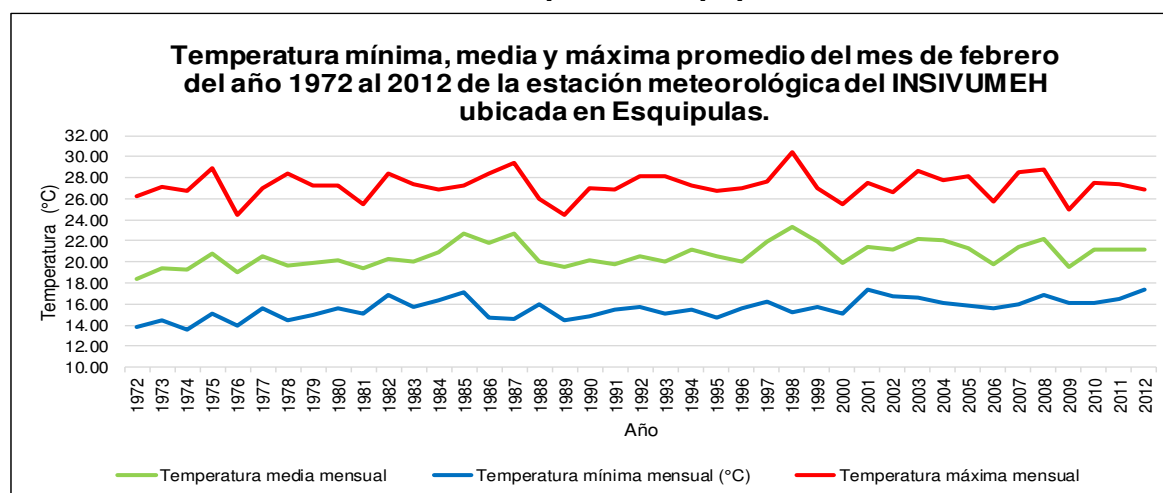
Cuadro 16. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de febrero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de febrero (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	26.26	13.80	18.43
1973	27.17	14.44	19.34
1974	26.70	13.54	19.30
1975	28.89	15.03	20.78
1976	24.44	13.91	19.01
1977	26.98	15.56	20.53
1978	28.42	14.41	19.65
1979	27.22	14.98	19.89
1980	27.24	15.54	20.20
1981	25.46	15.04	19.43
1982	28.44	16.90	20.24
1983	27.41	15.71	20.07
1984	26.85	16.34	20.95
1985	27.24	17.05	22.67
1986	28.35	14.75	21.75
1987	29.47	14.60	22.72
1988	25.99	15.92	19.97
1989	24.47	14.41	19.58
1990	27.02	14.79	20.15
1991	26.83	15.49	19.75
1992	28.15	15.73	20.47
1993	28.10	15.08	19.97
1994	27.24	15.49	21.21
1995	26.71	14.68	20.51
1996	27.00	15.53	20.04
1997	27.60	16.26	21.89
1998	30.38	15.21	23.28
1999	27.04	15.77	21.90
2000	25.47	15.06	19.90
2001	27.49	17.36	21.48
2002	26.61	16.70	21.17
2003	28.62	16.60	22.18
2004	27.72	16.10	22.06
2005	28.18	15.86	21.34
2006	25.79	15.55	19.76
2007	28.49	16.01	21.48
2008	28.77	16.81	22.21
2009	25.01	16.08	19.53
2010	27.46	16.04	21.15
2011	27.38	16.53	21.16
2012	26.91	17.38	21.16
Promedio	27.24	15.56	20.69

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 29, se presentan los registros de temperatura mínima, máxima y media de febrero de 1972 a 2012. Durante el período de estudio no se observó descenso alguno en la temperatura mínima; se observó un aumento de temperatura en 1975, 1977, de 1978 a 1982. Se observó un aumento continuo de temperatura en 1988, 1997, 2001, 2008 y 2012. En la temperatura media no se observa descenso alguno, pero se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1973 a 1975, de 1977 a 2012 se observó un incremento continuo, siendo los años más calurosos con ascensos bruscos de temperatura de 1985 a 1987, 1998, 2004, 2004, 2008 y de 2010 a 2012. En la temperatura máxima se observó descensos bruscos de temperatura en 1976 y 1989, e incrementos de temperatura en 1975, 1978, 1982, 1987 y 1998 siendo en éste último año febrero más caluroso.

Gráfica 29. Temperatura mínima, media y máxima promedio del mes de febrero de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 17, se presentan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de marzo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 26.28 °C a 32.23 °C, la temperatura mínima de 13.60°C a 18.69°C y la temperatura media de 20.43°C a 24.79°C.

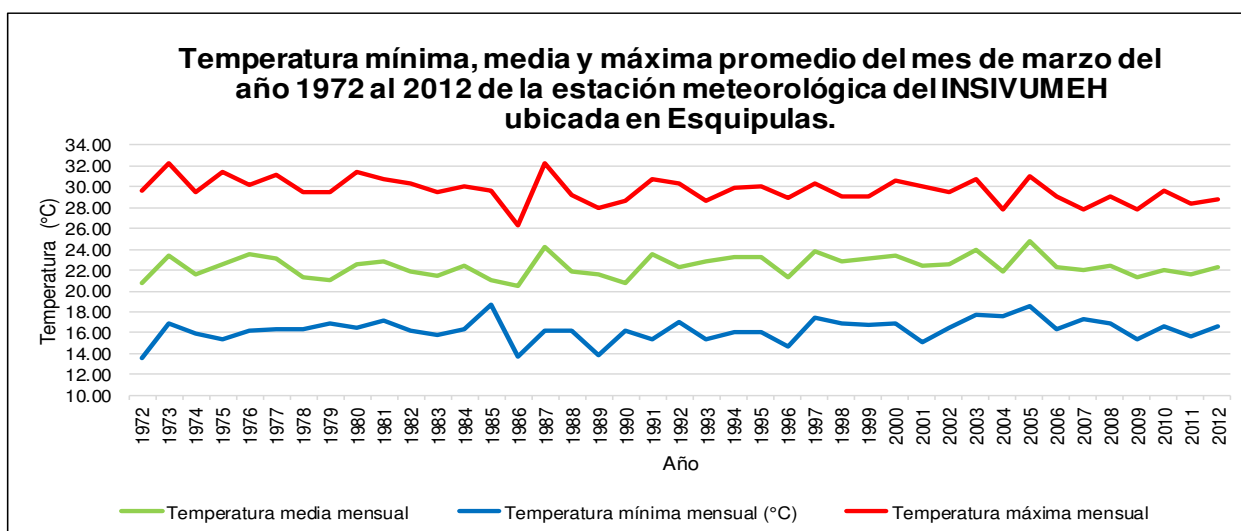
Cuadro 17. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de marzo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de marzo (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	29.65	13.60	20.70
1973	32.29	16.92	23.44
1974	29.53	15.96	21.53
1975	31.40	15.37	22.63
1976	30.21	16.17	23.58
1977	31.16	16.28	23.18
1978	29.47	16.29	21.35
1979	29.45	16.93	21.04
1980	31.45	16.48	22.52
1981	30.77	17.15	22.80
1982	30.29	16.13	21.89
1983	29.47	15.79	21.51
1984	30.10	16.28	22.43
1985	29.67	18.69	21.00
1986	26.28	13.77	20.43
1987	32.23	16.25	24.20
1988	29.19	16.15	21.94
1989	27.89	13.79	21.63
1990	28.63	16.15	20.78
1991	30.72	15.39	23.48
1992	30.24	16.98	22.31
1993	28.62	15.32	22.87
1994	29.91	16.11	23.26
1995	30.00	16.12	23.25
1996	28.96	14.75	21.38
1997	30.35	17.38	23.83
1998	29.10	16.95	22.87
1999	29.02	16.76	23.11
2000	30.63	16.93	23.33
2001	30.08	15.04	22.47
2002	29.49	16.49	22.55
2003	30.74	17.75	23.88
2004	27.85	17.57	21.83
2005	30.95	18.49	24.79
2006	29.11	16.40	22.22
2007	27.81	17.33	22.03
2008	29.09	16.87	22.46
2009	27.81	15.34	21.31
2010	29.58	16.66	22.00
2011	28.37	15.60	21.55
2012	28.84	16.64	22.23
Promedio	29.67	16.27	22.38

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 30, se presentan los registros de la temperatura mínima, máxima y media promedio de marzo de 1972 a 2012. Durante el período de 1972 a 2012 se observó descenso en la temperatura mínima en 1972, 1986, 1989, 1996 y 2001; y un aumento continuo de temperatura en 1973, 1985, 1997, de 2003 a 2005. En la temperatura media se observa descensos en 1972, 1986 y 1990; y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1976, 1977, 1987, 1991, 1994, 1997, 2003 y 2005. En la temperatura máxima se observó descensos bruscos de temperatura en 1986, 1989, 2004, 2007 y 2009 e incrementos de temperatura en 1973, 1987, 1991, 2003 y 2005, siendo marzo de 1987 el más caluroso.

Gráfica 30. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de marzo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 18, se presentan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 24.47 °C a 32.28 °C, la temperatura mínima de 14.67°C a 19.07°C, y la temperatura media de 21.78°C a 25.44°C.

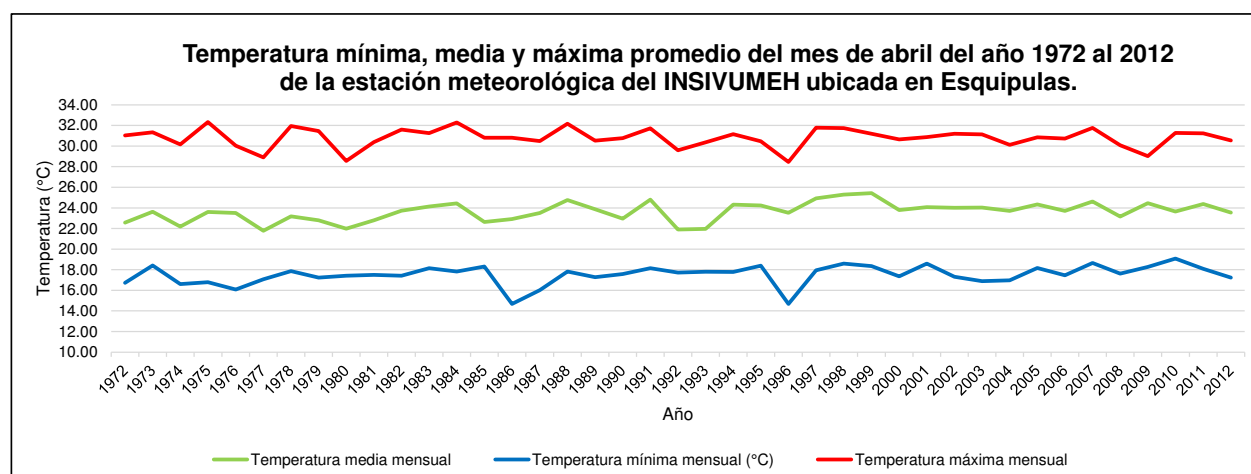
Cuadro 18. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de abril (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	31.04	16.73	22.58
1973	31.33	18.41	23.63
1974	30.16	16.61	22.18
1975	32.33	16.79	23.61
1976	30.04	16.08	23.51
1977	28.89	17.08	21.78
1978	31.95	17.86	23.18
1979	31.47	17.23	22.79
1980	28.55	17.42	21.98
1981	30.38	17.51	22.79
1982	31.60	17.41	23.72
1983	31.26	18.15	24.14
1984	32.28	17.83	24.44
1985	30.80	18.31	22.64
1986	30.80	14.68	22.92
1987	30.49	16.02	23.50
1988	32.18	17.83	24.76
1989	30.52	17.28	23.86
1990	30.77	17.58	22.96
1991	31.73	18.14	24.81
1992	29.59	17.73	21.89
1993	30.36	17.80	21.95
1994	31.16	17.78	24.31
1995	30.47	18.40	24.23
1996	28.46	14.67	23.53
1997	31.77	17.95	24.93
1998	31.74	18.60	25.29
1999	31.19	18.36	25.44
2000	30.65	17.36	23.79
2001	30.87	18.60	24.07
2002	31.19	17.31	24.00
2003	31.14	16.89	24.03
2004	30.12	16.98	23.71
2005	30.86	18.17	24.34
2006	30.72	17.46	23.70
2007	31.77	18.65	24.63
2008	30.07	17.62	23.17
2009	29.02	18.27	24.47
2010	31.27	19.07	23.64
2011	31.23	18.08	24.37
2012	30.55	17.24	23.55
Promedio	30.80	17.51	23.63

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 31, se presentan las temperaturas mínima, media y máxima promedio de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en los años 1986 y 1996; y un aumento de temperatura en 1973, 1983, 1985, 1995, 1998, 1999, 2001, 2005, 2007 y 2010 se observó un aumento de temperatura mínima. En la temperatura media se observa descenso en 1977 y 1992 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1997, 1998 y 1999. En la temperatura máxima se observó descensos bruscos de temperatura en 1977, 1980, 1995 y 2008 e incrementos de temperatura en 1975 y 1984, siendo éste último abril el más caluroso con 32.28°C.

Gráfica 31. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de abril de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 19, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de mayo de 1972 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila entre 27.90 °C a 31.75 °C, la temperatura mínima entre 16.71°C a 19.86°C y la temperatura media entre 21.28°C a 25.33°C.

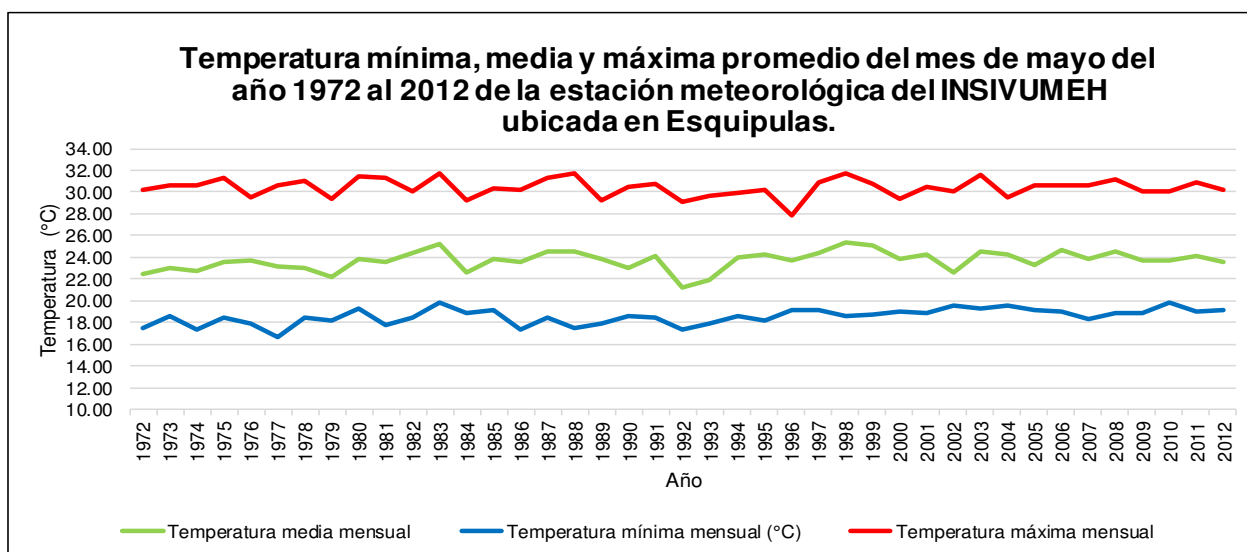
Cuadro 19. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de mayo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de mayo (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	30.15	17.54	22.50
1973	30.67	18.62	23.02
1974	30.62	17.30	22.67
1975	31.25	18.38	23.57
1976	29.47	17.91	23.72
1977	30.61	16.71	23.12
1978	30.97	18.45	22.98
1979	29.43	18.19	22.23
1980	31.41	19.32	23.87
1981	31.37	17.72	23.52
1982	30.12	18.46	24.33
1983	31.72	19.83	25.21
1984	29.23	18.86	22.55
1985	30.40	19.12	23.81
1986	30.17	17.38	23.52
1987	31.25	18.38	24.58
1988	31.75	17.53	24.48
1989	29.20	17.94	23.81
1990	30.44	18.57	22.94
1991	30.75	18.51	24.13
1992	29.12	17.39	21.28
1993	29.67	17.86	21.93
1994	29.87	18.52	24.04
1995	30.23	18.20	24.31
1996	27.90	19.20	23.65
1997	30.90	19.08	24.42
1998	31.75	18.57	25.33
1999	30.78	18.79	25.05
2000	29.40	18.95	23.85
2001	30.46	18.80	24.21
2002	30.08	19.53	22.55
2003	31.58	19.32	24.48
2004	29.56	19.54	24.32
2005	30.58	19.07	23.35
2006	30.58	19.06	24.62
2007	30.64	18.24	23.80
2008	31.17	18.91	24.58
2009	30.01	18.80	23.67
2010	30.08	19.86	23.74
2011	30.85	18.95	24.11
2012	30.25	19.20	23.58
Promedio	30.40	18.55	23.69

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 32, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de mayo de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en 1977 y un aumento de temperatura en 1980, 1983, 1985, 1996, del 2002 al 2004 y 2010 se observó un aumento continuo de temperatura mínima. En la temperatura media se observa descenso en 1979 y 1992; y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1983 y 1998. En la temperatura máxima se observó descensos de temperatura en 1976, 1979, 1984, 1989, 1992 y 1996 e incrementos de temperatura en 1980, 1983, 1988, 1998 y 2003, siendo mayo de 1996 el más caluroso en el período de estudio.

Gráfica 32. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de mayo de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 20, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de junio de 1972 al 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila entre 27.47 °C a 30.22 °C, la temperatura mínima entre 17.48°C a 19.66°C y la temperatura media entre 21.39°C a 24.44°C.

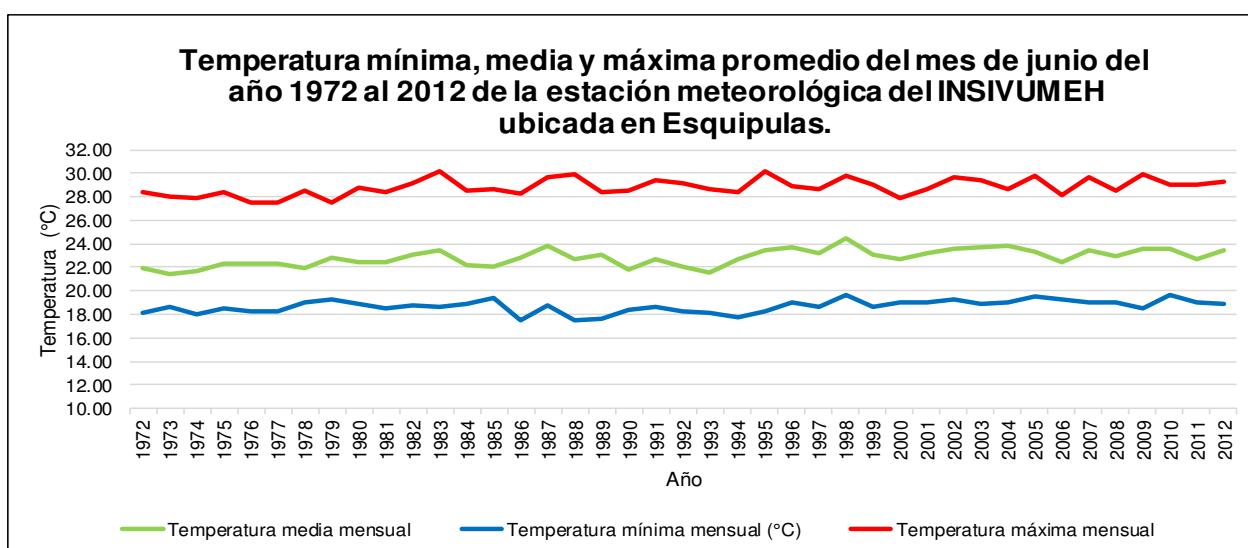
Cuadro 20. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de junio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de junio (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	28.36	18.13	21.87
1973	28.02	18.68	21.39
1974	27.89	18.04	21.69
1975	28.38	18.46	22.26
1976	27.47	18.29	22.34
1977	27.51	18.29	22.35
1978	28.55	18.96	21.89
1979	27.45	19.25	22.76
1980	28.77	18.83	22.38
1981	28.36	18.56	22.43
1982	29.11	18.75	23.06
1983	30.13	18.63	23.47
1984	28.47	18.90	22.22
1985	28.69	19.40	22.09
1986	28.26	17.52	22.87
1987	29.67	18.81	23.81
1988	29.94	17.48	22.67
1989	28.45	17.65	23.01
1990	28.52	18.40	21.79
1991	29.35	18.61	22.65
1992	29.16	18.19	22.11
1993	28.66	18.12	21.57
1994	28.34	17.76	22.73
1995	30.22	18.19	23.47
1996	28.89	18.97	23.67
1997	28.69	18.65	23.20
1998	29.83	19.66	24.44
1999	28.97	18.59	23.06
2000	27.84	18.97	22.72
2001	28.68	18.97	23.16
2002	29.64	19.30	23.64
2003	29.42	18.87	23.68
2004	28.71	19.02	23.81
2005	29.80	19.53	23.31
2006	28.14	19.26	22.48
2007	29.60	18.99	23.42
2008	28.52	19.02	22.89
2009	29.97	18.54	23.58
2010	29.06	19.63	23.52
2011	29.02	19.00	22.65
2012	29.33	18.88	23.42
Promedio	28.83	18.68	22.82

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 33, se muestran los registros de la temperatura mínima, máxima y media de junio de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en los años 1986, 1988 y 1989 y un aumento de temperatura en 1979, 1985, 1998, 2002, 2005 y 2010 se observó un aumento de temperatura mínima. En la temperatura media no se observan descensos significativos de temperatura; se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1983, 1987, del 1995 al 1999, del 2002 al 2005, 2007, 2009 y 2012. En la temperatura máxima no se observó descensos significativos de temperatura; sin embargo, se observó incrementos de temperatura en 1983, 1988, 1989, 1995, 1998, 2002, 2005, 2007 y 2009, siendo junio de 1995 el más caluroso con 30.22 °C.

Gráfica 33. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de junio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 21, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de julio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 27.25 °C a 29.13 °C, la temperatura mínima de 17.59°C a 19.70°C y la temperatura media de 21.14°C a 24.15°C.

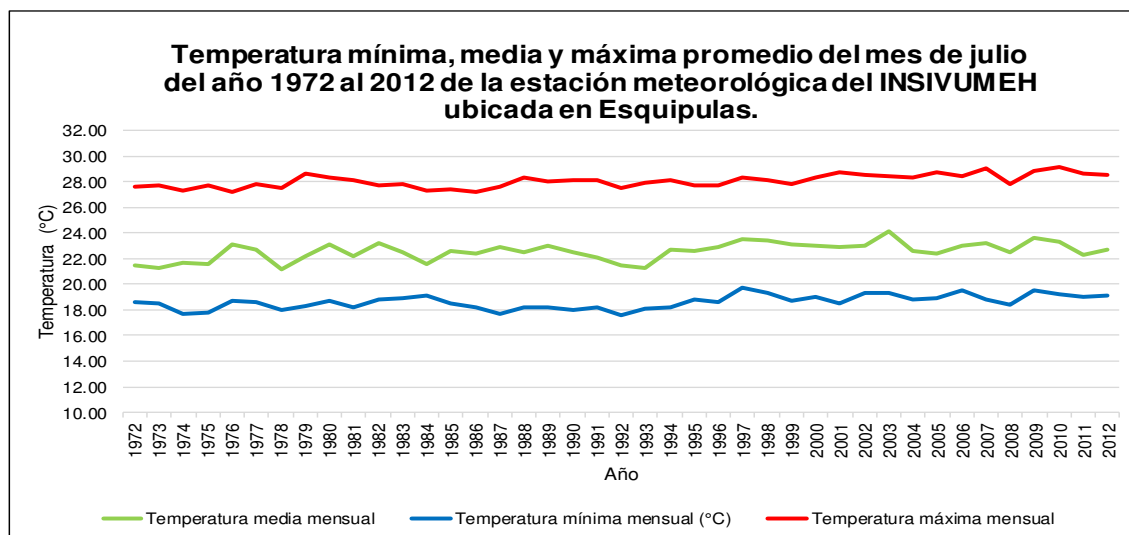
Cuadro 21. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de julio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de julio (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	27.68	18.61	21.53
1973	27.68	18.53	21.32
1974	27.37	17.67	21.70
1975	27.75	17.80	21.63
1976	27.25	18.67	23.10
1977	27.80	18.59	22.66
1978	27.55	17.97	21.14
1979	28.60	18.32	22.19
1980	28.34	18.75	23.15
1981	28.10	18.23	22.15
1982	27.77	18.85	23.26
1983	27.84	18.95	22.53
1984	27.28	19.15	21.61
1985	27.40	18.55	22.63
1986	27.25	18.17	22.42
1987	27.64	17.64	22.89
1988	28.36	18.21	22.54
1989	28.03	18.24	23.03
1990	28.09	18.04	22.49
1991	28.14	18.19	22.08
1992	27.52	17.59	21.51
1993	27.91	18.09	21.31
1994	28.18	18.19	22.66
1995	27.68	18.81	22.58
1996	27.71	18.56	22.93
1997	28.35	19.70	23.55
1998	28.15	19.37	23.39
1999	27.83	18.70	23.09
2000	28.31	19.01	23.02
2001	28.75	18.50	22.93
2002	28.60	19.33	23.02
2003	28.42	19.33	24.15
2004	28.32	18.77	22.58
2005	28.74	18.96	22.42
2006	28.46	19.52	23.05
2007	29.10	18.83	23.24
2008	27.79	18.43	22.45
2009	28.82	19.58	23.59
2010	29.13	19.22	23.30
2011	28.61	18.99	22.34
2012	28.50	19.09	22.72
Promedio	28.07	18.63	22.58

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 34, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de julio de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en 1974, 1987 y 1992 y un aumento de temperatura en 1997, 2006 y 2009 se observó un aumento de temperatura mínima. En la temperatura media se observa descenso en 1972 a 1975, 1978, 1984, 1992 y 1993 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1976, 1980, 1982, 2003 y 2009. En la temperatura máxima no se observó descensos significativos de temperatura; sin embargo, se observó incrementos de temperatura en 1979, 2001, 2007 y 2010, siendo julio de 2010 el más caluroso en el período de estudio con 29.10 °C.

Gráfica 34. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de julio de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 22, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de agosto de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 27.42 °C a 29.24 °C, la temperatura mínima de 17.37°C a 19.70°C y la temperatura media de 20.75°C a 24.20°C. En el 2010 no hubo registros de datos.

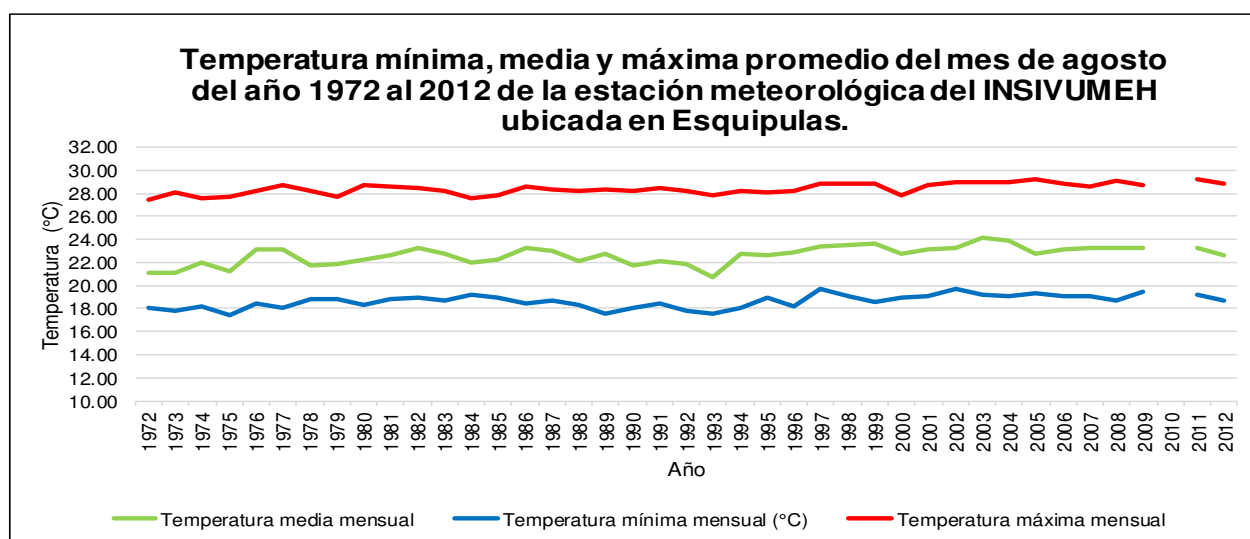
Cuadro 22. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de agosto de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de agosto (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	27.42	18.05	21.08
1973	28.04	17.77	21.11
1974	27.58	18.24	22.02
1975	27.66	17.37	21.23
1976	28.14	18.39	23.16
1977	28.72	18.10	23.11
1978	28.14	18.84	21.74
1979	27.69	18.81	21.82
1980	28.71	18.32	22.22
1981	28.62	18.84	22.66
1982	28.48	18.93	23.29
1983	28.22	18.67	22.72
1984	27.58	19.22	21.93
1985	27.78	18.91	22.28
1986	28.56	18.39	23.27
1987	28.35	18.74	22.97
1988	28.24	18.29	22.16
1989	28.29	17.59	22.78
1990	28.25	18.10	21.76
1991	28.40	18.44	22.10
1992	28.17	17.85	21.89
1993	27.83	17.61	20.75
1994	28.21	18.01	22.75
1995	28.13	18.98	22.62
1996	28.20	18.13	22.84
1997	28.78	19.70	23.44
1998	28.79	19.12	23.49
1999	28.85	18.54	23.61
2000	27.85	18.93	22.73
2001	28.72	19.11	23.17
2002	28.91	19.65	23.22
2003	28.98	19.20	24.20
2004	28.99	19.02	23.93
2005	29.24	19.35	22.73
2006	28.88	19.08	23.10
2007	28.57	19.05	23.31
2008	29.05	18.69	23.26
2009	28.70	19.51	23.21
2010	.	.	.
2011	29.28	19.22	23.25
2012	28.84	18.64	22.62
Promedio	28.40	18.63	22.64

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 35, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de agosto de 1972 al 2012. Durante el período no se observó descensos significativos en la temperatura mínima; sin embargo, se registró un aumento de temperatura en 1984, 1997, 2002, 2005 y 2009. En la temperatura media se observa descenso en 1972, 1973, 1975, 1989 y 1993 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1982, 1986, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004 y del 2006 al 2009. En la temperatura máxima no se observó descensos significativos de temperatura, pero sí se registraron incrementos de temperatura de 1997 a 1999 y del 2001 al 2005, siendo agosto de 2005 el más caluroso durante el período de estudio con 29.24 °C.

Gráfica 35. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de agosto de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 23, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de septiembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 26.06 °C a 29.92 °C, la temperatura mínima de 17.23°C a 20.47°C y la temperatura media de 20.59°C a 23.83°C.

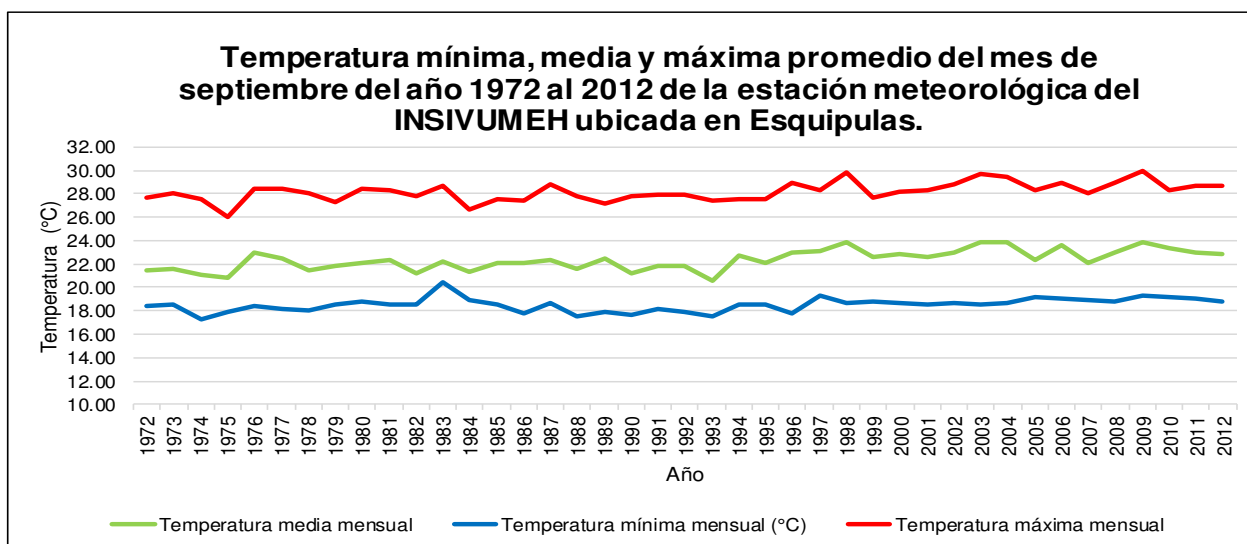
Cuadro 23. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de septiembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de septiembre (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	27.64	18.43	21.45
1973	28.07	18.48	21.60
1974	27.54	17.23	21.06
1975	26.06	17.87	20.80
1976	28.39	18.43	23.03
1977	28.46	18.13	22.50
1978	28.01	18.03	21.40
1979	27.31	18.48	21.85
1980	28.38	18.78	22.06
1981	28.25	18.58	22.29
1982	27.76	18.51	21.19
1983	28.74	20.47	22.21
1984	26.66	18.97	21.37
1985	27.58	18.49	22.04
1986	27.35	17.83	22.13
1987	28.77	18.70	22.38
1988	27.83	17.49	21.59
1989	27.13	17.94	22.49
1990	27.77	17.61	21.17
1991	27.87	18.09	21.78
1992	27.96	17.89	21.80
1993	27.37	17.51	20.59
1994	27.52	18.52	22.67
1995	27.49	18.53	22.14
1996	28.91	17.75	22.94
1997	28.29	19.29	23.09
1998	29.82	18.69	23.80
1999	27.63	18.73	22.65
2000	28.17	18.68	22.84
2001	28.34	18.48	22.56
2002	28.79	18.72	22.96
2003	29.72	18.55	23.87
2004	29.42	18.67	23.80
2005	28.33	19.22	22.30
2006	28.88	19.09	23.63
2007	28.07	18.86	22.13
2008	28.89	18.83	22.95
2009	29.92	19.26	23.83
2010	28.34	19.11	23.33
2011	28.67	18.99	23.01
2012	28.65	18.76	22.79
Promedio	28.16	18.50	22.34

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 36, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de septiembre de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en 1974; y un aumento de temperatura en 1983, 1997, 2005 y 2009 se observó un aumento significativo de temperatura mínima. En la temperatura media se observa descenso en 1975 y 1993 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1976, 1997, 1998, 2003, 2004 y 2009. En la temperatura máxima se observó descensos bruscos de temperatura en 1975 y 1984 e incrementos de temperatura en 1996, 1998, 2003, 2004 y 2009, siendo septiembre de 2009 el más caluroso en el período de estudio con 29.92 °C.

Gráfica 36. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de septiembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 24, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio anuales de octubre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila entre 24.02 °C a 28.91 °C, la temperatura mínima entre 17.03°C a 21.43°C y la temperatura media entre 19.37°C a 23.61°C.

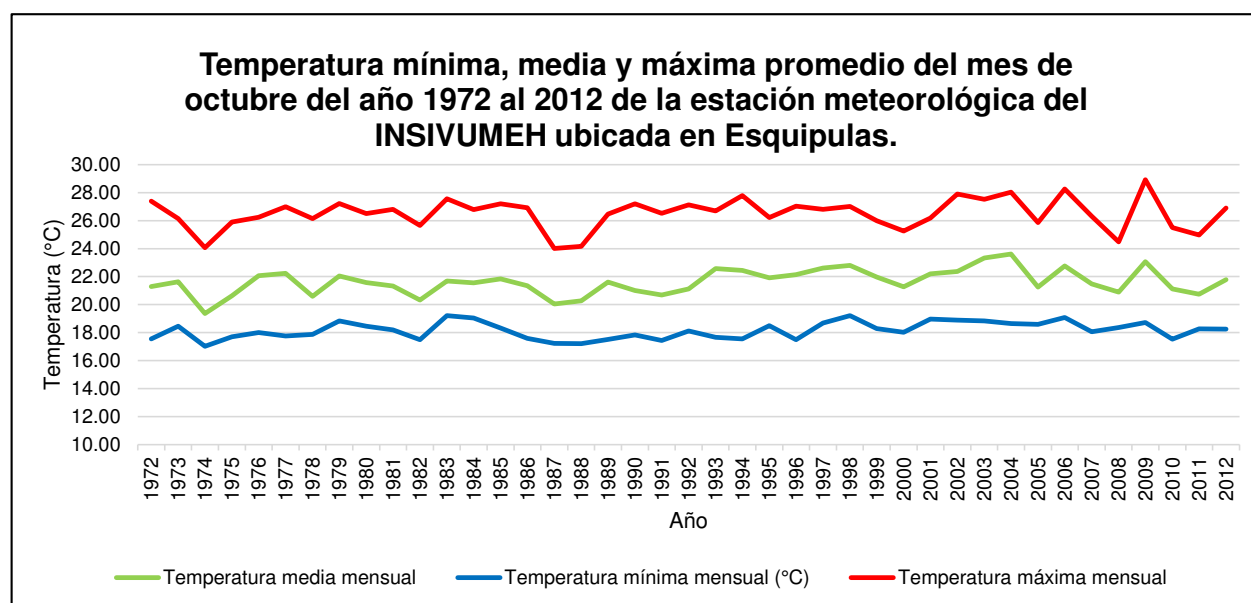
Cuadro 24. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de octubre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de octubre (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	27.40	17.55	21.29
1973	26.15	18.46	21.62
1974	24.06	17.03	19.37
1975	25.89	17.71	20.62
1976	26.23	18.01	22.06
1977	26.99	17.75	22.23
1978	26.15	17.87	20.59
1979	27.22	18.85	22.05
1980	26.50	18.46	21.57
1981	26.81	18.20	21.33
1982	25.66	17.49	20.32
1983	27.55	21.43	21.68
1984	26.79	19.05	21.56
1985	27.20	18.32	21.84
1986	26.92	17.59	21.35
1987	24.02	17.23	20.04
1988	24.15	17.22	20.27
1989	26.46	17.51	21.60
1990	27.21	17.83	21.01
1991	26.52	17.44	20.69
1992	27.12	18.11	21.11
1993	26.70	17.66	22.58
1994	27.79	17.55	22.45
1995	26.22	18.49	21.91
1996	27.04	17.49	22.14
1997	26.81	18.69	22.62
1998	27.01	19.21	22.79
1999	26.00	18.28	21.97
2000	25.25	18.02	21.27
2001	26.18	18.96	22.21
2002	27.91	18.88	22.36
2003	27.52	18.83	23.33
2004	28.04	18.65	23.61
2005	25.87	18.60	21.26
2006	28.27	19.08	22.77
2007	26.32	18.07	21.47
2008	24.48	18.36	20.90
2009	28.91	18.72	23.06
2010	25.51	17.54	21.12
2011	24.98	18.27	20.74
2012	26.90	18.25	21.78
Promedio	26.50	18.21	21.62

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 37, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de octubre de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en 1974, 1987, 1988 y 1989 y un aumento de temperatura en 1979, 1983 y 1998 se observó un aumento de temperatura mínima. En la temperatura media se observa descenso en 1974, 1978, 1982, 1987, 1991, 2000, 2005, 2008 y 2011; y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1993, 1994, 1998, 2003, 2004 y 2009. En la temperatura máxima se observó descensos significativos de temperatura en 1974, 1987, 1988, 2000, 2005, 2007, 2008, 2010 y 2011 e incrementos de temperatura del 2002 al 2004, 2006 y 2009, siendo octubre de 2009 el más caluroso con una temperatura de 28.91 °C.

Gráfica 37. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de octubre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 25, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de noviembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 24.02 °C a 28.91 °C, la temperatura mínima de 17.03°C a 21.43°C y la temperatura media de 19.37°C a 23.61°C.

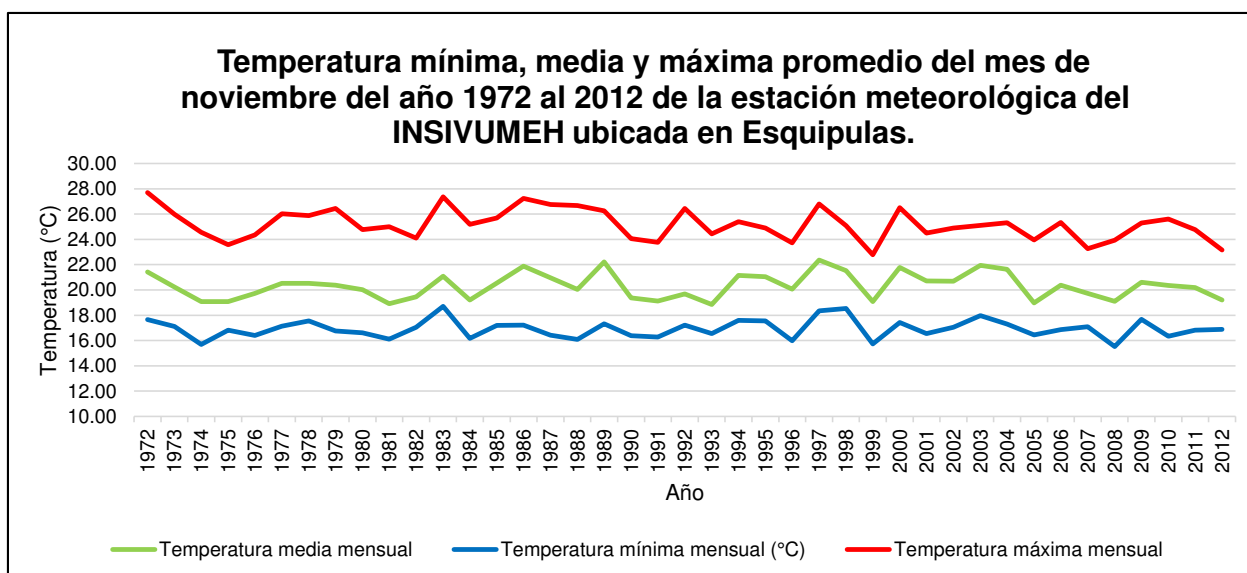
Cuadro 25. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de noviembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de noviembre (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	27.70	17.66	21.43
1973	25.98	17.12	20.22
1974	24.55	15.70	19.08
1975	23.58	16.82	19.08
1976	24.35	16.40	19.73
1977	26.03	17.12	20.53
1978	25.88	17.55	20.52
1979	26.45	16.75	20.38
1980	24.78	16.60	20.03
1981	25.01	16.12	18.92
1982	24.11	17.05	19.45
1983	27.36	22.01	21.09
1984	25.19	16.16	19.21
1985	25.68	17.20	20.54
1986	27.24	17.21	21.89
1987	26.75	16.43	20.95
1988	26.67	16.08	20.03
1989	26.26	17.31	22.22
1990	24.06	16.38	19.37
1991	23.78	16.27	19.13
1992	26.44	17.22	19.69
1993	24.45	16.55	18.85
1994	25.41	17.59	21.16
1995	24.90	17.56	21.04
1996	23.73	15.97	20.07
1997	26.81	18.34	22.37
1998	25.08	18.54	21.53
1999	22.77	15.74	19.09
2000	26.52	17.43	21.78
2001	24.50	16.54	20.71
2002	24.91	17.04	20.68
2003	25.10	17.96	21.94
2004	25.32	17.30	21.63
2005	23.96	16.44	18.98
2006	25.34	16.85	20.38
2007	23.27	17.08	19.73
2008	23.93	15.53	19.10
2009	25.29	17.68	20.60
2010	25.60	16.33	20.35
2011	24.78	16.81	20.18
2012	23.16	16.89	19.20
Promedio	25.19	17.01	20.31

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 38, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de noviembre de 1972 a 2012. Durante el período se observó descenso en la temperatura mínima en 1974, 1981, 1984, 1988, 1991, 1996, 1999 y 2010 y un aumento en las temperaturas mínimas en 1972, 1978, 1983, 1994, 1995, 1997, 1998, 2003 y 2009. En la temperatura media se observa descenso en 1974, 1975, 1981, 1984, 1993, 1999 y 2005 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1972, 1983, 1986, 1989, 1994, 1995, 1997, 1998, 2000, 2003 y 2004. En la temperatura máxima se observó descensos significativos de temperatura en 1975, 1982, 1990, 1991, 1996, 1999, 2000, 2007 y 2012 e incrementos de temperatura en 1992, 1983, 1986, 1997 y 2000, siendo noviembre de 1983 el más caluroso con un registro de 27.36 °C.

Gráfica 38. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de noviembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 26, se detallan las temperaturas máximas, mínimas y medias promedio de diciembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas, donde se puede observar que la temperatura máxima oscila de 21.55 °C a 27.36 °C, la temperatura mínima de 13.01°C a 17.13°C y la temperatura media de 17.40°C a 21.32°C.

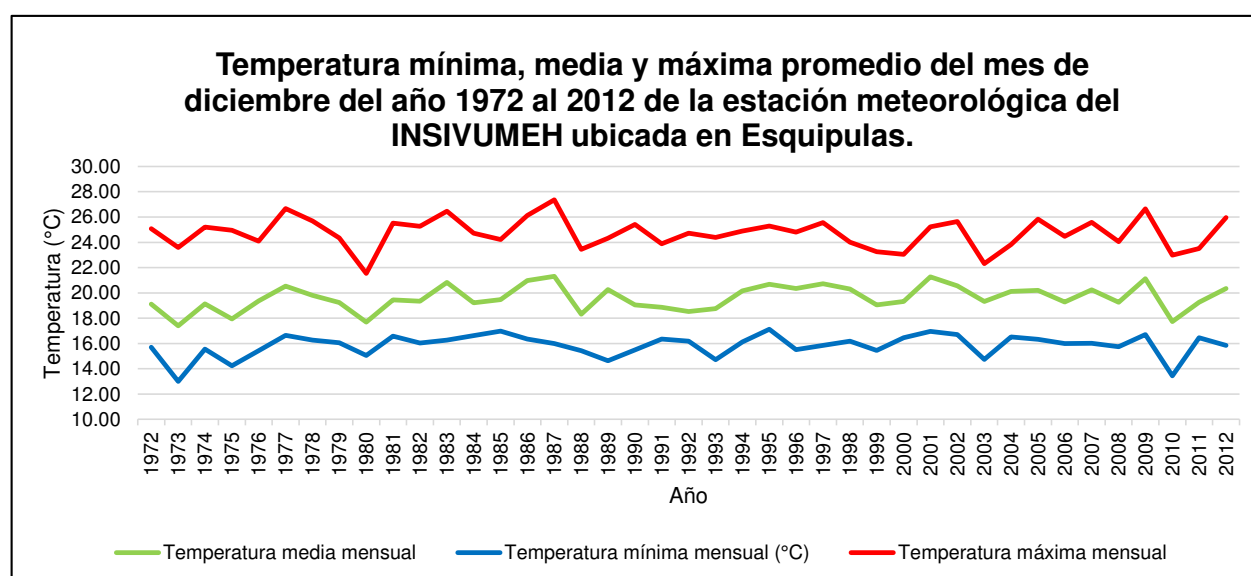
Cuadro 26. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de diciembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura del mes de diciembre (grados centígrados)		
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media
1972	25.08	15.70	19.12
1973	23.60	13.01	17.40
1974	25.20	15.55	19.15
1975	24.95	14.24	17.95
1976	24.10	15.44	19.36
1977	26.66	16.64	20.54
1978	25.69	16.26	19.80
1979	24.35	16.06	19.25
1980	21.55	15.05	17.69
1981	25.52	16.57	19.44
1982	25.27	16.04	19.34
1983	26.45	16.26	20.83
1984	24.73	16.63	19.21
1985	24.22	16.97	19.47
1986	26.12	16.35	20.99
1987	27.36	15.99	21.32
1988	23.44	15.43	18.31
1989	24.33	14.65	20.26
1990	25.42	15.50	19.05
1991	23.88	16.35	18.86
1992	24.72	16.19	18.53
1993	24.38	14.73	18.77
1994	24.90	16.12	20.17
1995	25.29	17.13	20.69
1996	24.80	15.51	20.35
1997	25.56	15.85	20.72
1998	24.01	16.17	20.30
1999	23.25	15.44	19.05
2000	23.05	16.45	19.32
2001	25.24	16.95	21.26
2002	25.64	16.71	20.55
2003	22.32	14.75	19.33
2004	23.83	16.51	20.11
2005	25.83	16.34	20.20
2006	24.47	16.85	19.28
2007	25.59	16.02	20.25
2008	24.06	15.75	19.27
2009	26.64	16.70	21.12
2010	22.99	13.45	17.74
2011	23.52	16.46	19.25
2012	25.96	15.85	20.35
Promedio	24.73	15.87	19.61

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 39, se muestra los registros de la temperatura mínima, máxima y media de diciembre de 1972 a 2012. Durante éste período se observó descenso en la temperatura mínima en 1973 y 2010 y un aumento de temperatura en 1977, 1978, 1981, 1985, 1986, 1995, 2001 y 2009. En la temperatura media se observa descenso en 1973, 1975, 1980, 1988 y 2010 y se observan aumentos de temperatura por encima de la media histórica anual en 1977, 1978, 1983, 1986, 1987, 2001 y 2009. En la temperatura máxima se observó descensos bruscos de temperatura en 1980, 1999, 2003 y 2010 e incrementos de temperatura en 1977, 1983, 1986, 1987 y 2010, siendo diciembre de 1987 el más caluroso con 27.36 °C.

Gráfica 39. Temperaturas máximas, mínimas y medias promedio del mes de diciembre de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

a. Análisis de la tendencia de la temperatura máxima

La temperatura máxima en 1972 se registra con 27.90°C y en el año 2012 con 27.80°C, donde la temperatura máxima durante el período analizado descendió 0.10°C.

En el cuadro 27, se presentan las temperaturas máximas promedio anuales de 1972 a 2012, donde la temperatura máxima más baja registrada durante el período fue en 1976 con 26.80°C y la temperatura más alta registrada fue en 1998 con 28.60°C.

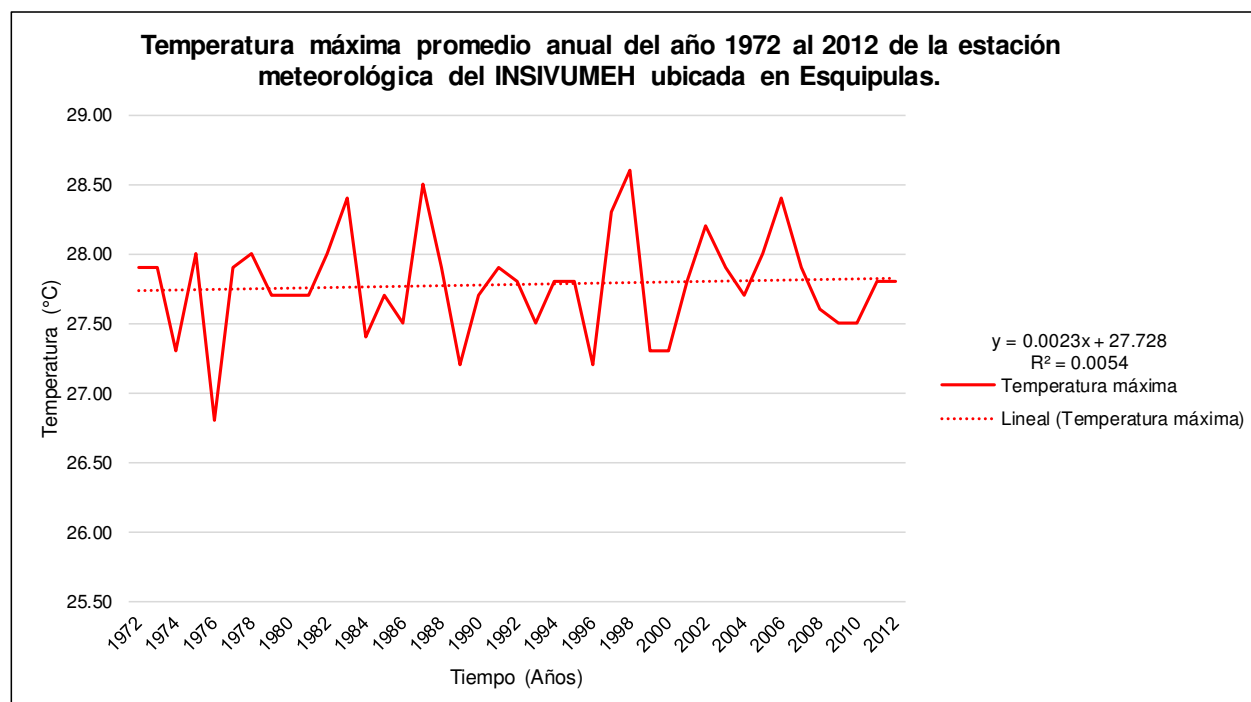
Cuadro 27. Temperatura máxima promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura máxima anual
1972	27.90
1973	27.90
1974	27.30
1975	28.00
1976	26.80
1977	27.90
1978	28.00
1979	27.70
1980	27.70
1981	27.70
1982	28.00
1983	28.40
1984	27.40
1985	27.70
1986	27.50
1987	28.50
1988	27.90
1989	27.20
1990	27.70
1991	27.90
1992	27.80
1993	27.50
1994	27.80
1995	27.80
1996	27.20
1997	28.30
1998	28.60
1999	27.30
2000	27.30
2001	27.80
2002	28.20
2003	27.90
2004	27.70
2005	28.00
2006	28.40
2007	27.90
2008	27.60
2009	27.50
2010	27.50
2011	27.80
2012	27.80

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 40, se presentan los registros de la temperatura máxima anual y la tendencia histórica de 1972 a 2012.

Gráfica 40. Temperatura máxima promedio anual y su tendencia de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

b. Análisis de la tendencia de la temperatura mínima.

La temperatura mínima anual registrada en 1972 es de 16.75°C y la temperatura mínima registrada en el 2012 son 17.78°C, el incremento de la temperatura mínima durante el período de estudio fue 1.03°C.

En el cuadro 28, se presenta la temperatura mínima promedio anual de 1972 a 2012, donde la temperatura mínima más baja registrada fue en 1974 con 16.56°C y la temperatura mínima más alta registrada fue en 1983 con 18.46°C.

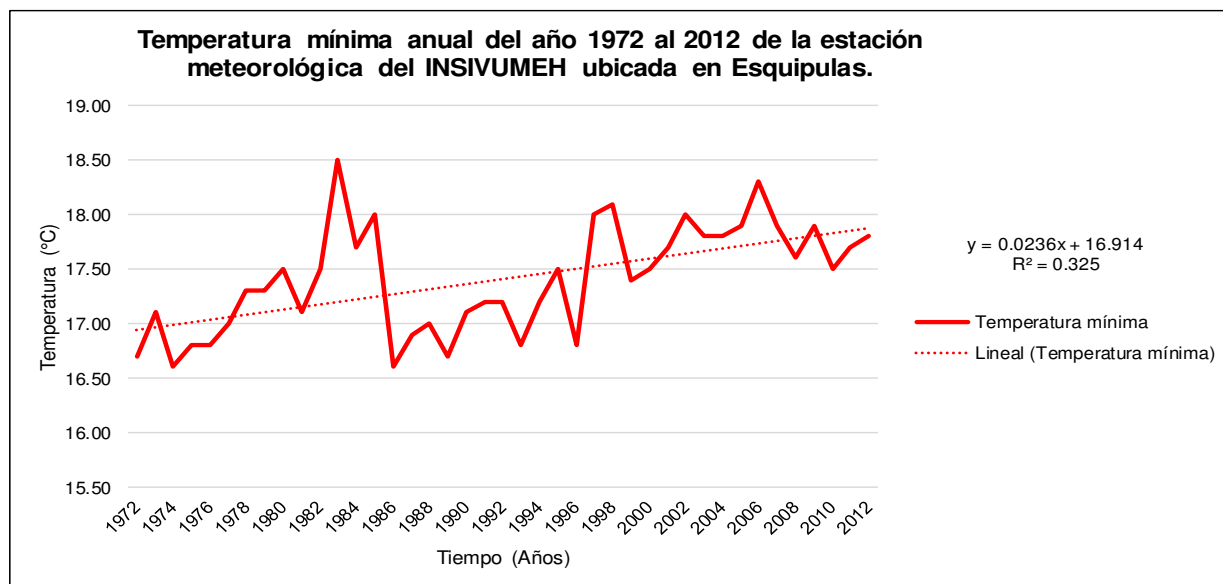
Cuadro 28. Temperatura mínima promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura mínima anual
1972	16.70
1973	17.10
1974	16.60
1975	16.80
1976	16.80
1977	17.00
1978	17.30
1979	17.30
1980	17.50
1981	17.10
1982	17.50
1983	18.50
1984	17.70
1985	18.00
1986	16.60
1987	16.90
1988	17.00
1989	16.70
1990	17.10
1991	17.20
1992	17.20
1993	16.80
1994	17.20
1995	17.50
1996	16.80
1997	18.00
1998	18.10
1999	17.40
2000	17.50
2001	17.70
2002	18.00
2003	17.80
2004	17.80
2005	17.90
2006	18.30
2007	17.90
2008	17.60
2009	17.90
2010	17.50
2011	17.70
2012	17.80

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 41, se muestra los registros de la temperatura mínima anual y su tendencia histórica anual de 1972 al 2012.

Gráfica 41. Temperatura mínima promedio anual y su tendencia de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

c. Análisis de la tendencia de la temperatura media.

La temperatura media anual en 1972 es de 20.96°C y en 2012 es de 21.98°C, el incremento de la temperatura media durante el período de estudio fue 1.02°C.

En el cuadro 29, se detallan las temperaturas medias promedio anuales de 1972 a 2012, donde la temperatura media más baja registrada fue en 1974 con 20.80°C y la temperatura más alta registrada fue en 1998 con 23.20°C.

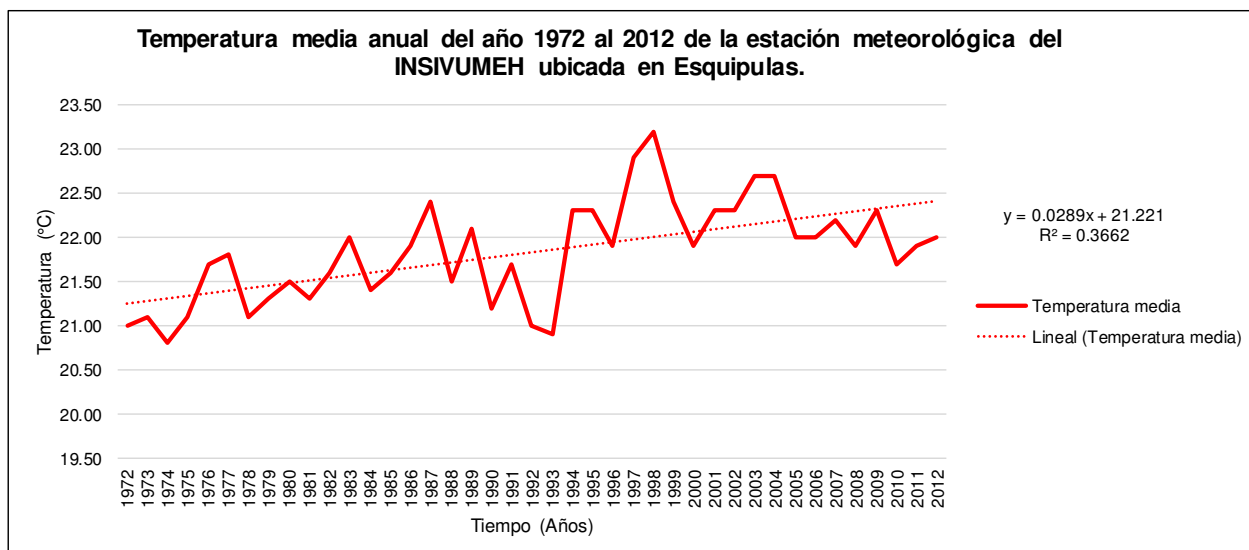
Cuadro 29. Temperatura media promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura media anual
1972	21.00
1973	21.10
1974	20.80
1975	21.10
1976	21.70
1977	21.80
1978	21.10
1979	21.30
1980	21.50
1981	21.30
1982	21.60
1983	22.00
1984	21.40
1985	21.60
1986	21.90
1987	22.40
1988	21.50
1989	22.10
1990	21.20
1991	21.70
1992	21.00
1993	20.90
1994	22.30
1995	22.30
1996	21.90
1997	22.90
1998	23.20
1999	22.40
2000	21.90
2001	22.30
2002	22.30
2003	22.70
2004	22.70
2005	22.00
2006	22.00
2007	22.20
2008	21.90
2009	22.30
2010	21.70
2011	21.90
2012	22.00

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 42, se muestra los registros de la temperatura media anual y la tendencia histórica de 1972 al 2012.

Gráfica 42. Temperatura media promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

d. Análisis de anomalías de la temperatura máxima.

En el cuadro 20, se presentan las temperaturas máximas promedio anual y sus respectivas anomalías para el período de 1972 a 2012, donde la mayor anomalía negativa es de -0.98°C en 1976 y la mayor anomalía positiva es de 0.82°C en 1998.

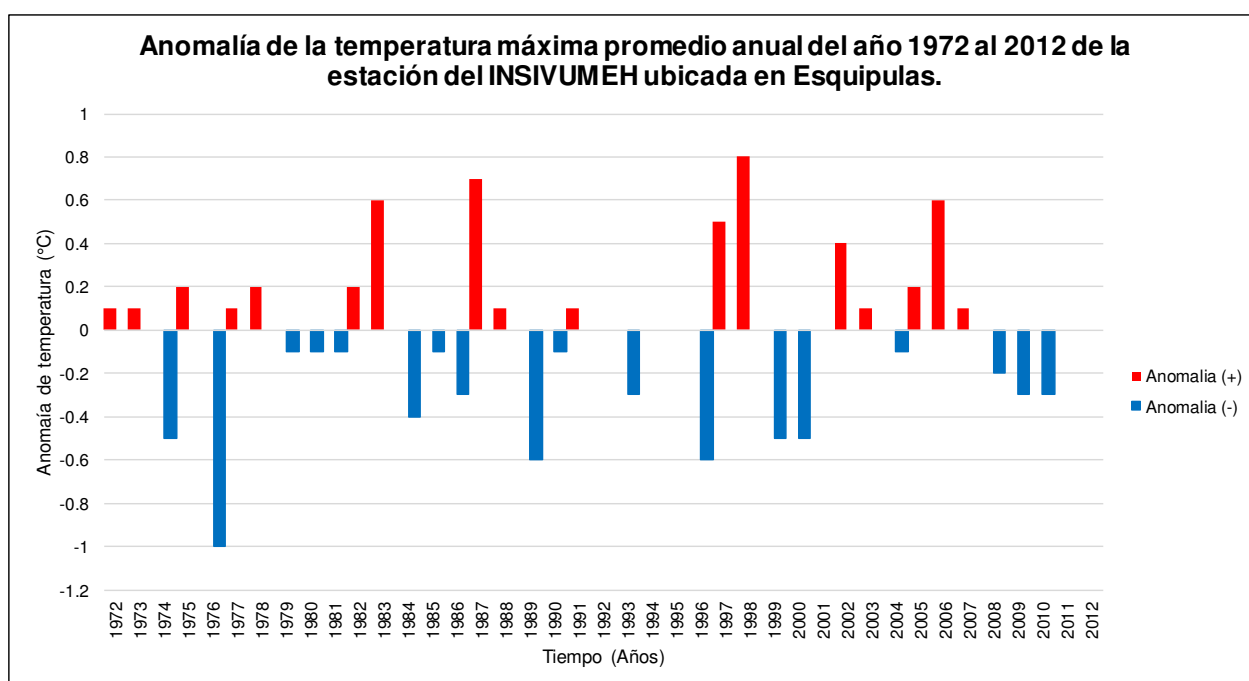
Cuadro 30. Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura máxima anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	27.90		0.12
1973	27.90		0.12
1974	27.30	-0.48	
1975	28.00		0.22
1976	26.80	-0.98	
1977	27.90		0.12
1978	28.00		0.22
1979	27.70	-0.08	
1980	27.70	-0.08	
1981	27.70	-0.08	
1982	28.00		0.22
1983	28.40		0.62
1984	27.40	-0.38	
1985	27.70	-0.08	
1986	27.50	-0.28	
1987	28.50		0.72
1988	27.90		0.12
1989	27.20	-0.58	
1990	27.70	-0.08	
1991	27.90		0.12
1992	27.80		0.02
1993	27.50	-0.28	
1994	27.80		0.02
1995	27.80		0.02
1996	27.20	-0.58	
1997	28.30		0.52
1998	28.60		0.82
1999	27.30	-0.48	
2000	27.30	-0.48	
2001	27.80		0.02
2002	28.20		0.42
2003	27.90		0.12
2004	27.70	-0.08	
2005	28.00		0.22
2006	28.40		0.62
2007	27.90		0.12
2008	27.60	-0.18	
2009	27.50	-0.28	
2010	27.50	-0.28	
2011	27.80		0.02
2012	27.80		0.02
Promedio	27.78		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 43, se detallan las anomalías de la temperatura máxima de 1972 a 2012; en donde se observan los incrementos de temperatura en 1972, 1973, 1975, 1977, 1978, 1982, 1983, 1987, 1988, 1991, 1997, 1998, 2002, 2003, 2005 al 2007, en el cual el más caluroso fue en 1998 alrededor de los 0.82°C; y el año donde se percibió la temperatura menos calurosa fue en 1976 con -0.98°C.

Gráfica 43. Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 31, se presentan las temperaturas máximas mensuales y las anomalías de 2012 por décadas, donde se observa que en la década de 1972 al 1981 la temperatura máxima presentó anomalías negativas; es decir, que en esa década hubo un descenso de temperatura en -0.11°C respecto a la temperatura promedio histórica. En la década de 1982 al 1991 la temperatura máxima presentó una anomalía de 0.02°C, la cual no es significativa. En la década de 1992 al 2001 la temperatura máxima tuvo un descenso de -0.06°C y en la década de 2002 al 2012 la temperatura presentó un incremento de 0.05°C respecto a la temperatura promedio del período histórico.

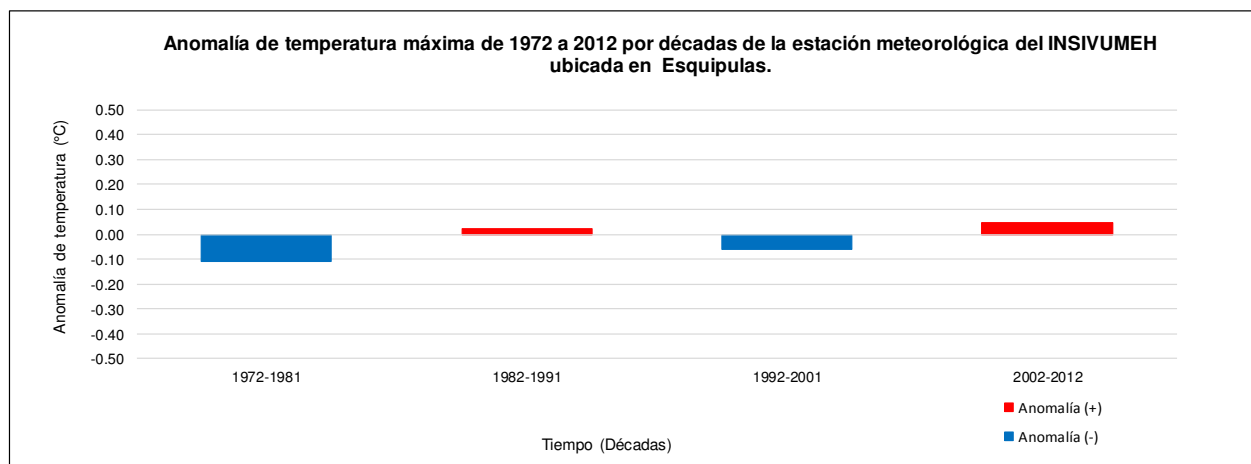
Cuadro 31. Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura máxima/década	Diferencia de la temperatura máxima (°C)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972-1981	27.69	-0.11	-0.11	
1982-1991	27.82	0.02		0.02
1992-2001	27.74	-0.06	-0.06	
2002-2012	27.85	0.05		0.05

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 44, se detallan las anomalías del período de 1972 a 2012 por décadas:

Gráfica 44. Anomalías de la temperatura máxima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

e. Análisis de anomalías de la temperatura mínima.

En el cuadro 32, se presentan las temperaturas mínimas promedio anuales y sus respectivas anomalías para el período de 1972 a 2012, donde se observa que la mayor anomalía negativa se registró en 1974 y 1986 con -0.81°C y la mayor anomalía positiva se registró en 1983 con 1.09°C .

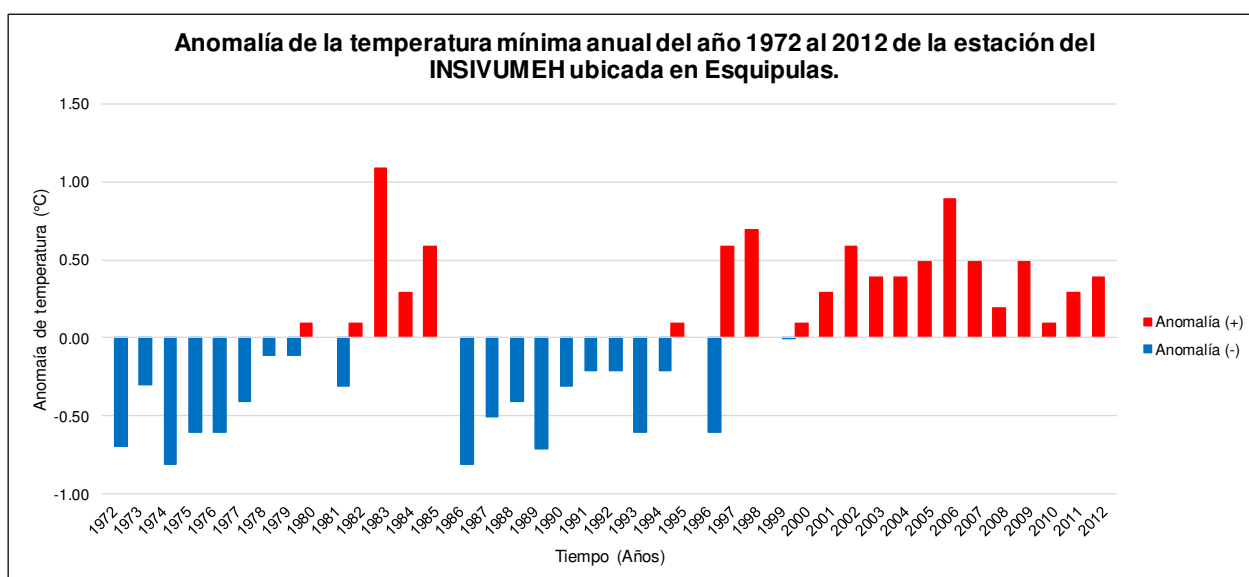
Cuadro 32. Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura mínima anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	16.70	-0.70	
1973	17.10	-0.30	
1974	16.60	-0.80	
1975	16.80	-0.60	
1976	16.80	-0.60	
1977	17.00	-0.40	
1978	17.30	-0.10	
1979	17.30	-0.10	
1980	17.50		0.1
1981	17.10	-0.30	
1982	17.50		0.1
1983	18.50		1.1
1984	17.70		0.3
1985	18.00		0.6
1986	16.60	-0.80	
1987	16.90	-0.50	
1988	17.00	-0.40	
1989	16.70	-0.70	
1990	17.10	-0.30	
1991	17.20	-0.20	
1992	17.20	-0.20	
1993	16.80	-0.60	
1994	17.20	-0.20	
1995	17.50		0.1
1996	16.80	-0.60	
1997	18.00		0.6
1998	18.10		0.7
1999	17.40		0
2000	17.50		0.1
2001	17.70		0.3
2002	18.00		0.6
2003	17.80		0.4
2004	17.80		0.4
2005	17.90		0.5
2006	18.30		0.9
2007	17.90		0.5
2008	17.60		0.2
2009	17.90		0.5
2010	17.50		0.1
2011	17.70		0.3
2012	17.80		0.4
Promedio	17.41		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 45, se muestra las anomalías de la temperatura mínima de 1972 a 2012; en donde se observa descensos de temperatura de 1972 a 1979, 1981, de 1986 a 1994 y 1996, en donde en 1974 y 1986 se registraron las temperaturas más bajas de la historia con 0.81°C . Se presentó la mayor temperatura mínima registrada durante todo el período de estudio con 1.09°C en 1983.

Gráfica 45. Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 33, se presentan las temperaturas mínimas mensuales y las anomalías de 1972 a 2012 por décadas, donde se observa que en la década de 1972 a 1981 la temperatura máxima presentó anomalías negativas, es decir que en esa década hubo un descenso de temperatura de -0.40°C . En la década de 1982 al 1991 la temperatura máxima presentó una anomalía negativa de -0.10°C . En la década de 1992 al 2001 la temperatura presentó un incremento de 0.02°C , la cual no es muy representativa y en la década de 2002 al 2012 la temperatura presentó un incremento de 0.44°C respecto a la temperatura promedio histórica.

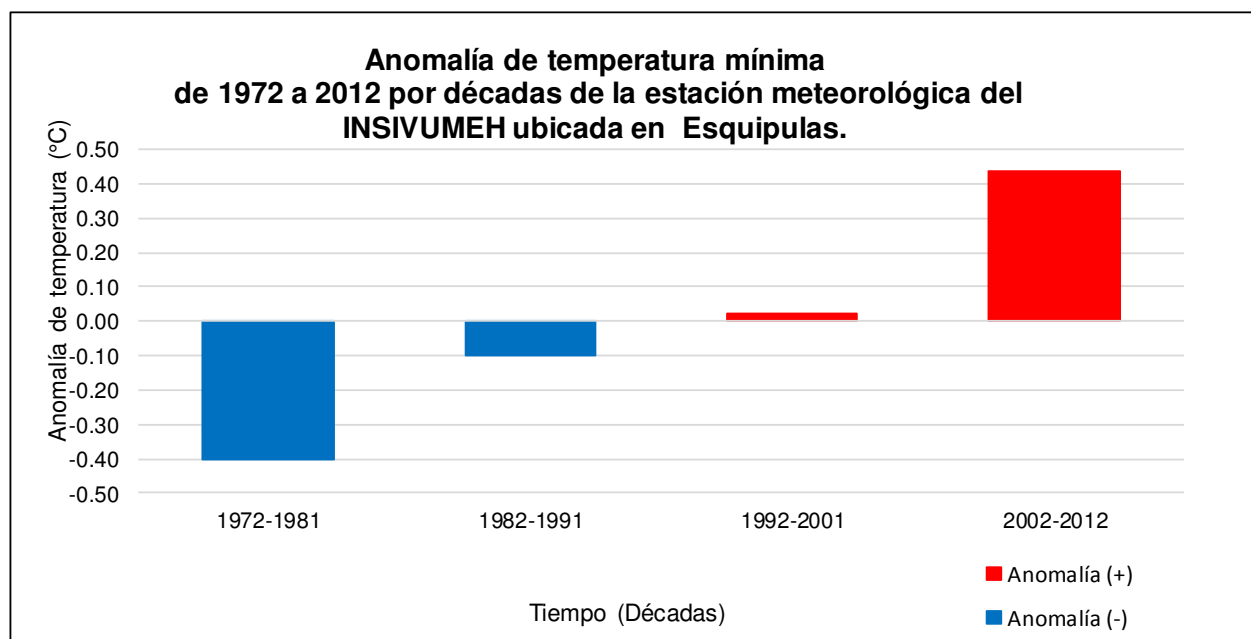
Cuadro 33. Anomalías de la temperatura mínima de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura mínima/década	Diferencia de temperatura mínima (°C)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972-1981	17.02	-0.38	-0.40	
1982-1991	17.32	-0.08	-0.10	
1992-2001	17.42	0.02		0.02
2002-2012	17.84	0.44		0.44

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 46, se detallan las anomalías de 1972 a 2012 por décadas:

Gráfica 46. Anomalías de la temperatura mínima anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

f. Análisis de anomalías de la temperatura media.

A continuación, se muestra el cuadro de las temperaturas media promedio anual y sus respectivas anomalías del 1972 al 2012 (Anexo 33).

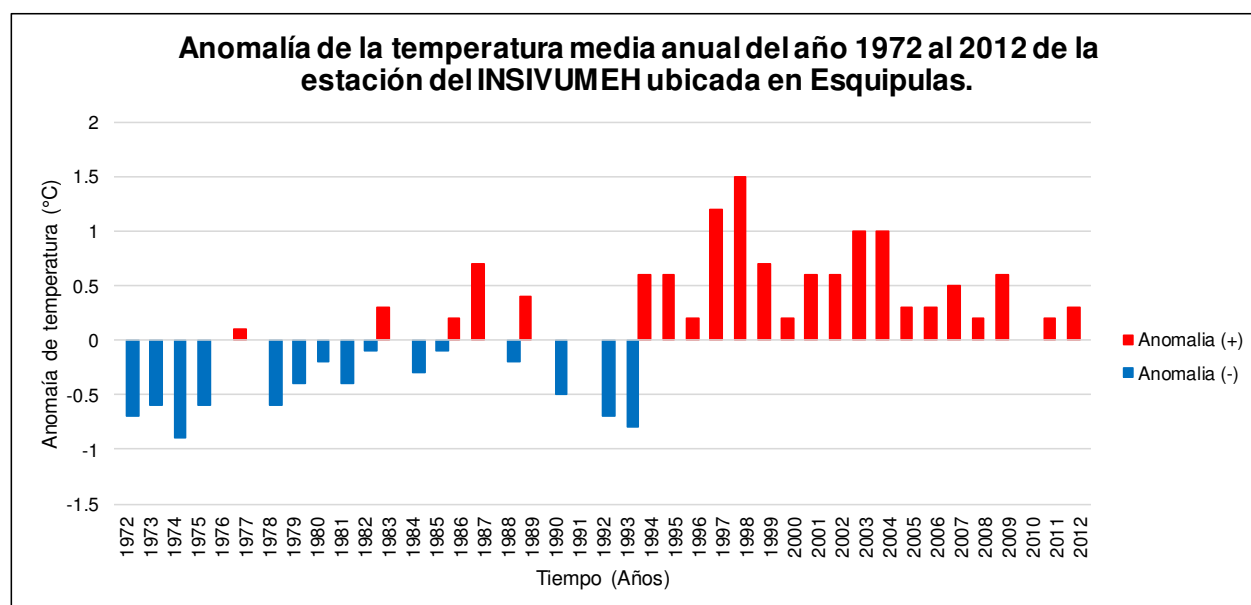
Cuadro 34. Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura media anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	21.00	-0.70	
1973	21.10	-0.60	
1974	20.80	-0.90	
1975	21.10	-0.60	
1976	21.70		0
1977	21.80		0.1
1978	21.10	-0.60	
1979	21.30	-0.40	
1980	21.50	-0.20	
1981	21.30	-0.40	
1982	21.60	-0.10	
1983	22.00		0.3
1984	21.40	-0.30	
1985	21.60	-0.10	
1986	21.90		0.2
1987	22.40		0.7
1988	21.50	-0.20	
1989	22.10		0.4
1990	21.20	-0.50	
1991	21.70		0
1992	21.00	-0.70	
1993	20.90	-0.80	
1994	22.30		0.6
1995	22.30		0.6
1996	21.90		0.2
1997	22.90		1.2
1998	23.20		1.5
1999	22.40		0.7
2000	21.90		0.2
2001	22.30		0.6
2002	22.30		0.6
2003	22.70		1
2004	22.70		1
2005	22.00		0.3
2006	22.00		0.3
2007	22.20		0.5
2008	21.90		0.2
2009	22.30		0.6
2010	21.70		0
2011	21.90		0.2
2012	22.00		0.3
Promedio	21.83		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 47, se presentan las anomalías de la temperatura media de 1972 a 2012; en donde se observan los incrementos de temperatura en 1972, 1973, 1974, 1975, de 1978 a 1982, 1984, 1985, 1988, 1990, 1992 y 1993, donde el año en el cual se ha percibido menores temperaturas es en 1974 con una anomalía de -1.03°C ; y en el que se ha percibido mayores temperaturas es en 1998 con 1.37°C más de la temperatura media promedia.

Gráfica 47. Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 35, se presentan las temperaturas medias anuales y las anomalías de 1972 a 2012 por décadas, donde se observa que en la década de 1972 al 1981 la temperatura media presentó anomalías negativas, es decir, que en esa década hubo un -0.56°C de descensos de temperaturas. En la década de 1982 al 1991 la temperatura media presentó anomalías negativas de -0.09°C . En la década de 1992 al 2001 la temperatura media presentó anomalías de 0.28°C y en la década de 2002 al 2012 la temperatura presentó una anomalía de 0.33°C respecto a la temperatura promedio del período total de años.

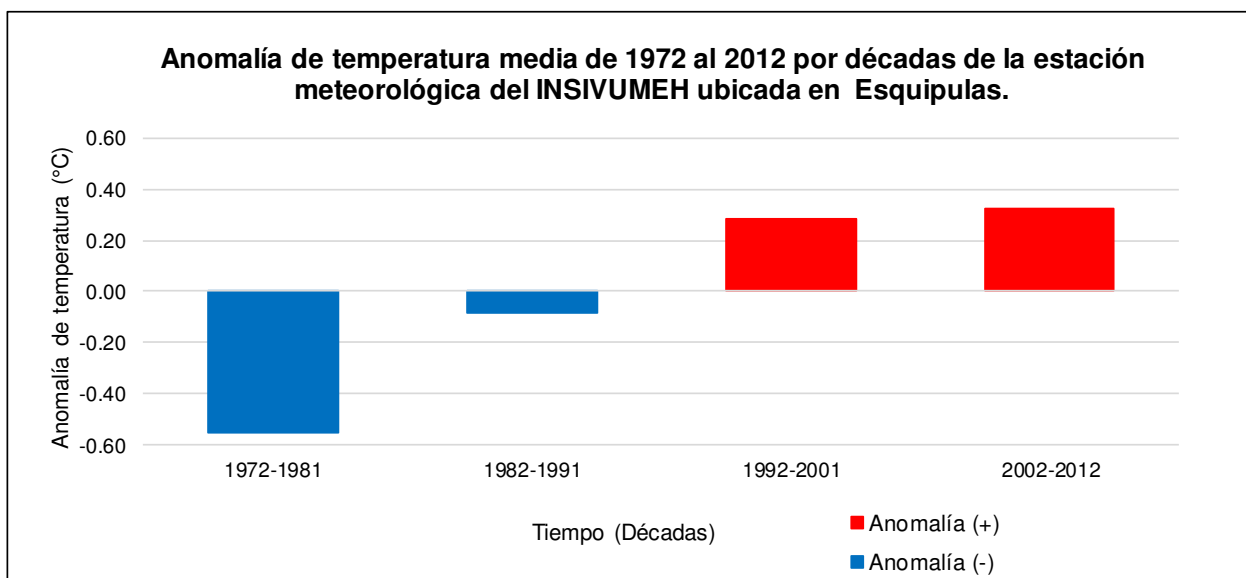
Cuadro 35. Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Temperatura media/década	Diferencia de temperatura (°C)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972-1981	21.27	-0.56	-0.56	
1982-1991	21.74	-0.09	-0.09	
1992-2001	22.11	0.28		0.28
2002-2012	22.15	0.33		0.33

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 48, se detallan las anomalías durante el período de 1972 a 2012 por décadas.

Gráfica 48. Anomalías de la temperatura media anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

9.5.3 Análisis de la variable heliofanía

Para analizar la heliofanía en el municipio de Esquipulas se realizó un análisis de la tendencia y de anomalías que se registraron durante el período de 1972 a 2012.

En el cuadro 36, se describe la heliofanía promedio anual de 1972 a 2012, donde la heliofanía máxima registrada en 1972 es de 6.80 horas de brillo solar; en 1988 y 1996 se registró un total de 5.40 horas de brillo solar (Anexo 35).

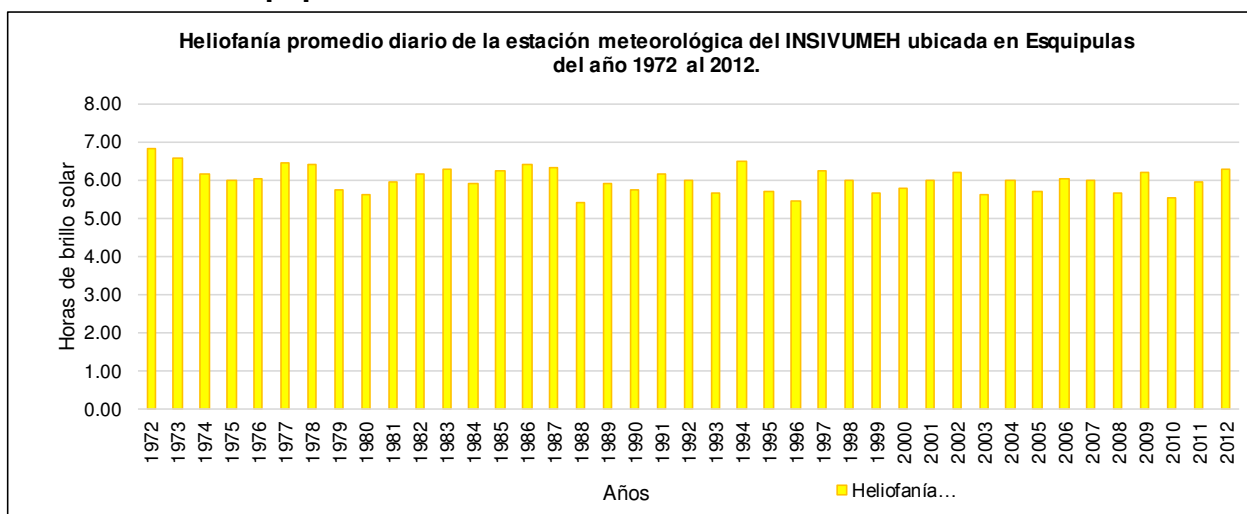
Cuadro 36. Heliofanía promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Heliofanía anual (horas de brillo solar)
1972	6.80
1973	6.50
1974	6.10
1975	6.00
1976	6.00
1977	6.50
1978	6.40
1979	5.70
1980	5.60
1981	5.90
1982	6.20
1983	6.30
1984	5.90
1985	6.20
1986	6.40
1987	6.30
1988	5.40
1989	5.90
1990	5.80
1991	6.10
1992	6.00
1993	5.60
1994	6.50
1995	5.70
1996	5.40
1997	6.20
1998	6.00
1999	5.60
2000	5.80
2001	6.00
2002	6.20
2003	5.60
2004	6.00
2005	5.70
2006	6.00
2007	6.00
2008	5.70
2009	6.20
2010	5.50
2011	5.90
2012	6.30
Promedio	6.00

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 49, se observa los registros anuales promedio de heliofanía de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Gráfica 49. Heliofanía promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

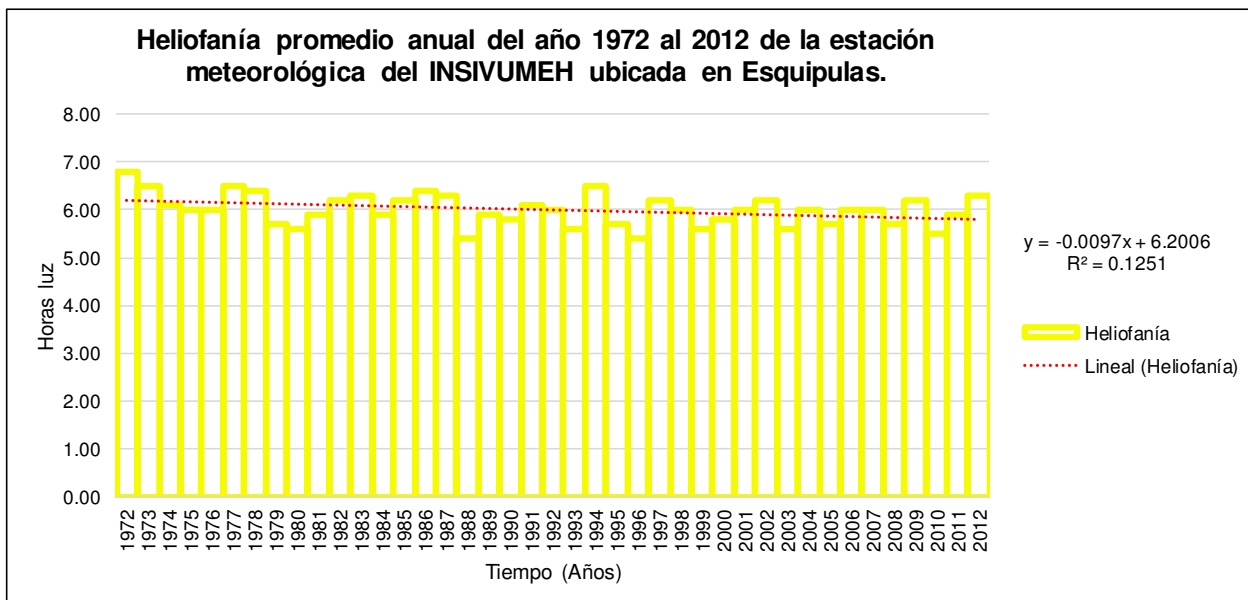


Fuente: Elaboración propia, 2015.

a. Análisis de tendencia de la heliofanía

En la gráfica 50, se presenta la heliofanía anual y la tendencia histórica del período de 1972 a 2012, donde se observa una tendencia a la disminución de los promedios anuales de heliofanía en un 36% de los años y variable en un 57% en las cuales se detectaron tendencias estadísticamente significativas, tanto a la disminución como al aumento de los valores medios anuales de heliofanía efectiva, con las consecuencias que ello podría traer asociadas sobre la producción agrícola, ya que una disminución de la heliofanía va asociada a un aumento de la nubosidad y viceversa, según Grossi, Raichijk y Righini (1997).

Gráfica 50. Tendencia de la variable heliofanía anual promedio histórica de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

b. Análisis de anomalías de la heliofanía.

En el cuadro 37, se presenta la heliofanía promedio anual y sus respectivas anomalías de 1972 al 2012, donde se observa la mayor anomalía negativa en 1988 con -0.60 horas de brillo solar y la mayor anomalía positiva en 1972 con 0.80 horas de brillo solar (Anexo 34).

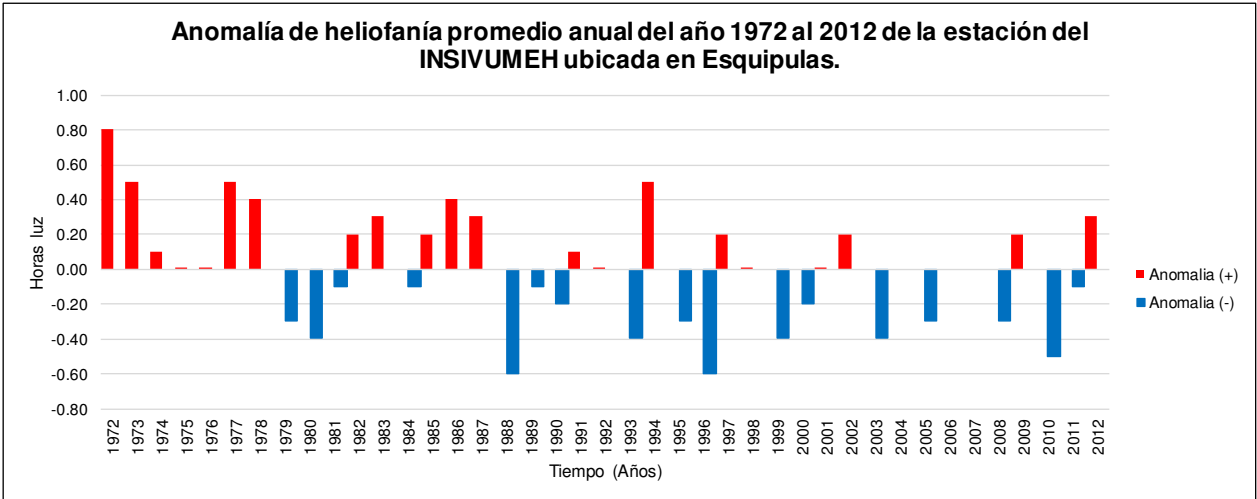
Cuadro 37. Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Heliofanía anual (horas de brillo solar)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	6.80		0.7
1973	6.50		0.4
1974	6.10		0
1975	6.00	-0.10	
1976	6.00	-0.10	
1977	6.50		0.4
1978	6.40		0.3
1979	5.70	-0.40	
1980	5.60	-0.50	
1981	5.90	-0.20	
1982	6.20		0.1
1983	6.30		0.2
1984	5.90	-0.20	
1985	6.20		0.1
1986	6.40		0.3
1987	6.30		0.2
1988	5.40	-0.70	
1989	5.90	-0.20	
1990	5.80	-0.30	
1991	6.10		0
1992	6.00	-0.10	
1993	5.60	-0.50	
1994	6.50		0.4
1995	5.70	-0.40	
1996	5.40	-0.70	
1997	6.20		0.1
1998	6.00	-0.10	
1999	5.60	-0.50	
2000	5.80	-0.30	
2001	6.00	-0.10	
2002	6.20		0.1
2003	5.60	-0.50	
2004	6.00	-0.10	
2005	5.70	-0.40	
2006	6.00	-0.10	
2007	6.00	-0.10	
2008	5.70	-0.40	
2009	6.20		0.1
2010	5.50	-0.60	
2011	5.90	-0.20	
2012	6.30		0.2
Promedio	6.00		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 51, se presentan las anomalías de heliofanía de 1972 a 2012; en donde se observan anomalías positivas de heliofanía con incrementos de horas luz en 1972 a 1978, 1982, 1983, de 1985 a 1987, 1991, 1994, 1997, 2002, 2009 y 2012, en el cual el año donde se presentaron más horas de sol fue en 1972 con aproximadamente 0.80 horas de brillo solar.

Gráfica 51. Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 38, se presenta la heliofanía anual y las anomalías para el período de 1972 a 2012 por décadas, donde se observa que en la década 1972-1981 y 1982-1991 la heliofanía presentó anomalías positivas con 0.15 y 0.05 horas de brillo solar respectivamente. En la década 1992-2001 y 2001-2012 la heliofanía presentó anomalías negativas de -0.12 y -0.08 horas de brillo solar menos que la heliofanía promedio histórico.

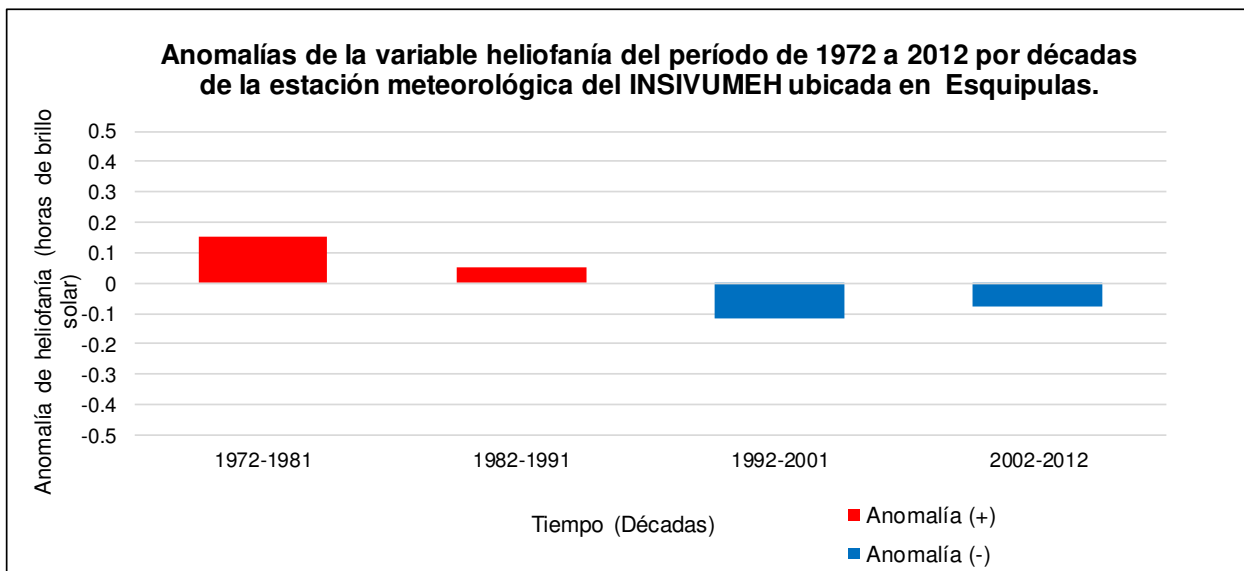
Cuadro 38. Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Heliofanía media/década	Diferencia de heliofanía (horas de brillo solar)	Anomalia (-)	Anomalia (+)
1972-1981	6.15	0.15		0.15
1982-1991	6.05	0.05		0.05
1992-2001	5.88	-0.12	-0.12	
2002-2012	5.92	-0.08	-0.08	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 52, se detallan las anomalías del período de 1972 a 2012 por décadas.

Gráfica 52. Anomalías de la variable climática heliofanía anual de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

9.5.4 Análisis de la variable nubosidad

Para analizar la variable nubosidad en el municipio de Esquipulas se realizó un análisis de la tendencia y de anomalías que se registraron durante el período de 1972 a 2012.

En el cuadro 39, se describe la nubosidad promedio anual de 1972 a 2012, donde la nubosidad máxima registrada fue en 1985 con 6.50 octas y en 1994 se registró una nubosidad anual de 5 octas.

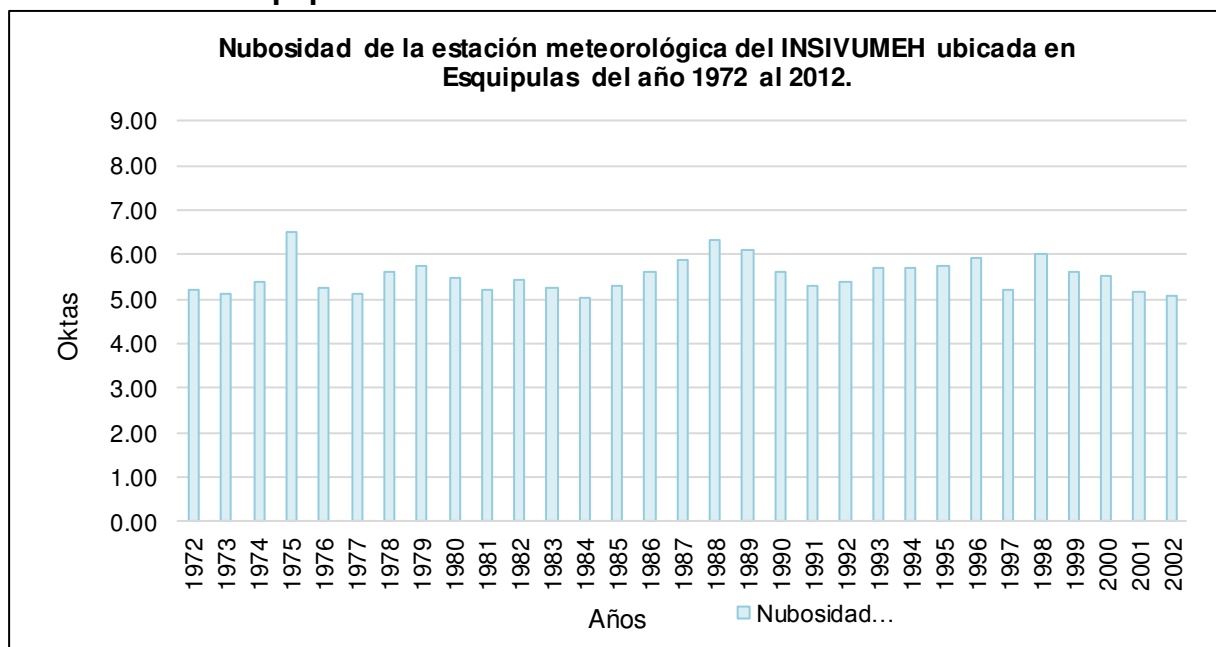
Cuadro 39. Nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Nubosidad anual (octas)
1972	.
1973	.
1974	.
1975	.
1976	.
1977	.
1978	.
1979	.
1980	.
1981	.
1982	5.20
1983	5.10
1984	5.40
1985	6.50
1986	5.20
1987	5.10
1988	5.60
1989	5.70
1990	5.50
1991	5.20
1992	5.40
1993	5.30
1994	5.00
1995	5.30
1996	5.60
1997	5.90
1998	6.30
1999	6.10
2000	5.60
2001	5.30
2002	5.40
2003	5.70
2004	5.60
2005	5.70
2006	5.90
2007	5.20
2008	6.00
2009	5.60
2010	5.50
2011	5.20
2012	5.10
Promedio	5.52

Fuente: Elaboración propia, 2015

En la gráfica 53, se presentan los registros de nubosidad anual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Gráfica 53. Nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



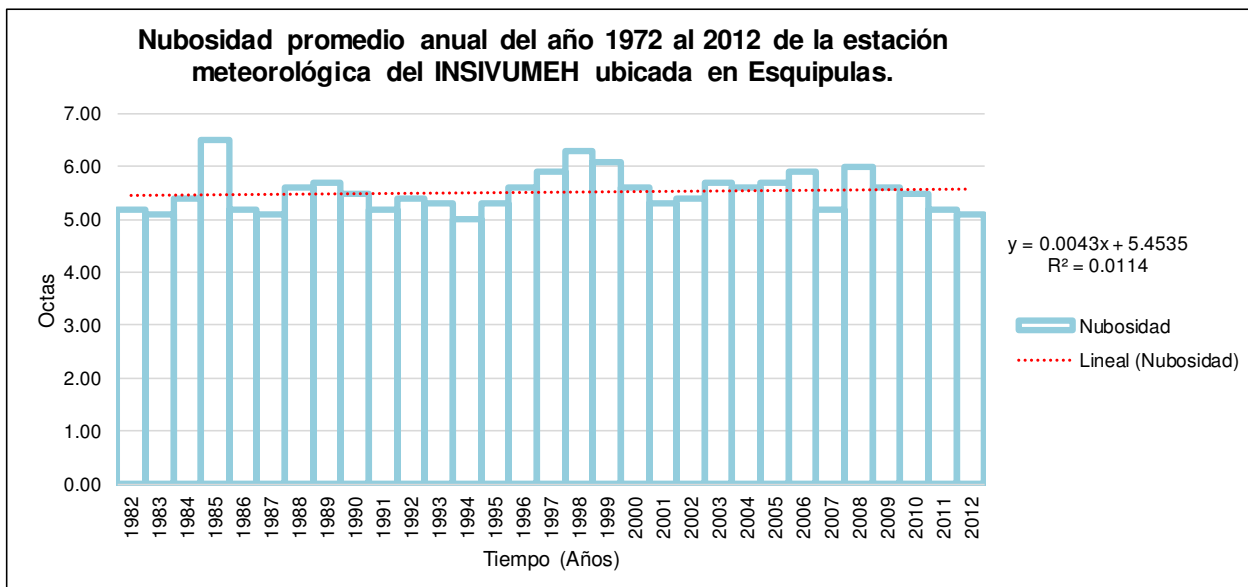
Fuente: Elaboración propia, 2015.

a. Análisis de la tendencia de la nubosidad

La nubosidad media anual está comprendida del 45% y el 65% del cielo cubierto, con un mínimo muy marcado durante el verano. Las tendencias durante el período estudiado indican tendencias ligeramente descendentes o muestran una continua tendencia al aumento de la nubosidad.

En la gráfica 54, se presenta la nubosidad anual y la tendencia histórica durante el período de 1972 a 2012. El mínimo anual de nubosidad se produce en verano, mientras que el máximo es menos claro, aunque se marca en invierno.

Gráfica 54. Tendencia de la nubosidad anual promedio histórica de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

b. Análisis de anomalías de la nubosidad

En el cuadro 40, se presentan las anomalías de la nubosidad promedio anual durante el período de 1972 a 2012, donde la mayor anomalía negativa registrada es en 1994 con - 0.52 octas y la mayor anomalía registrada es en 1985 con 0.98 octas.

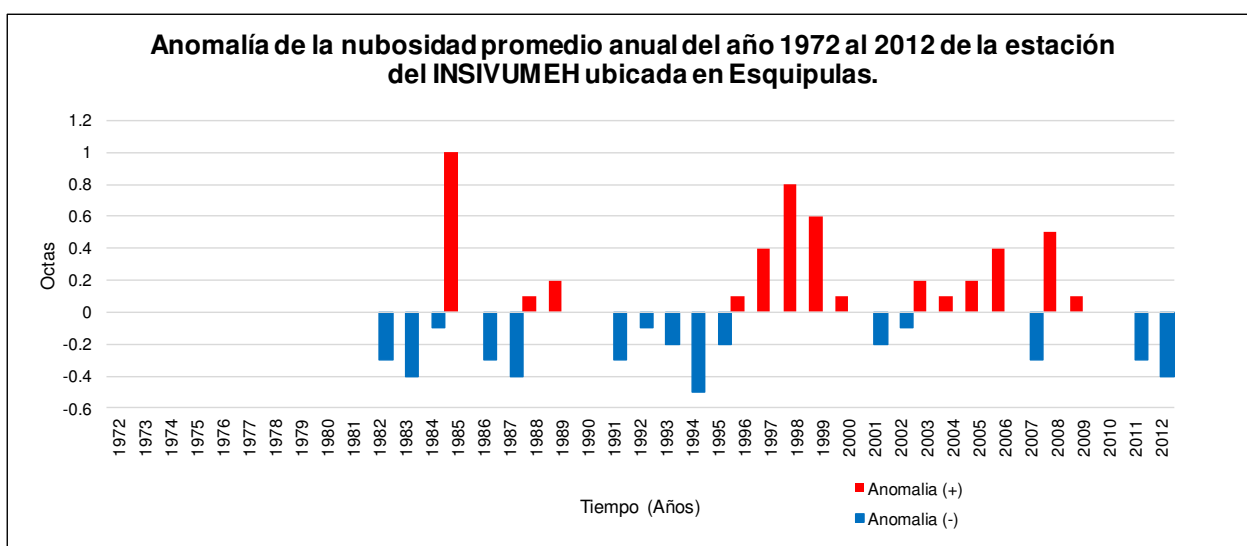
Cuadro 40. Anomalías de la nubosidad promedio anual de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.

Año	Nubosidad anual (octas)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972	.	.	.
1973	.	.	.
1974	.	.	.
1975	.	.	.
1976	.	.	.
1977	.	.	.
1978	.	.	.
1979	.	.	.
1980	.	.	.
1981	.	.	.
1982	5.20	-0.32	
1983	5.10	-0.42	
1984	5.40	-0.12	
1985	6.50		0.98
1986	5.20	-0.32	
1987	5.10	-0.42	
1988	5.60		0.08
1989	5.70		0.18
1990	5.50	-0.02	0
1991	5.20	-0.32	
1992	5.40	-0.12	
1993	5.30	-0.22	
1994	5.00	-0.52	
1995	5.30	-0.22	
1996	5.60		0.08
1997	5.90		0.38
1998	6.30		0.78
1999	6.10		0.58
2000	5.60		0.08
2001	5.30	-0.22	
2002	5.40	-0.12	
2003	5.70		0.18
2004	5.60		0.08
2005	5.70		0.18
2006	5.90		0.38
2007	5.20	-0.32	
2008	6.00		0.48
2009	5.60		0.08
2010	5.50	-0.02	0
2011	5.20	-0.32	
2012	5.10	-0.42	
Promedio	5.52		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 55, se muestra las anomalías de la nubosidad de 1972 a 2012; en donde se observan que en 1972 al 1981 no existen registros de datos, se presentan anomalías por debajo de la media en los años: 1982 a 1984, 1986, 1987, de 1991 a 1995, 2001, 2002, 2007, 2011 y 2012. Se observan anomalías por arriba de la media en los años: 1985, 1988, 1989, 1996 al 2000, 2003 al 2006, 2008 y 2009. Es decir, el 48% de los años bajo estudio presentó anomalías por debajo de la media promedio anual, el 45% de los años estuvieron por arriba de la media y un 7% de los casos no se registraron rangos anómalos.

Gráfica 55. Anomalías de la nubosidad anual del período de 1972 a 2012 del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 41, se presentan las anomalías de la nubosidad anual para el período de 1972 a 2012 por décadas, donde se observa que en la década de 1972 a 1981 la nubosidad no presentó registros. En la década de 1982 a 1991 la nubosidad presentó anomalías negativas de -0.07 octas. En la década de 1992 a 2001 y 2002 a 2012 la nubosidad tuvo un 0,06 y 0.01 octas respectivamente.

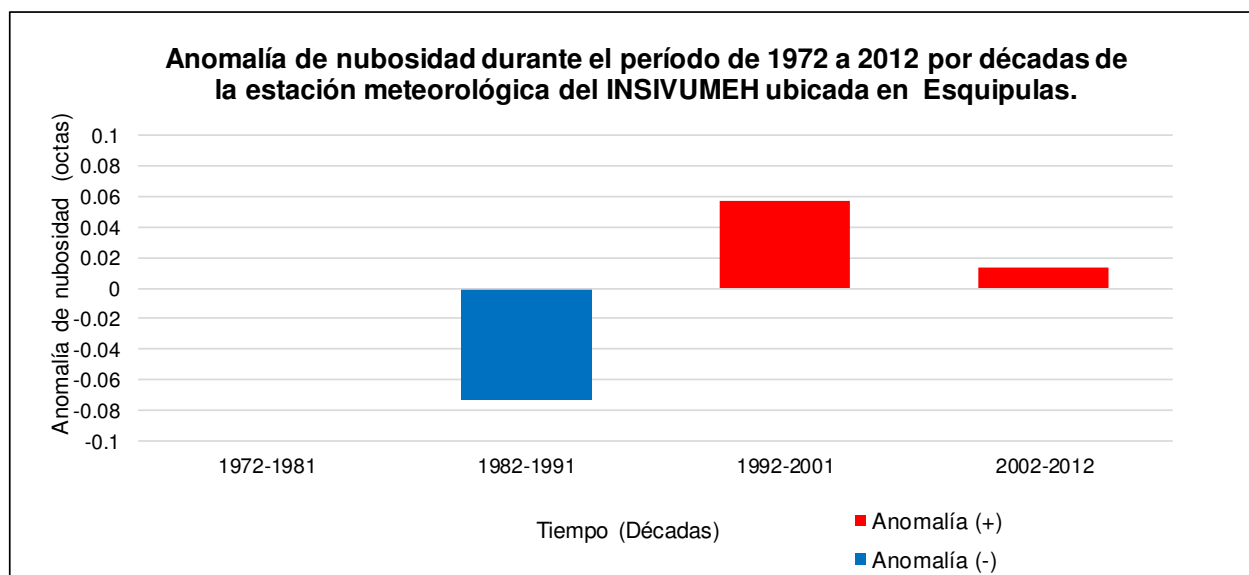
Cuadro 41. Nubosidad anual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.

Año	Nubosidad media/década	Diferencia de la nubosidad (octas)	Anomalía (-)	Anomalía (+)
1972-1981	.	.	.	.
1982-1991	5.45	-0.07	-0.07	
1992-2001	5.58	0.06		0.06
2002-2012	5.54	0.01		0.01

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la gráfica 56 se detallan las anomalías por décadas de 1972 al 2012.

Gráfica 56. Nubosidad anual del período de 1972 a 2012 por décadas del municipio de Esquipulas.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

9.6 Recopilación de fenómenos atmosféricos asociados a la variabilidad climática

Uno de los eventos climáticos de mayor impacto en Guatemala es el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), con importantes implicaciones en el clima, que se ha reflejado en la variación de los regímenes de lluvia. Bajo eventos severos se ha registrado una disminución importante en los acumulados de lluvia el inicio de la época lluviosa, con implicaciones de menor disponibilidad de agua, incendios, entre otros.

En general es la fuente de variabilidad climática interanual más dominante en el trópico. En la mayoría de los casos, los años secos están asociados con las anomalías de circulación que ocurren durante los eventos del fenómeno ENOS, en donde 10 de 15 eventos están relacionados a sequías meteorológicas.

El fenómeno se ha asociado a mayor incidencia de frentes fríos, aumento del número de huracanes en el Pacífico mientras que disminuyen en el Atlántico, Caribe y golfo de México, tal como se ha venido observando en los últimos años.

Registro histórico de la ocurrencia del fenómeno del Niño en Guatemala del período de 1972 al 2012

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) ocurre cuando existe la presencia de aguas anormalmente cálidas (más de 0.5°C por encima de lo normal) en la costa occidental de Suramérica por un período mayor a tres meses consecutivos. Actualmente es considerado como un fenómeno ocasional, irregular, aperiódico y de grandes repercusiones socioeconómicas en el mundo.

Los eventos ENOS calificados de muy fuertes, que se podrían comparar con los eventos de 1982-83 y de 1997-98 han sobrevenido en 1578, 1728, 1790-93, 1828, 1876-78, 1891 y 1925-26, es decir 9 eventos muy fuertes en 475 años, es decir aproximadamente cada 50 años. Otros 10 eventos son calificados entre Fuerte y Muy Fuerte y otros 21 de Fuertes. Por lo tanto, ha habido 40 eventos Fuertes y Muy Fuertes en 475 años, es decir uno cada 9 años.

Según el SENAMHI (2016), en los últimos 41 años (desde 1974 hasta el 2015), 13 eventos del fenómeno de El Niño (ENOS) con duración de seis o más meses, 10 han afectado Centroamérica causando sequía. Cada uno de estos eventos de ENOS, han producido estaciones lluviosas irregulares, las cuales han sido causa de sequía agrícola e hidrológica. Eventos con repercusiones económicas y sociales importantes aparecen registrados en 1926, 1936, 1945-46, 1956-57, 1965, 1972-73, 1982-83, 1992-93, 1997-98, según Alvarado, L. (2012).

A lo largo del siglo XX y antes del fenómeno El Niño extraordinario de 1997/1998, ocurrieron alrededor de unos 25 episodios de fenómenos El Niño de diversas intensidades. De acuerdo al índice ONI (Oceanic Niño Index) de la NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration 2010), se han presentado cuatro episodios El Niño en el Pacífico central: dos de intensidad débil (2004/05 y 2006/07) y dos de intensidad moderada (2002/03 y 2009/10).

En el cuadro 42, se detallan la ocurrencia del fenómeno ENOS que han afectado el territorio de Guatemala en el período de 1972 al 2012, en donde se puede observar que en 1982-1983, 1997-1998 hubo fenómeno de El Niño el cual es clasificado como “Muy fuerte” en intensidad, en 1972-1973 y 1992-1993 el fenómeno del Niño presentado en esos años se clasificó como “Fuerte” en intensidad, en 2002-2003 y 2009-2010 el fenómeno de El Niño presentado en esos años se clasificó como “Moderado” en intensidad, en 2004-2007 se presentó fenómeno El Niño con intensidad “Débil”. Al comparar las anomalías de precipitación pluvial estandarizada de la estación meteorológica de Esquipulas con los años donde se presentó el fenómeno de El Niño se puede observar que los años que presentan una mayor anomalía son 1972, 1982 y 2002 con un -200%, -130% y -180% respectivamente, los cuales se caracterizaron por presentar una precipitación inferior (1068.10 mm, 1279.10 mm, 1132.00 mm) a la media (1650.80 milímetros) de los años que comprenden el período de estudio.

Cuadro 42. Registro histórico del fenómeno ENSO en Guatemala durante el período de los años de 1972 al 2012.

No.	Intensidad del fenómeno EI	Año	Anomalías en la precipitación pluvial (%)	Anomalías de temperatura (°C)
1	Muy fuerte	1982	-130	-0.10
		1983	50	0.30
2	Muy fuerte	1997	10	1.20
		1998	-10	1.50
3	Fuerte	1972	-200	-0.70
		1973	30	-0.60
4	Fuerte	1992	50	-0.70
		1993	20	-0.80
5	Moderada	2002	-180	0.60
		2003	-30	1.00
6	Moderada	2009	-60	0.60
		2010	-50	0.00
7	Débil	2004	-30	1.00
		2005	150	0.30
8	Débil	2006	160	0.30
		2007	50	0.50

Fuente: Elaboración propia, 2015

Al igual que en el resto de Centroamérica, el fenómeno de El Niño provoca una variación inusitada en las condiciones atmosféricas. Se ha analizado por parte del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica que una de estas variaciones está relacionada con la cantidad de huracanes que se forman en la cuenca del Atlántico: Cuando el fenómeno de El Niño es muy intenso, la probabilidad de formación de huracanes en el Mar Caribe disminuye. Por tanto, se da una disminución de la cantidad de lluvia acumulada en especial, en la Vertiente del Pacífico.

En el cuadro 42, se detallan la ocurrencia de huracanes que han afectado el territorio de Guatemala en el período de 1972 al 2012, en donde se puede observar que, en 1974, 1988, 1990, 1996, 1997, 1998, 2000, 2005, 2007, 2008 y 2010 se registró ocurrencia de huracanes. Al comparar las anomalías de precipitación pluvial estandarizada con los años donde hubo ocurrencia de huracanes se puede observar que los años que presentan una mayor anomalía son en 1990 el huracán Diana, 1996 el huracán César-Douglas, y en el 2005 el huracán Stan y Adrián con un 120%, 110% y 150%, respectivamente. En donde la precipitación promedio anual es de 1650.80 milímetros y

los valores registrados en la estación para 1990, 1996 y 2006 fueron 1994.40 mm, 1983.40 mm, 2127.80 mm respectivamente, según La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU., 2010.

Cuadro 42. Registro de huracanes en Guatemala durante el período de los años de 1972 al 2012.

No.	Huracán	Año	Anomalías en la precipitación pluvial (%)	Anomalías de temperatura (°C)
1	Fifi	1974	-50	-0.09
2	Gilberto	1988	10	-0.20
3	Joan-Miriam	1988	10	-0.20
4	Diana	1990	120	-0.50
5	César-Douglas	1996	110	0.20
6	Pauline	1997	10	1.20
7	Mitch	1998	-10	1.50
8	Gordon	2000	-40	0.20
9	Stan	2005	150	0.30
10	Adrián	2005	150	0.30
11	Barbara	2007	50	0.50
12	Felix	2008	40	0.20
13	Agatha	2010	-50	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2015.

CONCLUSIONES

- Se determinó que no existe diferencia estadística significativa durante el período de 1972 al 2012 para los elementos climáticos humedad relativa, vientos, radiación solar, evaporación y presión atmosférica. En los análisis realizados (análisis univariado, análisis pareado y análisis multivariado) se determinó que, en los elementos climáticos de temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima, precipitación pluvial, heliofanía, y nubosidad sí existe diferencia estadística en el período evaluado.
- En el análisis de anomalías se estimó que las precipitaciones han incrementado en un 2.5%, en el cual existe un aumento de la precipitación pluvial de 67 mm a lo largo del período evaluado; las temperaturas han incrementado en un 2.5% (0.45°C), la nubosidad se ha incrementado en un 7% (0.02 oktas) y la heliofanía ha mostrado una disminución de horas luz de 0.11 (horas de brillo solar).
- Los incrementos de temperatura y las modificaciones en los patrones de precipitación, propician el desarrollo y la alteración de los ciclos de vida. De acuerdo a los climogramas elaborados de la década de 1992 al 2001, el déficit de humedad se concentró de diciembre a marzo y en la década de 1972 al 1981, 1982 al 1991 y 2002 al 2012 el déficit de humedad ha tenido una duración de seis meses comprendidos de noviembre a abril. En la época lluviosa se observó que en las primeras dos décadas junio fue el que presentó mayores precipitaciones; en julio, agosto, septiembre y octubre han incrementado las precipitaciones en las últimas tres décadas. Así mismo, se observó que septiembre ha sido el de mayor precipitación en las últimas dos décadas.
- Las precipitaciones han aumentado, pero también se han incrementado las temperaturas y se han distanciado en cada una de las décadas, provocando una temperatura ambiente más cálida por más tiempo, dando como resultado cambios en las condiciones climáticas generales.

RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento al monitoreo interanual de la variabilidad climática del municipio de Esquipulas en años posteriores.
- Tomar en consideración los resultados obtenidos para informar a la población (agricultores, comerciantes, profesionales, entre otros) sobre los cambios en las condiciones climáticas extremas y, acostumbrarnos a convivir con el cambio climático; que cada persona colabore en realizar actividades que no afecten a la variabilidad climática, para no seguir acelerando los cambios que pudieran sobrevenir.
- En los estudios de la determinación de la variabilidad climática se recomienda dar mayor importancia a las variables climáticas de temperatura media y precipitación pluvial, ya que éstas son las de mayor influencia en estudios de la variación del clima.
- Para futuros estudios de variabilidad climática, se debe recopilar más información producto de la medición de los elementos climáticos en diferentes puntos del municipio de Esquipulas, con el fin de obtener mayor representatividad para la toma de decisiones a nivel municipal.
- Realizar estudios de vulnerabilidad a desastres en el municipio de Esquipulas por las condiciones océano-atmosféricas reflejadas en el estudio que son las causantes de inundaciones importantes en las cuencas de los ríos, principalmente las correspondientes a la vertiente del Pacífico, las cuales se ven agravadas por la alta vulnerabilidad de muchas zonas pobladas establecidas en áreas de alto riesgo como laderas propensas a deslizamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, EA; Peterson, TC; Ramírez Obando, R; Retana, JA; Solera, M; Soleil, J; González García, I; Araujo, RM; Valle, VE; Brunet, M; Aguilar, L; Bautista, M; Castañón, C; Herrera, L; Ruano, E; Sinay, JJ; Sánchez, E; Hernández Oviedo, GI; Obed, J; Salgado, E; Vásquez, JL; Baca, M; Gutiérrez, M; Centella, M; Espinosa, J; Martínez, D; Olmedo, B; Ojeda Espinosa, CE. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003 (en línea). *Journal of Geophysical Research* 110: 3-15. Consultado 7 may. 2015. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2005JD006119/pdf>
2. Alfaro, E. 2009. Principales forzantes del clima en la región Centroamericana y actividades recientes de pronóstico estacional: entrenamiento en el uso del índice estandarizado de precipitación (en línea). San José, CR, CIGEFI, CIMAR. p. 112. Consultado 12 jul. 2015. Disponible en: http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/EAlfaro.pdf
3. Alvarado, L. 2012. Climatologías de Centroamérica. Costa Rica, INEDES, Departamento de Ciencias Básicas. p. 36-69.
4. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2010. Factores climatológicos que influyen en el desarrollo de la roya del café (en línea). Guatemala. Consultado 19 may. 2015. Disponible en [https://www.anacafe.org/glifos/index.php/12PRIN:Que es la Roya](https://www.anacafe.org/glifos/index.php/12PRIN:Que%20es%20la%20Roya)
5. Asociación Nacional de Maestros de Ciencias de la Tierra, US. 2012. Atmósferas de la Tierra (en línea). Estados Unidos de América, Ventanas al universo. Consultado 2 ago. 2015. Disponible en https://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/wind_speeds.html&lang=sp

6. Bonilla Vargas, A. 2001. Patrones de sequía en Centroamérica (en línea). Tegucigalpa, HN, GWP Centroamérica. p. 16-52. Consultado 3 ago. 2015. Disponible en <http://www.gwp.org/Global/GWP-CAMFiles/Patrones%20de%20sequ%C3%AdaFIN.pdf>
7. Chávez Pizarro, F; Flores Montes, N; Torrez, IA; Zamora Petri, M. 2015. Manual de planificación municipal para la adaptación al cambio climático (en línea). Argentina., Gobierno local. Consultado 2 jun. 2015. Disponible en <http://www.gobiernolocal.gob.ar/?q=node/4259>
8. Fong García, MA. 2010. Proyecto SINREM, cuenca del río Atulapa, Esquipulas, Chiquimula, Comisión Trinacional del Plan Trifinio y Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 148 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2604.pdf
9. Fundación Konrad Adenauer, GT. 2009. Diccionario municipal de Guatemala (en línea). Guatemala, Talleres Gráficos de Serviprensa, S. A. 315 p. Consultado 22 jun. 2015. Disponible en <http://www.fundkonradadenauer.scielo.br/pdf/rbmet/v25n4/07.pdf>
10. Gómez Jordán, RC. 2014. Evidencias del cambio climático en la vertiente del pacífico de Guatemala, período 1971-2010 con base en información estadística, diagnóstico y servicios prestados en el departamento de investigación y servicios climáticos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH, Guatemala, C.A. (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 153 p. Consultado 23 ago. 2015. Disponible en http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2903.pdf
11. Grossi Gallegos, H; Raichijk, C; Righini, R. 2010. Algunos aspectos de la climatología solar de Uruguay (en línea). Revista Brasileira de Meteorología 25 (4): 479-486. Consultado 23 ago. 2015. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n4/07.pdf>

12. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología e Hidrología, GT). 2001. Zonas climáticas de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 1 jun. 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>
13. _____. 2012. Registro de datos climáticos de la estación meteorológica del INSIVUMEH de Esquipulas, Chiquimula. Departamento de investigación y servicios climáticos. (correo electrónico). Guatemala.
14. _____. 2015. Fenómeno océano-atmosférico “El Niño” (ENOS): informe 1-2006 (en línea). Guatemala, Unidad de investigación y servicios meteorológicos. 2 p. Consultado 1 jun. 2015. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/folletosmet.html>
15. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2014. Cambio climático 2014: informe de síntesis (en línea). Ginebra, SH. 176 p. Consultado 1 jun. 2015. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf.
16. Lavell, J. 2003. La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica (en línea). Guatemala, PNUD, CEPREDENAC. 101 p. Consultado 5 sep. 2015. Disponible en <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil %2006/Material%20previo/ Allangestriesg.pdf>
17. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2001. Primera comunicación nacional sobre el cambio climático (en línea). Guatemala. p. 46. Consultado 9 may. 2015. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/natc/guanc1.pdf>

18. _____. 2009. Informe ambiental del estado de Guatemala (en línea). Guatemala. 286 p. Consultado 1 jun. 2015. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/MARN/GEO2009.pdf>
19. NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE. UU.). 2010. Los peores huracanes de los últimos 50 años (en línea). Estados Unidos de América. TV Novosti. Consultado 10 dic. 2015. Disponible en <https://actualidad.rt.com/ciencias/view/12668-Los-peores-huracanes-de-%C3%BAltimos-50-a%C3%B1os>
20. OMM (Organización Mundial de Meteorología, MX). 2011. Meteorología, clima y agua (en línea). México. CINU (Centro de Información de las Naciones Unidas). p. 6. Consultado 9 jun. 2015. Disponible en <http://www.cinu.mx/temas/medio-ambiente/meteorologia-clima-y-agua/>
21. PNUD (Programa de las Naciones Unidas, CO). 2009. Glosario corto de términos y conceptos importantes relacionados con el cambio climático (en línea). Colombia. 2 p. Consultado 2 may. 2015. Disponible en http://www.pnud.org.co/img_upload/61626461626434343535373737353535/CA_MBIOCLIMATICO/1.%20Productos%20del%20Proyecto%20de%20Transversalizacion%20de%20Cambio%20Clim%C3%A1tico/1.1%20Pres%20PW%20Point%20Curso%20CC/Glosario%20terminos%20CambioClimarico.pdf
22. SC Rumtor.Invertia SRL, RO. 2000. Escala de viento Beaufort, usada en tierra (en línea). Rumanía. Consultado 5 sep. 2015. Disponible en <http://www.rumtor.com/tablas.html>
23. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2016. Boletín informativo monitoreo del fenómeno “El Niño/ La Niña” marzo 2016 (en línea). Perú. 17 p. Consultado 2 abr. 2016. Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-30.pdf>

24. Solís Secaida, LZ. 2015. Análisis de la variabilidad climática en la región semiárida de Guatemala comprendida por los departamentos de Baja Verapaz, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, El Progreso y Zacapa (en línea). Tesis Ing. Ambiental. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 142 p. Consultado 2 ago. 2015. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2187/1/Linda%20Zucena%20Sol%20C3%20ADs%20Secaida.pdf>



ANEXOS

Anexo 1. Medias mensuales de las variables climáticas de 1972 al 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en Esquipulas.

Año	Mes	Variables Climáticas											
		Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación total (milímetros)	Heliofanía (horas de brillo solar)	Radiación solar (Calorías/cm2)	Evaporación (milímetros)	Nubosidad (oktas)	Dirección del viento (grados)	Velocidad del viento (km/hr)	Humedad relativa (%)	Presión Atmosférica (milibares)
1972	Enero	26.53	15.17	19.58	3.90	6.20	-	1.17	-	-	-	83.97	-
	Febrero	26.26	13.80	18.43	5.70	6.06	-	-	-	-	-	82.03	-
	Marzo	29.65	13.60	20.70	0.70	9.67	-	7.68	-	-	-	73.58	-
	Abril	31.04	16.73	22.58	15.30	8.12	-	6.89	-	-	-	76.53	-
	Mayo	30.15	17.54	22.50	216.50	6.99	-	5.24	-	-	-	84.16	-
	Junio	28.36	18.13	21.87	178.60	6.93	-	5.87	-	-	-	89.50	-
	Julio	27.68	18.61	21.53	213.90	6.37	-	5.38	-	85.83	6.79	90.97	-
	Agosto	27.42	18.05	21.08	226.60	6.63	-	5.06	-	64.67	8.66	90.71	-
	Septiembre	27.64	18.43	21.45	93.60	6.53	-	5.05	-	100.00	7.61	91.03	-
	Octubre	27.40	17.55	21.29	13.70	5.77	-	2.87	-	67.24	7.40	88.71	-
	Noviembre	27.70	17.66	21.43	93.30	7.18	-	4.14	-	141.72	6.37	89.97	676.98
	Diciembre	25.08	15.70	19.12	6.30	5.51	-	3.62	-	232.14	8.84	86.50	681.49
1973	Enero	25.98	14.70	19.06	3.10	6.26	-	4.48	-	198.39	8.67	85.61	683.13
	Febrero	27.17	14.44	19.34	2.90	7.61	-	5.68	-	238.21	9.65	82.67	683.74
	Marzo	32.29	16.92	23.44	6.20	9.00	-	7.63	-	214.52	7.50	76.65	681.40
	Abril	31.33	18.41	23.63	17.10	7.80	-	6.96	-	255.67	8.87	80.40	681.96
	Mayo	30.67	18.62	23.02	115.20	6.29	-	7.23	-	270.32	7.61	83.35	682.45
	Junio	28.02	18.68	21.39	501.20	5.78	-	4.75	-	304.00	5.66	90.13	682.22
	Julio	27.68	18.53	21.32	226.20	6.45	-	5.32	-	318.33	7.35	89.39	682.88
	Agosto	28.04	17.77	21.11	332.90	6.04	-	5.70	-	314.84	5.56	88.90	683.01
	Septiembre	28.07	18.48	21.60	446.60	5.17	-	5.97	-	241.67	5.88	91.73	685.13
	Octubre	26.15	18.46	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
	Noviembre	25.98	17.12	20.22	53.80	5.92	-	3.74	-	266.67	8.39	91.80	683.15
	Diciembre	23.60	13.01	17.40	22.60	5.68	-	3.55	-	164.84	7.31	87.48	683.60
1974	Enero	26.85	15.91	20.14	7.20	6.45	-	4.27	-	333.23	8.28	85.45	683.01
	Febrero	26.70	13.54	19.30	6.00	7.25	-	5.54	-	227.14	9.35	80.75	682.78
	Marzo	29.53	15.96	21.53	50.30	7.03	-	6.46	-	270.65	7.77	80.74	682.58
	Abril	30.16	16.61	22.18	17.60	8.15	-	7.34	-	306.67	9.83	78.33	682.81
	Mayo	30.62	17.30	22.67	254.10	6.89	-	6.80	-	189.03	6.19	82.45	681.45
	Junio	27.89	18.04	21.69	502.20	5.47	-	5.57	-	247.00	5.67	89.80	681.42
	Julio	27.37	17.67	21.70	184.20	7.05	-	6.07	-	311.94	8.27	88.19	683.23
	Agosto	27.58	18.24	22.02	152.30	6.30	-	5.36	-	287.74	8.36	88.19	682.80
	Septiembre	27.54	17.23	21.06	265.80	5.97	-	4.71	-	194.67	5.42	90.20	681.82
	Octubre	24.06	17.03	19.37	49.40	2.99	-	2.88	-	158.39	8.38	93.90	682.93
	Noviembre	24.55	15.70	19.08	7.90	5.36	0.29	3.86	-	207.00	8.81	89.73	682.87
	Diciembre	25.20	15.55	19.15	5.10	4.64	0.25	3.69	-	234.19	8.15	87.48	683.15
1975	Enero	25.26	15.75	19.14	15.10	4.43	0.27	3.92	-	246.13	9.07	87.97	682.97
	Febrero	28.89	15.03	20.78	0.60	8.32	0.40	6.34	-	246.07	8.11	78.32	682.86
	Marzo	31.40	15.37	22.63	0.20	8.35	0.45	7.68	-	259.68	8.30	73.10	682.10
	Abril	32.33	16.79	23.61	1.40	8.63	0.45	8.25	-	-	-	73.77	682.24
	Mayo	31.25	18.38	23.57	132.30	6.48	0.39	6.61	-	261.61	6.44	80.00	681.64
	Junio	28.38	18.46	22.26	149.90	5.77	0.39	5.18	-	258.33	6.98	87.87	682.59
	Julio	27.75	17.80	21.63	191.60	6.48	0.41	5.71	-	258.71	6.91	86.65	683.27
	Agosto	27.66	17.37	21.23	370.30	5.97	0.34	5.54	-	213.87	7.34	89.90	683.02
	Septiembre	26.06	17.87	20.80	372.90	4.47	0.28	4.04	-	156.67	5.61	91.00	682.08
	Octubre	25.89	17.71	20.62	299.60	4.32	0.26	4.09	-	122.58	5.75	91.19	681.98
	Noviembre	23.58	16.82	19.08	47.60	3.83	0.23	3.08	-	128.67	8.07	91.00	682.69
	Diciembre	9.00	14.24	17.95	24.50	4.95	0.19	2.89	-	152.58	8.53	86.48	683.54
1976	Enero	22.02	13.74	17.71	18.00	3.61	-	2.48	-	119.33	8.92	83.52	683.76
	Febrero	24.44	13.91	19.01	1.80	6.30	-	4.62	-	106.55	9.79	76.52	684.23
	Marzo	30.21	16.17	23.58	0.00	8.92	-	7.30	-	143.87	8.79	65.45	682.30
	Abril	30.04	16.08	23.51	183.40	8.46	-	7.30	-	153.67	8.17	69.60	682.42
	Mayo	29.47	17.91	23.72	234.30	7.60	-	5.93	-	156.45	6.68	79.42	682.21
	Junio	27.47	18.29	22.34	277.60	4.32	-	3.96	-	169.00	4.61	88.10	681.34
	Julio	27.25	18.67	23.10	142.30	7.32	-	5.67	-	280.00	8.89	82.97	683.38
	Agosto	28.14	18.39	23.16	70.70	6.96	0.35	5.19	-	234.52	8.89	81.87	683.07
	Septiembre	28.39	18.43	23.03	192.70	6.20	0.33	4.75	-	170.00	7.02	83.87	682.57
	Octubre	26.23	18.01	22.06	29.00	4.81	0.28	3.59	-	127.10	6.95	87.20	682.58
	Noviembre	24.35	16.40	19.73	18.10	3.77	0.23	2.70	-	166.67	8.52	89.63	682.96
	Diciembre	24.10	15.44	19.36	12.90	3.79	0.22	2.63	-	179.35	8.80	89.74	682.38
1977	Enero	25.36	13.76	19.19	6.60	6.40	0.30	2.66	-	253.23	8.85	82.23	683.06
	Febrero	26.98	15.56	20.53	5.50	5.99	0.31	4.53	-	233.57	9.30	81.39	682.92
	Marzo	31.16	16.28	23.18	0.90	8.49	0.40	6.48	-	231.94	8.97	73.38	681.77
	Abril	28.89	17.08	21.78	44.20	5.92	0.33	5.54	-	288.00	9.56	81.17	683.20
	Mayo	30.61	16.71	23.12	151.40	8.00	0.39	5.94	-	294.52	7.28	77.45	681.75
	Junio	27.51	18.29	22.35	140.50	5.29	0.36	3.97	-	311.33	7.08	88.40	682.36
	Julio	27.80	18.59	22.66	27.00	7.52	0.38	4.96	-	360.00	10.30	84.39	683.58
	Agosto	28.72	18.10	23.11	277.20	6.77	0.38	4.94	-	290.00	7.44	84.87	682.54
	Septiembre	28.46	18.13	22.50	393.30	6.55	0.37	4.87	-	232.33	6.10	89.03	681.95
	Octubre	26.99	17.75	22.23	73.30	5.98	-	3.98	-	219.00	6.99	76.90	682.98
	Noviembre	26.03	17.12	20.53	33.60	5.26	0.29	3.54	-	128.00	7.20	87.77	682.60
	Diciembre	26.66	16.64	20.54	3.20	5.36	0.27	3.48	-	192.90	7.33	83.87	682.71
1978	Enero	25.19	14.60	18.73	6.40	5.37	0.26	3.95	-	231.29	8.48	82.73	683.88
	Febrero	28.42	14.41	19.65	2.60	8.36	0.30	4.83	-	84.29	8.59	76.04	682.87
	Marzo	29.47	16.29	21.35	0.00	7.23	0.41	6.09	-	268.06	9.03	77.71	683.65
	Abril	31.95	17.86	23.18	67.80	8.25	0.40	6.52	-	232.67	8.16	74.93	682.74
	Mayo	30.97	18.45	22.98	99.00	7.39	0.37	6.15	-	169.03	7.42	78.03	681.89
	Junio	28.55	18.96	21.89	288.60	6.57	0.37	4.85	-	194.33	7.32	87.80	683.23
	Julio	27.55	17.97	21.14	320.20	6.03	0.37	5.42	-	151.61	6.90	89.03	682.78
	Agosto	28.14	18.84	21.74	198.10	6.23	0.37	5.25	-	212.26	7.70	88.74	683.13
	Septiembre	28.01	18.03	21.40	387.20	5.12	0.34	5.12	-	217.33	5.57	88.93	682.17
	Octubre	26.15	17.87	20.59	232.50	4.92	0.32	4.09	-	131.29	6.76	89.39	682.59
	Noviembre	25.88	17.55	20.52	31.70	5.30	0.27	3.46	-	136.67	7.95	89.53	683.03
	Diciembre	25.69	16.26	19.80	31.10	5.95	0.27	2.98	-	116.77	7.46	82.13	683.51
1979	Enero	26.21	14.07	19.12	9.80	5.55	0.30	3.29	-	89.03	8.38	83.77	683.64
	Febrero	27.22	14.98	19.89	8.20	6.51	0.31	4.03	-	117.14	8.60	82.21	683.74
	Marzo	29.45	16.93	21.04	26.10	7.12	0.37	5.08	-	210.00	9.19	81.58	683.35
	Abril	31.47	17.23	22.79	53.10	8.04	0.40	6.05	-	235.00	6.83	78.60	682.60
	Mayo	29.43	18.19	22.23	127.80	6.70	0.38	5.18	-	198.39	6.51	82.94	682.46
	Junio</												

Continuación anexo 1...

1980	Enero	26.83	16.04	20.47	20.70	5.81	0.26	3.56	.	239.03	7.05	81.32	683.44
	Febrero	27.24	15.54	20.20	6.30	6.37	0.31	3.80	.	257.93	8.31	76.72	683.63
	Marzo	31.45	16.48	22.52	0.40	8.75	0.40	6.15	.	203.55	7.90	72.58	682.21
	Abril	28.55	17.42	21.98	42.30	5.15	0.31	4.42	.	189.33	7.59	76.80	682.43
	Mayo	31.41	19.32	23.87	143.40	6.89	0.38	5.61	.	228.39	6.31	75.65	681.95
	Junio	28.77	18.83	22.38	298.30	5.29	0.35	4.78	.	203.00	6.94	83.33	682.72
	Julio	28.34	18.75	23.15	178.90	6.39	0.43	4.65	.	294.19	7.62	79.65	683.14
	Agosto	28.71	18.32	22.22	294.50	6.16	0.35	4.79	.	200.00	5.98	85.77	682.72
	Septiembre	28.38	18.78	22.06	204.70	5.07	0.32	3.90	.	186.33	5.24	86.43	682.04
	Octubre	26.50	18.46	21.57	86.10	4.40	0.31	3.19	.	194.84	6.69	84.87	682.79
	Noviembre	24.78	16.60	20.03	32.00	3.90	0.26	2.41	.	194.00	6.97	83.63	683.27
	Diciembre	21.55	15.05	17.69	23.90	2.86	0.22	1.96	.	187.42	8.24	84.97	684.12
1981	Enero	24.06	13.26	18.13	11.10	5.56	0.28	3.03	.	257.42	7.87	78.39	684.16
	Febrero	25.46	15.04	19.43	9.60	5.18	0.29	3.34	.	269.64	9.22	79.36	683.36
	Marzo	30.77	17.15	22.80	0.40	8.55	0.44	5.78	.	302.90	8.14	70.19	683.08
	Abril	30.38	17.51	22.79	9.30	7.70	0.40	6.02	.	322.00	9.72	70.30	683.20
	Mayo	31.37	17.72	23.52	113.50	6.25	0.37	5.04	.	250.97	5.85	74.65	682.09
	Junio	28.36	18.56	22.43	429.00	4.19	0.33	3.83	.	228.00	4.71	85.43	681.77
	Julio	28.10	18.23	22.15	362.20	6.11	0.37	5.23	.	312.26	6.66	83.16	683.43
	Agosto	28.62	18.84	22.66	313.40	5.85	0.37	4.10	.	268.71	7.33	85.65	682.43
	Septiembre	28.25	18.58	22.29	353.60	6.01	0.39	4.33	.	292.67	5.79	85.57	682.46
	Octubre	26.81	18.20	21.33	364.60	5.36	0.28	3.30	.	308.71	5.95	89.87	682.42
	Noviembre	25.01	16.12	18.92	8.10	5.46	0.27	3.05	.	289.33	7.34	88.07	683.32
	Diciembre	25.52	16.57	19.44	31.40	5.17	0.24	2.58	.	230.00	6.95	79.65	683.25
1982	Enero	26.90	15.78	19.36	8.50	6.25	0.29	3.45	4.74	162.26	7.35	84.87	627.98
	Febrero	28.44	16.90	20.24	3.80	7.21	0.31	4.72	4.68	131.90	8.59	78.07	628.07
	Marzo	30.29	16.13	21.89	2.70	8.36	0.34	5.84	3.74	101.33	8.21	74.94	619.98
	Abril	31.60	17.41	23.72	23.90	7.58	0.38	6.61	4.00	140.00	8.02	75.90	621.02
	Mayo	30.12	18.46	24.33	201.50	5.36	0.26	4.99	5.29	171.74	6.55	82.52	613.38
	Junio	29.11	18.75	23.06	289.80	6.02	0.31	4.04	5.43	143.60	5.78	81.37	616.30
	Julio	27.77	18.85	23.26	109.10	6.01	0.33	4.39	5.71	147.92	8.26	74.39	625.59
	Agosto	28.48	18.93	23.29	45.80	7.48	0.34	5.00	6.00	48.39	8.99	76.97	625.99
	Septiembre	27.76	18.51	21.19	364.00	4.78	0.30	3.41	6.40	55.00	5.71	90.40	615.84
	Octubre	25.66	17.49	20.32	184.50	4.95	0.28	3.67	5.65	99.03	6.91	90.35	619.74
	Noviembre	24.11	17.05	19.45	42.10	3.96	0.26	2.77	6.00	67.00	7.27	91.20	622.39
	Diciembre	25.27	16.04	19.34	3.40	5.85	0.23	3.11	4.97	68.06	7.04	86.87	623.03
1983	Enero	24.42	15.65	19.03	8.20	5.13	0.23	3.15	5.26	71.94	7.81	85.87	621.78
	Febrero	27.41	15.71	20.07	17.30	5.88	0.27	4.09	4.75	96.79	6.49	82.64	614.25
	Marzo	29.47	15.79	21.51	38.30	7.86	0.36	5.67	3.13	140.97	7.49	75.23	611.61
	Abril	31.26	18.15	24.14	1.80	7.03	0.33	5.28	4.17	150.00	6.74	80.43	612.70
	Mayo	31.72	19.83	25.21	176.40	7.16	0.37	5.98	4.35	160.97	7.07	81.77	614.27
	Junio	30.13	18.63	23.47	372.40	6.33	0.36	4.52	5.37	242.00	4.65	91.70	615.20
	Julio	27.84	18.95	22.53	166.70	6.33	0.33	4.71	6.13	133.87	7.31	92.87	623.05
	Agosto	28.22	18.67	22.72	362.60	7.58	0.36	5.33	5.45	179.03	6.74	91.45	628.99
	Septiembre	28.74	20.47	22.21	353.00	5.57	0.32	3.53	6.27	143.00	5.15	92.50	620.60
	Octubre	27.55	21.43	21.68	145.60	5.06	0.27	2.99	6.06	110.65	6.43	92.71	621.70
	Noviembre	27.36	22.01	21.09	147.40	5.27	0.26	2.92	5.30	178.67	5.23	93.10	622.88
	Diciembre	26.45	16.26	20.83	15.50	6.19	0.24	2.86	4.94	176.45	7.16	89.87	630.74
1984	Enero	24.06	15.38	19.09	10.30	5.16	0.23	2.80	5.77	120.97	7.68	91.48	631.75
	Febrero	26.85	16.34	20.95	6.30	5.22	0.26	3.96	5.59	142.07	7.62	87.17	620.71
	Marzo	30.10	16.28	22.43	5.40	7.72	0.34	4.54	3.61	170.97	7.44	81.19	619.61
	Abril	32.28	17.83	24.44	19.30	7.61	0.37	5.66	3.97	135.33	6.76	77.97	616.78
	Mayo	29.23	18.86	22.55	260.50	4.91	0.33	4.47	5.77	203.48	4.95	89.87	617.63
	Junio	28.47	18.90	22.22	449.20	5.30	0.34	4.20	5.83	204.00	4.24	91.32	621.05
	Julio	27.28	19.15	21.61	442.60	5.99	0.33	3.71	6.29	192.90	.	90.81	620.91
	Agosto	27.58	19.22	21.93	388.30	7.25	0.35	4.37	5.55	159.68	6.07	88.42	622.35
	Septiembre	26.66	18.97	21.37	253.80	4.41	0.31	3.45	6.67	204.33	4.73	91.03	614.19
	Octubre	26.79	19.05	21.56	164.80	6.33	0.32	4.05	5.45	150.00	6.04	89.97	620.65
	Noviembre	.	16.16	19.21	7.80	5.88	0.27	3.01	4.93	0.00	6.80	90.60	628.80
	Diciembre	.	16.63	19.21	15.30	5.05	0.23	2.67	5.16	0.00	7.81	89.43	626.56
1985	Enero	.	15.24	17.64	8.90	5.82	0.27	3.48	.	0.00	7.05	85.06	636.27
	Febrero	.	17.05	22.67	2.80	5.43	0.36	3.87	15.39	0.00	8.11	84.36	629.33
	Marzo	.	18.69	21.00	7.70	7.73	0.47	5.48	4.52	0.00	8.69	82.77	624.23
	Abril	.	18.31	22.64	28.60	7.24	0.48	.	5.23	0.00	7.28	81.83	621.95
	Mayo	.	19.12	23.81	68.70	7.63	0.47	6.13	5.58	0.00	6.33	77.65	619.75
	Junio	28.69	19.40	22.09	297.90	5.63	0.45	4.58	6.03	0.00	5.06	85.73	621.20
	Julio	27.40	18.55	22.63	372.20	6.50	0.49	5.03	5.58	0.00	5.78	80.23	627.24
	Agosto	27.78	18.91	22.28	246.60	6.84	0.49	4.65	5.77	0.00	5.51	84.71	625.06
	Septiembre	27.58	18.49	22.04	310.60	6.05	0.46	4.04	6.10	0.00	4.97	86.13	621.57
	Octubre	27.20	18.32	21.84	182.50	6.13	0.39	3.70	5.94	0.00	5.15	85.06	617.69
	Noviembre	25.68	17.20	20.54	23.50	5.79	0.34	3.18	5.67	0.00	5.90	87.27	624.50
	Diciembre	24.22	16.97	19.47	12.80	3.78	0.24	2.50	5.97	0.00	6.66	87.97	633.36
1986	Enero	22.95	15.54	18.69	6.20	4.22	0.25	3.00	6.19	0.00	7.75	83.81	635.46
	Febrero	28.35	14.75	21.75	1.10	8.86	0.38	4.80	3.50	0.00	6.03	72.14	624.62
	Marzo	26.28	13.77	20.43	4.50	7.15	0.36	4.82	3.78	0.00	8.20	73.90	631.07
	Abril	30.80	14.68	22.92	0.00	8.76	0.42	6.35	3.64	0.00	7.75	68.70	621.34
	Mayo	30.17	17.38	23.52	217.70	5.84	0.35	5.44	5.90	0.00	5.35	78.10	611.88
	Junio	28.26	17.52	22.87	419.00	6.37	0.37	5.02	5.63	0.00	5.92	82.44	621.37
	Julio	27.25	18.17	22.42	248.40	6.76	0.40	4.79	5.32	0.00	7.02	82.74	630.94
	Agosto	28.56	18.39	23.27	236.60	6.85	0.41	4.69	6.00	0.00	6.06	83.35	622.48
	Septiembre	27.35	17.83	22.13	138.80	5.45	0.36	3.97	6.13	0.00	5.62	86.27	620.65
	Octubre	26.92	17.59	21.35	138.10	5.44	0.30	4.03	6.03	0.00	5.53	83.52	625.67
	Noviembre	27.24	17.21	21.89	8.90	5.68	0.33	3.22	5.57	0.00	5.64	84.37	622.05
	Diciembre	26.12	16.35	20.99	5.70	5.30	0.25	3.03	5.26	0.00	5.95	80.71	628.20
1987	Enero	26.03	13.49	19.16	2.30	6.08	0.30	3.85	4.52	0.00	6.65	74.90	628.26
	Febrero	29.47	14.60	22.72	1.40	7.66	0.36	4.58	3.84	0.00	6.29	71.00	618.37
	Marzo	32.23	16.25										

Continuación anexo 1...

1988	Enero	27.36	15.99	19.17	8.20	3.50	0.25	2.58	6.06	0.00	7.21	80.97	633.02
	Febrero	25.99	15.92	19.97	13.60	5.06	0.34	3.95	5.38	0.00	7.45	74.34	627.30
	Marzo	29.19	16.15	21.94	2.50	7.46	0.41	5.22	4.39	0.00	7.53	67.16	627.85
	Abril	32.18	17.83	24.76	42.70	7.97	0.43	6.31	4.60	0.00	5.15	65.21	619.55
	Mayo	31.75	17.53	24.48	47.00	6.61	0.42	6.39	3.96	0.00	5.55	67.13	620.62
	Junio	29.94	17.48	22.67	397.70	5.65	0.40	4.34	6.33	0.00	3.66	82.73	619.83
	Julio	28.36	18.21	22.54	306.40	6.40	0.40	4.60	6.23	0.00	5.23	80.77	628.84
	Agosto	28.24	18.29	22.16	346.30	4.54	0.36	3.38	6.74	0.00	3.85	86.10	617.37
	Septiembre	27.83	17.49	21.59	356.70	4.73	0.40	3.38	6.23	0.00	4.18	.	614.67
	Octubre	24.15	17.22	20.27	147.20	2.82	0.24	2.31	6.61	0.00	5.86	85.68	622.57
	Noviembre	26.67	16.08	20.03	3.60	6.00	0.35	3.67	4.93	0.00	4.97	78.17	626.23
	Diciembre	23.44	15.43	18.31	21.10	3.85	0.62	2.85	5.84	0.00	7.17	79.39	635.31
1989	Enero	25.76	16.53	21.18	6.90	5.32	0.31	3.96	5.61	0.00	7.21	74.45	630.58
	Febrero	24.47	14.41	19.58	10.20	5.54	0.31	3.76	5.45	0.00	8.13	73.36	635.88
	Marzo	27.89	13.79	21.63	14.50	7.85	0.37	5.85	3.84	0.00	6.31	62.29	625.55
	Abril	30.52	17.28	23.86	103.20	7.94	0.42	6.42	4.87	0.00	5.87	66.63	620.30
	Mayo	29.20	17.94	23.81	152.80	6.72	0.40	5.13	6.68	0.00	4.58	75.03	622.94
	Junio	28.45	17.65	23.01	272.30	5.81	0.40	5.51	6.07	0.00	3.83	81.90	622.00
	Julio	28.03	18.24	23.03	307.30	6.53	0.41	5.35	6.00	0.00	5.51	79.42	627.58
	Agosto	28.29	17.59	22.78	386.20	6.67	0.39	4.76	6.00	0.00	3.70	82.13	621.53
	Septiembre	27.13	17.94	22.49	456.70	3.81	0.34	3.47	6.83	0.00	3.49	84.90	611.04
	Octubre	26.46	17.51	21.60	634.20	4.76	0.32	3.46	5.90	0.00	4.68	81.74	625.37
	Noviembre	26.26	17.31	22.22	28.30	5.11	0.30	3.19	5.87	0.00	5.81	80.03	622.51
	Diciembre	24.33	14.65	20.26	3.70	4.51	0.26	2.84	5.68	.	.	78.29	631.75
1990	Enero	26.02	16.29	21.53	6.40	5.43	0.31	3.36	5.48	.	.	74.84	624.95
	Febrero	27.02	14.79	20.15	13.10	6.66	0.33	4.49	4.54	.	.	74.04	632.54
	Marzo	28.63	16.15	20.78	2.00	6.44	0.36	5.43	4.65	.	.	74.13	627.48
	Abril	30.77	17.58	22.96	5.00	7.69	0.40	6.36	4.63	.	.	72.73	621.67
	Mayo	30.44	18.57	22.94	377.30	7.00	0.40	6.14	5.68	.	.	78.61	615.81
	Junio	28.52	18.40	21.79	346.80	5.35	0.37	4.78	6.20	.	.	86.00	621.25
	Julio	28.09	18.04	22.49	300.30	6.37	0.44	4.87	5.61	.	.	81.87	626.64
	Agosto	28.25	18.10	21.76	157.50	6.63	0.40	4.64	5.71	0.00	1.97	81.84	627.55
	Septiembre	27.77	17.61	21.17	634.10	4.82	0.35	3.94	6.17	0.00	1.30	86.30	620.78
	Octubre	27.21	17.83	21.01	56.50	5.54	0.32	3.89	5.26	0.00	1.23	82.77	623.23
	Noviembre	24.06	16.38	19.37	70.00	3.10	0.26	2.51	6.57	0.00	1.77	88.43	621.70
	Diciembre	25.42	15.50	19.05	25.40	3.99	0.28	2.41	5.45	0.00	1.35	85.10	628.45
1991	Enero	26.88	15.87	20.76	6.30	5.88	0.28	3.83	4.32	0.00	2.33	79.26	629.24
	Febrero	26.83	15.49	19.75	8.30	6.58	0.32	4.25	4.82	0.00	2.56	76.32	630.61
	Marzo	30.72	15.39	23.48	0.00	8.87	0.34	6.59	2.94	0.00	2.23	62.90	615.04
	Abril	31.73	18.14	24.81	34.20	7.88	0.32	6.38	3.67	0.00	2.01	69.50	617.03
	Mayo	30.75	18.51	24.13	121.40	6.95	0.32	5.53	5.42	0.00	1.55	76.13	.
	Junio	29.35	18.61	22.65	255.70	6.54	0.36	4.77	6.07	0.00	1.17	81.77	620.15
	Julio	28.14	18.19	22.08	87.40	7.39	0.35	5.03	5.06	0.00	2.00	81.84	630.92
	Agosto	28.40	18.44	22.10	228.30	6.58	0.37	5.03	5.65	0.00	1.54	82.52	628.50
	Septiembre	27.87	18.09	21.78	129.80	5.39	0.31	4.25	6.10	0.00	1.14	83.37	621.10
	Octubre	26.52	17.44	20.69	215.70	5.27	0.35	3.57	5.84	0.00	0.88	84.97	616.68
	Noviembre	23.78	16.27	19.13	12.90	3.14	0.27	2.63	6.40	0.00	1.65	85.17	626.90
	Diciembre	23.88	16.35	18.86	71.80	3.26	0.20	2.43	6.32	0.00	1.59	86.90	627.17
1992	Enero	25.81	15.73	19.73	3.20	5.50	0.82	3.68	5.16	0.00	2.66	79.68	621.82
	Febrero	28.15	15.73	20.47	1.50	.	.	4.66	.	.	.	75.07	.
	Marzo	30.24	16.98	22.31	0.70	7.69	0.30	5.19	3.84	0.00	2.36	71.16	622.43
	Abril	29.59	17.73	21.89	113.50	7.27	0.32	5.20	4.63	0.00	2.12	75.50	617.90
	Mayo	29.12	17.39	21.28	109.70	6.75	0.29	5.00	5.25	0.00	1.99	74.16	620.81
	Junio	29.16	18.19	22.11	442.50	5.48	0.32	5.01	6.30	0.00	0.71	86.03	612.27
	Julio	27.52	17.59	21.51	184.90	6.00	0.33	4.76	5.94	0.00	1.47	83.81	624.52
	Agosto	28.17	17.85	21.89	367.00	7.82	.	5.39	5.32	0.00	1.33	82.52	628.33
	Septiembre	27.96	17.89	21.80	230.30	5.24	.	4.06	6.17	0.00	1.09	84.30	615.66
	Octubre	27.12	18.11	21.11	267.00	4.78	.	3.62	6.10	0.00	1.13	85.06	621.36
	Noviembre	26.44	17.22	19.69	58.00	5.02	.	3.19	5.47	0.00	0.99	85.47	618.35
	Diciembre	24.72	16.19	18.53	25.30	4.10	.	2.59	5.60	0.00	2.08	85.81	626.64
1993	Enero	25.96	15.54	19.13	3.40	5.81	0.26	4.01	4.71	0.00	1.89	78.06	627.48
	Febrero	28.10	15.08	19.97	0.00	7.58	0.29	5.12	3.69	0.00	2.26	74.64	627.56
	Marzo	28.62	15.32	22.87	53.50	7.49	0.36	5.33	3.62	0.00	2.45	71.13	625.53
	Abril	30.36	17.80	21.95	66.20	6.32	0.33	6.22	4.80	0.00	2.07	74.00	614.28
	Mayo	29.67	17.86	21.93	190.80	6.67	0.30	5.42	4.48	0.00	1.28	76.97	614.25
	Junio	28.66	18.12	21.57	260.80	.	0.29	4.38	6.37	0.00	0.76	85.80	615.50
	Julio	27.91	18.09	21.31	234.40	6.43	0.32	5.00	5.71	0.00	1.60	82.97	627.72
	Agosto	27.83	17.61	20.75	274.00	5.26	0.32	4.29	6.61	0.00	1.54	87.13	625.04
	Septiembre	27.37	17.51	20.59	410.80	5.51	.	4.50	6.47	0.00	0.87	87.17	619.13
	Octubre	26.70	17.66	22.58	174.80	5.08	0.25	3.69	5.87	0.00	1.16	86.10	620.10
	Noviembre	24.45	16.55	18.85	15.10	4.39	0.22	2.99	5.87	0.00	1.74	85.73	627.80
	Diciembre	24.38	14.73	18.77	17.20	1.58	0.20	3.39	5.06	0.00	1.98	81.94	626.91
1994	Enero	25.45	15.28	20.14	3.30	5.27	0.20	3.85	4.84	0.00	2.03	75.97	629.25
	Febrero	27.24	15.49	21.21	6.80	7.81	0.26	4.87	4.14	0.00	2.36	71.82	626.33
	Marzo	29.91	16.11	23.26	7.30	7.90	0.29	6.29	3.81	0.00	2.13	62.19	625.04
	Abril	31.16	17.78	24.31	112.60	8.06	0.32	6.50	4.80	0.00	2.20	67.03	623.28
	Mayo	29.87	18.52	24.04	149.40	6.84	0.29	5.82	5.29	0.00	1.57	74.81	619.31
	Junio	28.34	17.76	22.73	361.10	6.14	0.28	4.47	5.97	0.00	0.94	82.83	624.08
	Julio	28.18	18.19	22.66	74.70	7.37	0.32	5.62	5.19	0.00	1.81	79.87	628.09
	Agosto	28.21	18.01	22.75	462.90	7.33	0.28	4.42	5.42	0.00	1.13	82.65	624.70
	Septiembre	27.52	18.52	22.67	267.60	6.08	.	3.75	5.57	0.00	1.13	83.13	619.12
	Octubre	27.79	17.55	22.45	155.60	7.82	0.26	4.70	4.61	0.00	0.72	81.35	615.73
	Noviembre	25.41	17.59	21.16	52.00	4.85	0.21	3.26	5.50	0.00	1.18	83.87	623.57
	Diciembre	24.90	16.12	20.17	8.40	2.53	0.20	3.28	5.06	0.00	1.59	82.16	627.51
1995	Enero	26.19	15.39	20.45	0.70	5.85	0.22	3.94	4.65	0.00	1.74	76.71	627.24
	Febrero	26.71	14.68	20.51	8.30	7.41	0.24	5.16	4.00	0.00	2.06	72.96	633.64
	Marzo	30.00	16.12	23.25	0.00	8.38	0.32	6.55	4.48	0.00	2.03	64.55	622.36
	Abril	30.47	18.40	24.23	71.00	7.44	0.28	6.37	4.10	0.00	1.69	70.33	610.95
	Mayo	30.23	18.20	24.31	74.90	7.97	0.28	6.11	4.00	0.00	1.37	74.13	617.66
	Junio	30.22	18.19	23.47	217.30	5.92	0.27	4.84	5.77	0.00	1.20	75.60	616.63
	Julio	27.68	18.81	22.58	344.70	5.95	.	4.79	6.13	0.00	1.11	84.39	621.75</

Continuación anexo 1...

1996	Enero	24.78	14.51	19.67	2.70	5.45	.	3.95	4.97	0.00	2.13	76.90	.
	Febrero	27.00	15.53	20.04	11.20	5.97	.	4.20	5.00	0.00	1.46	77.03	627.46
	Marzo	28.96	14.75	21.38	0.30	7.26	.	5.18	3.42	0.00	1.91	68.77	624.09
	Abril	28.46	14.67	23.53	185.40	5.89	.	5.18	5.50	0.00	1.07	77.10	619.86
	Mayo	27.90	19.20	23.65	213.50	5.27	.	4.07	6.10	0.00	0.93	81.84	622.18
	Junio	28.89	18.97	23.67	224.00	6.10	.	4.55	6.00	0.00	0.53	82.13	623.30
	Julio	27.71	18.56	22.93	423.40	4.94	.	4.74	6.04	0.00	0.70	85.68	627.53
	Agosto	28.20	18.13	22.84	169.20	6.14	.	4.16	5.84	0.00	0.81	82.65	624.53
	Septiembre	28.91	17.75	22.94	431.20	5.75	.	4.43	5.70	0.00	0.69	84.03	615.63
	Octubre	27.04	17.49	22.14	268.30	4.97	.	3.35	6.00	0.00	1.01	84.58	617.83
	Noviembre	23.73	15.97	20.07	42.50	3.51	.	2.19	6.57	0.00	1.63	87.33	622.84
	Diciembre	24.80	15.51	20.35	11.70	4.09	.	2.81	5.97	0.00	1.45	82.10	623.80
1997	Enero	25.86	14.97	20.79	23.40	5.66	.	3.25	5.29	0.00	1.63	77.16	631.67
	Febrero	27.60	16.26	21.89	4.90	6.68	0.24	4.07	5.21	0.00	1.93	71.93	624.51
	Marzo	30.35	17.38	23.83	41.10	8.16	0.31	6.08	4.55	0.00	2.00	63.77	624.41
	Abril	31.77	17.95	24.93	0.00	8.60	0.30	6.76	4.57	0.00	1.83	62.70	617.74
	Mayo	30.90	19.08	24.42	112.00	6.85	0.28	5.81	6.29	0.00	1.65	71.32	619.99
	Junio	28.69	18.65	23.20	366.30	5.53	0.28	4.21	6.50	0.00	1.55	80.17	614.85
	Julio	28.35	19.70	23.55	264.90	6.31	0.29	4.99	5.90	0.00	2.35	75.10	624.92
	Agosto	28.78	19.70	23.44	77.50	7.36	0.31	4.89	6.19	0.00	2.58	75.55	627.03
	Septiembre	28.29	19.29	23.09	516.80	5.02	0.25	4.54	7.13	0.00	1.73	82.37	615.75
	Octubre	26.81	18.69	22.62	220.50	5.30	0.21	3.96	6.16	0.00	2.03	79.55	616.89
	Noviembre	26.81	18.34	22.37	37.70	4.33	0.19	3.09	6.67	0.00	2.03	80.80	618.64
	Diciembre	25.56	15.85	20.72	7.10	5.08	0.18	3.12	5.97	0.00	1.90	74.61	620.74
1998	Enero	27.25	16.56	21.70	8.80	5.92	0.20	3.42	6.00	0.00	2.04	72.35	616.33
	Febrero	30.38	15.21	23.28	0.00	9.05	0.28	5.96	4.75	0.00	2.36	56.39	613.71
	Marzo	29.10	16.95	22.87	12.00	6.44	0.25	5.53	6.35	0.00	2.65	65.03	619.67
	Abril	31.74	18.60	25.29	23.60	7.15	0.27	6.62	6.10	0.00	2.33	60.43	618.91
	Mayo	31.75	18.57	25.33	177.20	7.18	0.29	6.46	6.16	0.00	2.42	63.74	620.67
	Junio	29.83	19.66	24.44	309.50	6.36	0.28	5.16	6.33	0.00	2.14	77.17	622.65
	Julio	28.15	19.37	23.39	179.10	5.66	0.26	4.54	6.77	0.00	1.97	76.39	626.64
	Agosto	28.79	19.12	23.49	337.90	6.43	0.27	5.42	6.71	0.00	1.94	78.26	624.26
	Septiembre	29.82	18.69	23.80	158.50	6.37	0.26	4.63	6.50	0.00	1.72	77.23	611.23
	Octubre	27.01	19.21	22.79	289.60	3.61	0.19	3.37	7.23	0.00	1.50	84.10	681.78
	Noviembre	25.08	18.54	21.53	117.50	3.18	0.17	2.56	7.03	0.00	1.77	84.73	683.04
	Diciembre	24.01	16.17	20.30	13.90	4.23	0.17	2.78	6.13	0.00	1.87	79.13	684.23
1999	Enero	24.59	15.64	20.18	3.60	4.56	0.18	3.04	5.97	0.00	1.77	77.39	683.89
	Febrero	27.04	15.77	21.90	2.40	7.26	0.28	5.59	4.89	0.00	2.00	64.68	684.13
	Marzo	29.02	16.76	23.11	6.80	7.53	0.28	5.44	4.71	0.00	1.84	64.03	682.96
	Abril	31.19	18.36	25.44	39.00	7.43	0.30	6.19	5.23	0.00	1.71	59.40	682.74
	Mayo	30.78	18.79	25.05	67.00	7.23	0.31	5.68	5.97	0.00	1.68	65.48	682.87
	Junio	28.97	18.59	23.06	277.00	4.18	0.25	4.12	7.03	0.00	1.22	79.33	682.49
	Julio	27.83	18.70	23.09	325.40	5.65	0.27	4.91	6.68	0.00	1.93	77.52	683.62
	Agosto	28.85	18.54	23.61	454.00	7.17	0.29	5.15	6.48	0.00	1.42	77.16	682.98
	Septiembre	27.63	18.73	22.65	349.00	4.35	0.24	3.77	7.40	0.00	1.17	83.43	681.50
	Octubre	26.00	18.28	21.97	274.70	4.28	0.23	3.27	6.84	0.00	1.48	82.35	682.38
	Noviembre	22.77	15.74	19.09	11.40	3.84	0.18	2.75	6.37	0.00	2.07	77.63	683.83
	Diciembre	23.25	15.44	19.05	28.10	4.19	0.17	.	5.81	0.00	5.52	78.65	684.35
2000	Enero	24.16	14.62	18.85	8.80	5.67	0.19	3.10	5.06	0.00	5.19	72.03	684.50
	Febrero	25.47	15.06	19.90	8.30	6.26	0.23	3.81	5.10	0.00	6.55	65.10	685.02
	Marzo	30.63	16.93	23.33	0.20	8.62	0.32	6.23	3.55	0.00	4.68	54.90	682.82
	Abril	30.65	17.36	23.79	5.00	8.64	0.31	6.86	3.67	0.00	5.87	52.23	683.42
	Mayo	29.40	18.95	23.85	351.40	4.44	0.26	4.70	6.45	0.00	3.42	68.45	682.55
	Junio	27.84	18.97	22.72	340.50	4.47	0.24	4.42	6.67	0.00	5.60	74.83	683.13
	Julio	28.31	19.01	23.02	144.50	7.36	0.31	5.47	5.52	0.00	7.68	68.29	.
	Agosto	27.85	18.93	22.73	217.10	5.59	0.27	4.59	6.10	0.00	5.84	72.16	683.21
	Septiembre	28.17	18.68	22.84	358.20	5.06	0.25	3.57	6.47	0.00	4.27	76.40	681.78
	Octubre	25.25	18.02	21.27	60.20	4.00	0.21	3.11	6.71	0.00	5.90	78.97	683.21
	Noviembre	26.52	17.43	21.78	15.00	5.86	0.24	3.33	5.43	0.00	4.93	72.50	683.00
	Diciembre	23.05	16.45	19.32	13.20	3.40	0.16	2.64	6.55	0.00	6.77	76.35	684.34
2001	Enero	24.51	14.64	19.09	10.00	4.93	0.17	3.14	5.00	0.00	6.42	66.94	684.54
	Febrero	27.49	17.36	21.48	8.20	6.97	0.24	4.68	4.71	0.00	8.21	62.43	683.59
	Marzo	30.08	15.04	22.47	5.20	8.30	0.29	6.17	3.29	0.00	6.81	50.81	682.81
	Abril	30.87	18.60	24.07	58.50	8.53	0.30	6.59	4.10	0.00	8.10	55.87	683.49
	Mayo	30.46	18.80	24.21	120.50	5.51	0.24	5.37	5.65	0.00	5.87	61.29	682.63
	Junio	28.68	18.97	23.16	125.10	6.60	0.26	4.93	5.50	0.00	5.57	69.57	683.26
	Julio	28.75	18.50	22.93	402.80	6.65	0.28	5.23	5.58	0.00	4.65	72.00	683.44
	Agosto	28.72	19.11	23.17	351.70	6.54	0.27	4.94	5.65	0.00	5.55	73.16	683.49
	Septiembre	28.34	18.48	22.56	343.00	5.25	0.25	4.18	6.07	0.00	3.77	74.30	682.22
	Octubre	26.18	18.96	22.21	140.70	4.20	0.20	3.48	6.16	0.00	5.61	71.90	682.78
	Noviembre	24.50	16.54	20.71	27.90	4.25	0.17	2.85	5.73	0.00	5.40	69.10	683.50
	Diciembre	25.24	16.95	21.26	9.80	4.20	0.17	2.79	5.87	0.00	5.45	68.13	683.06
2002	Enero	26.21	16.58	20.75	8.60	5.58	0.20	3.68	4.97	0.00	5.90	63.97	684.18
	Febrero	26.61	16.70	21.17	8.70	5.68	0.25	4.26	5.68	0.00	7.21	61.96	684.32
	Marzo	29.49	16.49	22.55	5.80	7.09	0.27	5.50	4.26	0.00	6.66	56.10	683.40
	Abril	31.19	17.31	24.00	0.00	9.78	0.32	7.18	3.50	0.00	7.83	47.60	683.32
	Mayo	30.08	19.53	22.55	87.60	5.86	0.26	5.39	5.45	0.00	5.90	58.45	682.45
	Junio	29.64	19.30	23.64	156.10	5.23	0.26	4.61	6.00	0.00	4.46	63.83	682.38
	Julio	28.60	19.33	23.02	192.00	.	.	4.74	6.16	0.00	5.94	63.81	683.86
	Agosto	28.91	19.65	23.22	150.60	7.65	0.29	5.27	5.26	0.00	5.74	62.58	683.11
	Septiembre	28.79	18.72	22.96	229.60	5.25	0.26	4.09	6.47	0.00	3.90	68.07	681.69
	Octubre	27.91	18.88	22.36	188.50	5.88	0.24	3.80	5.55	0.00	4.26	70.32	682.05
	Noviembre	24.91	17.04	20.68	85.30	5.19	0.20	3.08	5.77	0.00	6.07	69.97	683.83
	Diciembre	25.64	16.71	20.55	19.20	4.81	0.18	3.11	5.55	0.00	5.52	67.48	683.78
2003	Enero	21.13	15.10	17.64	20.40	1.88	0.14	1.84	7.10	0.00	7.03	71.74	684.92
	Febrero	28.62	16.60	22.18	2.30	7.18	0.25	4.36	4.43	0.00	6.21	56.46	683.00
	Marzo	30.74	17.75	23.88	42.30								

Continuación anexo 1...

2004	Enero	24.92	15.32	20.82	11.30	4.74	0.20	3.08	5.52	0.00	6.13	84.00	684.06
	Febrero	27.72	16.10	22.06	5.70	6.32	0.26	4.32	4.59	0.00	6.48	78.97	683.79
	Marzo	27.85	17.57	21.83	13.00	6.36	0.29	5.17	5.61	0.00	8.42	80.35	683.76
	Abril	30.12	16.98	23.71	75.60	7.76	0.30	5.77	4.83	0.00	7.03	74.13	683.12
	Mayo	29.56	19.54	24.32	73.00	5.43	0.26	4.87	6.48	0.00	5.00	80.74	682.95
	Junio	28.71	19.02	23.81	383.30	6.02	0.28	4.70	6.33	0.00	5.53	83.93	683.14
	Julio	28.32	18.77	23.81	383.30	6.02	0.28	4.70	6.33	0.00	5.53	83.93	683.14
	Agosto	28.99	19.02	23.93	357.80	6.02	0.28	4.70	6.33	0.00	5.53	83.93	683.14
	Septiembre	29.42	18.67	23.80	326.30	7.65	0.28	4.90	5.97	0.00	4.13	83.63	682.04
	Octubre	28.04	18.65	23.61	279.50	6.47	0.24	3.92	5.55	0.00	3.74	83.32	682.47
	Noviembre	25.32	17.30	21.63	25.20	5.07	0.20	3.45	5.93	0.00	5.80	84.60	683.49
	Diciembre	23.83	16.51	20.11	14.10	4.19	0.18	3.22	6.29	0.00	6.58	85.55	684.38
2005	Enero	23.93	14.98	19.27	6.40	4.65	0.35	2.72	5.73	0.00	7.71	82.97	684.67
	Febrero	28.18	15.86	21.34	0.70	8.21	0.28	5.13	3.96	0.00	8.29	75.25	683.60
	Marzo	30.95	18.49	24.79	79.30	6.37	0.27	4.88	4.81	0.00	5.42	73.94	682.64
	Abril	30.86	18.17	24.34	14.50	6.92	0.28	5.47	4.57	0.00	5.90	73.63	682.80
	Mayo	30.58	19.07	23.35	199.90	5.64	0.27	4.97	5.94	0.00	4.58	78.74	682.14
	Junio	29.80	19.53	23.31	418.60	5.64	0.27	4.97	5.94	120.33	0.33	82.90	681.29
	Julio	28.74	18.96	22.42	441.10	5.90	0.27	4.21	6.42	71.94	0.81	82.45	682.89
	Agosto	29.24	19.35	22.73	355.30	6.31	0.27	4.75	6.65	142.33	1.25	82.39	682.74
	Septiembre	28.33	19.22	22.30	275.30	5.44	0.27	3.60	6.50	90.67	1.02	84.77	682.51
	Octubre	25.87	18.60	21.26	256.20	3.98	0.27	2.91	6.45	315.00	1.22	83.35	681.78
	Noviembre	23.96	16.44	18.98	37.10	3.42	0.22	2.44	6.03	76.33	1.96	83.88	683.28
	Diciembre	25.83	16.34	20.20	4.60	5.61	0.27	2.90	5.16	39.68	1.36	80.77	683.74
2006	Enero	25.79	15.55	19.59	16.90	3.61	0.27	4.19	5.43	101.43	9.04	75.43	684.00
	Febrero	29.11	16.40	22.22	1.10	7.67	0.27	5.14	4.55	112.26	3.64	67.03	682.74
	Marzo	30.72	17.46	23.70	40.40	7.95	0.27	5.66	4.50	110.33	3.18	72.02	682.53
	Abril	30.58	19.06	24.62	216.60	6.30	0.27	4.70	5.68	9.00	0.00	81.77	682.86
	Mayo	28.14	19.26	22.48	550.70	4.78	0.27	4.70	5.68	0.00	0.63	84.57	682.36
	Junio	28.46	19.52	23.05	265.00	5.58	0.27	3.96	6.13	0.00	0.75	84.05	683.34
	Julio	28.88	19.08	23.10	312.30	6.44	0.27	4.03	5.94	0.00	0.71	84.52	682.89
	Agosto	28.88	19.09	23.63	401.00	6.21	0.24	4.15	6.10	0.00	0.40	83.10	682.82
	Septiembre	28.27	19.08	22.77	261.80	5.79	0.20	3.91	6.16	0.00	0.42	86.39	682.22
	Octubre	25.83	16.34	20.20	4.60	5.61	0.27	2.90	5.16	39.68	1.36	80.77	683.74
	Noviembre	25.83	16.34	20.20	4.60	5.61	0.27	2.90	5.16	39.68	1.36	80.77	683.74
	Diciembre	25.83	16.34	20.20	4.60	5.61	0.27	2.90	5.16	39.68	1.36	80.77	683.74
2007	Enero	25.64	17.57	20.72	14.00	5.49	0.26	3.28	5.90	54.00	6.61	78.68	683.74
	Febrero	28.49	16.01	21.48	7.20	7.20	0.28	4.50	4.43	84.86	6.79	70.79	683.61
	Marzo	27.81	17.33	22.03	1.40	6.69	0.30	4.60	5.48	78.39	8.45	70.90	683.48
	Abril	31.77	18.65	24.63	31.20	8.03	0.29	5.44	4.20	101.40	6.70	66.43	682.99
	Mayo	30.64	18.24	23.80	88.90	6.44	0.26	4.56	4.29	98.71	0.81	70.00	681.59
	Junio	29.60	18.99	23.42	305.00	6.21	0.26	3.96	5.17	72.53	5.54	79.47	682.64
	Julio	29.10	18.83	23.24	325.70	6.98	0.27	4.29	5.19	68.52	0.49	75.74	683.37
	Agosto	28.57	19.05	23.31	277.60	6.31	0.27	3.63	4.81	113.23	4.83	77.97	682.43
	Septiembre	28.07	18.86	22.13	544.00	4.94	0.22	3.26	5.90	78.03	4.03	82.70	682.65
	Octubre	26.32	18.07	21.47	171.60	4.38	0.26	2.78	6.00	129.16	4.32	80.61	681.48
	Noviembre	23.27	17.08	19.73	16.50	2.79	0.15	2.26	6.43	46.20	0.90	82.50	683.49
	Diciembre	25.59	16.02	20.25	2.50	6.08	0.22	3.06	4.48	90.97	5.95	75.45	684.03
2008	Enero	25.21	15.79	20.04	17.80	5.36	0.24	3.09	5.35	64.16	9.41	75.87	684.04
	Febrero	28.77	16.81	22.21	2.00	7.44	0.25	4.23	5.00	80.93	8.53	70.76	683.74
	Marzo	29.09	16.87	22.46	11.90	6.97	0.28	4.77	4.77	105.71	7.48	71.68	683.33
	Abril	30.07	17.62	23.17	45.90	7.34	0.26	5.22	5.17	78.13	7.10	72.17	682.41
	Mayo	31.17	18.91	24.58	121.30	6.63	0.28	5.04	6.29	162.16	6.84	74.58	681.72
	Junio	28.52	19.02	22.89	202.30	4.94	0.25	4.10	6.87	87.17	5.94	82.70	682.75
	Julio	27.79	18.43	22.45	549.20	5.02	0.23	4.64	6.77	72.74	5.74	84.55	683.05
	Agosto	29.05	18.69	23.26	298.40	6.71	0.25	4.36	6.39	106.29	5.45	82.13	682.16
	Septiembre	28.89	18.83	22.95	360.20	5.62	0.20	4.06	6.67	76.20	4.30	85.20	681.70
	Octubre	24.48	18.36	20.90	139.90	2.77	0.22	3.26	7.26	75.77	1.25	88.87	682.92
	Noviembre	23.93	15.53	19.10	3.30	4.60	0.26	2.88	5.63	78.17	6.87	82.50	683.85
	Diciembre	24.06	15.75	19.27	8.60	4.44	0.24	2.75	6.26	55.45	7.87	85.13	684.44
2009	Enero	24.94	16.07	19.80	8.30	5.09	0.24	3.10	6.00	51.39	7.94	81.19	684.26
	Febrero	25.01	16.08	19.53	10.00	4.50	0.16	3.08	6.21	66.21	10.54	83.39	684.32
	Marzo	27.81	15.34	21.31	0.40	7.32	0.22	5.05	4.71	83.61	10.32	73.00	683.46
	Abril	24.47	18.27	24.47	9.60	7.94	0.22	5.90	4.43	108.60	7.03	73.60	693.20
	Mayo	30.01	18.80	23.67	215.00	6.42	0.23	4.82	6.42	99.87	4.90	80.81	682.47
	Junio	29.97	18.54	23.58	210.60	6.42	0.22	4.24	5.97	120.90	4.97	82.17	692.21
	Julio	28.82	19.58	23.59	207.70	6.96	0.23	4.50	5.94	66.48	7.14	84.03	683.53
	Agosto	28.70	19.51	23.21	331.70	6.40	0.22	4.14	5.65	8.65	8.65	83.90	683.17
	Septiembre	29.92	19.26	23.83	256.60	6.76	0.22	4.52	5.47	81.03	6.70	82.87	682.62
	Octubre	28.91	18.72	23.06	162.10	6.53	0.19	3.89	5.39	70.26	6.70	84.06	682.12
	Noviembre	25.29	17.68	20.60	38.20	4.19	0.14	2.96	6.13	72.60	8.13	85.80	682.39
	Diciembre	26.64	16.70	21.12	27.90	5.78	0.17	3.12	4.87	65.61	7.52	83.48	682.89
2010	Enero	23.90	15.13	19.02	5.50	4.21	0.26	2.44	5.90	91.74	7.46	83.65	683.36
	Febrero	27.46	16.04	21.15	4.80	5.73	0.16	3.74	4.93	84.86	8.64	79.04	682.34
	Marzo	29.58	16.66	22.00	0.00	6.83	0.20	5.20	3.84	106.26	8.71	73.32	682.75
	Abril	31.27	19.07	23.64	113.50	6.93	0.56	5.12	5.17	119.70	7.20	75.67	682.34
	Mayo	30.08	19.86	23.74	211.20	6.45	0.21	4.33	5.68	93.23	6.74	82.61	682.24
	Junio	29.06	19.63	23.52	260.90	5.01	0.21	4.33	6.43	107.40	6.00	81.33	682.78
	Julio	29.13	19.22	23.30	273.30	5.52	0.20	3.92	6.19	108.58	6.23	83.06	682.60
	Agosto	28.34	19.11	23.33	255.70	5.20	0.46	2.98	6.07	135.33	4.57	84.33	681.32
	Septiembre	25.51	17.54	21.12	43.50	4.18	0.46	2.98	5.87	60.55	7.52	80.19	683.52
	Octubre	25.60	16.33	20.35	4.10	5.86	0.16	3.00	5.30	48.00	8.83	76.37	683.39
	Noviembre	22.99	13.45	17.74	6.00	4.69	0.44	2.52	5.32	68.81	8.42	78.45	683.71
	Diciembre	26.64	16.70	21.12	27.90	5.78	0.17	3.12	4.87	65.61	7.52	83.48	682.89
2011	Enero	26.81	16.04	20.44	7.20	6.25	0.27						

Anexo 2. Medias anuales de las variables climáticas de 1972 al 2012 de la estación meteorológica INSIVUMEH ubicada en Esquipulas.

Año	Variables Climáticas											
	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación total (milímetros)	Heliofania (horas de brillo solar)	Radiación solar (Calorías/cm2)	Evaporación (milímetros)	Nubosidad (oktas)	Dirección del viento (grados)	Velocidad del viento (km/hr)	Humedad relativa (%)	Presión Atmosférica (milibares)
1972	27.91	16.75	20.96	1068.10	6.83	.	4.81	.	115.27	7.61	85.64	679.24
1973	27.92	17.10	21.05	1727.80	6.55	.	5.55	.	253.40	7.50	86.19	682.97
1974	27.34	16.56	20.82	1502.10	6.13	0.27	5.21	.	247.30	7.87	86.27	682.57
1975	26.45	16.80	21.11	1606.00	6.00	0.34	5.28	.	209.54	7.37	84.77	682.58
1976	26.84	16.79	21.69	1180.80	6.01	0.28	4.68	.	167.21	8.00	81.49	682.77
1977	27.93	17.00	21.81	1156.70	6.46	0.34	4.57	.	252.90	8.03	82.57	682.62
1978	28.00	17.26	21.08	1665.20	6.39	0.34	4.89	.	178.80	7.61	83.75	682.96
1979	27.74	17.33	21.28	1712.10	5.74	0.32	4.07	.	178.00	7.23	84.24	682.80
1980	27.71	17.47	21.51	1331.50	5.59	0.32	4.10	.	214.83	7.07	80.98	682.87
1981	27.73	17.15	21.33	2006.20	5.95	0.33	4.13	.	277.72	7.13	80.86	682.91
1982	27.96	17.53	21.62	1279.10	6.15	0.30	4.33	5.22	111.35	7.39	82.32	621.61
1983	28.38	18.46	22.04	1805.20	6.28	0.31	4.25	5.10	148.69	6.52	87.51	619.82
1984	27.93	17.73	21.38	2023.60	5.90	0.31	3.91	5.38	140.31	6.38	88.27	621.75
1985	26.94	18.02	21.55	1562.80	6.21	0.41	4.24	6.53	0.00	6.37	84.06	625.18
1986	27.52	16.60	21.85	1425.00	6.39	0.35	4.43	5.25	0.00	6.40	80.00	624.64
1987	28.50	16.86	22.38	1438.00	6.30	0.37	4.63	5.10	0.00	5.81	75.71	622.54
1988	27.92	16.97	21.49	1693.00	5.38	0.39	4.08	5.61	0.00	5.65	77.06	624.43
1989	27.23	16.74	22.12	2376.30	5.88	0.35	4.47	5.73	0.00	5.37	76.68	624.75
1990	27.68	17.10	21.25	1994.40	5.75	0.35	4.40	5.50	0.00	1.52	80.56	624.34
1991	27.90	17.23	21.69	1171.80	6.14	0.32	4.52	5.22	0.00	1.72	79.22	623.94
1992	27.83	17.22	21.03	1803.60	5.97	0.40	4.36	5.43	0.00	1.63	80.71	620.92
1993	27.50	16.82	20.86	1701.00	5.64	0.29	4.53	5.27	0.00	1.63	80.97	622.61
1994	27.83	17.24	22.30	1661.70	6.50	0.26	4.74	5.02	0.00	1.57	77.31	623.83
1995	27.79	17.54	22.27	1843.50	5.67	0.27	4.66	5.28	0.00	1.22	79.03	621.02
1996	27.20	16.75	21.94	1983.40	5.45	.	4.07	5.59	0.00	1.19	80.85	622.64
1997	28.31	17.99	22.90	1672.20	6.24	0.26	4.56	5.87	0.00	1.94	74.59	621.43
1998	28.58	18.05	23.19	1627.60	5.97	0.24	4.70	6.34	0.00	2.06	72.91	635.26
1999	27.33	17.44	22.35	1838.40	5.64	0.25	4.54	6.11	0.00	1.98	73.92	683.14
2000	27.27	17.53	21.95	1522.40	5.78	0.25	4.32	5.61	0.00	5.56	69.35	683.36
2001	27.82	17.66	22.28	1603.40	5.99	0.24	4.53	5.28	0.00	5.95	66.29	683.23
2002	28.16	18.02	22.29	1132.00	6.18	0.25	4.56	5.38	0.00	5.78	62.85	683.20
2003	27.89	17.76	22.73	1564.00	5.63	0.24	4.19	5.70	0.00	5.71	69.54	683.03
2004	27.73	17.79	22.69	1564.80	6.00	0.25	4.45	5.71	0.00	5.89	81.94	683.32
2005	28.02	17.92	22.02	2089.00	5.67	0.29	4.01	5.72	71.36	3.32	80.11	682.84
2006	28.76	18.28	22.05	2127.80	6.04	0.24	4.36	5.93	36.00	2.22	79.98	681.45
2007	27.90	17.89	22.18	1785.60	5.96	0.25	3.80	5.19	84.67	4.62	75.94	682.96
2008	27.59	17.55	21.94	1760.80	5.65	0.25	4.03	6.04	86.91	6.40	79.68	683.01
2009	27.54	17.88	22.31	1478.10	6.19	0.20	4.11	5.60	74.60	7.54	81.53	684.72
2010	27.54	17.46	21.72	1490.80	5.51	0.31	3.83	5.52	93.13	7.30	79.82	682.76
2011	27.79	17.74	21.92	1818.90	5.93	0.25	3.87	5.17	100.46	7.14	78.80	682.80
2012	27.79	17.78	21.98	1888.70	6.28	0.21	4.02	5.07	85.41	7.12	78.08	683.05

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 3. Análisis univariado de las variables temperatura máxima, mínima, media y precipitación de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Año	Variables climáticas											
	Temperatura máxima			Temperatura mínima			Temperatura media			Precipitación pluvial		
	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1972	27.93	2.7654	9.90	16.77	2.2403	13.36	20.97	1.86	8.89	2.92	9.2999	318.67
1973	27.92	3.7159	13.31	17.11	2.4918	14.56	21.06	2.51	11.93	5.37	13.3474	248.75
1974	27.34	3.0985	11.33	16.59	1.9607	11.82	20.84	1.89	9.08	4.12	11.1491	270.92
1975	27.62	3.7007	13.40	16.81	2.0239	12.04	21.11	2.18	10.33	4.40	11.6177	264.04
1976	26.85	3.6752	13.69	16.80	2.1859	13.01	21.70	2.62	12.08	3.24	10.2557	317.02
1977	27.94	3.4250	12.26	17.01	1.9966	11.74	21.82	2.20	10.08	3.17	9.3259	294.28
1978	27.99	3.4362	12.27	17.28	2.2052	12.76	21.09	2.17	10.27	4.56	10.5733	231.76
1979	27.74	3.0415	10.97	17.34	2.1824	12.59	21.28	2.04	9.60	4.69	11.8795	253.26
1980	27.71	3.9156	14.13	17.47	2.1759	12.45	21.52	2.30	10.68	3.64	8.1484	223.98
1981	27.74	3.2811	11.83	17.16	2.2778	13.28	21.34	2.31	10.81	5.50	13.1637	239.49
1982	27.96	3.2430	11.60	17.53	1.8516	10.56	21.63	2.41	11.13	3.50	9.3973	268.16
1983	28.37	3.6231	12.77	18.47	2.6686	14.45	22.05	2.26	10.23	4.95	12.3012	248.72
1984	27.99	3.8746	13.84	17.74	2.0825	11.74	21.38	2.29	10.72	5.54	13.4716	242.99
1985	26.87	2.6454	9.84	18.02	1.9688	10.92	21.55	6.50	30.15	4.28	10.3558	241.86
1986	27.50	0.4784	12.65	16.61	2.2720	13.68	21.84	2.21	10.11	3.31	10.2144	308.81
1987	28.49	4.0103	14.08	16.87	2.5408	15.06	22.37	2.47	11.03	3.94	11.1637	283.36
1988	27.92	3.7805	13.54	16.97	1.9221	11.33	21.49	2.68	12.45	4.63	11.3155	244.62
1989	27.24	3.3128	12.16	16.75	2.1980	13.13	22.13	2.17	9.80	5.28	11.1648	211.60
1990	27.69	3.1105	11.23	17.12	1.7937	10.48	21.26	1.97	9.25	5.46	13.5786	248.50
1991	27.91	3.5379	12.68	17.24	2.0027	11.62	21.70	2.50	11.54	3.21	8.5846	267.40
1992	27.82	2.6780	9.63	17.22	1.6600	9.64	21.03	1.89	8.97	4.93	12.3215	250.04
1993	27.49	3.1860	11.59	16.84	1.9572	11.63	20.86	2.16	10.35	4.66	10.9346	234.63
1994	27.83	2.9083	10.45	17.25	1.9482	11.29	22.30	2.00	8.95	4.55	11.9402	262.27
1995	27.80	3.0722	11.05	17.56	1.9805	11.28	22.28	1.94	8.72	5.05	11.9669	236.94
1996	27.19	3.3163	12.20	16.75	2.5375	15.15	21.94	2.43	11.09	5.42	14.0222	258.75
1997	28.31	3.1418	11.10	18.00	2.1082	11.71	22.91	1.99	8.67	4.58	11.3861	248.53
1998	28.56	3.7579	13.16	18.07	2.2029	12.19	23.18	2.40	10.37	4.46	11.1604	250.28
1999	27.32	3.7139	13.59	17.45	2.0452	11.72	22.35	2.55	11.41	5.04	12.2484	243.18
2000	27.27	3.3511	12.29	17.54	2.0383	11.62	21.95	2.17	9.91	4.16	11.6618	280.36
2001	27.82	3.3382	12.00	17.66	2.1275	12.05	22.28	2.08	9.34	4.39	11.8658	270.12
2002	28.19	3.3216	11.78	18.04	1.9676	10.91	22.29	2.09	9.39	3.10	8.0194	258.58
2003	27.87	4.4070	15.81	17.77	2.1599	12.16	22.72	2.78	12.24	4.28	11.6652	272.24
2004	27.72	3.4098	12.30	17.79	2.0371	11.45	22.69	2.32	10.22	4.67	13.7122	293.56
2005	28.02	3.7700	13.46	17.93	2.2586	12.60	22.03	2.50	11.35	5.72	13.3267	232.85
2006	28.79	2.7413	9.52	18.30	2.0112	10.99	22.06	2.52	11.45	5.83	12.1767	208.88
2007	27.90	3.4013	12.19	17.90	1.8253	10.20	22.19	2.15	9.69	4.89	12.9356	264.42
2008	27.58	3.9110	14.18	17.55	1.9432	11.07	21.94	2.54	11.57	4.81	10.6188	220.72
2009	27.56	3.3366	12.11	17.89	2.0811	11.63	22.33	2.35	10.52	4.05	11.9901	296.08
2010	27.53	4.2985	15.62	17.46	2.6765	15.33	21.71	2.81	12.95	4.08	10.4662	256.25
2011	27.79	3.5271	12.69	17.75	2.0055	11.30	21.92	2.28	10.39	4.98	10.8936	218.60
2012	27.80	3.1175	11.22	17.78	1.8477	10.39	21.99	1.96	8.94	5.16	12.2378	237.15

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 4. Análisis univariado de las variables heliofanía, radiación, evaporación y nubosidad de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Año	Variables climáticas											
	Heliofanía			Radiación			Evaporación			Nubosidad		
	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1972	6.83	2.9080	42.56	.	.	.	4.77	2.3855	49.99	.	.	.
1973	6.54	3.1684	48.44	.	.	.	5.34	2.4078	45.12	.	.	.
1974	6.12	3.2098	52.46	0.27	0.1169	43.10	5.21	2.1726	41.72	.	.	.
1975	5.98	3.1431	52.52	0.34	0.1217	35.62	5.27	2.1358	40.53	.	.	.
1976	6.01	3.3269	55.38	0.28	0.1056	37.68	4.68	2.2680	48.50	.	.	.
1977	6.47	3.1227	48.24	0.34	0.0997	28.99	4.58	1.7580	38.42	.	.	.
1978	6.36	3.0562	48.04	0.34	0.1064	31.47	4.88	1.9270	39.52	.	.	.
1979	5.74	3.2099	55.92	0.32	0.1082	33.43	4.07	1.7999	44.26	.	.	.
1980	5.59	3.3556	60.02	0.32	0.1139	35.92	4.11	2.1040	51.25	.	.	.
1981	5.96	3.0522	51.24	0.34	0.1086	32.37	4.15	1.8673	45.04	.	.	.
1982	6.15	3.0537	49.66	0.30	0.1016	34.11	4.34	1.9757	45.55	5.22	1.7545	33.62
1983	6.29	3.1688	50.39	0.31	0.0922	29.99	4.25	2.4270	57.09	5.10	2.1474	42.12
1984	5.91	3.1553	53.42	0.31	0.0935	30.52	3.90	1.5653	40.14	5.38	2.1031	39.07
1985	6.22	2.8775	46.25	0.41	0.1237	30.07	4.24	1.8702	44.11	6.46	3.5127	54.42
1986	6.38	3.2036	50.23	0.35	0.1077	30.86	4.41	1.9195	43.52	5.26	1.9718	37.48
1987	6.29	3.2218	51.25	0.37	0.0955	25.64	4.63	1.8795	40.63	5.11	2.1408	41.92
1988	5.38	3.3635	62.58	0.39	0.6322	162.91	4.08	2.2394	54.91	5.61	1.9118	34.07
1989	5.88	2.9987	51.02	0.35	0.0949	26.96	4.48	2.3360	52.15	5.73	2.3271	40.59
1990	5.75	2.9778	51.79	0.35	0.0952	27.06	4.40	2.0482	46.59	5.50	1.6213	29.48
1991	6.15	3.1904	51.91	0.31	0.1089	34.63	4.53	2.0578	45.44	5.22	1.8604	35.67
1992	5.98	2.9729	49.74	0.40	1.4167	354.32	4.36	1.8913	43.42	5.43	1.6975	31.26
1993	5.63	3.2689	58.07	0.29	0.1053	36.58	4.53	2.3095	51.03	5.28	2.0076	38.04
1994	6.49	3.0952	47.69	0.26	0.0732	28.14	4.75	2.1633	45.59	5.02	1.7858	35.58
1995	5.66	3.2634	57.69	0.27	0.0695	26.02	4.66	2.2079	47.37	5.28	1.7638	33.37
1996	5.45	3.0563	56.11	.	.	.	4.05	2.0158	49.80	5.59	1.9164	34.31
1997	6.24	3.0047	48.15	0.26	0.0735	28.13	4.57	1.7813	39.01	5.87	1.6197	27.59
1998	5.94	3.3643	56.61	0.24	0.0783	32.53	4.67	2.1493	45.98	6.35	1.4780	23.27
1999	5.63	3.1005	55.04	0.25	0.0791	32.13	4.54	1.8194	40.11	6.12	1.7547	28.67
2000	5.78	3.1906	55.23	0.25	0.0800	32.05	4.32	1.8637	43.11	5.61	1.9843	35.37
2001	5.98	2.9927	50.02	0.24	0.0707	30.05	4.53	1.7917	39.59	5.28	1.8062	34.21
2002	6.18	3.1878	51.56	0.25	0.0889	35.72	4.58	1.7937	39.17	5.38	1.7852	33.18
2003	5.61	3.3245	59.24	0.25	0.0911	37.00	4.26	1.9849	46.59	5.71	1.9874	34.83
2004	5.99	3.1061	51.85	0.25	0.0759	30.05	4.45	1.8877	42.46	5.72	1.7629	30.84
2005	5.66	3.1364	55.45	0.29	0.1753	60.50	4.00	1.9267	48.20	5.74	1.8987	33.10
2006	6.06	2.8989	47.84	0.24	0.0633	26.85	4.37	1.5515	35.48	5.93	4.5788	77.26
2007	5.95	3.0341	50.96	0.25	0.0844	33.44	3.79	1.6962	44.75	5.19	1.7737	34.15
2008	5.65	3.2923	58.25	0.25	0.1125	45.49	4.02	1.8565	46.18	6.04	1.8948	31.37
2009	6.21	3.0055	48.44	0.20	0.0782	38.13	4.11	1.6089	39.14	5.59	1.7728	31.69
2010	5.51	3.4609	62.83	0.32	0.2313	73.13	3.81	1.7875	46.94	5.52	2.0602	37.32
2011	5.93	3.2410	54.67	0.26	0.1811	69.20	3.87	1.6916	43.66	5.17	1.9570	37.83
2012	6.29	2.9075	46.25	0.21	0.1133	54.60	4.02	1.6259	40.44	5.07	1.8627	36.77

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 5. Análisis univariado de las variables velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa, presión atmosférica de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Año	Variables climáticas											
	Dirección del viento			Velocidad del viento			Humedad relativa			Presión atmosférica		
	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
1972	117.61	128.93713	109.63	7.69	2.3452	30.51	.	.	.	679.24	3.3144	0.49
1973	253.18	117.86793	46.55	7.48	2.6451	35.37	86.21	7.4963	8.70	682.96	1.6651	0.24
1974	247.56	122.59925	49.52	7.87	2.3198	29.49	86.31	6.7542	7.83	682.57	1.2147	0.18
1975	209.46	119.21278	56.91	7.37	2.2665	30.75	84.81	8.5690	10.10	682.58	1.1180	0.16
1976	167.70	116.18083	69.28	8.00	2.7728	34.67	81.49	9.6350	11.82	682.76	1.2368	0.18
1977	254.06	130.14853	51.23	8.07	2.7203	33.73	82.94	7.7703	9.37	682.62	1.3116	0.19
1978	179.40	136.34422	76.00	7.60	2.4943	32.81	83.80	9.3491	11.16	682.95	1.2687	0.19
1979	178.27	134.21755	75.29	7.21	2.5978	36.02	84.26	6.9694	8.27	682.80	1.8135	0.27
1980	214.84	125.13817	58.25	7.06	2.2244	31.51	80.98	8.3842	10.35	682.87	1.2069	0.18
1981	277.86	107.30262	38.62	7.13	2.7234	38.18	80.85	10.2761	12.71	682.91	1.2053	0.18
1982	107.84	108.76973	100.86	7.39	2.2767	30.82	82.33	9.7322	11.82	621.59	9.2230	1.48
1983	148.79	122.51115	82.34	6.53	2.1479	32.91	87.53	8.3322	9.52	619.88	10.1961	1.64
1984	138.94	123.50616	88.89	6.52	2.1989	33.73	88.26	7.2475	8.21	621.77	9.6230	1.55
1985	.	.	.	6.37	2.1399	33.61	84.05	7.8115	9.29	625.18	8.7564	1.40
1986	.	.	.	6.41	2.0119	31.39	80.05	8.9599	11.19	624.66	10.0468	1.61
1987	.	.	.	5.81	1.8235	31.36	75.73	10.5018	13.87	622.57	9.1348	1.47
1988	.	.	.	5.66	2.1727	38.40	77.13	10.1162	13.12	624.46	10.6134	1.70
1989	.	.	.	5.36	2.3918	44.66	76.71	9.1128	11.88	624.75	9.9217	1.59
1990	.	.	.	1.51	0.9999	66.16	80.58	8.1519	10.12	624.30	9.0106	1.44
1991	.	.	.	1.72	1.0461	60.96	79.24	9.6439	12.17	623.91	8.7283	1.40
1992	.	.	.	1.63	1.0171	62.22	80.72	7.9263	9.82	620.98	8.3146	1.34
1993	.	.	.	1.63	1.0444	64.00	81.00	8.8248	10.90	622.59	9.0898	1.46
1994	.	.	.	1.56	0.8980	57.50	77.33	9.9447	12.86	623.83	8.7720	1.41
1995	.	.	.	1.22	0.8967	73.72	79.09	10.9392	13.83	620.95	10.8443	1.75
1996	.	.	.	1.20	0.9704	81.04	80.85	8.6635	10.72	622.60	11.0965	1.78
1997	.	.	.	1.94	0.7818	40.32	74.59	9.2817	12.44	621.45	9.8104	1.58
1998	.	.	.	2.06	0.8821	42.85	73.03	13.0000	17.80	635.45	29.1070	4.58
1999	.	.	.	2.00	1.7367	86.80	73.99	10.8155	14.62	683.14	1.3834	0.20
2000	.	.	.	5.56	2.6359	47.37	69.38	11.4032	16.44	683.36	1.2691	0.19
2001	.	.	.	5.93	3.1258	52.67	66.31	10.2730	15.49	683.23	1.2196	0.18
2002	.	.	.	5.77	3.0949	53.61	62.86	10.0261	15.95	683.19	1.2870	0.19
2003	.	.	.	5.71	2.7130	47.50	69.64	15.6679	22.50	683.03	1.4016	0.21
2004	.	.	.	5.88	3.1429	53.41	81.97	6.6905	8.16	683.32	1.3676	0.20
2005	71.07	375.4755	528.29	3.31	3.4807	105.13	80.15	7.3586	9.18	682.84	1.4914	0.22
2006	35.27	83.468125	236.62	2.21	3.0546	138.40	80.00	9.6074	12.01	681.38	20.8948	3.07
2007	84.78	91.324256	107.73	4.67	3.4383	73.60	75.96	8.2179	10.82	682.95	2.0426	0.30
2008	87.02	86.375477	99.26	6.46	3.7717	58.37	79.72	9.5301	11.96	683.01	1.4568	0.21
2009	74.44	73.970292	99.37	7.53	3.5706	47.43	81.52	7.5860	9.31	684.69	22.2012	3.24
2010	93.09	92.008652	98.84	7.30	3.2358	44.34	79.83	8.4271	10.56	682.77	1.3998	0.21
2011	100.51	97.785384	97.29	7.13	3.1648	44.36	78.83	9.8114	12.45	682.79	1.2262	0.18
2012	85.23	84.585942	99.24	7.12	2.9058	40.83	78.08	8.8500	11.33	683.05	1.2171	0.18

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 6. Análisis pareado de la temperatura mínima por décadas de 1972 al 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Temperatura mínima	Enero	15.17	14.70	15.91	15.75	13.74	13.76	14.60	14.07	16.04	13.26	15.78	14.80
	Febrero	13.80	14.44	13.54	15.03	13.91	15.56	14.41	14.98	15.54	15.04	16.90	14.83
	Marzo	13.60	16.92	15.96	15.37	16.17	16.28	16.29	16.93	16.48	17.15	16.13	16.12
	Abril	16.73	18.41	16.61	16.79	16.08	17.08	17.86	17.23	17.42	17.51	17.41	17.19
	Mayo	17.54	18.62	17.30	18.38	17.91	16.71	18.45	18.19	19.32	17.72	18.46	18.05
	Junio	18.13	18.68	18.04	18.46	18.29	18.29	18.96	19.25	18.83	18.56	18.75	18.57
	Julio	18.61	18.53	17.67	17.80	18.67	18.59	17.97	18.32	18.75	18.23	18.85	18.36
	Agosto	18.05	17.77	18.24	17.37	18.39	18.10	18.84	18.81	18.32	18.84	18.93	18.33
	Septiembre	18.43	18.48	17.23	17.87	18.43	18.13	18.03	18.48	18.78	18.58	18.51	18.27
	Octubre	17.55	18.46	17.03	17.71	18.01	17.75	17.87	18.85	18.46	18.20	17.49	17.94
	Noviembre	17.66	17.12	15.70	16.82	16.40	17.12	17.55	16.75	16.60	16.12	17.05	16.81
	Diciembre	15.70	13.01	15.55	14.24	15.44	16.64	16.26	16.06	15.05	16.57	16.04	15.51
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Temperatura mínima	Enero	15.78	15.65	15.38	15.24	15.54	13.49	15.99	16.53	16.29	15.87	15.73	15.59
	Febrero	16.90	15.71	16.34	17.05	14.75	14.60	15.92	14.41	14.79	15.49	15.73	15.61
	Marzo	16.13	15.79	16.28	18.69	13.77	16.25	16.15	13.79	16.15	15.39	16.98	15.94
	Abril	17.41	18.15	17.83	18.31	14.68	16.02	17.83	17.28	17.58	18.14	17.73	17.36
	Mayo	18.46	19.83	18.86	19.12	17.38	18.38	17.53	17.94	18.57	18.51	17.39	18.36
	Junio	18.75	18.63	18.90	19.40	17.52	18.81	17.48	17.65	18.40	18.61	18.19	18.39
	Julio	18.85	18.95	19.15	18.55	18.17	17.64	18.21	18.24	18.04	18.19	17.59	18.32
	Agosto	18.93	18.67	19.22	18.91	18.39	18.74	18.29	17.59	18.10	18.44	17.85	18.47
	Septiembre	18.51	20.47	18.97	18.49	17.83	18.70	17.49	17.94	17.61	18.09	17.89	18.36
	Octubre	17.49	21.43	19.05	18.32	17.59	17.23	17.22	17.51	17.83	17.44	18.11	18.11
	Noviembre	17.05	22.01	16.16	17.20	17.21	16.43	16.08	17.31	16.38	16.27	17.22	17.21
	Diciembre	16.04	16.26	16.63	16.97	16.35	15.99	15.43	14.65	15.50	16.35	16.19	16.03
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Temperatura mínima	Enero	15.73	15.54	15.28	15.39	14.51	14.97	16.56	15.64	14.62	14.64	16.58	15.41
	Febrero	15.73	15.08	15.49	14.68	15.53	16.26	15.21	15.77	15.06	17.36	16.70	15.71
	Marzo	16.98	15.32	16.11	16.12	14.75	17.38	16.95	16.76	16.93	15.04	16.49	16.26
	Abril	17.73	17.80	17.78	18.40	14.67	17.95	18.60	18.36	17.36	18.60	17.31	17.69
	Mayo	17.39	17.86	18.52	18.20	19.20	19.08	18.57	18.79	18.95	18.80	19.53	18.63
	Junio	18.19	18.12	17.76	18.19	18.97	18.65	19.66	18.59	18.97	18.97	19.30	18.67
	Julio	17.59	18.09	18.19	18.81	18.56	19.70	19.37	18.70	19.01	18.50	19.33	18.71
	Agosto	17.85	17.61	18.01	18.98	18.13	19.70	19.12	18.54	18.93	19.11	19.65	18.69
	Septiembre	17.89	17.51	18.52	18.53	17.75	19.29	18.69	18.73	18.68	18.48	18.72	18.43
	Octubre	18.11	17.66	17.55	18.49	17.49	18.69	19.21	18.28	18.02	18.96	18.88	18.30
	Noviembre	17.22	16.55	17.59	17.56	15.97	18.34	18.54	15.74	17.43	16.54	17.04	17.14
	Diciembre	16.19	14.73	16.12	17.13	15.51	15.85	16.17	15.44	16.45	16.95	16.71	16.11
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Temperatura mínima	Enero	16.58	15.10	15.32	14.98	.	17.57	15.79	16.07	15.13	16.04	16.52	15.91
	Febrero	16.70	16.60	16.10	15.86	15.55	16.01	16.81	16.08	16.04	16.53	17.38	16.33
	Marzo	16.49	17.75	17.57	18.49	16.40	17.33	16.87	15.34	16.66	15.60	16.64	16.83
	Abril	17.31	16.89	16.98	18.17	17.46	18.65	17.62	18.27	19.07	18.08	17.24	17.79
	Mayo	19.53	19.32	19.54	19.07	19.06	18.24	18.91	18.80	19.86	18.95	19.20	19.14
	Junio	19.30	18.87	19.02	19.53	19.26	18.99	19.02	18.54	19.63	19.00	18.88	19.09
	Julio	19.33	19.33	18.77	18.96	19.52	18.83	18.43	19.58	19.22	18.99	19.09	19.10
	Agosto	19.65	19.20	19.02	19.35	19.08	19.05	18.69	19.51	.	19.22	18.64	19.14
	Septiembre	18.72	18.55	18.67	19.22	19.09	18.86	18.83	19.26	19.11	18.99	18.76	18.91
	Octubre	18.88	18.83	18.65	18.60	19.08	18.07	18.36	18.72	17.54	18.27	18.25	18.48
	Noviembre	17.04	17.96	17.30	16.44	.	17.08	15.53	17.68	16.33	16.81	16.89	16.91
	Diciembre	16.71	14.75	16.51	16.34	.	16.02	15.75	16.70	13.45	16.46	15.85	15.85

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 7. Análisis pareado de la temperatura máxima por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Temperatura máxima	Enero	26.53	25.98	26.85	25.26	22.02	25.36	25.19	26.21	26.83	24.06	26.90	25.56
	Febrero	26.26	27.17	26.70	28.89	24.44	26.98	28.42	27.22	27.24	25.46	28.44	27.02
	Marzo	29.65	32.29	29.53	31.40	30.21	31.16	29.47	29.45	31.45	30.77	30.29	30.52
	Abril	31.04	31.33	30.16	32.33	30.04	28.89	31.95	31.47	28.55	30.38	31.60	30.70
	Mayo	30.15	30.67	30.62	31.25	29.47	30.61	30.97	29.43	31.41	31.37	30.12	30.55
	Junio	28.36	28.02	27.89	28.38	27.47	27.51	28.55	27.45	28.77	28.36	29.11	28.17
	Julio	27.68	27.68	27.37	27.75	27.25	27.80	27.55	28.60	28.34	28.10	27.77	27.81
	Agosto	27.42	28.04	27.58	27.66	28.14	28.72	28.14	27.69	28.71	28.62	28.48	28.11
	Septiembre	27.64	28.07	27.54	26.06	28.39	28.46	28.01	27.31	28.38	28.25	27.76	27.81
	Octubre	27.40	26.15	24.06	25.89	26.23	26.99	26.15	27.22	26.50	26.81	25.66	26.28
	Noviembre	27.70	25.98	24.55	23.58	24.35	26.03	25.88	26.45	24.78	25.01	24.11	25.31
	Diciembre	25.08	23.60	25.20	9.00	24.10	26.66	25.69	24.35	21.55	25.52	25.27	23.27
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Temperatura máxima	Enero	26.90	24.42	24.06	.	22.95	26.03	27.36	25.76	26.02	26.88	25.81	25.62
	Febrero	28.44	27.41	26.85	.	28.35	29.47	25.99	24.47	27.02	26.83	28.15	27.30
	Marzo	30.29	29.47	30.10	.	26.28	32.23	29.19	27.89	28.63	30.72	30.24	29.50
	Abril	31.60	31.26	32.28	.	30.80	30.49	32.18	30.52	30.77	31.73	29.59	31.12
	Mayo	30.12	31.72	29.23	.	30.17	31.25	31.75	29.20	30.44	30.75	29.12	30.37
	Junio	29.11	30.13	28.47	28.69	28.26	29.67	29.94	28.45	28.52	29.35	29.16	29.07
	Julio	27.77	27.84	27.28	27.40	27.25	27.64	28.36	28.03	28.09	28.14	27.52	27.76
	Agosto	28.48	28.22	27.58	27.78	28.56	28.35	28.24	28.29	28.25	28.40	28.17	28.21
	Septiembre	27.76	28.74	26.66	27.58	27.35	28.77	27.83	27.13	27.77	27.87	27.96	27.77
	Octubre	25.66	27.55	26.79	27.20	26.92	24.02	24.15	26.46	27.21	26.52	27.12	26.33
	Noviembre	24.11	27.36	.	25.68	27.24	26.75	26.26	26.26	24.06	23.78	26.44	25.84
	Diciembre	25.27	26.45	.	24.22	26.12	27.36	23.44	24.33	25.42	23.88	24.72	25.12
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Temperatura máxima	Enero	25.81	25.96	25.45	26.19	24.78	25.86	27.25	24.59	24.16	24.51	26.21	25.53
	Febrero	28.15	28.10	27.24	26.71	27.00	27.60	30.38	27.04	25.47	27.49	26.61	27.43
	Marzo	30.24	28.62	29.91	30.00	28.96	30.35	29.10	29.02	30.63	30.08	29.49	29.67
	Abril	29.59	30.36	31.16	30.47	28.46	31.77	31.74	31.19	30.65	30.87	31.19	30.68
	Mayo	29.12	29.67	29.87	30.23	27.90	30.90	31.75	30.78	29.40	30.46	30.08	30.01
	Junio	29.16	28.66	28.34	30.22	28.89	28.69	29.83	28.97	27.84	28.68	29.64	28.99
	Julio	27.52	27.91	28.18	27.68	27.71	28.35	28.15	27.83	28.31	28.75	28.60	28.09
	Agosto	28.17	27.83	28.21	28.13	28.20	28.78	28.79	28.85	27.85	28.72	28.91	28.40
	Septiembre	27.96	27.37	27.52	27.49	28.91	28.29	29.82	27.63	28.17	28.34	28.79	28.21
	Octubre	27.12	26.70	27.79	26.22	27.04	26.81	27.01	26.00	25.25	26.18	27.91	26.73
	Noviembre	26.44	24.45	25.41	24.90	23.73	26.81	25.08	22.77	26.52	24.50	24.91	25.05
	Diciembre	24.72	24.38	24.90	25.29	24.80	25.56	24.01	23.25	23.05	25.24	25.64	24.62
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Temperatura máxima	Enero	26.21	21.13	24.92	23.93	.	25.64	25.21	24.94	23.90	26.81	25.61	24.83
	Febrero	26.61	28.62	27.72	28.18	25.79	28.49	28.77	25.01	27.46	27.38	26.91	27.36
	Marzo	29.49	30.74	27.85	30.95	29.11	27.81	29.09	27.81	29.58	28.37	28.84	29.06
	Abril	31.19	31.14	30.12	30.86	30.72	31.77	30.07	24.47	31.27	31.23	30.55	30.31
	Mayo	30.08	31.58	29.56	30.58	30.58	30.64	31.17	30.01	30.08	30.85	30.25	30.49
	Junio	29.64	29.42	28.71	29.80	28.14	29.60	28.52	29.97	29.06	29.02	29.33	29.20
	Julio	28.60	28.42	28.32	28.74	28.46	29.10	27.79	28.82	29.13	28.61	28.50	28.59
	Agosto	28.91	28.98	28.99	29.24	28.88	28.57	29.05	28.70	.	29.28	28.84	28.95
	Septiembre	28.79	29.72	29.42	28.33	28.88	28.07	28.89	29.92	28.34	28.67	28.65	28.88
	Octubre	27.91	27.52	28.04	25.87	28.27	26.32	24.48	28.91	25.51	24.98	26.90	26.79
	Noviembre	24.91	25.10	25.32	23.96	.	23.27	23.93	25.29	25.60	24.78	23.16	24.53
	Diciembre	25.64	22.32	23.83	25.83	.	25.59	24.06	26.64	22.99	23.52	25.96	24.64

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 8. Análisis pareado de la temperatura media por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Temperatura media	Enero	19.58	19.06	20.14	19.14	17.71	19.19	18.73	19.12	20.47	18.13	19.36	19.15
	Febrero	18.43	19.34	19.30	20.78	19.01	20.53	19.65	19.89	20.20	19.43	20.24	19.71
	Marzo	20.70	23.44	21.53	22.63	23.58	23.18	21.35	21.04	22.52	22.80	21.89	22.24
	Abril	22.58	23.63	22.18	23.61	23.51	21.78	23.18	22.79	21.98	22.79	23.72	22.89
	Mayo	22.50	23.02	22.67	23.57	23.72	23.12	22.98	22.23	23.87	23.52	24.33	23.23
	Junio	21.87	21.39	21.69	22.26	22.34	22.35	21.89	22.76	22.38	22.43	23.06	22.22
	Julio	21.53	21.32	21.70	21.63	23.10	22.66	21.14	22.19	23.15	22.15	23.26	22.17
	Agosto	21.08	21.11	22.02	21.23	23.16	23.11	21.74	21.82	22.22	22.66	23.29	22.13
	Septiembre	21.45	21.60	21.06	20.80	23.03	22.50	21.40	21.85	22.06	22.29	21.19	21.75
	Octubre	21.29	.	19.37	20.62	22.06	22.23	20.59	22.05	21.57	21.33	20.32	21.14
	Noviembre	21.43	20.22	19.08	19.08	19.73	20.53	20.52	20.38	20.03	18.92	19.45	19.94
	Diciembre	19.12	17.40	19.15	17.95	19.36	20.54	19.80	19.25	17.69	19.44	19.34	19.00
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Temperatura media	Enero	19.36	19.03	19.09	17.64	18.69	19.16	19.17	21.18	21.53	20.76	19.73	19.58
	Febrero	20.24	20.07	20.95	22.67	21.75	22.72	19.97	19.58	20.15	19.75	20.47	20.76
	Marzo	21.89	21.51	22.43	21.00	20.43	24.20	21.94	21.63	20.78	23.48	22.31	21.96
	Abril	23.72	24.14	24.44	22.64	22.92	23.50	24.76	23.86	22.96	24.81	21.89	23.60
	Mayo	24.33	25.21	22.55	23.81	23.52	24.58	24.48	23.81	22.94	24.13	21.28	23.70
	Junio	23.06	23.47	22.22	22.09	22.87	23.81	22.67	23.01	21.79	22.65	22.11	22.71
	Julio	23.26	22.53	21.61	22.63	22.42	22.89	22.54	23.03	22.49	22.08	21.51	22.45
	Agosto	23.29	22.72	21.93	22.28	23.27	22.97	22.16	22.78	21.76	22.10	21.89	22.47
	Septiembre	21.19	22.21	21.37	22.04	22.13	22.38	21.59	22.49	21.17	21.78	21.80	21.83
	Octubre	20.32	21.68	21.56	21.84	21.35	20.04	20.27	21.60	21.01	20.69	21.11	21.04
	Noviembre	19.45	21.09	19.21	20.54	21.89	20.95	20.03	22.22	19.37	19.13	19.69	20.32
	Diciembre	19.34	20.83	19.21	19.47	20.99	21.32	18.31	20.26	19.05	18.86	18.53	19.65
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Temperatura media	Enero	19.73	19.13	20.14	20.45	19.67	20.79	21.70	20.18	18.85	19.09	20.75	20.04
	Febrero	20.47	19.97	21.21	20.51	20.04	21.89	23.28	21.90	19.90	21.48	21.17	21.07
	Marzo	22.31	22.87	23.26	23.25	21.38	23.83	22.87	23.11	23.33	22.47	22.55	22.84
	Abril	21.89	21.95	24.31	24.23	23.53	24.93	25.29	25.44	23.79	24.07	24.00	23.95
	Mayo	21.28	21.93	24.04	24.31	23.65	24.42	25.33	25.05	23.85	24.21	22.55	23.69
	Junio	22.11	21.57	22.73	23.47	23.67	23.20	24.44	23.06	22.72	23.16	23.64	23.07
	Julio	21.51	21.31	22.66	22.58	22.93	23.55	23.39	23.09	23.02	22.93	23.02	22.73
	Agosto	21.89	20.75	22.75	22.62	22.84	23.44	23.49	23.61	22.73	23.17	23.22	22.77
	Septiembre	21.80	20.59	22.67	22.14	22.94	23.09	23.80	22.65	22.84	22.56	22.96	22.55
	Octubre	21.11	22.58	22.45	21.91	22.14	22.62	22.79	21.97	21.27	22.21	22.36	22.13
	Noviembre	19.69	18.85	21.16	21.04	20.07	22.37	21.53	19.09	21.78	20.71	20.68	20.63
	Diciembre	18.53	18.77	20.17	20.69	20.35	20.72	20.30	19.05	19.32	21.26	20.55	19.97
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Temperatura media	Enero	20.75	17.64	20.82	19.27	19.59	20.72	20.04	19.80	19.02	20.44	20.42	19.86
	Febrero	21.17	22.18	22.06	21.34	19.76	21.48	22.21	19.53	21.15	21.16	21.16	21.20
	Marzo	22.55	23.88	21.83	24.79	22.22	22.03	22.46	21.31	22.00	21.55	22.23	22.44
	Abril	24.00	24.03	23.71	24.34	23.70	24.63	23.17	24.47	23.64	24.37	23.55	23.96
	Mayo	22.55	24.48	24.32	23.35	24.62	23.80	24.58	23.67	23.74	24.11	23.58	23.89
	Junio	23.64	23.68	23.81	23.31	22.48	23.42	22.89	23.58	23.52	22.65	23.42	23.31
	Julio	23.02	24.15	.	22.42	23.05	23.24	22.45	23.59	23.30	22.34	22.72	23.03
	Agosto	23.22	24.20	23.93	22.73	23.10	23.31	23.26	23.21	.	23.25	22.62	23.28
	Septiembre	22.96	23.87	23.80	22.30	23.63	22.13	22.95	23.83	23.33	23.01	22.79	23.15
	Octubre	22.36	23.33	23.61	21.26	22.77	21.47	20.90	23.06	21.12	20.74	21.78	22.04
	Noviembre	20.68	21.94	21.63	18.98	20.38	19.73	19.10	20.60	20.35	20.18	19.20	20.25
	Diciembre	20.55	19.33	20.11	20.20	19.28	20.25	19.27	21.12	17.74	19.25	20.35	19.77

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 9. Análisis pareado de la precipitación pluvial por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Precipitación pluvial	Enero	3.90	3.10	7.20	15.10	18.00	6.60	6.40	9.80	20.70	11.10	8.50	10.04
	Febrero	5.70	2.90	6.00	0.60	1.80	5.50	2.60	8.20	6.30	9.60	3.80	4.82
	Marzo	0.70	6.20	50.30	0.20	0.00	0.90	0.00	26.10	0.40	0.40	2.70	7.99
	Abril	15.30	17.10	17.60	1.40	183.40	44.20	67.80	53.10	42.30	9.30	23.90	43.22
	Mayo	216.50	115.20	254.10	132.30	234.30	151.40	99.00	127.80	143.40	113.50	201.50	162.64
	Junio	178.60	501.20	502.20	149.90	277.60	140.50	288.60	437.80	298.30	429.00	289.80	317.59
	Julio	213.90	226.20	184.20	191.60	142.30	27.00	320.20	396.20	178.90	362.20	109.10	213.80
	Agosto	226.60	332.90	152.30	370.30	70.70	277.20	198.10	275.20	294.50	313.40	45.80	232.45
	Septiembre	93.60	446.60	265.80	372.90	192.70	393.30	387.20	159.40	204.70	353.60	364.00	293.98
	Octubre	13.70	0.00	49.40	299.60	29.00	73.30	232.50	175.40	86.10	364.60	184.50	137.10
	Noviembre	93.30	53.80	7.90	47.60	18.10	33.60	31.70	17.00	32.00	8.10	42.10	35.02
	Diciembre	6.30	22.60	5.10	24.50	12.90	3.20	31.10	26.10	23.90	31.40	3.40	17.32
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Precipitación pluvial	Enero	8.50	8.20	10.30	8.90	6.20	2.30	8.20	6.90	6.40	6.30	3.20	6.85
	Febrero	3.80	17.30	6.30	2.80	1.10	1.40	13.60	10.20	13.10	8.30	1.50	7.22
	Marzo	2.70	38.30	5.40	7.70	4.50	27.00	2.50	14.50	2.00	0.00	0.70	9.57
	Abril	23.90	1.80	19.30	28.60	0.00	54.70	42.70	103.20	5.00	34.20	113.50	38.81
	Mayo	201.50	176.40	260.50	68.70	217.70	23.30	47.00	152.80	377.30	121.40	109.70	159.66
	Junio	289.80	372.40	449.20	297.90	419.00	411.10	397.70	272.30	346.80	255.70	442.50	359.49
	Julio	109.10	166.70	442.60	372.20	248.40	375.30	306.40	307.30	300.30	87.40	184.90	263.69
	Agosto	45.80	362.60	388.30	246.60	236.60	240.20	346.30	386.20	157.50	228.30	367.00	273.22
	Septiembre	364.00	353.00	253.80	310.60	138.80	255.10	356.70	456.70	634.10	129.80	230.30	316.63
	Octubre	184.50	145.60	164.80	182.50	138.10	6.30	147.20	634.20	56.50	215.70	267.00	194.76
	Noviembre	42.10	147.40	7.80	23.50	8.90	5.10	3.60	28.30	70.00	12.90	58.00	37.05
	Diciembre	3.40	15.50	15.30	12.80	5.70	36.20	21.10	3.70	25.40	71.80	25.30	21.47
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Precipitación pluvial	Enero	3.20	3.40	3.30	0.70	2.70	23.40	8.80	3.60	8.80	10.00	8.60	6.95
	Febrero	1.50	0.00	6.80	8.30	11.20	4.90	0.00	2.40	8.30	8.20	8.70	5.48
	Marzo	0.70	53.50	7.30	0.00	0.30	41.10	12.00	6.80	0.20	5.20	5.80	12.08
	Abril	113.50	66.20	112.60	71.00	185.40	0.00	23.60	39.00	5.00	58.50	0.00	61.35
	Mayo	109.70	190.80	149.40	74.90	213.50	112.00	177.20	67.00	351.40	120.50	87.60	150.36
	Junio	442.50	260.80	361.10	217.30	224.00	366.30	309.50	277.00	340.50	125.10	156.10	280.02
	Julio	184.90	234.40	74.70	344.70	423.40	264.90	179.10	325.40	144.50	402.80	192.00	251.89
	Agosto	367.00	274.00	462.90	366.10	169.20	77.50	337.90	454.00	217.10	351.70	150.60	293.45
	Septiembre	230.30	410.80	267.60	500.40	431.20	516.80	158.50	349.00	358.20	343.00	229.60	345.04
	Octubre	267.00	174.80	155.60	145.50	268.30	220.50	289.60	274.70	60.20	140.70	188.50	198.67
	Noviembre	58.00	15.10	52.00	78.60	42.50	37.70	117.50	11.40	15.00	27.90	85.30	49.18
	Diciembre	25.30	17.20	8.40	36.00	11.70	7.10	13.90	28.10	13.20	9.80	19.20	17.26
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Precipitación pluvial	Enero	8.60	20.40	11.30	6.40	16.90	14.00	17.80	8.30	5.50	7.20	13.10	11.77
	Febrero	8.70	2.30	5.70	0.70	6.80	7.20	2.00	10.00	4.80	31.40	4.30	7.63
	Marzo	5.80	42.30	13.00	79.30	1.10	1.40	11.90	0.40	0.00	19.20	10.20	16.78
	Abril	0.00	13.40	75.60	14.50	40.40	31.20	45.90	9.60	113.50	29.60	125.20	45.35
	Mayo	87.60	141.20	73.00	199.90	216.60	88.90	121.30	215.00	211.20	163.00	221.80	158.14
	Junio	156.10	363.50	383.30	418.60	550.70	305.00	202.30	210.60	260.90	274.10	285.50	310.05
	Julio	192.00	93.50	.	441.10	265.00	325.70	549.20	207.70	273.30	317.60	235.80	290.09
	Agosto	150.60	164.70	357.80	355.30	312.30	277.60	298.40	331.70	312.30	361.50	454.50	306.97
	Septiembre	229.60	479.50	326.30	275.30	401.00	544.00	360.20	256.60	255.70	282.80	314.90	338.72
	Octubre	188.50	202.10	279.50	256.20	261.80	171.60	139.90	162.10	43.50	261.00	201.60	197.07
	Noviembre	85.30	37.60	25.20	37.10	40.10	16.50	3.30	38.20	4.10	54.70	12.60	32.25
	Diciembre	19.20	3.50	14.10	4.60	15.10	2.50	8.60	27.90	6.00	16.80	9.20	11.59

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 10. Análisis pareado de la dirección del viento por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Dirección del viento	Enero	.	198.39	333.23	246.13	119.33	253.23	231.29	89.03	239.03	257.42	162.26	212.93
	Febrero	.	238.21	227.14	246.07	106.55	233.57	84.29	117.14	257.93	269.64	131.90	191.25
	Marzo	.	214.52	270.65	259.68	143.87	231.94	268.06	210.00	203.55	302.90	101.33	220.65
	Abril	.	255.67	306.67	.	153.67	288.00	232.67	235.00	189.33	322.00	140.00	235.89
	Mayo	.	270.32	189.03	261.61	156.45	294.52	169.03	198.39	228.39	250.97	171.74	219.04
	Junio	.	304.00	247.00	258.33	169.00	311.33	194.33	153.00	203.00	228.00	143.60	221.16
	Julio	85.83	318.33	311.94	258.71	280.00	360.00	151.61	218.06	294.19	312.26	147.92	248.99
	Agosto	64.67	314.84	287.74	213.87	234.52	290.00	212.26	250.32	200.00	268.71	48.39	216.85
	Septiembre	100.00	241.67	194.67	156.67	170.00	232.33	217.33	172.33	186.33	292.67	55.00	183.55
	Octubre	67.24	.	158.39	122.58	127.10	219.00	131.29	137.10	194.84	308.71	99.03	156.53
	Noviembre	141.72	266.67	207.00	128.67	166.67	128.00	136.67	207.24	194.00	289.33	67.00	175.72
	Diciembre	232.14	164.84	234.19	152.58	179.35	192.90	116.77	148.39	187.42	230.00	68.06	173.33
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Dirección del viento	Enero	162.26	71.94	120.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	35.52
	Febrero	131.90	96.79	142.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	.	41.20
	Marzo	101.33	140.97	170.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	41.33
	Abril	140.00	150.00	135.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	42.53
	Mayo	171.74	160.97	203.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	53.62
	Junio	143.60	242.00	204.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	58.96
	Julio	147.92	133.87	192.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	47.47
	Agosto	48.39	179.03	159.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.19
	Septiembre	55.00	143.00	204.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.58
	Octubre	99.03	110.65	150.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.97
	Noviembre	67.00	178.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.33
	Diciembre	68.06	176.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	.	0.00	0.00	0.00	24.45
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Dirección del viento	Enero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Febrero	.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Marzo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Agosto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Septiembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Octubre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Dirección del viento	Enero	0.00	0.00	0.00	0.00	.	54.00	64.16	51.39	91.74	58.06	65.90	38.53
	Febrero	0.00	0.00	0.00	0.00	101.43	84.86	80.93	66.21	84.86	76.50	73.10	51.63
	Marzo	0.00	0.00	0.00	0.00	112.26	78.39	105.71	83.61	106.26	92.52	69.97	58.97
	Abril	0.00	0.00	0.00	0.00	110.33	101.40	78.13	108.60	119.70	95.27	99.60	64.82
	Mayo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.71	162.16	99.87	93.23	142.32	74.03	60.94
	Junio	0.00	0.00	0.00	120.33	0.00	72.53	87.17	120.90	107.40	136.20	171.00	74.14
	Julio	0.00	0.00	.	71.94	0.00	68.52	72.74	66.48	108.58	81.32	58.06	52.76
	Agosto	0.00	0.00	.	142.33	0.00	113.23	106.29	8.65	.	175.94	120.19	74.07
	Septiembre	0.00	.	0.00	90.67	0.00	78.03	76.20	81.03	135.33	144.60	105.00	71.09
	Octubre	0.00	0.00	0.00	315.00	0.00	129.16	75.77	70.26	60.55	59.39	65.61	70.52
	Noviembre	0.00	0.00	0.00	76.33	.	46.20	78.17	72.60	48.00	81.00	57.17	45.95
	Diciembre	0.00	0.00	0.00	39.68	.	90.97	55.45	65.61	68.81	62.42	65.32	44.83

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 11. Análisis pareado de la velocidad del viento por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Velocidad del viento	Enero	.	8.67	8.28	9.07	8.92	8.85	8.48	8.38	7.05	7.87	7.35	8.29
	Febrero	.	9.65	9.35	8.11	9.79	9.30	8.59	8.60	8.31	9.22	8.59	8.95
	Marzo	.	7.50	7.77	8.30	8.79	8.97	9.03	9.19	7.90	8.14	8.21	8.38
	Abril	.	8.87	9.83	.	8.17	9.56	8.16	6.83	7.59	9.72	8.02	8.53
	Mayo	.	7.61	6.19	6.44	6.68	7.28	7.42	6.51	6.31	5.85	6.55	6.68
	Junio	.	5.66	5.67	6.98	4.61	7.08	7.32	6.84	6.94	4.71	5.78	6.16
	Julio	6.79	7.35	8.27	6.91	8.89	10.30	6.90	6.17	7.62	6.66	8.26	7.65
	Agosto	8.66	5.56	8.36	7.34	8.89	7.44	7.70	7.11	5.98	7.33	8.99	7.58
	Septiembre	7.61	5.88	5.42	5.61	7.02	6.10	5.57	5.15	5.24	5.79	5.71	5.92
	Octubre	7.40	.	8.38	5.75	6.95	6.99	6.76	5.65	6.69	5.95	6.91	6.74
	Noviembre	6.37	8.39	8.81	8.07	8.52	7.20	7.95	8.61	6.97	7.34	7.27	7.77
	Diciembre	8.84	7.31	8.15	8.53	8.80	7.33	7.46	7.70	8.24	6.95	7.04	7.85
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Velocidad del viento	Enero	7.35	7.81	7.68	7.05	7.75	6.65	7.21	7.21	.	2.33	2.66	6.37
	Febrero	8.59	6.49	7.62	8.11	6.03	6.29	7.45	8.13	.	2.56	.	6.81
	Marzo	8.21	7.49	7.44	8.69	8.20	6.64	7.53	6.31	.	2.23	2.36	6.51
	Abril	8.02	6.74	6.76	7.28	7.75	6.60	5.15	5.87	.	2.01	2.12	5.83
	Mayo	6.55	7.07	4.95	6.33	5.35	6.30	5.55	4.58	.	1.55	1.99	5.02
	Junio	5.78	4.65	4.24	5.06	5.92	4.15	3.66	3.83	.	1.17	0.71	3.92
	Julio	8.26	7.31	.	5.78	7.02	5.35	5.23	5.51	.	2.00	1.47	5.33
	Agosto	8.99	6.74	6.07	5.51	6.06	5.67	3.85	3.70	1.97	1.54	1.33	4.67
	Septiembre	5.71	5.15	4.73	4.97	5.62	4.27	4.18	3.49	1.30	1.14	1.09	3.79
	Octubre	6.91	6.43	6.04	5.15	5.53	.	5.86	4.68	1.23	0.88	1.13	4.38
	Noviembre	7.27	5.23	6.80	5.90	5.64	5.95	4.97	5.81	1.77	1.65	0.99	4.72
	Diciembre	7.04	7.16	7.81	6.66	5.95	6.07	7.17	.	1.35	1.59	2.08	5.29
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Velocidad del viento	Enero	2.66	1.89	2.03	1.74	2.13	1.63	2.04	1.77	5.19	6.42	5.90	3.04
	Febrero	.	2.26	2.36	2.06	1.46	1.93	2.36	2.00	6.55	8.21	7.21	3.64
	Marzo	2.36	2.45	2.13	2.03	1.91	2.00	2.65	1.84	4.68	6.81	6.66	3.23
	Abril	2.12	2.07	2.20	1.69	1.07	1.83	2.33	1.71	5.87	8.10	7.83	3.35
	Mayo	1.99	1.28	1.57	1.37	0.93	1.65	2.42	1.68	3.42	5.87	5.90	2.55
	Junio	0.71	0.76	0.94	1.20	0.53	1.55	2.14	1.22	5.60	5.57	4.46	2.24
	Julio	1.47	1.60	1.81	1.11	0.70	2.35	1.97	1.93	7.68	4.65	5.94	2.84
	Agosto	1.33	1.54	1.13	0.50	0.81	2.58	1.94	1.42	5.84	5.55	5.74	2.58
	Septiembre	1.09	0.87	1.13	0.41	0.69	1.73	1.72	1.17	4.27	3.77	3.90	1.89
	Octubre	1.13	1.16	0.72	0.61	1.01	2.03	1.50	1.48	5.90	5.61	4.26	2.31
	Noviembre	0.99	1.74	1.18	1.13	1.63	2.03	1.77	2.07	4.93	5.40	6.07	2.63
	Diciembre	2.08	1.98	1.59	0.82	1.45	1.90	1.87	5.52	6.77	5.45	5.52	3.18
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Velocidad del viento	Enero	5.90	7.03	6.13	7.71	.	6.61	9.41	7.94	7.46	7.32	8.61	7.41
	Febrero	7.21	6.21	6.48	8.29	9.04	6.79	8.53	10.54	8.64	8.50	7.86	8.01
	Marzo	6.66	6.94	8.42	5.42	3.64	8.45	7.48	10.32	8.71	8.34	9.06	7.59
	Abril	7.83	5.83	7.03	5.90	3.18	6.70	7.10	7.03	7.20	7.40	6.70	6.54
	Mayo	5.90	4.84	5.00	4.58	1.22	0.81	6.84	4.90	6.74	7.84	5.71	4.94
	Junio	4.46	3.85	5.53	0.33	0.63	5.54	5.94	4.97	6.00	6.70	5.67	4.51
	Julio	5.94	5.81	.	0.81	0.75	0.49	5.74	7.14	6.23	6.65	7.94	4.75
	Agosto	5.74	5.35	.	1.25	0.71	4.83	5.45	8.65	.	5.69	5.61	4.81
	Septiembre	3.90	.	4.13	1.02	0.40	4.03	4.30	6.70	4.57	4.87	6.07	4.00
	Octubre	4.26	5.26	3.74	1.22	0.42	4.32	1.25	6.70	7.52	6.29	5.97	4.27
	Noviembre	6.07	5.37	5.80	1.96	.	0.90	6.87	8.13	8.83	7.71	8.83	6.05
	Diciembre	5.52	6.32	6.58	1.36	.	5.95	7.87	7.52	8.42	8.38	7.39	6.53

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 12. Análisis pareado de la heliofanía por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Heliofanía	Enero	6.20	6.26	6.45	4.43	3.61	6.40	5.37	5.55	5.81	5.56	6.25	5.63
	Febrero	6.06	7.61	7.25	8.32	6.30	5.99	8.36	6.51	6.37	5.18	7.21	6.83
	Marzo	9.67	9.00	7.03	8.35	8.92	8.49	7.23	7.12	8.75	8.55	8.36	8.31
	Abril	8.12	7.80	8.15	8.63	8.46	5.92	8.25	8.04	5.15	7.70	7.58	7.62
	Mayo	6.99	6.29	6.89	6.48	7.60	8.00	7.39	6.70	6.89	6.25	5.36	6.80
	Junio	6.93	5.78	5.47	5.77	4.32	5.29	6.57	5.47	5.29	4.19	6.02	5.56
	Julio	6.37	6.45	7.05	6.48	7.32	7.52	6.03	6.99	6.39	6.11	6.01	6.61
	Agosto	6.63	6.04	6.30	5.97	6.96	6.77	6.23	5.09	6.16	5.85	7.48	6.32
	Septiembre	6.53	5.17	5.97	4.47	6.20	6.55	5.12	4.19	5.07	6.01	4.78	5.46
	Octubre	5.77	.	2.99	4.32	4.81	5.98	4.92	4.50	4.40	5.36	4.95	4.80
	Noviembre	7.18	5.92	5.36	3.83	3.77	5.26	5.30	4.79	3.90	5.46	3.96	4.98
	Diciembre	5.51	5.68	4.64	4.95	3.79	5.36	5.95	3.94	2.86	5.17	5.85	4.88
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Heliofanía	Enero	6.25	5.13	5.16	5.82	4.22	6.08	3.50	5.32	5.43	5.88	5.50	5.30
	Febrero	7.21	5.88	5.22	5.43	8.86	7.66	5.06	5.54	6.66	6.58	.	6.41
	Marzo	8.36	7.86	7.72	7.73	7.15	7.81	7.46	7.85	6.44	8.87	7.69	7.72
	Abril	7.58	7.03	7.61	7.24	8.76	7.59	7.97	7.94	7.69	7.88	7.27	7.69
	Mayo	5.36	7.16	4.91	7.63	5.84	6.76	6.61	6.72	7.00	6.95	6.75	6.52
	Junio	6.02	6.33	5.30	5.63	6.37	5.46	5.65	5.81	5.35	6.54	5.48	5.81
	Julio	6.01	6.33	5.99	6.50	6.76	4.63	6.40	6.53	6.37	7.39	6.00	6.27
	Agosto	7.48	7.58	7.25	6.84	6.85	6.51	4.54	6.67	6.63	6.58	7.82	6.80
	Septiembre	4.78	5.57	4.41	6.05	5.45	5.88	4.73	3.81	4.82	5.39	5.24	5.10
	Octubre	4.95	5.06	6.33	6.13	5.44	.	2.82	4.76	5.54	5.27	4.78	5.11
	Noviembre	3.96	5.27	5.88	5.79	5.68	5.31	6.00	5.11	3.10	3.14	5.02	4.93
	Diciembre	5.85	6.19	5.05	3.78	5.30	5.55	3.85	4.51	3.99	3.26	4.10	4.68
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Heliofanía	Enero	5.50	5.81	5.27	5.85	5.45	5.66	5.92	4.56	5.67	4.93	5.58	5.47
	Febrero	.	7.58	7.81	7.41	5.97	6.68	9.05	7.26	6.26	6.97	5.68	7.06
	Marzo	7.69	7.49	7.90	8.38	7.26	8.16	6.44	7.53	8.62	8.30	7.09	7.71
	Abril	7.27	6.32	8.06	7.44	5.89	8.60	7.15	7.43	8.64	8.53	9.78	7.74
	Mayo	6.75	6.67	6.84	7.97	5.27	6.85	7.18	7.23	4.44	5.51	5.86	6.42
	Junio	5.48	.	6.14	5.92	6.10	5.53	6.36	4.18	4.47	6.60	5.23	5.60
	Julio	6.00	6.43	7.37	5.95	4.94	6.31	5.66	5.65	7.36	6.65	.	6.23
	Agosto	7.82	5.26	7.33	4.10	6.14	7.36	6.43	7.17	5.59	6.54	7.65	6.49
	Septiembre	5.24	5.51	6.08	4.61	5.75	5.02	6.37	4.35	5.06	5.25	5.25	5.32
	Octubre	4.78	5.08	7.82	3.84	4.97	5.30	3.61	4.28	4.00	4.20	5.88	4.89
	Noviembre	5.02	4.39	4.85	4.56	3.51	4.33	3.18	3.84	5.86	4.25	5.19	4.45
	Diciembre	4.10	1.58	2.53	2.00	4.09	5.08	4.23	4.19	3.40	4.20	4.81	3.65
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Heliofanía	Enero	5.58	1.88	4.74	4.65	.	5.49	5.36	5.09	4.21	6.25	5.82	4.91
	Febrero	5.68	7.18	6.32	8.21	3.61	7.20	7.44	4.50	5.73	6.18	5.63	6.15
	Marzo	7.09	7.36	6.36	6.37	7.67	6.69	6.97	7.32	6.83	7.64	7.74	7.09
	Abril	9.78	7.76	7.76	6.92	7.95	8.03	7.34	7.94	6.93	8.14	8.07	7.87
	Mayo	5.86	6.03	5.43	5.64	6.30	6.44	6.63	6.42	6.45	7.12	5.59	6.17
	Junio	5.23	6.06	6.02	5.64	4.78	6.21	4.94	6.42	5.01	5.82	5.79	5.63
	Julio	.	6.26	.	5.90	5.58	6.98	5.02	6.96	5.52	6.25	7.38	6.21
	Agosto	7.65	6.93	.	6.31	6.44	6.31	6.71	6.40	.	6.65	6.60	6.66
	Septiembre	5.25	.	7.65	5.44	6.21	4.94	5.62	6.76	5.20	5.24	7.01	5.93
	Octubre	5.88	4.99	6.47	3.98	5.79	4.38	2.77	6.53	4.18	3.27	5.65	4.90
	Noviembre	5.19	3.70	5.07	3.42	.	2.79	4.60	4.19	5.86	4.82	3.92	4.36
	Diciembre	4.81	3.76	4.19	5.61	.	6.08	4.44	5.78	4.69	3.81	6.19	4.94

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 13. Análisis pareado de la radiación solar por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Radiación	Enero	.	.	.	0.27	.	0.30	0.26	0.30	0.26	0.28	0.29	0.28
	Febrero	.	.	.	0.40	.	0.31	0.30	0.31	0.31	0.29	0.31	0.32
	Marzo	.	.	.	0.45	.	0.40	0.41	0.37	0.40	0.44	0.34	0.40
	Abril	.	.	.	0.45	.	0.33	0.40	0.40	0.31	0.40	0.38	0.38
	Mayo	.	.	.	0.39	.	0.39	0.37	0.38	0.38	0.37	0.26	0.36
	Junio	.	.	.	0.39	.	0.36	0.37	0.30	0.35	0.33	0.31	0.34
	Julio	.	.	.	0.41	.	0.38	0.37	0.34	0.43	0.37	0.33	0.38
	Agosto	.	.	.	0.34	0.35	0.38	0.37	0.33	0.35	0.37	0.34	0.35
	Septiembre	.	.	.	0.28	0.33	0.37	0.34	0.29	0.32	0.39	0.30	0.33
	Octubre	.	.	.	0.26	0.28	.	0.32	0.27	0.31	0.28	0.28	0.28
	Noviembre	.	.	0.29	0.23	0.23	0.29	0.27	.	0.26	0.27	0.26	0.26
	Diciembre	.	.	0.25	0.19	0.22	0.27	0.27	0.26	0.22	0.24	0.23	0.24
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Radiación	Enero	0.29	0.23	0.23	0.27	0.25	0.30	0.25	0.31	0.31	0.28	0.82	0.32
	Febrero	0.31	0.27	0.26	0.36	0.38	0.36	0.34	0.31	0.33	0.32	.	0.32
	Marzo	0.34	0.36	0.34	0.47	0.36	0.40	0.41	0.37	0.36	0.34	0.30	0.37
	Abril	0.38	0.33	0.37	0.48	0.42	0.40	0.43	0.42	0.40	0.32	0.32	0.39
	Mayo	0.26	0.37	0.33	0.47	0.35	0.42	0.42	0.40	0.40	0.32	0.29	0.36
	Junio	0.31	0.36	0.34	0.45	0.37	0.38	0.40	0.40	0.37	0.36	0.32	0.37
	Julio	0.33	0.33	0.33	0.49	0.40	0.40	0.40	0.41	0.44	0.35	0.33	0.38
	Agosto	0.34	0.36	0.35	0.49	0.41	0.42	0.36	0.39	0.40	0.37	.	0.39
	Septiembre	0.30	0.32	0.31	0.46	0.36	0.36	0.40	0.34	0.35	0.31	.	0.35
	Octubre	0.28	0.27	0.32	0.39	0.30	.	0.24	0.32	0.32	0.35	.	0.31
	Noviembre	0.26	0.26	0.27	0.34	0.33	0.33	0.35	0.30	0.26	0.27	.	0.30
	Diciembre	0.23	0.24	0.23	0.24	0.25	0.34	0.62	0.26	0.28	0.20	.	0.29
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Radiación	Enero	0.82	0.26	0.20	0.22	.	.	0.20	0.18	0.19	0.17	0.20	0.27
	Febrero	.	0.29	0.26	0.24	.	0.24	0.28	0.28	0.23	0.24	0.25	0.26
	Marzo	0.30	0.36	0.29	0.32	.	0.31	0.25	0.28	0.32	0.29	0.27	0.30
	Abril	0.32	0.33	0.32	0.28	.	0.30	0.27	0.30	0.31	0.30	0.32	0.31
	Mayo	0.29	0.30	0.29	0.28	.	0.28	0.29	0.31	0.26	0.24	0.26	0.28
	Junio	0.32	0.29	0.28	0.27	.	0.28	0.28	0.25	0.24	0.26	0.26	0.27
	Julio	0.33	0.32	0.32	.	.	0.29	0.26	0.27	0.31	0.28	.	0.30
	Agosto	.	0.32	0.28	.	.	0.31	0.27	0.29	0.27	0.27	0.29	0.29
	Septiembre	.	.	.	.	.	0.25	0.26	0.24	0.25	0.25	0.26	0.25
	Octubre	.	0.25	0.26	.	.	0.21	0.19	0.23	0.21	0.20	0.24	0.22
	Noviembre	.	0.22	0.21	.	.	0.19	0.17	0.18	0.24	0.17	0.20	0.20
	Diciembre	.	0.20	0.20	.	.	0.18	0.17	0.17	0.16	0.17	0.18	0.18
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Radiación	Enero	0.20	0.14	0.20	0.35	.	0.26	0.24	0.24	0.26	.	0.16	0.23
	Febrero	0.25	0.25	0.26	0.28	.	0.28	0.25	0.16	0.16	.	0.13	0.23
	Marzo	0.27	0.28	0.29	0.27	.	0.30	0.28	0.22	0.20	0.20	0.24	0.26
	Abril	0.32	0.28	0.30	0.28	.	0.29	0.26	.	0.56	0.22	0.25	0.31
	Mayo	0.26	0.27	0.26	0.27	.	0.26	0.28	0.23	.	0.55	0.22	0.29
	Junio	0.26	0.27	0.28	.	0.27	0.26	0.25	0.22	0.21	0.47	0.23	0.27
	Julio	.	0.31	.	.	.	0.27	0.23	0.23	0.20	0.21	0.20	0.24
	Agosto	0.29	0.28	.	.	.	0.27	0.25	0.22	.	0.18	0.20	0.24
	Septiembre	0.26	.	0.28	.	0.24	0.22	0.20	0.22	0.46	.	0.19	0.26
	Octubre	0.24	0.26	0.24	.	0.20	0.26	0.22	0.19	0.46	0.13	0.17	0.24
	Noviembre	0.20	0.19	0.20	.	.	0.15	0.26	0.14	0.16	0.19	0.28	0.20
	Diciembre	0.18	0.16	0.18	.	.	0.22	0.24	0.17	0.44	0.14	0.22	0.22

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 14. Análisis pareado de la evaporación por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Evaporación	Enero	1.17	4.48	4.27	3.92	2.48	2.66	3.95	3.29	3.56	3.03	3.45	3.30
	Febrero	.	5.68	5.54	6.34	4.62	4.53	4.83	4.03	3.80	3.34	4.72	4.74
	Marzo	7.68	7.63	6.46	7.68	7.30	6.48	6.09	5.08	6.15	5.78	5.84	6.56
	Abril	6.89	6.96	7.34	8.25	7.30	5.54	6.52	6.05	4.42	6.02	6.61	6.54
	Mayo	5.24	7.23	6.80	6.61	5.93	5.94	6.15	5.18	5.61	5.04	4.99	5.88
	Junio	5.87	4.75	5.57	5.18	3.96	3.97	4.85	5.19	4.78	3.83	4.04	4.73
	Julio	5.38	5.32	6.07	5.71	5.67	4.96	5.42	3.40	4.65	5.23	4.39	5.11
	Agosto	5.06	5.70	5.36	5.54	5.19	4.94	5.25	4.37	4.79	4.10	5.00	5.03
	Septiembre	5.05	5.97	4.71	4.04	4.75	4.87	5.12	3.52	3.90	4.33	3.41	4.52
	Octubre	2.87	.	2.88	4.09	3.59	3.98	4.09	3.29	3.19	3.30	3.67	3.50
	Noviembre	4.14	3.74	3.86	3.08	2.70	3.54	3.46	2.81	2.41	3.05	2.77	3.23
	Diciembre	3.62	3.55	3.69	2.89	2.63	3.48	2.98	2.62	1.96	2.58	3.11	3.01
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Evaporación	Enero	3.45	3.15	2.80	3.48	3.00	3.85	2.58	3.96	3.36	3.83	3.68	3.37
	Febrero	4.72	4.09	3.96	3.87	4.80	4.58	3.95	3.76	4.49	4.25	4.66	4.28
	Marzo	5.84	5.67	4.54	5.48	4.82	5.89	5.22	5.85	5.43	6.59	5.19	5.50
	Abril	6.61	5.28	5.66	.	6.35	5.66	6.31	6.42	6.36	6.38	5.20	6.02
	Mayo	4.99	5.98	4.47	6.13	5.44	6.35	6.39	5.13	6.14	5.53	5.00	5.59
	Junio	4.04	4.52	4.20	4.58	5.02	4.42	4.34	5.51	4.78	4.77	5.01	4.65
	Julio	4.39	4.71	3.71	5.03	4.79	4.53	4.60	5.35	4.87	5.03	4.76	4.71
	Agosto	5.00	5.33	4.37	4.65	4.69	4.69	3.38	4.76	4.64	5.03	5.39	4.72
	Septiembre	3.41	3.53	3.45	4.04	3.97	4.34	3.38	3.47	3.94	4.25	4.06	3.80
	Octubre	3.67	2.99	4.05	3.70	4.03	.	2.31	3.46	3.89	3.57	3.62	3.53
	Noviembre	2.77	2.92	3.01	3.18	3.22	3.46	3.67	3.19	2.51	2.63	3.19	3.07
	Diciembre	3.11	2.86	2.67	2.50	3.03	3.18	2.85	2.84	2.41	2.43	2.59	2.77
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Evaporación	Enero	3.68	4.01	3.85	3.94	3.95	3.25	3.42	3.04	3.10	3.14	3.68	3.55
	Febrero	4.66	5.12	4.87	5.16	4.20	4.07	5.96	5.59	3.81	4.68	4.26	4.76
	Marzo	5.19	5.33	6.29	6.55	5.18	6.08	5.53	5.44	6.23	6.17	5.50	5.77
	Abril	5.20	6.22	6.50	6.37	5.18	6.76	6.62	6.19	6.86	6.59	7.18	6.33
	Mayo	5.00	5.42	5.82	6.11	4.07	5.81	6.46	5.68	4.70	5.37	5.39	5.44
	Junio	5.01	4.38	4.47	4.84	4.55	4.21	5.16	4.12	4.42	4.93	4.61	4.61
	Julio	4.76	5.00	5.62	4.79	4.74	4.99	4.54	4.91	5.47	5.23	4.74	4.98
	Agosto	5.39	4.29	4.42	5.11	4.16	4.89	5.42	5.15	4.59	4.94	5.27	4.87
	Septiembre	4.06	4.50	3.75	3.31	4.43	4.54	4.63	3.77	3.57	4.18	4.09	4.08
	Octubre	3.62	3.69	4.70	3.26	3.35	3.96	3.37	3.27	3.11	3.48	3.80	3.60
	Noviembre	3.19	2.99	3.26	3.32	2.19	3.09	2.56	2.75	3.33	2.85	3.08	2.97
	Diciembre	2.59	3.39	3.28	3.18	2.81	3.12	2.78	.	2.64	2.79	3.11	2.97
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Evaporación	Enero	3.68	1.84	3.08	2.72	.	3.28	3.09	3.10	2.44	3.63	3.49	3.03
	Febrero	4.26	4.36	4.32	5.13	4.19	4.50	4.23	3.08	3.74	3.92	3.66	4.13
	Marzo	5.50	6.15	5.17	4.88	5.14	4.60	4.77	5.05	5.20	4.98	4.98	5.13
	Abril	7.18	5.66	5.77	5.47	5.66	5.44	5.22	5.90	5.12	5.36	5.52	5.66
	Mayo	5.39	5.46	4.87	4.97	4.70	4.56	5.04	4.82	5.07	4.80	4.08	4.89
	Junio	4.61	4.85	4.70	4.18	3.51	3.96	4.10	4.24	4.33	3.80	3.63	4.17
	Julio	4.74	4.44	.	4.21	3.96	4.29	4.64	4.50	3.92	4.01	4.44	4.31
	Agosto	5.27	4.66	5.57	4.75	4.03	3.63	4.36	4.14	.	4.17	4.56	4.51
	Septiembre	4.09	.	4.90	3.60	4.15	3.26	4.06	4.52	.	3.69	4.53	4.09
	Octubre	3.80	3.36	3.92	2.91	3.91	2.78	3.26	3.89	2.98	2.87	3.43	3.37
	Noviembre	3.08	2.74	3.45	2.44	.	2.26	2.88	2.96	3.00	3.05	2.71	2.86
	Diciembre	3.11	2.57	3.22	2.90	.	3.06	2.75	3.12	2.52	2.21	3.17	2.86

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 15. Análisis pareado de la nubosidad por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Nubosidad	Enero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.74	4.74
	Febrero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.68	4.68
	Marzo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.74	3.74
	Abril	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.00	4.00
	Mayo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.29	5.29
	Junio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.43	5.43
	Julio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.71	5.71
	Agosto	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6.00	6.00
	Septiembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6.40	6.40
	Octubre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.65	5.65
	Noviembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6.00	6.00
	Diciembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.97	4.97
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Nubosidad	Enero	4.74	5.26	5.77	.	6.19	4.52	6.06	5.61	5.48	4.32	5.16	5.31
	Febrero	4.68	4.75	5.59	15.39	3.50	3.84	5.38	5.45	4.54	4.82	.	5.79
	Marzo	3.74	3.13	3.61	4.52	3.78	3.99	4.39	3.84	4.65	2.94	3.84	3.86
	Abril	4.00	4.17	3.97	5.23	3.64	4.59	4.60	4.87	4.63	3.67	4.63	4.36
	Mayo	5.29	4.35	5.77	5.58	5.90	4.34	3.96	6.68	5.68	5.42	5.25	5.29
	Junio	5.43	5.37	5.83	6.03	5.63	6.23	6.33	6.07	6.20	6.07	6.30	5.95
	Julio	5.71	6.13	6.29	5.58	5.32	6.52	6.23	6.00	5.61	5.06	5.94	5.85
	Agosto	6.00	5.45	5.55	5.77	6.00	5.94	6.74	6.00	5.71	5.65	5.32	5.83
	Septiembre	6.40	6.27	6.67	6.10	6.13	6.27	6.23	6.83	6.17	6.10	6.17	6.30
	Octubre	5.65	6.06	5.45	5.94	6.03	.	6.61	5.90	5.26	5.84	6.10	5.88
	Noviembre	6.00	5.30	4.93	5.67	5.57	5.30	4.93	5.87	6.57	6.40	5.47	5.64
	Diciembre	4.97	4.94	5.16	5.97	5.26	4.59	5.84	5.68	5.45	6.32	5.60	5.43
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Nubosidad	Enero	5.16	4.71	4.84	4.65	4.97	5.29	6.00	5.97	5.06	5.00	4.97	5.15
	Febrero	.	3.69	4.14	4.00	5.00	5.21	4.75	4.89	5.10	4.71	5.68	4.72
	Marzo	3.84	3.62	3.81	4.48	3.42	4.55	6.35	4.71	3.55	3.29	4.26	4.17
	Abril	4.63	4.80	4.80	4.10	5.50	4.57	6.10	5.23	3.67	4.10	3.50	4.64
	Mayo	5.25	4.48	5.29	4.00	6.10	6.29	6.16	5.97	6.45	5.65	5.45	5.55
	Junio	6.30	6.37	5.97	5.77	6.00	6.50	6.33	7.03	6.67	5.50	6.00	6.22
	Julio	5.94	5.71	5.19	6.13	6.04	5.90	6.77	6.68	5.52	5.58	6.16	5.97
	Agosto	5.32	6.61	5.42	6.03	5.84	6.19	6.71	6.48	6.10	5.65	5.26	5.96
	Septiembre	6.17	6.47	5.57	6.33	5.70	7.13	6.50	7.40	6.47	6.07	6.47	6.39
	Octubre	6.10	5.87	4.61	6.23	6.00	6.16	7.23	6.84	6.71	6.16	5.55	6.13
	Noviembre	5.47	5.87	5.50	5.83	6.57	6.67	7.03	6.37	5.43	5.73	5.77	6.02
	Diciembre	5.60	5.06	5.06	5.77	5.97	5.97	6.13	5.81	6.55	5.87	5.55	5.76
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Nubosidad	Enero	4.97	7.10	5.52	5.73	.	5.90	5.35	6.00	5.90	4.77	5.71	5.70
	Febrero	5.68	4.43	4.59	3.96	5.43	4.43	5.00	6.21	4.93	5.18	5.38	5.02
	Marzo	4.26	4.13	5.61	4.81	4.55	5.48	4.77	4.71	3.84	4.23	3.65	4.55
	Abril	3.50	3.73	4.83	4.57	4.50	4.20	5.17	4.43	5.17	3.40	3.53	4.28
	Mayo	5.45	5.39	6.48	5.94	5.68	4.29	6.29	6.42	5.68	4.45	4.81	5.53
	Junio	6.00	6.00	6.33	6.47	8.87	5.17	6.87	5.97	6.43	5.63	5.37	6.28
	Julio	6.16	6.19	.	6.42	6.13	5.19	6.77	5.94	6.19	5.13	5.16	5.93
	Agosto	5.26	6.29	.	6.65	5.94	4.81	6.39	5.65	.	5.13	5.42	5.72
	Septiembre	6.47	.	5.97	6.50	6.10	5.90	6.67	5.47	6.07	5.43	5.37	5.99
	Octubre	5.55	6.32	5.55	6.45	6.16	6.00	7.26	5.39	5.87	6.84	5.58	6.09
	Noviembre	5.77	6.60	5.93	6.03	.	6.43	5.63	6.13	5.30	5.57	6.30	5.97
	Diciembre	5.55	6.47	6.29	5.16	.	4.48	6.26	4.87	5.32	6.29	4.55	5.52

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 16. Análisis pareado de la humedad relativa por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Humedad relativa	Enero	83.97	85.61	85.45	87.97	83.52	82.23	82.73	83.77	81.32	78.39	84.87	83.62
	Febrero	82.03	82.67	80.75	78.32	76.52	81.39	76.04	82.21	76.72	79.36	78.07	79.46
	Marzo	73.58	76.65	80.74	73.10	65.45	73.38	77.71	81.58	72.58	70.19	74.94	74.54
	Abril	76.53	80.40	78.33	73.77	69.60	81.17	74.93	78.60	76.80	70.30	75.90	76.03
	Mayo	84.16	83.35	82.45	80.00	79.42	77.45	78.03	82.94	75.65	74.65	82.52	80.06
	Junio	89.50	90.13	89.80	87.87	88.10	88.40	87.80	84.23	83.33	85.43	81.37	86.91
	Julio	90.97	89.39	88.19	86.65	82.97	84.39	89.03	88.61	79.65	83.16	74.39	85.22
	Agosto	90.71	88.90	88.19	89.90	81.87	84.87	88.74	85.42	85.77	85.65	76.97	86.09
	Septiembre	91.03	91.73	90.20	91.00	83.87	89.03	88.93	87.70	86.43	85.57	90.40	88.72
	Octubre	88.71	.	93.90	91.19	87.20	76.90	89.39	86.84	84.87	89.87	90.35	87.92
	Noviembre	89.97	91.80	89.73	91.00	89.63	87.77	89.53	84.00	83.63	88.07	91.20	88.76
	Diciembre	86.50	87.48	87.48	86.48	89.74	83.87	82.13	84.94	84.97	79.65	86.87	85.46
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Humedad relativa	Enero	84.87	85.87	91.48	85.06	83.81	74.90	80.97	74.45	74.84	79.26	79.68	81.38
	Febrero	78.07	82.64	87.17	84.36	72.14	71.00	74.34	73.36	74.04	76.32	75.07	77.14
	Marzo	74.94	75.23	81.19	82.77	73.90	68.42	67.16	62.29	74.13	62.90	71.16	72.19
	Abril	75.90	80.43	77.97	81.83	68.70	68.33	65.21	66.63	72.73	69.50	75.50	72.98
	Mayo	82.52	81.77	89.87	77.65	78.10	66.55	67.13	75.03	78.61	76.13	74.16	77.05
	Junio	81.37	91.70	91.32	85.73	82.44	84.67	82.73	81.90	86.00	81.77	86.03	85.06
	Julio	74.39	92.87	90.81	80.23	82.74	85.26	80.77	79.42	81.87	81.84	83.81	83.09
	Agosto	76.97	91.45	88.42	84.71	83.35	79.68	86.10	82.13	81.84	82.52	82.52	83.61
	Septiembre	90.40	92.50	91.03	86.13	86.27	79.97	.	84.90	86.30	83.37	84.30	86.52
	Octubre	90.35	92.71	89.97	85.06	83.52	.	85.68	81.74	82.77	84.97	85.06	86.18
	Noviembre	91.20	93.10	90.60	87.27	84.37	77.13	78.17	80.03	88.43	85.17	85.47	85.54
	Diciembre	86.87	89.87	89.43	87.97	80.71	76.90	79.39	78.29	85.10	86.90	85.81	84.29
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Humedad relativa	Enero	79.68	85.87	91.48	85.06	83.81	74.90	80.97	74.45	74.84	79.26	79.68	80.91
	Febrero	75.07	82.64	87.17	84.36	72.14	71.00	74.34	73.36	74.04	76.32	75.07	76.86
	Marzo	71.16	75.23	81.19	82.77	73.90	68.42	67.16	62.29	74.13	62.90	71.16	71.85
	Abril	75.50	80.43	77.97	81.83	68.70	68.33	65.21	66.63	72.73	69.50	75.50	72.94
	Mayo	74.16	81.77	89.87	77.65	78.10	66.55	67.13	75.03	78.61	76.13	74.16	76.29
	Junio	86.03	91.70	91.32	85.73	82.44	84.67	82.73	81.90	86.00	81.77	86.03	85.48
	Julio	83.81	92.87	90.81	80.23	82.74	85.26	80.77	79.42	81.87	81.84	83.81	83.95
	Agosto	82.52	91.45	88.42	84.71	83.35	79.68	86.10	82.13	81.84	82.52	82.52	84.11
	Septiembre	84.30	92.50	91.03	86.13	86.27	79.97	.	84.90	86.30	83.37	84.30	85.91
	Octubre	85.06	92.71	89.97	85.06	83.52	.	85.68	81.74	82.77	84.97	85.06	85.65
	Noviembre	85.47	93.10	90.60	87.27	84.37	77.13	78.17	80.03	88.43	85.17	85.47	85.02
	Diciembre	85.81	89.87	89.43	87.97	80.71	76.90	79.39	78.29	85.10	86.90	85.81	84.20
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Humedad relativa	Enero	79.68	78.06	75.97	76.71	76.90	77.16	72.35	77.39	72.03	66.94	63.97	74.29
	Febrero	75.07	74.64	71.82	72.96	77.03	71.93	56.39	64.68	65.10	62.43	61.96	68.55
	Marzo	71.16	71.13	62.19	64.55	68.77	63.77	65.03	64.03	54.90	50.81	56.10	62.95
	Abril	75.50	74.00	67.03	70.33	77.10	62.70	60.43	59.40	52.23	55.87	47.60	63.84
	Mayo	74.16	76.97	74.81	74.13	81.84	71.32	63.74	65.48	68.45	61.29	58.45	70.06
	Junio	86.03	85.80	82.83	75.60	82.13	80.17	77.17	79.33	74.83	69.57	63.83	77.94
	Julio	83.81	82.97	79.87	84.39	85.68	75.10	76.39	77.52	68.29	72.00	63.81	77.26
	Agosto	82.52	87.13	82.65	85.87	82.65	75.55	78.26	77.16	72.16	73.16	62.58	78.15
	Septiembre	84.30	87.17	83.13	87.63	84.03	82.37	77.23	83.43	76.40	74.30	68.07	80.73
	Octubre	85.06	86.10	81.35	87.29	84.58	79.55	84.10	82.35	78.97	71.90	70.32	81.05
	Noviembre	85.47	85.73	83.87	84.67	87.33	80.80	84.73	77.63	72.50	69.10	69.97	80.16
	Diciembre	85.81	81.94	82.16	84.26	82.10	74.61	79.13	78.65	76.35	68.13	67.48	78.24

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 17. Análisis pareado de presión atmosférica por décadas de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Variable climática	Meses	Años											promedio
		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	
Presión atmosférica	Enero	.	683.13	683.01	682.97	683.76	683.06	683.88	683.64	683.44	684.16	627.98	677.90
	Febrero	.	683.74	682.78	682.86	684.23	682.92	682.87	683.74	683.63	683.36	628.07	677.82
	Marzo	.	681.40	682.58	682.10	682.30	681.77	683.65	683.35	682.21	683.08	619.98	676.24
	Abril	.	681.96	682.81	682.24	682.42	683.20	682.74	682.60	682.43	683.20	621.02	676.46
	Mayo	.	682.45	681.45	681.64	682.21	681.75	681.89	682.46	681.95	682.09	613.38	675.13
	Junio	.	682.22	681.42	682.59	681.34	682.36	683.23	682.78	682.72	681.77	616.30	675.67
	Julio	.	682.88	683.23	683.27	683.38	683.58	682.78	683.10	683.14	683.43	625.59	677.44
	Agosto	.	683.01	682.80	683.02	683.07	682.54	683.13	682.59	682.72	682.43	625.99	677.13
	Septiembre	.	685.13	681.82	682.08	682.57	681.95	682.17	680.50	682.04	682.46	615.84	675.66
	Octubre	.	.	682.93	681.98	682.58	682.98	682.59	682.17	682.79	682.42	619.74	675.57
	Noviembre	676.98	683.15	682.87	682.69	682.96	682.60	683.03	682.94	683.27	683.32	622.39	676.93
	Diciembre	681.49	683.60	683.15	683.54	682.38	682.71	683.51	683.78	684.12	683.25	623.03	677.69
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Presión atmosférica	Enero	627.98	621.78	631.75	636.27	635.46	628.26	633.02	630.58	624.95	629.24	621.82	629.19
	Febrero	628.07	614.25	620.71	629.33	624.62	618.37	627.30	635.88	632.54	630.61	.	626.17
	Marzo	619.98	611.61	619.61	624.23	631.07	617.23	627.85	625.55	627.48	615.04	622.43	622.01
	Abril	621.02	612.70	616.78	621.95	621.34	624.43	619.55	620.30	621.67	617.03	617.90	619.52
	Mayo	613.38	614.27	617.63	619.75	611.88	620.73	620.62	622.94	615.81	.	620.81	617.78
	Junio	616.30	615.20	621.05	621.20	621.37	620.87	619.83	622.00	621.25	620.15	612.27	619.23
	Julio	625.59	623.05	620.91	627.24	630.94	621.03	628.84	627.58	626.64	630.92	624.52	626.11
	Agosto	625.99	628.99	622.35	625.06	622.48	.	617.37	621.53	627.55	628.50	628.33	624.82
	Septiembre	615.84	620.60	614.19	621.57	620.65	622.15	614.67	611.04	620.78	621.10	615.66	618.02
	Octubre	619.74	621.70	620.65	617.69	625.67	.	622.57	625.37	623.23	616.68	621.36	621.47
	Noviembre	622.39	622.88	628.80	624.50	622.05	626.20	626.23	622.51	621.70	626.90	618.35	623.86
	Diciembre	623.03	630.74	626.56	633.36	628.20	626.10	635.31	631.75	628.45	627.17	626.64	628.85
Variable climática	Meses	Años											promedio
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Presión atmosférica	Enero	621.82	627.48	629.25	627.24	.	631.67	616.33	683.89	684.50	684.54	684.18	649.09
	Febrero	.	627.56	626.33	633.64	627.46	624.51	613.71	684.13	685.02	683.59	684.32	649.03
	Marzo	622.43	625.53	625.04	622.36	624.09	624.41	619.67	682.96	682.82	682.81	683.40	645.05
	Abril	617.90	614.28	623.28	610.95	619.86	617.74	618.91	682.74	683.42	683.49	683.32	641.44
	Mayo	620.81	614.25	619.31	617.66	622.18	619.99	620.67	682.87	682.55	682.63	682.45	642.31
	Junio	612.27	615.50	624.08	616.63	623.30	614.85	622.65	682.49	683.13	683.26	682.38	641.87
	Julio	624.52	627.72	628.09	621.75	627.53	624.92	626.64	683.62	.	683.44	683.86	643.21
	Agosto	628.33	625.04	624.70	614.05	624.53	627.03	624.26	682.98	683.21	683.49	683.11	645.52
	Septiembre	615.66	619.13	619.12	617.34	615.63	615.75	611.23	681.50	681.78	682.22	681.69	640.09
	Octubre	621.36	620.10	615.73	611.13	617.83	616.89	681.78	682.38	683.21	682.78	682.05	646.84
	Noviembre	618.35	627.80	623.57	629.00	622.84	618.64	683.04	683.83	683.00	683.50	683.83	650.67
	Diciembre	626.64	626.91	627.51	630.50	623.80	620.74	684.23	684.35	684.34	683.06	683.78	652.35
Variable climática	Meses	Años											promedio
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Presión atmosférica	Enero	684.18	684.92	684.06	684.67	.	683.74	684.04	684.26	683.36	683.10	684.31	684.06
	Febrero	684.32	683.00	683.79	683.60	684.00	683.61	683.74	684.32	682.34	683.63	683.52	683.63
	Marzo	683.40	682.03	683.76	682.64	.	683.48	683.33	683.46	682.75	683.29	683.01	683.12
	Abril	683.32	682.74	683.12	682.80	682.53	682.99	682.41	693.20	682.34	682.56	682.64	683.69
	Mayo	682.45	682.41	682.95	682.14	672.86	681.59	681.72	682.47	682.24	682.02	681.94	681.34
	Junio	682.38	681.92	683.14	681.29	682.36	682.64	682.75	692.21	682.78	682.06	682.12	683.24
	Julio	683.86	683.50	.	682.89	683.34	683.37	683.05	683.53	682.60	682.23	683.19	683.16
	Agosto	683.11	683.32	.	682.74	.	682.43	682.16	683.17	.	682.31	682.65	682.74
	Septiembre	681.69	.	682.04	682.51	682.82	682.65	681.70	682.62	681.32	682.59	683.10	682.31
	Octubre	682.05	682.20	682.47	681.78	682.22	681.48	682.92	682.12	683.52	682.17	682.42	682.30
	Noviembre	683.83	683.09	683.49	683.28	.	683.49	683.85	682.39	683.39	683.70	684.40	683.49
	Diciembre	683.78	684.20	684.38	683.74	.	684.03	684.44	682.89	683.71	683.90	683.31	683.84

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 18. Cuadro de valores críticos de la distribución “t de Student”.

Tabla de valores críticos de la distribución t de Student									
Niveles de Significancia DOS COLA									
	0.500	0.250	0.200	0.100	0.050	0.025	0.020	0.010	0.005
1	1.00	2.41	3.08	6.31	12.71	25.45	31.82	63.66	127.32
2	0.82	1.60	1.89	2.92	4.30	6.21	6.96	9.92	14.09
3	0.78	1.42	1.64	2.35	3.18	4.18	4.54	5.84	7.45
4	0.74	1.34	1.53	2.13	2.78	3.50	3.75	4.60	5.60
5	0.73	1.30	1.48	2.02	2.57	3.16	3.36	4.03	4.77
6	0.72	1.27	1.44	1.94	2.45	2.97	3.14	3.71	4.32
7	0.71	1.25	1.41	1.89	2.36	2.84	3.00	3.50	4.03
8	0.71	1.24	1.40	1.86	2.31	2.75	2.90	3.36	3.83
9	0.70	1.23	1.38	1.83	2.26	2.69	2.82	3.25	3.69
10	0.70	1.22	1.37	1.81	2.23	2.63	2.76	3.17	3.58
11	0.70	1.21	1.36	1.80	2.20	2.59	2.72	3.11	3.50
12	0.70	1.21	1.36	1.78	2.18	2.56	2.68	3.05	3.43
13	0.69	1.20	1.35	1.77	2.16	2.53	2.65	3.01	3.37
14	0.69	1.20	1.35	1.76	2.14	2.51	2.62	2.98	3.33
15	0.69	1.20	1.34	1.75	2.13	2.49	2.60	2.95	3.29
16	0.69	1.19	1.34	1.75	2.12	2.47	2.58	2.92	3.25
17	0.69	1.19	1.33	1.74	2.11	2.46	2.57	2.90	3.22
18	0.69	1.19	1.33	1.73	2.10	2.45	2.55	2.88	3.20
19	0.69	1.19	1.33	1.73	2.09	2.43	2.54	2.86	3.17
20	0.69	1.18	1.33	1.72	2.09	2.42	2.53	2.85	3.15
21	0.69	1.18	1.32	1.72	2.08	2.41	2.52	2.83	3.14
22	0.69	1.18	1.32	1.72	2.07	2.41	2.51	2.82	3.12
23	0.69	1.18	1.32	1.71	2.07	2.40	2.50	2.81	3.10
24	0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.39	2.49	2.80	3.09
25	0.68	1.18	1.32	1.71	2.06	2.38	2.49	2.79	3.08
26	0.68	1.18	1.31	1.71	2.06	2.38	2.48	2.78	3.07
27	0.68	1.18	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.77	3.06
28	0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.37	2.47	2.76	3.05
29	0.68	1.17	1.31	1.70	2.05	2.36	2.46	2.76	3.04
30	0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.46	2.75	3.03
31	0.68	1.17	1.31	1.70	2.04	2.36	2.45	2.74	3.02
32	0.68	1.17	1.31	1.69	2.04	2.35	2.45	2.74	3.01
33	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.01
34	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.35	2.44	2.73	3.00
35	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.44	2.72	3.00
36	0.68	1.17	1.31	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
37	0.68	1.17	1.30	1.69	2.03	2.34	2.43	2.72	2.99
38	0.68	1.17	1.30	1.69	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
39	0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.43	2.71	2.98
40	0.68	1.17	1.30	1.68	2.02	2.33	2.42	2.70	2.97
	0.250	0.125	0.100	0.050	0.025	0.013	0.010	0.005	0.003
Niveles de Significancia UNA COLA									

Anexo 19. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de temperatura y velocidad del viento de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Temperatura y Velocidad del Viento					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0013	0.0013	2.01	0.1637
Error	40	0.0261	0.0007		
Total	41	0.0275			
Correlación	0.22				
Coeficiente de variación	0.83				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 20. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de temperatura y presión atmosférica de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Temperatura y Presión atmosférica					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0000	0.0000	0.06	0.8014
Error	40	0.0274	0.0007		
Total	41	0.0275			
Correlación	0.04				
Coeficiente de variación	0.85				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 21. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de temperatura y precipitación pluvial de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Temperatura y Precipitación Pluvial					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0001	0.0001	0.16	0.6916
Error	40	0.0273	0.0007		
Total	41	0.0275			
Correlación	0.06				
Coeficiente de variación	0.85				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 21. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de temperatura y humedad relativa de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Temperatura y Humedad relativa					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0101	0.0101	23.44	<.0001
Error	40	0.0173	0.0004		
Total	41	0.0275			
Correlación	0.61				
Coeficiente de variación	0.67				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 22. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de radiación solar y nubosidad de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Radiación y Nubosidad					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0018	0.0018	0.05	0.8319
Error	29	1.1147	0.0384		
Total	30	1.1164			
Correlación	0.04				
Coeficiente de variación	-15.45				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 23. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de radiación solar y evaporación de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Radiación y Evaporación					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0183	0.0183	0.54	0.4653
Error	37	1.2440	0.0336		
Total	38	1.1164			
Correlación	0.12				
Coeficiente de variación	-14.73				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 24. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de precipitación pluvial y presión atmosférica de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Precipitación pluvial y Presión atmosférica					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0494	0.0494	1.45	0.2348
Error	40	1.3573	0.0339		
Total	41	1.4067			
Correlación	0.19				
Coefficiente de variación	2.49				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 25. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de precipitación pluvial y humedad relativa de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Precipitación pluvial y Humedad relativa					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0114	0.0114	0.33	0.5708
Error	40	1.3953	0.0349		
Total	41	1.4067			
Correlación	0.09				
Coefficiente de variación	2.53				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 26. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de precipitación pluvial y evaporación de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Precipitación pluvial y Evaporación					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0926	0.0926	2.82	0.101
Error	40	1.3141	0.0329		
Total	41	1.4067			
Correlación	0.26				
Coefficiente de variación	2.45				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 27. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de heliofanía y nubosidad de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Heliofanía y Nubosidad					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0056	0.0056	2.48	0.126
Error	30	0.0679	0.0023		
Total	31	0.0735			
Correlación	0.28				
Coefficiente de variación	2.67				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 28. Análisis de varianza para la regresión de las variables climáticas de heliofanía y evaporación de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Esquipulas.

Análisis de varianza para la regresión de Heliofanía y Evaporación					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	f Calculada	Pr > f
Modelo	1	0.0303	0.0303	13.79	0.0006
Error	40	0.0880	0.0022		
Total	41	0.1183			
Correlación	0.51				
Coefficiente de variación	2.62				

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 29. Precipitación pluvial media mensual (en milímetros) de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en Esquipulas.

Año	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1972	3.90	5.70	0.70	15.30	216.50	178.6	213.90	226.60	93.60	13.70	93.30	6.30
1973	3.10	2.90	6.20	17.10	115.20	501.2	226.20	332.90	446.60	0.00	53.80	22.60
1974	7.20	6.00	50.30	17.60	254.10	502.2	184.20	152.30	265.80	49.40	7.90	5.10
1975	15.10	0.60	0.20	1.40	132.30	149.9	191.60	370.30	372.90	299.60	47.60	24.50
1976	18.00	1.80	0.00	183.40	234.30	277.6	142.30	70.70	192.70	29.00	18.10	12.90
1977	6.60	5.50	0.90	44.20	151.40	140.5	27.00	277.20	393.30	73.30	33.60	3.20
1978	6.40	2.60	0.00	67.80	99.00	288.6	320.20	198.10	387.20	232.50	31.70	31.10
1979	9.80	8.20	26.10	53.10	127.80	437.8	396.20	275.20	159.40	175.40	17.00	26.10
1980	20.70	6.30	0.40	42.30	143.40	298.3	178.90	294.50	204.70	86.10	32.00	23.90
1981	11.10	9.60	0.40	9.30	113.50	429	362.20	313.40	353.60	364.60	8.10	31.40
1982	8.50	3.80	2.70	23.90	201.50	289.8	109.10	45.80	364.00	184.50	42.10	3.40
1983	8.20	17.30	38.30	1.80	176.40	372.4	166.70	362.60	353.00	145.60	147.40	15.50
1984	10.30	6.30	5.40	19.30	260.50	449.2	442.60	388.30	253.80	164.80	7.80	15.30
1985	8.90	2.80	7.70	28.60	68.70	297.9	372.20	246.60	310.60	182.50	23.50	12.80
1986	6.20	1.10	4.50	0.00	217.70	419	248.40	236.60	138.80	138.10	8.90	5.70
1987	2.30	1.40	27.00	54.70	23.30	411.1	375.30	240.20	255.10	6.30	5.10	36.20
1988	8.20	13.60	2.50	42.70	47.00	397.7	306.40	346.30	356.70	147.20	3.60	21.10
1989	6.90	10.20	14.50	103.20	152.80	272.3	307.30	386.20	456.70	634.20	28.30	3.70
1990	6.40	13.10	2.00	5.00	377.30	346.8	300.30	157.50	634.10	56.50	70.00	25.40
1991	6.30	8.30	0.00	34.20	121.40	255.7	87.40	228.30	129.80	215.70	12.90	71.80
1992	3.20	1.50	0.70	113.50	109.70	442.5	184.90	367.00	230.30	267.00	58.00	25.30
1993	3.40	0.00	53.50	66.20	190.80	260.8	234.40	274.00	410.80	174.80	15.10	17.20
1994	3.30	6.80	7.30	112.60	149.40	361.1	74.70	462.90	267.60	155.60	52.00	8.40
1995	0.70	8.30	0.00	71.00	74.90	217.3	344.70	366.10	500.40	145.50	78.60	36.00
1996	2.70	11.20	0.30	185.40	213.50	224	423.40	169.20	431.20	268.30	42.50	11.70
1997	23.40	4.90	41.10	0.00	112.00	366.3	264.90	77.50	516.80	220.50	37.70	7.10
1998	8.80	0.00	12.00	23.60	177.20	309.5	179.10	337.90	158.50	289.60	117.50	13.90
1999	3.60	2.40	6.80	39.00	67.00	277	325.40	454.00	349.00	274.70	11.40	28.10
2000	8.80	8.30	0.20	5.00	351.40	340.5	144.50	217.10	358.20	60.20	15.00	13.20
2001	10.00	8.20	5.20	58.50	120.50	125.1	402.80	351.70	343.00	140.70	27.90	9.80
2002	8.60	8.70	5.80	0.00	87.60	156.1	192.00	150.60	229.60	188.50	85.30	19.20
2003	20.40	2.30	42.30	13.40	141.20	363.5	93.50	164.70	479.50	202.10	37.60	3.50
2004	11.30	5.70	13.00	75.60	73.00	383.3	0.00	357.80	326.30	279.50	25.20	14.10
2005	6.40	0.70	79.30	14.50	199.90	418.6	441.10	355.30	275.30	256.20	37.10	4.60
2006	16.90	6.80	1.10	40.40	216.60	550.7	265.00	312.30	401.00	261.80	40.10	15.10
2007	14.00	7.20	1.40	31.20	88.90	305	325.70	277.60	544.00	171.60	16.50	2.50
2008	17.80	2.00	11.90	45.90	121.30	202.3	549.20	298.40	360.20	139.90	3.30	8.60
2009	8.30	10.00	0.40	9.60	215.00	210.6	207.70	331.70	256.60	162.10	38.20	27.90
2010	5.50	4.80	0.00	113.50	211.20	260.9	273.30	312.30	255.70	43.50	4.10	6.00
2011	7.20	31.40	19.20	29.60	163.00	274.1	317.60	361.50	282.80	261.00	54.70	16.80
2012	13.10	4.30	10.20	125.20	221.80	285.5	235.80	454.50	314.90	201.60	12.60	9.20
1972-2012	9.06	6.40	12.23	47.28	159.51	318.30	254.59	283.02	327.17	179.60	36.66	16.98

Fuente: Elaboración propia, 2015.

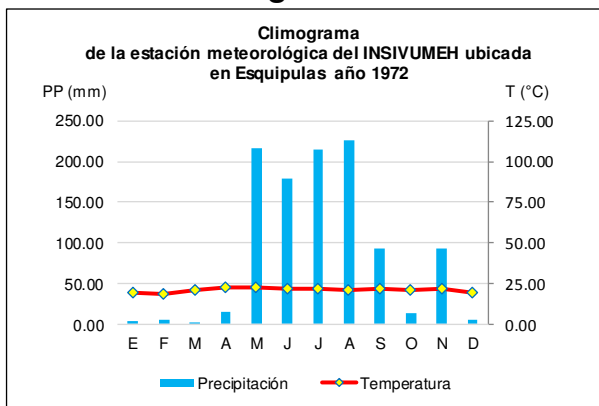
Anexo 30. Temperatura media mensual (en grados centígrados) de 1972 a 2012 de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en Esquipulas.

Año	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1972	19.58	18.43	20.70	22.58	22.50	21.87	21.53	21.08	21.45	21.29	21.43	19.12
1973	19.06	19.34	23.44	23.63	23.02	21.39	21.32	21.11	21.60	.	20.22	17.40
1974	20.14	19.30	21.53	22.18	22.67	21.69	21.70	22.02	21.06	19.37	19.08	19.15
1975	19.14	20.78	22.63	23.61	23.57	22.26	21.63	21.23	20.80	20.62	19.08	17.95
1976	17.71	19.01	23.58	23.51	23.72	22.34	23.10	23.16	23.03	22.06	19.73	19.36
1977	19.19	20.53	23.18	21.78	23.12	22.35	22.66	23.11	22.50	22.23	20.53	20.54
1978	18.73	19.65	21.35	23.18	22.98	21.89	21.14	21.74	21.40	20.59	20.52	19.80
1979	19.12	19.89	21.04	22.79	22.23	22.76	22.19	21.82	21.85	22.05	20.38	19.25
1980	20.47	20.20	22.52	21.98	23.87	22.38	23.15	22.22	22.06	21.57	20.03	17.69
1981	18.13	19.43	22.80	22.79	23.52	22.43	22.15	22.66	22.29	21.33	18.92	19.44
1982	19.36	20.24	21.89	23.72	24.33	23.06	23.26	23.29	21.19	20.32	19.45	19.34
1983	19.03	20.07	21.51	24.14	25.21	23.47	22.53	22.72	22.21	21.68	21.09	20.83
1984	19.09	20.95	22.43	24.44	22.55	22.22	21.61	21.93	21.37	21.56	19.21	19.21
1985	17.64	22.67	21.00	22.64	23.81	22.09	22.63	22.28	22.04	21.84	20.54	19.47
1986	18.69	21.75	20.43	22.92	23.52	22.87	22.42	23.27	22.13	21.35	21.89	20.99
1987	19.16	22.72	24.20	23.50	24.58	23.81	22.89	22.97	22.38	20.04	20.95	21.32
1988	19.17	19.97	21.94	24.76	24.48	22.67	22.54	22.16	21.59	20.27	20.03	18.31
1989	21.18	19.58	21.63	23.86	23.81	23.01	23.03	22.78	22.49	21.60	22.22	20.26
1990	21.53	20.15	20.78	22.96	22.94	21.79	22.49	21.76	21.17	21.01	19.37	19.05
1991	20.76	19.75	23.48	24.81	24.13	22.65	22.08	22.10	21.78	20.69	19.13	18.86
1992	19.73	20.47	22.31	21.89	21.28	22.11	21.51	21.89	21.80	21.11	19.69	18.53
1993	19.13	19.97	22.87	21.95	21.93	21.57	21.31	20.75	20.59	22.58	18.85	18.77
1994	20.14	21.21	23.26	24.31	24.04	22.73	22.66	22.75	22.67	22.45	21.16	20.17
1995	20.45	20.51	23.25	24.23	24.31	23.47	22.58	22.62	22.14	21.91	21.04	20.69
1996	19.67	20.04	21.38	23.53	23.65	23.67	22.93	22.84	22.94	22.14	20.07	20.35
1997	20.79	21.89	23.83	24.93	24.42	23.20	23.55	23.44	23.09	22.62	22.37	20.72
1998	21.70	23.28	22.87	25.29	25.33	24.44	23.39	23.49	23.80	22.79	21.53	20.30
1999	20.18	21.90	23.11	25.44	25.05	23.06	23.09	23.61	22.65	21.97	19.09	19.05
2000	18.85	19.90	23.33	23.79	23.85	22.72	23.02	22.73	22.84	21.27	21.78	19.32
2001	19.09	21.48	22.47	24.07	24.21	23.16	22.93	23.17	22.56	22.21	20.71	21.26
2002	20.75	21.17	22.55	24.00	22.55	23.64	23.02	23.22	22.96	22.36	20.68	20.55
2003	17.64	22.18	23.88	24.03	24.48	23.68	24.15	24.20	23.87	23.33	21.94	19.33
2004	20.82	22.06	21.83	23.71	24.32	23.81	.	23.93	23.80	23.61	21.63	20.11
2005	19.27	21.34	24.79	24.34	23.35	23.31	22.42	22.73	22.30	21.26	18.98	20.20
2006	19.59	19.76	22.22	23.70	24.62	22.48	23.05	23.10	23.63	22.77	20.38	19.28
2007	20.72	21.48	22.03	24.63	23.80	23.42	23.24	23.31	22.13	21.47	19.73	20.25
2008	20.04	22.21	22.46	23.17	24.58	22.89	22.45	23.26	22.95	20.90	19.10	19.27
2009	19.80	19.53	21.31	24.47	23.67	23.58	23.59	23.21	23.83	23.06	20.60	21.12
2010	19.02	21.15	22.00	23.64	23.74	23.52	23.30	.	23.33	21.12	20.35	17.74
2011	20.44	21.16	21.55	24.37	24.11	22.65	22.34	23.25	23.01	20.74	20.18	19.25
2012	20.42	21.16	22.23	23.55	23.58	23.42	22.72	22.62	22.79	21.78	19.20	20.35
1972-2012	19.64	20.69	22.38	23.63	23.69	22.82	22.58	22.64	22.34	21.62	20.31	19.61

Fuente: Elaboración propia, 2015.

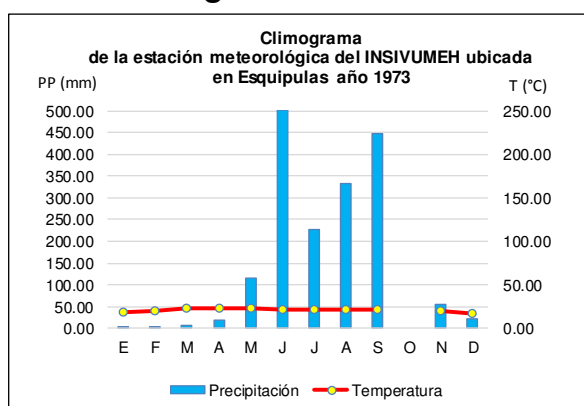
Anexo 31. Climogramas de la estación meteorológica del INSIVUMEH ubicada en Esquipulas de 1972 a 2012.

Gráfica 57. Climograma año 1972



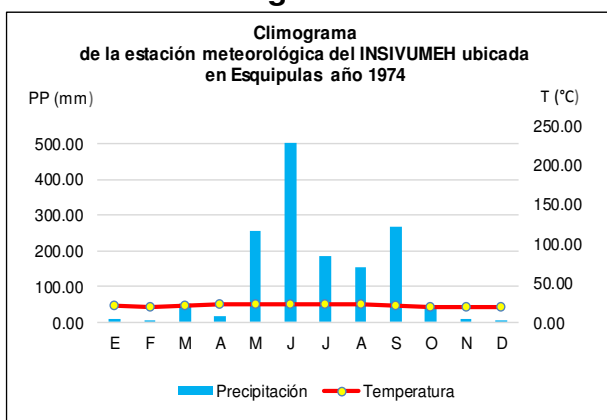
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 58. Climograma año 1973



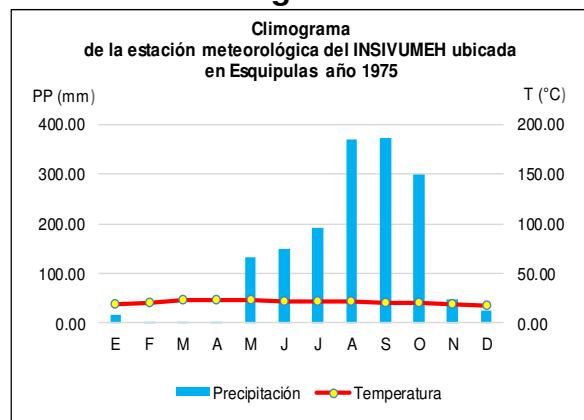
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 59. Climograma año 1974



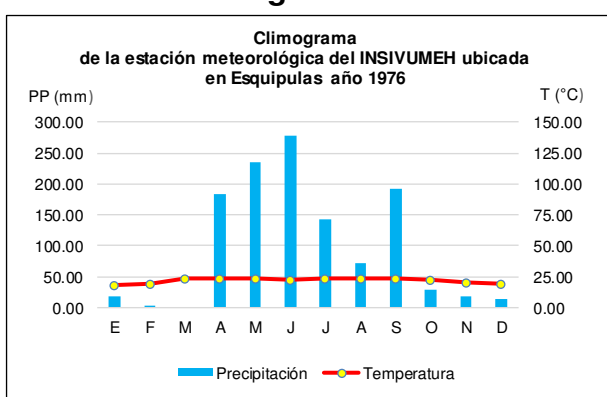
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 60. Climograma año 1975



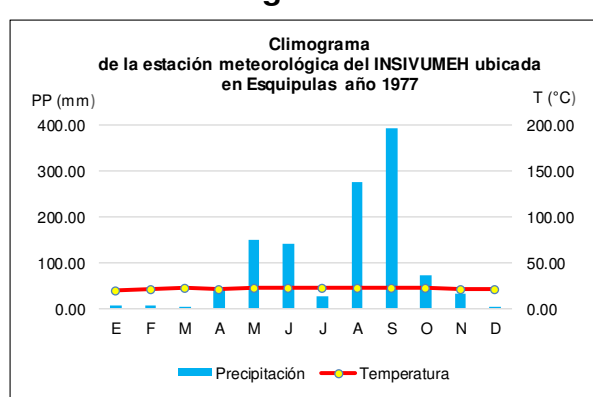
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 61. Climograma año 1976



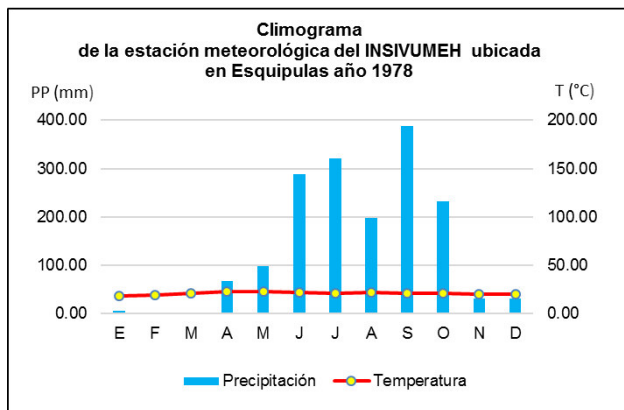
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 62. Climograma año 1977



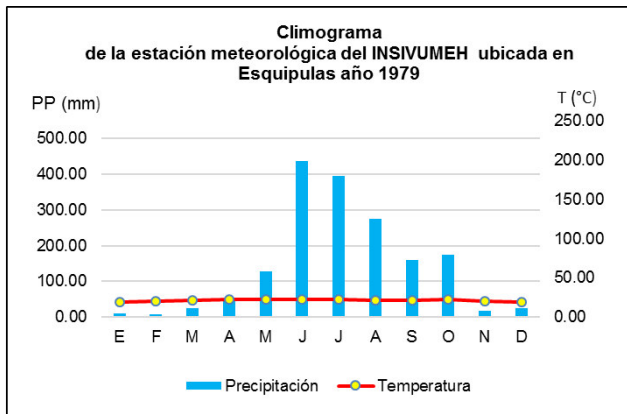
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 63. Climograma año 1978



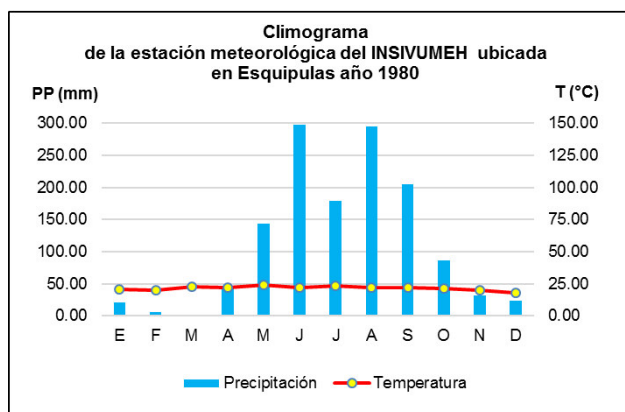
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 64. Climograma año 1979



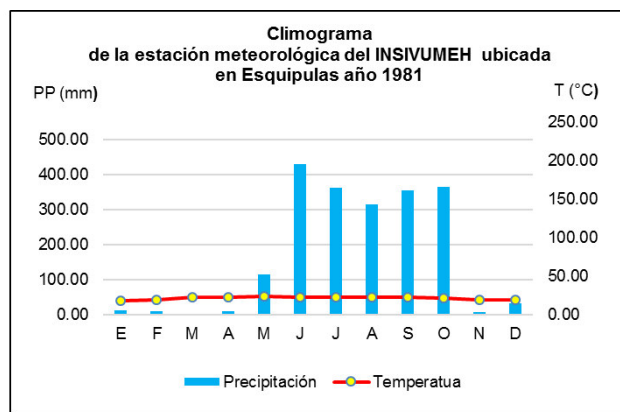
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 65. Climadiagrama año 1980



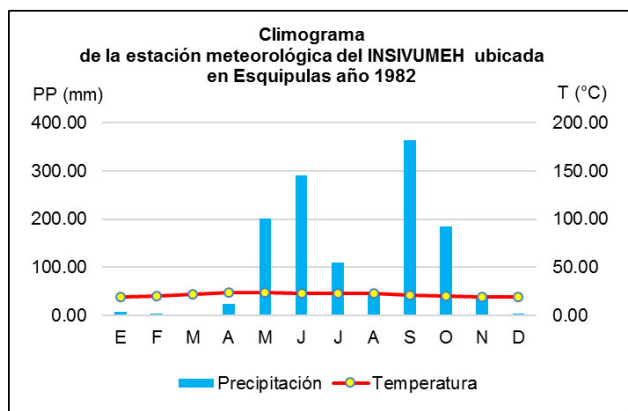
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 66. Climadiagrama año 1981



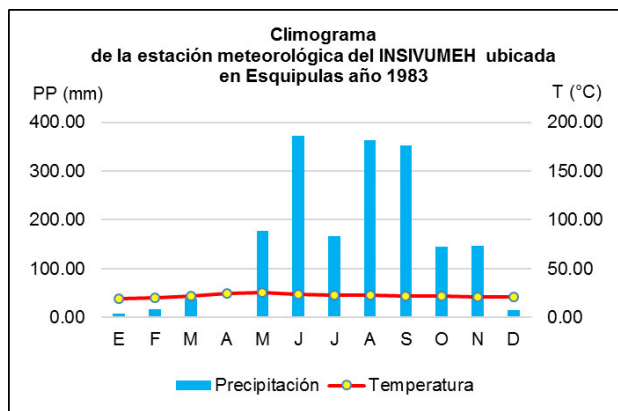
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 67. Climadiagrama año 1982



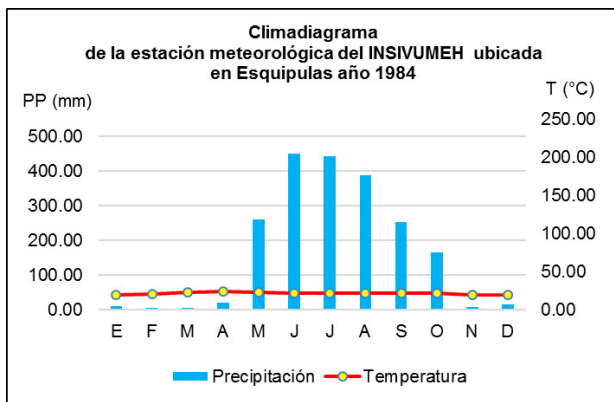
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 68. Climadiagrama año 1983



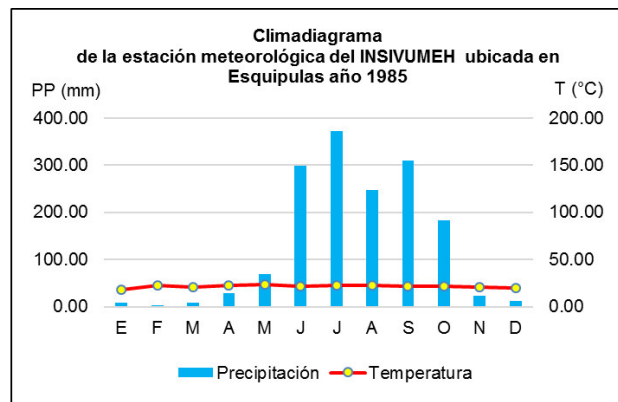
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 69. Climadiagrama año 1984



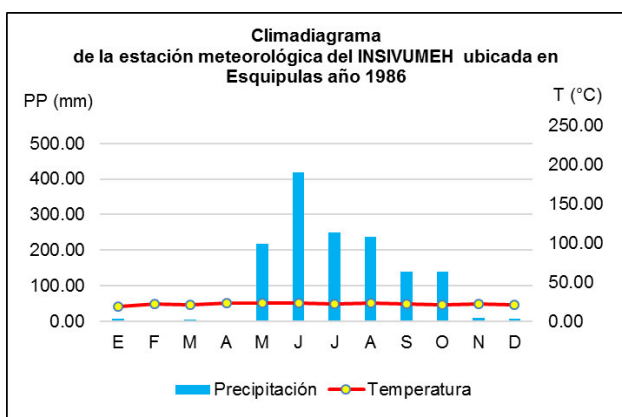
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 70. Climadiagrama año 1985



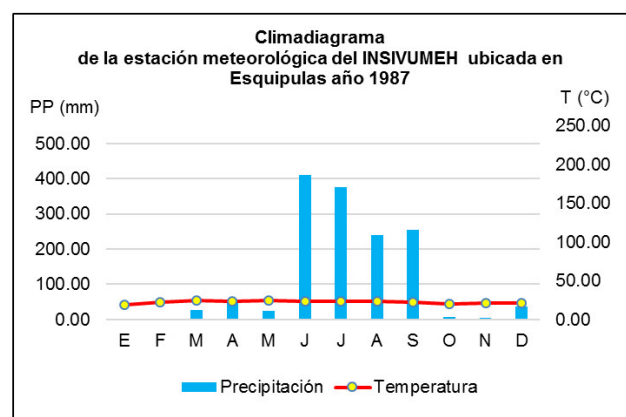
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 71. Climadiagrama año 1986



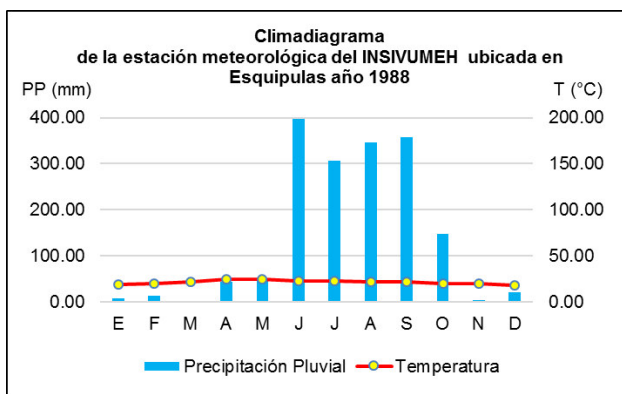
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 72. Climadiagrama año 1987



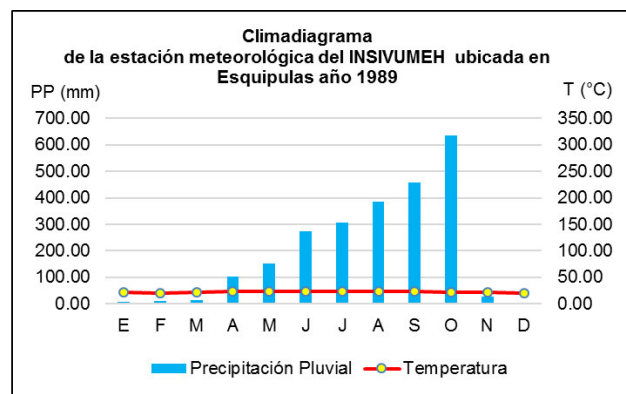
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 73. Climadiagrama año 1988



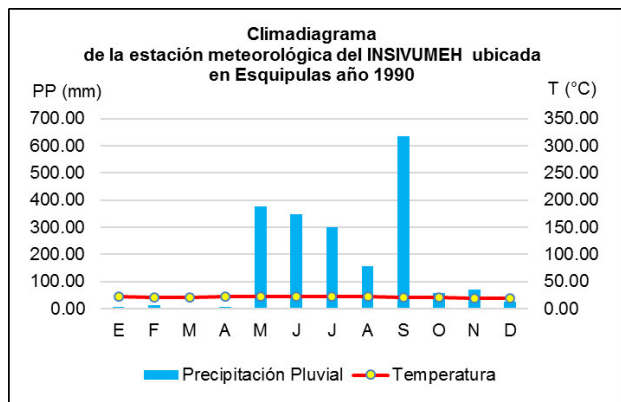
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 74. Climadiagrama año 1989



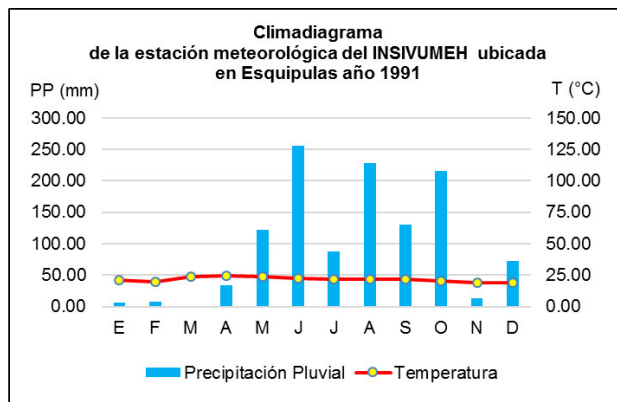
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 75. Climadiagrama año 1990



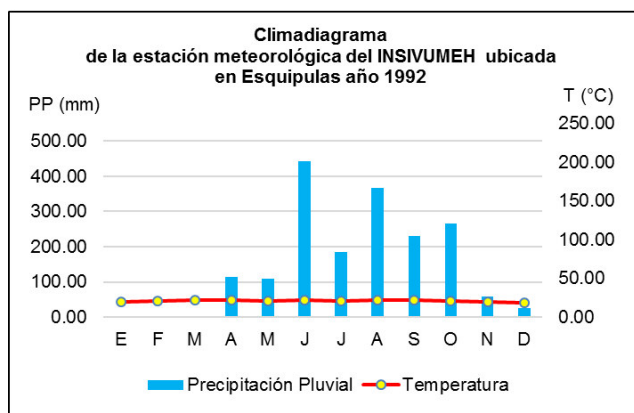
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 76. Climadiagrama año 1991



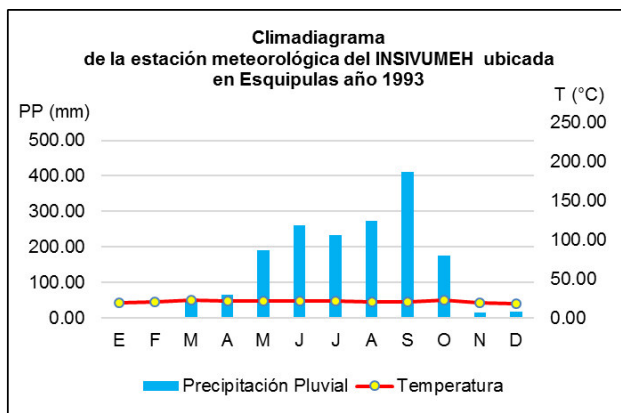
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 77. Climadiagrama año 1992



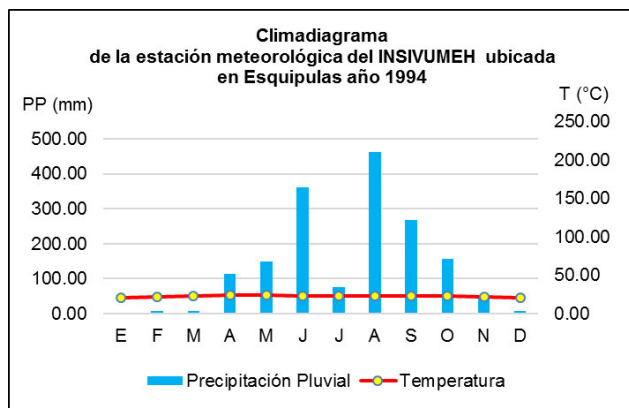
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 78. Climadiagrama año 1993



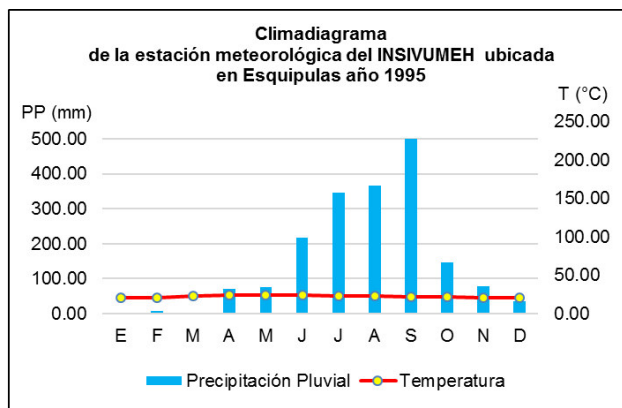
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 79. Climadiagrama año 1994



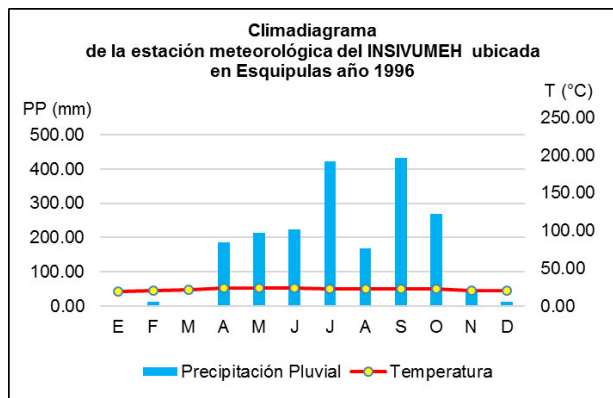
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 80. Climadiagrama año 1995



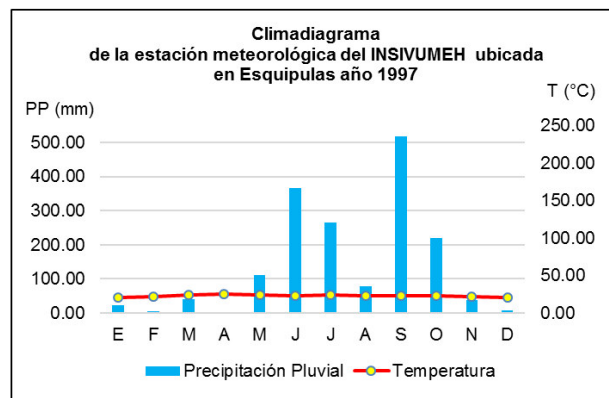
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 81. Climadiagrama año 1996



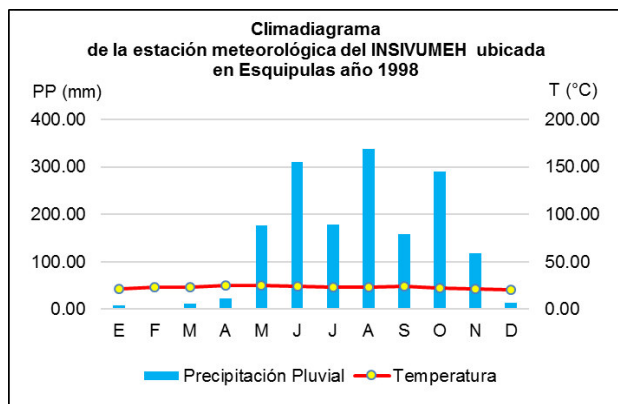
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 82. Climadiagrama año 1997



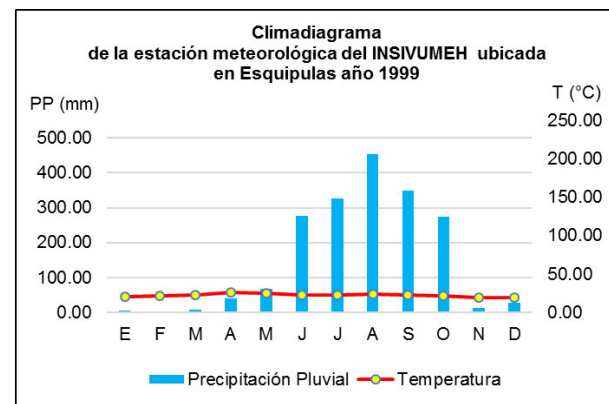
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 83. Climadiagrama año 1998



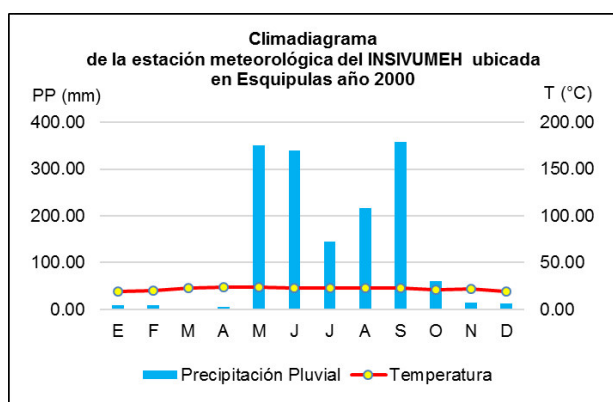
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 84. Climadiagrama año 1999



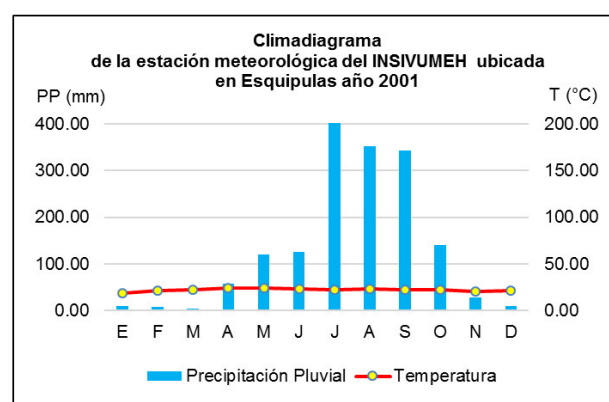
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 85. Climadiagrama año 2000



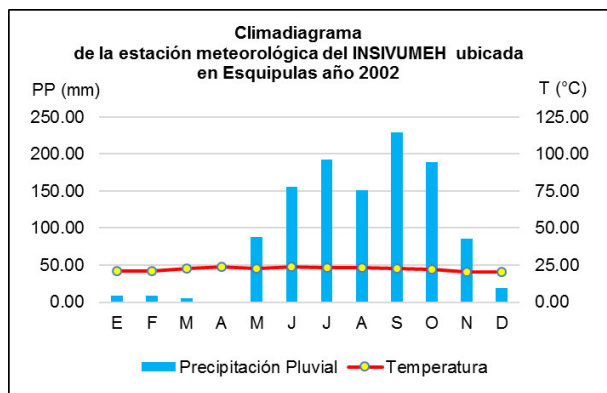
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 86. Climadiagrama año 2001



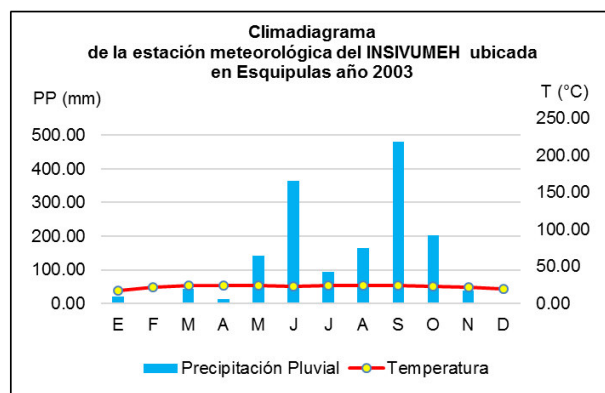
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 87. Climadiagrama año 2002



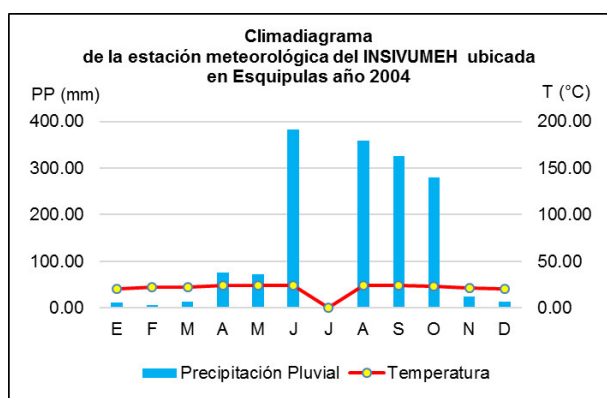
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 88. Climadiagrama año 2003



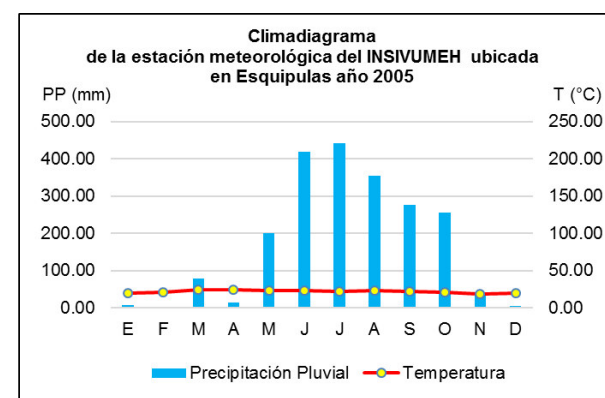
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 89. Climadiagrama año 2004



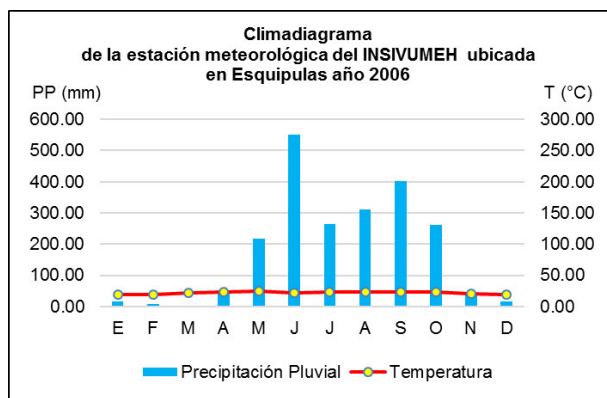
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 90. Climadiagrama año 2005



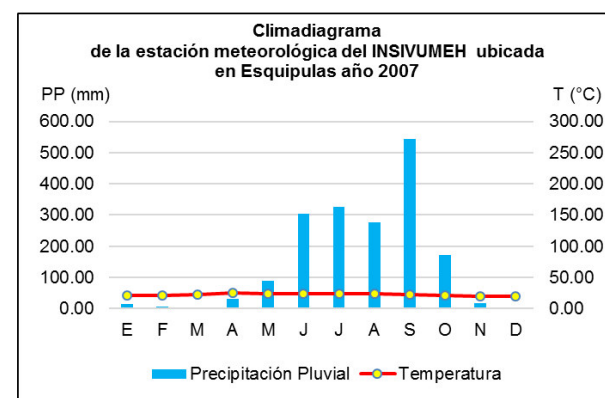
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 91. Climadiagrama año 2006



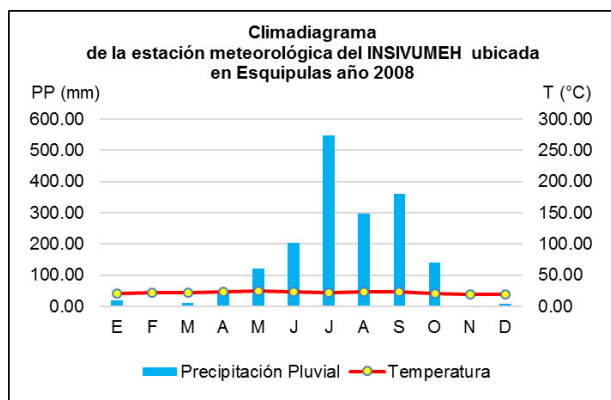
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 92. Climadiagrama año 2007



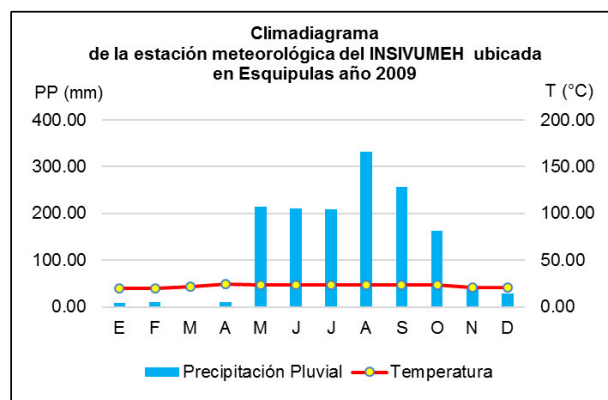
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 93. Climadiagrama año 2008



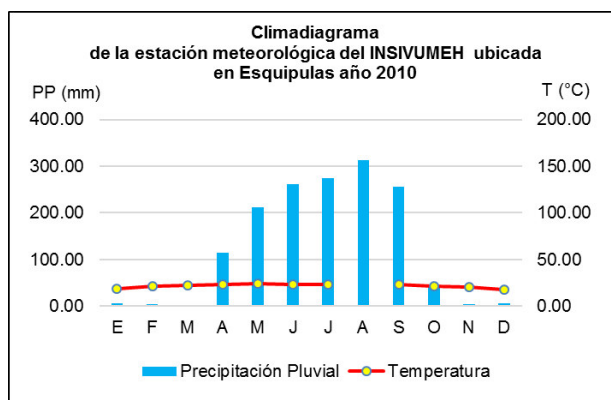
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 94. Climadiagrama año 2009



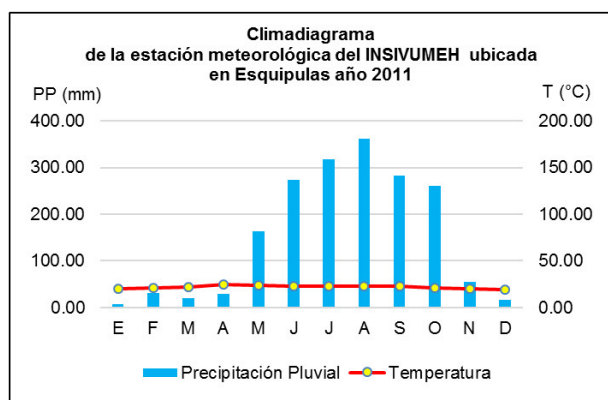
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 95. Climadiagrama año 2010



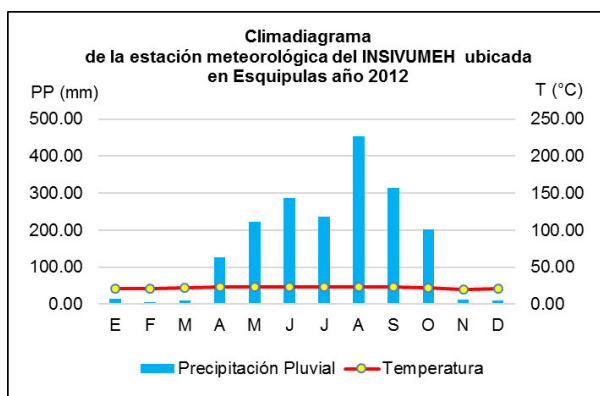
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 96. Climadiagrama año 2011



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Gráfica 97. Climadiagrama año 2012



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 32. Anomalías de la variable climática de precipitación pluvial total anual de la estación meteorológica del municipio de Esquipulas de 1972 al 2012.

Año	Precipitaciones mensuales												Precipitación total anual	Precipitación total/periodo	Desviación estándar (Z)	Anomalia (-)	Anomalia (+)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre					
1972	3.90	5.70	0.70	15.30	216.50	178.60	213.90	226.60	93.60	13.70	93.30	6.30	1068.10	1650.80	-200	-200	
1973	3.10	2.90	6.20	17.10	115.20	501.20	226.20	332.90	446.60	0.00	53.80	22.60	1727.80	1650.80	30		30
1974	7.20	6.00	50.30	17.60	254.10	502.20	184.20	152.30	265.80	49.40	7.90	5.10	1502.10	1650.80	-50	-50	
1975	15.10	0.60	0.20	1.40	132.30	149.90	191.60	370.30	372.90	299.60	47.60	24.50	1606.00	1650.80	-20	-20	
1976	18.00	1.80	0.00	183.40	234.30	277.60	142.30	70.70	192.70	29.00	18.10	12.90	1180.80	1650.80	-160	-160	
1977	6.60	5.50	0.90	44.20	151.40	140.50	27.00	277.20	393.30	73.30	33.60	3.20	1156.70	1650.80	-170	-170	
1978	6.40	2.60	0.00	67.80	99.00	288.60	320.20	198.10	387.20	232.50	31.70	31.10	1665.20	1650.80	0		0
1979	9.80	8.20	26.10	53.10	127.80	437.80	396.20	275.20	159.40	175.40	17.00	26.10	1712.10	1650.80	20		20
1980	20.70	6.30	0.40	42.30	143.40	298.30	178.90	294.50	204.70	86.10	32.00	23.90	1331.50	1650.80	-110	-110	
1981	11.10	9.60	0.40	9.30	113.50	429.00	362.20	313.40	353.60	364.60	8.10	31.40	2006.20	1650.80	120		120
1982	8.50	3.80	2.70	23.90	201.50	289.80	109.10	45.80	364.00	184.50	42.10	3.40	1279.10	1650.80	-130	-130	
1983	8.20	17.30	38.30	1.80	176.40	372.40	166.70	362.60	353.00	145.60	147.40	15.50	1805.20	1650.80	50		50
1984	10.30	6.30	5.40	19.30	260.50	449.20	442.60	388.30	253.80	164.80	7.80	15.30	2023.60	1650.80	130		130
1985	8.90	2.80	7.70	28.60	68.70	297.90	372.20	246.60	310.60	182.50	23.50	12.80	1562.80	1650.80	-30	-30	
1986	6.20	1.10	4.50	0.00	217.70	419.00	248.40	236.60	138.80	138.10	8.90	5.70	1425.00	1650.80	-80	-80	
1987	2.30	1.40	27.00	54.70	23.30	411.10	375.30	240.20	255.10	6.30	5.10	36.20	1438.00	1650.80	-70	-70	
1988	8.20	13.60	2.50	42.70	47.00	397.70	306.40	346.30	356.70	147.20	3.60	21.10	1693.00	1650.80	10		10
1989	6.90	10.20	14.50	103.20	152.80	272.30	307.30	386.20	456.70	634.20	28.30	3.70	2376.30	1650.80	250		250
1990	6.40	13.10	2.00	5.00	377.30	346.80	300.30	157.50	634.10	56.50	70.00	25.40	1994.40	1650.80	120		120
1991	6.30	8.30	0.00	34.20	121.40	255.70	87.40	228.30	129.80	215.70	12.90	71.80	1171.80	1650.80	-160	-160	
1992	3.20	1.50	0.70	113.50	109.70	442.50	184.90	367.00	230.30	267.00	58.00	25.30	1803.60	1650.80	50		50
1993	3.40	0.00	53.50	66.20	190.80	260.80	234.40	274.00	410.80	174.80	15.10	17.20	1701.00	1650.80	20		20
1994	3.30	6.80	7.30	112.60	149.40	361.10	74.70	462.90	267.60	155.60	52.00	8.40	1661.70	1650.80	0		0
1995	0.70	8.30	0.00	71.00	74.90	217.30	344.70	366.10	500.40	145.50	78.60	36.00	1843.50	1650.80	70		70
1996	2.70	11.20	0.30	185.40	213.50	224.00	423.40	169.20	431.20	268.30	42.50	11.70	1983.40	1650.80	110		110
1997	23.40	4.90	41.10	0.00	112.00	366.30	264.90	77.50	516.80	220.50	37.70	7.10	1672.20	1650.80	10		10
1998	8.80	0.00	12.00	23.60	177.20	309.50	179.10	337.90	158.50	289.60	117.50	13.90	1627.60	1650.80	-10	-10	
1999	3.60	2.40	6.80	39.00	67.00	277.00	325.40	454.00	349.00	274.70	11.40	28.10	1838.40	1650.80	60		60
2000	8.80	8.30	0.20	5.00	351.40	340.50	144.50	217.10	358.20	60.20	15.00	13.20	1522.40	1650.80	-40	-40	
2001	10.00	8.20	5.20	58.50	120.50	125.10	402.80	351.70	343.00	140.70	27.90	9.80	1603.40	1650.80	-20	-20	
2002	8.60	8.70	5.80	0.00	87.60	156.10	192.00	150.60	229.60	188.50	85.30	19.20	1132.00	1650.80	-180	-180	
2003	20.40	2.30	42.30	13.40	141.20	363.50	93.50	164.70	479.50	202.10	37.60	3.50	1564.00	1650.80	-30	-30	
2004	11.30	5.70	13.00	75.60	73.00	383.30	0.00	357.80	326.30	279.50	25.20	14.10	1564.80	1650.80	-30	-30	
2005	6.40	0.70	79.30	14.50	199.90	418.60	441.10	355.30	275.30	256.20	37.10	4.60	2089.00	1650.80	150		150
2006	16.90	6.80	1.10	40.40	216.60	550.70	265.00	312.30	401.00	261.80	40.10	15.10	2127.80	1650.80	160		160
2007	14.00	7.20	1.40	31.20	88.90	305.00	325.70	277.60	544.00	171.60	16.50	2.50	1785.60	1650.80	50		50
2008	17.80	2.00	11.90	45.90	121.30	202.30	549.20	298.40	360.20	139.90	3.30	8.60	1760.80	1650.80	40		40
2009	8.30	10.00	0.40	9.60	215.00	210.60	207.70	331.70	256.60	162.10	38.20	27.90	1478.10	1650.80	-60	-60	
2010	5.50	4.80	0.00	113.50	211.20	260.90	273.30	312.30	255.70	43.50	4.10	6.00	1490.80	1650.80	-50	-50	
2011	7.20	31.40	19.20	29.60	163.00	274.10	317.60	361.50	282.80	261.00	54.70	16.80	1818.90	1650.80	60		60
2012	13.10	4.30	10.20	125.20	221.80	285.50	235.80	454.50	314.90	201.60	12.60	9.20	1888.70	1650.80	80		80

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 33. Anomalías para la variable temperatura total anual de la estación meteorológica del municipio de Esquipulas de 1972 al 2012.

Año	Temperatura media mensual												Temperatura media anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1972	19.58	18.43	20.70	22.58	22.50	21.87	21.53	21.08	21.45	21.29	21.43	19.12	21.00	-0.70	
1973	19.06	19.34	23.44	23.63	23.02	21.39	21.32	21.11	21.60	21.62	20.22	17.40	21.10	-0.60	
1974	20.14	19.30	21.53	22.18	22.67	21.69	21.70	22.02	21.06	19.37	19.08	19.15	20.80	-0.90	
1975	19.14	20.78	22.63	23.61	23.57	22.26	21.63	21.23	20.80	20.62	19.08	17.95	21.10	-0.60	
1976	17.71	19.01	23.58	23.51	23.72	22.34	23.10	23.16	23.03	22.06	19.73	19.36	21.70		0
1977	19.19	20.53	23.18	21.78	23.12	22.35	22.66	23.11	22.50	22.23	20.53	20.54	21.80		0.1
1978	18.73	19.65	21.35	23.18	22.98	21.89	21.14	21.74	21.40	20.59	20.52	19.80	21.10	-0.60	
1979	19.12	19.89	21.04	22.79	22.23	22.76	22.19	21.82	21.85	22.05	20.38	19.25	21.30	-0.40	
1980	20.47	20.20	22.52	21.98	23.87	22.38	23.15	22.22	22.06	21.57	20.03	17.69	21.50	-0.20	
1981	18.13	19.43	22.80	22.79	23.52	22.43	22.15	22.66	22.29	21.33	18.92	19.44	21.30	-0.40	
1982	19.36	20.24	21.89	23.72	24.33	23.06	23.26	23.29	21.19	20.32	19.45	19.34	21.60	-0.10	
1983	19.03	20.07	21.51	24.14	25.21	23.47	22.53	22.72	22.21	21.68	21.09	20.83	22.00		0.3
1984	19.09	20.95	22.43	24.44	22.55	22.22	21.61	21.93	21.37	21.56	19.21	19.21	21.40	-0.30	
1985	17.64	22.67	21.00	22.64	23.81	22.09	22.63	22.28	22.04	21.84	20.54	19.47	21.60	-0.10	
1986	18.69	21.75	20.43	22.92	23.52	22.87	22.42	23.27	22.13	21.35	21.89	20.99	21.90		0.2
1987	19.16	22.72	24.20	23.50	24.58	23.81	22.89	22.97	22.38	20.04	20.95	21.32	22.40		0.7
1988	19.17	19.97	21.94	24.76	24.48	22.67	22.54	22.16	21.59	20.27	20.03	18.31	21.50	-0.20	
1989	21.18	19.58	21.63	23.86	23.81	23.01	23.03	22.78	22.49	21.60	22.22	20.26	22.10		0.4
1990	21.53	20.15	20.78	22.96	22.94	21.79	22.49	21.76	21.17	21.01	19.37	19.05	21.20	-0.50	
1991	20.76	19.75	23.48	24.81	24.13	22.65	22.08	22.10	21.78	20.69	19.13	18.86	21.70		0
1992	19.73	20.47	22.31	21.89	21.28	22.11	21.51	21.89	21.80	21.11	19.69	18.53	21.00	-0.70	
1993	19.13	19.97	22.87	21.95	21.93	21.57	21.31	20.75	20.59	22.58	18.85	18.77	20.90	-0.80	
1994	20.14	21.21	23.26	24.31	24.04	22.73	22.66	22.75	22.67	22.45	21.16	20.17	22.30		0.6
1995	20.45	20.51	23.25	24.23	24.31	23.47	22.58	22.62	22.14	21.91	21.04	20.69	22.30		0.6
1996	19.67	20.04	21.38	23.53	23.65	23.67	22.93	22.84	22.94	22.14	20.07	20.35	21.90		0.2
1997	20.79	21.89	23.83	24.93	24.42	23.20	23.55	23.44	23.09	22.62	22.37	20.72	22.90		1.2
1998	21.70	23.28	22.87	25.29	25.33	24.44	23.39	23.49	23.80	22.79	21.53	20.30	23.20		1.5
1999	20.18	21.90	23.11	25.44	25.05	23.06	23.09	23.61	22.65	21.97	19.09	19.05	22.40		0.7
2000	18.85	19.90	23.33	23.79	23.85	22.72	23.02	22.73	22.84	21.27	21.78	19.32	21.90		0.2
2001	19.09	21.48	22.47	24.07	24.21	23.16	22.93	23.17	22.56	22.21	20.71	21.26	22.30		0.6
2002	20.75	21.17	22.55	24.00	22.55	23.64	23.02	23.22	22.96	22.36	20.68	20.55	22.30		0.6
2003	17.64	22.18	23.88	24.03	24.48	23.68	24.15	24.20	23.87	23.33	21.94	19.33	22.70		1
2004	20.82	22.06	21.83	23.71	24.32	23.81	22.58	23.93	23.80	23.61	21.63	20.11	22.70		1
2005	19.27	21.34	24.79	24.34	23.35	23.31	22.42	22.73	22.30	21.26	18.98	20.20	22.00		0.3
2006	19.59	19.76	22.22	23.70	24.62	22.48	23.05	23.10	23.63	22.77	20.38	19.28	22.00		0.3
2007	20.72	21.48	22.03	24.63	23.80	23.42	23.24	23.31	22.13	21.47	19.73	20.25	22.20		0.5
2008	20.04	22.21	22.46	23.17	24.58	22.89	22.45	23.26	22.95	20.90	19.10	19.27	21.90		0.2
2009	19.80	19.53	21.31	24.47	23.67	23.58	23.59	23.21	23.83	23.06	20.60	21.12	22.30		0.6
2010	19.02	21.15	22.00	23.64	23.74	23.52	23.30		23.33	21.12	20.35	17.74	21.70		0
2011	20.44	21.16	21.55	24.37	24.11	22.65	22.34	23.25	23.01	20.74	20.18	19.25	21.90		0.2
2012	20.42	21.16	22.23	23.55	23.58	23.42	22.72	22.62	22.79	21.78	19.20	20.35	22.00		0.3

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 34. Anomalías para la variable nubosidad total anual de la estación meteorológica del municipio de Esquipulas de 1972 al 2012.

Año	Nubosidad mensual												Nubosidad anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1972	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1973	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1974	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1975	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1976	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1977	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1978	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1979	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1980	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1981	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1982	4.74	4.68	3.74	4.00	5.29	5.43	5.71	6.00	6.40	5.65	6.00	4.97	5.20	-0.30	.
1983	5.26	4.75	3.13	4.17	4.35	5.37	6.13	5.45	6.27	6.06	5.30	4.94	5.10	-0.40	.
1984	5.77	5.59	3.61	3.97	5.77	5.83	6.29	5.55	6.67	5.45	4.93	5.16	5.40	-0.10	.
1985	.	15.39	4.52	5.23	5.58	6.03	5.58	5.77	6.10	5.94	5.67	5.97	6.50	.	1
1986	6.19	3.50	3.78	3.64	5.90	5.63	5.32	6.00	6.13	6.03	5.57	5.26	5.20	-0.30	.
1987	4.52	3.84	3.99	4.59	4.34	6.23	6.52	5.94	6.27	.	5.30	4.59	5.10	-0.40	.
1988	6.06	5.38	4.39	4.60	3.96	6.33	6.23	6.74	6.23	6.61	4.93	5.84	5.60	.	0.1
1989	5.61	5.45	3.84	4.87	6.68	6.07	6.00	6.00	6.83	5.90	5.87	5.68	5.70	.	0.2
1990	5.48	4.54	4.65	4.63	5.68	6.20	5.61	5.71	6.17	5.26	6.57	5.45	5.50	.	0
1991	4.32	4.82	2.94	3.67	5.42	6.07	5.06	5.65	6.10	5.84	6.40	6.32	5.20	-0.30	.
1992	5.16	.	3.84	4.63	5.25	6.30	5.94	5.32	6.17	6.10	5.47	5.60	5.40	-0.10	.
1993	4.71	3.69	3.62	4.80	4.48	6.37	5.71	6.61	6.47	5.87	5.87	5.06	5.30	-0.20	.
1994	4.84	4.14	3.81	4.80	5.29	5.97	5.19	5.42	5.57	4.61	5.50	5.06	5.00	-0.50	.
1995	4.65	4.00	4.48	4.10	4.00	5.77	6.13	6.03	6.33	6.23	5.83	5.77	5.30	-0.20	.
1996	4.97	5.00	3.42	5.50	6.10	6.00	6.04	5.84	5.70	6.00	6.57	5.97	5.60	.	0.1
1997	5.29	5.21	4.55	4.57	6.29	6.50	5.90	6.19	7.13	6.16	6.67	5.97	5.90	.	0.4
1998	6.00	4.75	6.35	6.10	6.16	6.33	6.77	6.71	6.50	7.23	7.03	6.13	6.30	.	0.8
1999	5.97	4.89	4.71	5.23	5.97	7.03	6.68	6.48	7.40	6.84	6.37	5.81	6.10	.	0.6
2000	5.06	5.10	3.55	3.67	6.45	6.67	5.52	6.10	6.47	6.71	5.43	6.55	5.60	.	0.1
2001	5.00	4.71	3.29	4.10	5.65	5.50	5.58	5.65	6.07	6.16	5.73	5.87	5.30	-0.20	.
2002	4.97	5.68	4.26	3.50	5.45	6.00	6.16	5.26	6.47	5.55	5.77	5.55	5.40	-0.10	.
2003	7.10	4.43	4.13	3.73	5.39	6.00	6.19	6.29	.	6.32	6.60	6.47	5.70	.	0.2
2004	.	5.52	4.59	5.61	4.83	6.48	6.33	.	.	5.97	5.55	5.93	5.60	.	0.1
2005	5.73	3.96	4.81	4.57	5.94	6.47	6.42	6.65	6.50	6.45	6.03	5.16	5.70	.	0.2
2006	.	5.43	4.55	4.50	5.68	8.87	6.13	5.94	6.10	6.16	.	.	5.90	.	0.4
2007	5.90	4.43	5.48	4.20	4.29	5.17	5.19	4.81	5.90	6.00	6.43	4.48	5.20	-0.30	.
2008	5.35	5.00	4.77	5.17	6.29	6.87	6.77	6.39	6.67	7.26	5.63	6.26	6.00	.	0.5
2009	6.00	6.21	4.71	4.43	6.42	5.97	5.94	5.65	5.47	5.39	6.13	4.87	5.60	.	0.1
2010	5.90	4.93	3.84	5.17	5.68	6.43	6.19	.	6.07	5.87	5.30	5.32	5.50	.	0
2011	4.77	5.18	4.23	3.40	4.45	5.63	5.13	5.13	5.43	6.84	5.57	6.29	5.20	-0.30	.
2012	5.71	5.38	3.65	3.53	4.81	5.37	5.16	5.42	5.37	5.58	6.30	4.55	5.10	-0.40	.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Anexo 35. Anomalías para la variable heliofanía total anual de la estación meteorológica del municipio de Esquipulas de 1972 al 2012.

Año	Heliofanía mensual												Heliofanía anual	Anomalía (-)	Anomalía (+)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1972	6.20	6.06	9.67	8.12	6.99	6.93	6.37	6.63	6.53	5.77	7.18	5.51	6.80		0.7
1973	6.26	7.61	9.00	7.80	6.29	5.78	6.45	6.04	5.17	.	5.92	5.68	6.50		0.4
1974	6.45	7.25	7.03	8.15	6.89	5.47	7.05	6.30	5.97	2.99	5.36	4.64	6.10		0
1975	4.43	8.32	8.35	8.63	6.48	5.77	6.48	5.97	4.47	4.32	3.83	4.95	6.00	-0.10	
1976	3.61	6.30	8.92	8.46	7.60	4.32	7.32	6.96	6.20	4.81	3.77	3.79	6.00	-0.10	
1977	6.40	5.99	8.49	5.92	8.00	5.29	7.52	6.77	6.55	5.98	5.26	5.36	6.50		0.4
1978	5.37	8.36	7.23	8.25	7.39	6.57	6.03	6.23	5.12	4.92	5.30	5.95	6.40		0.3
1979	5.55	6.51	7.12	8.04	6.70	5.47	6.99	5.09	4.19	4.50	4.79	3.94	5.70	-0.40	
1980	5.81	6.37	8.75	5.15	6.89	5.29	6.39	6.16	5.07	4.40	3.90	2.86	5.60	-0.50	
1981	5.56	5.18	8.55	7.70	6.25	4.19	6.11	5.85	6.01	5.36	5.46	5.17	5.90	-0.20	
1982	6.25	7.21	8.36	7.58	5.36	6.02	6.01	7.48	4.78	4.95	3.96	5.85	6.20		0.1
1983	5.13	5.88	7.86	7.03	7.16	6.33	6.33	7.58	5.57	5.06	5.27	6.19	6.30		0.2
1984	5.16	5.22	7.72	7.61	4.91	5.30	5.99	7.25	4.41	6.33	5.88	5.05	5.90	-0.20	
1985	5.82	5.43	7.73	7.24	7.63	5.63	6.50	6.84	6.05	6.13	5.79	3.78	6.20		0.1
1986	4.22	8.86	7.15	8.76	5.84	6.37	6.76	6.85	5.45	5.44	5.68	5.30	6.40		0.3
1987	6.08	7.66	7.81	7.59	6.76	5.46	4.63	6.51	5.88	.	5.31	5.55	6.30		0.2
1988	3.50	5.06	7.46	7.97	6.61	5.65	6.40	4.54	4.73	2.82	6.00	3.85	5.40	-0.70	
1989	5.32	5.54	7.85	7.94	6.72	5.81	6.53	6.67	3.81	4.76	5.11	4.51	5.90	-0.20	
1990	5.43	6.66	6.44	7.69	7.00	5.35	6.37	6.63	4.82	5.54	3.10	3.99	5.80	-0.30	
1991	5.88	6.58	8.87	7.88	6.95	6.54	7.39	6.58	5.39	5.27	3.14	3.26	6.10		0
1992	5.50	.	7.69	7.27	6.75	5.48	6.00	7.82	5.24	4.78	5.02	4.10	6.00	-0.10	
1993	5.81	7.58	7.49	6.32	6.67	.	6.43	5.26	5.51	5.08	4.39	1.58	5.60	-0.50	
1994	5.27	7.81	7.90	8.06	6.84	6.14	7.37	7.33	6.08	7.82	4.85	2.53	6.50		0.4
1995	5.85	7.41	8.38	7.44	7.97	5.92	5.95	4.10	4.61	3.84	4.56	2.00	5.70	-0.40	
1996	5.45	5.97	7.26	5.89	5.27	6.10	4.94	6.14	5.75	4.97	3.51	4.09	5.40	-0.70	
1997	5.66	6.68	8.16	8.60	6.85	5.53	6.31	7.36	5.02	5.30	4.33	5.08	6.20		0.1
1998	5.92	9.05	6.44	7.15	7.18	6.36	5.66	6.43	6.37	3.61	3.18	4.23	6.00	-0.10	
1999	4.56	7.26	7.53	7.43	7.23	4.18	5.65	7.17	4.35	4.28	3.84	4.19	5.60	-0.50	
2000	5.67	6.26	8.62	8.64	4.44	4.47	7.36	5.59	5.06	4.00	5.86	3.40	5.80	-0.30	
2001	4.93	6.97	8.30	8.53	5.51	6.60	6.65	6.54	5.25	4.20	4.25	4.20	6.00	-0.10	
2002	5.58	5.68	7.09	9.78	5.86	5.23	.	7.65	5.25	5.88	5.19	4.81	6.20		0.1
2003	1.88	7.18	7.36	7.76	6.03	6.06	6.26	6.93	.	4.99	3.70	3.76	5.60	-0.50	
2004	4.74	6.32	6.36	7.76	5.43	6.02	.	.	7.65	6.47	5.07	4.19	6.00	-0.10	
2005	4.65	8.21	6.37	6.92	5.64	5.64	5.90	6.31	5.44	3.98	3.42	5.61	5.70	-0.40	
2006	.	3.61	7.67	7.95	6.30	4.78	5.58	6.44	6.21	5.79	.	.	6.00	-0.10	
2007	5.49	7.20	6.69	8.03	6.44	6.21	6.98	6.31	4.94	4.38	2.79	6.08	6.00	-0.10	
2008	5.36	7.44	6.97	7.34	6.63	4.94	5.02	6.71	5.62	2.77	4.60	4.44	5.70	-0.40	
2009	5.09	4.50	7.32	7.94	6.42	6.42	6.96	6.40	6.76	6.53	4.19	5.78	6.20		0.1
2010	4.21	5.73	6.83	6.93	6.45	5.01	5.52	.	5.20	4.18	5.86	4.69	5.50	-0.60	
2011	6.25	6.18	7.64	8.14	7.12	5.82	6.25	6.65	5.24	3.27	4.82	3.81	5.90	-0.20	
2012	5.82	5.63	7.74	8.07	5.59	5.79	7.38	6.60	7.01	5.65	3.92	6.19	6.30		0.2

Fuente: Elaboración propia, 2015.