



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE
GUATEMALA**

Luis Fernando Samayoa Bernal

Asesorado por la Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL
CORREDOR SECO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS FERNANDO SAMAYOA BERNAL

ASESORADO POR LA INGA. NORA LEONOR ELIZABETH GARCÍA TOBAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de diciembre de 2015.



Luis Fernando Samayoa Bernal

Guatemala, 20 de mayo de 2017

Ingeniero
Director de la Escuela
José Francisco Gómez Rivera
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

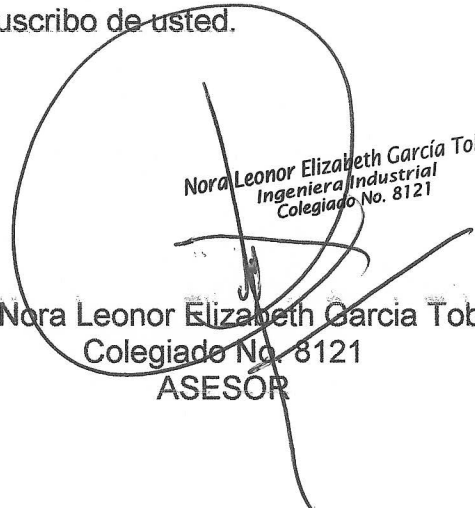
Estimado Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DE EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, elaborado por EL estudiante Luis Fernando Samayoa Bernal, con carné 2005-12162, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de la Facultad de Ingeniería, y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito APROBARLO, agregado que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,


Nora Leonor Elizabeth Garcia Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121
Ing. Nora Leonor Elizabeth Garcia Tobar
Colegiado No. 8121
ASESOR

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

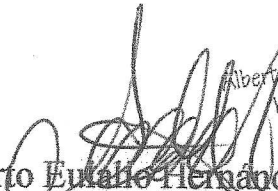


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.111.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DE EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Samayoa Bernal**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Alberto E. Hernández García
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Alberto E. Hernández García
Ingeniero Industrial
Colegiado 8658

Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.154.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Fernando Samayoa Bernal**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.470-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Samayoa Bernal**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Ponce
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/c c

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, sabiduría, entendimiento, paciencia, inspiración y bendiciones durante toda mi carrera.
- Mis padres** Esaú Jonathan Samayoa González y Berta Edith Bernal Arévalo de Samayoa. Por darme el apoyo, ánimo, su amor incondicional y su paciencia que marcaron la diferencia en todo momento.
- Mis hermanas** Karen Edith y Lisbeth Mariela Samayoa Bernal. Por ser una importante influencia en mi carrera, por darme su cariño y enseñarme a valorar más mi vida.
- Mi tío** Rogelio Bernal Arévalo. Por ser un ángel en mi vida.
- Mi padrino** Walter Gregorio Castellanos Góngora. Por nunca dejar de creer en mí.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas al conocimiento e influir en mi vida profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos importantes en el desarrollo de mí persona.
Mis amigos de la Facultad	Gerardo Díaz, Manuel Aroche, Sergio Palencia y José Pinto, que me acompañaron en el día, día en la Facultad.
Mis amigos de ECOBROS	Rodrigo Da' Costa, Pedro García, Javier Dubón y Daniel López, por siempre brindarme su apoyo incondicional.
Mi asesora y catedrática	Ingeniera Nora Leonor Elizabeth García Tobar, por no dejar de creer en mí, aconsejarme en todo y animarme a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y GENERALIDADES DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA.....	1
1.1. Comportamiento natural.....	2
1.1.1. Relieve.....	2
1.1.2. Clima.....	3
1.1.3. Suelos.....	5
1.1.4. Agua y bosques.....	7
1.2. Situación socioeconómica del Corredor Seco de Guatemala.....	9
1.3. Actividades agroindustriales y humanas que se realizan con la utilización de diversas fuentes hídricas.....	10
2. TIPO DE FUENTES HÍDRICAS EXISTENTES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA.....	13
2.1. Fuentes hídricas en el Corredor Seco de Guatemala.....	13
2.1.1. Baja Verapaz.....	14
2.1.2. El Progreso.....	14
2.1.3. Zacapa.....	14
2.1.4. Jalapa.....	15

2.1.5.	Jutiapa.....	15
2.1.6.	Chiquimula	15
2.1.7.	Santa Rosa.....	16
2.2.	Uso agrario	16
2.2.1.	Agricultura	16
2.2.2.	Agropecuaria	18
2.3.	Participación en la utilización humana.....	19
2.4.	Fuentes hídricas sin participación en la utilización agraria y humana	20
3.	CAUSAS DE LA VARIACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA	23
3.1.	Deforestación como causa de la variación de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala.....	23
3.2.	El clima en el Corredor Seco de Guatemala.....	26
3.2.1.	Precipitación pluvial en el Corredor Seco de Guatemala.....	27
3.2.2.	Temperatura en el Corredor Seco de Guatemala ...	29
3.2.3.	Evaporación en el Corredor Seco de Guatemala....	29
3.3.	El calentamiento global y su impacto en el Corredor Seco de Guatemala	31
4.	VALORACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, SOBRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL LUGAR	35
4.1.	Satisfacción de las necesidades hídricas del Corredor Seco de Guatemala.....	35
4.2.	El agua como un bien público	37
4.3.	El agua como recurso común.....	39

4.4.	Valor del medio ambiente en presencia de restricciones	41
5.	SISTEMAS DE PRONÓSTICOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA.....	43
5.1.	Estadísticos históricos de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala	43
5.2.	Condiciones estadísticas actuales de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala	71
5.3.	Sistema de pronósticos de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala	74
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	ANEXOS	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de clasificación de pendientes en el Corredor Seco	3
2.	Mapa de precipitación promedio anual del Corredor Seco	4
3.	Mapa de distribución de la temperatura promedio anual del Corredor Seco.....	4
4.	Mapa de distribución del material original de los suelos del Corredor Seco.....	5
5.	Mapa de distribución de la profundidad de los suelos del Corredor Seco.....	6
6.	Mapa de distribución de la fertilidad de los suelos del Corredor Seco.....	6
7.	Mapa de distribución de la fertilidad de los suelos del Corredor Seco.....	7
8.	Mapa de la red de drenajes superficiales del Corredor Seco	8
9.	Mapa de potencial de aguas subterráneas del Corredor Seco	8
10.	Mapa de zonas de medios de vida del Corredor Seco	11
11.	Resumen anual de temperatura Zacapa (°C)	44
12.	Resumen anual de precipitación Zacapa (mm)	45
13.	Resumen anual de temperatura Chiquimula (°C)	47
14.	Resumen anual de precipitación Chiquimula (mm)	49
15.	Resumen anual de temperatura Santa Rosa (°C)	51
16.	Resumen anual de precipitación Santa Rosa (mm).....	53
17.	Resumen anual de temperatura Jalapa (°C)	55
18.	Resumen anual de precipitación Jalapa (mm).....	57

19.	Resumen anual de temperatura Jutiapa (°C)	59
20.	Resumen anual de precipitación Jutiapa (mm)	61
21.	Resumen anual de temperatura El Progreso (°C)	63
22.	Resumen anual de precipitación El Progreso (mm)	65
23.	Resumen anual de temperatura Baja Verapaz (°C)	67
24.	Resumen anual de precipitación Baja Verapaz (mm)	69
25.	Temperatura del Corredor Seco de Guatemala 2016 (°C)	71
26.	Precipitación del Corredor Seco de Guatemala 2016 (mm)	73
27.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Chiquimula (°C)	76
28.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Santa Rosa (°C)	77
29.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Zacapa (°C)	78
30.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Jalapa (°C)	79
31.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Jutiapa (°C)	80
32.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura El Progreso (°C)	81
33.	Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Baja Verapaz (°C) ..	82
34.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Chiquimula (mm) ...	83
35.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Santa Rosa (mm) ..	84
36.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Zacapa (mm)	85
37.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Jalapa (mm)	86
38.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Jutiapa (mm)	87
39.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación El Progreso (mm) ..	88
40.	Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Baja Verapaz (mm).....	89

TABLAS

I.	IDH por departamento en el Corredor Seco de Guatemala	9
----	---	---

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
mm	Milímetro
°C	Grados centígrados
m	Metro
Km	Kilómetro
R²	Coefficiente de correlación

GLOSARIO

Clima	Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región.
Coeficiente	Expresión numérica de una propiedad o característica de un cuerpo, que generalmente se presenta como una relación entre dos magnitudes.
Correlación	Correspondencia o relación recíproca entre dos o más cosas o series de cosas.
Fuentes hídricas	Pertenciente o relativo al agua como elemento de la naturaleza.
INAB	El Instituto Nacional de Bosques, tiene como objetivo promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, reducir la deforestación de tierras de vocación forestal, promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque, e incrementar su productividad.
IDH	El Índice de Desarrollo Humano es un indicador creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo con el fin de determinar el nivel de desarrollo que tienen los países del mundo. Fue

ideado con el objetivo de conocer, no sólo los ingresos económicos de las personas en un país, sino también para evaluar si el país aporta a sus ciudadanos un ambiente donde puedan desarrollar mejor o peor su proyecto y condiciones de vida. Para esto, el IDH tiene en cuenta tres variables: esperanza de vida al nacer, educación y el producto interno bruto per cápita.

El IDH aporta valores entre 0 y 1 siendo 0 la calificación más baja y 1 la calificación más alta, clasificando a los países en tres grandes grupos:

Países con alto desarrollo humano. Tienen un IDH mayor de 0,80.

Países con medio desarrollo humano. Tienen un IDH entre 0,50 y 0,80.

Países con bajo desarrollo humano. Tienen un IDH menor de 0,50.

INSIVUMEH

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala es una institución técnicocientífica altamente calificada que contribuye a la optimización de actividades del sector productivo de la República de Guatemala asociadas a las ciencias atmosféricas, geofísicas e hidrológicas, coordinando servicios con el sector privado y actuando como asesor técnico del gobierno en caso

de desastres naturales; además planifica, diseña y ejecuta estudios y monitoreos sistematizados en la tecnología adecuada, enriqueciendo las bases de datos y sistemas de información geográfica referencial del país, contribuyendo así con la modernización y especialización del sector educativo a todo nivel en el campo de su competencia. Y en delegación subsidiaría del estado, lo representa como miembro activo en organismos nacionales e internacionales.

Precipitación

Agua procedente de la atmósfera y que, en forma sólida o líquida, se deposita sobre la superficie de la tierra.

Pronóstico

Señal por donde se conjetura o adivina algo futuro.

Región

Porción de territorio determinada por caracteres étnicos o circunstancias especiales de clima, producción, topografía, administración, gobierno, entre otros.

Registrar

Contabilizar, enumerar los casos reiterados de alguna cosa o suceso.

Registro

Acción de registrar.

Roza

Tipo de trabajo agrario. Consiste en limpiar el suelo de las plantas que naturalmente existen en él, para sembrar en ella.

Sotavento	La parte opuesta a aquella de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado.
Temperatura	Magnitud física que expresa el grado de calor de los cuerpos o del ambiente.
Variabilidad	Cualidad de variable.
Variable	Que varía o puede variar.

RESUMEN

Al realizarse el análisis de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, se conoce la situación en la que se encuentra el Corredor Seco de Guatemala y los tipos de fuentes hídricas que son utilizadas, principalmente, en las actividades agroindustriales y humanas. De esta manera, se describen y analizan las causas de la variabilidad que tienen las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala. Este análisis determina los efectos que tiene la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, sobre las actividades del lugar. Finalmente, se diseña un sistema de pronósticos matemáticos para evaluar la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala.

El análisis de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala es necesario para la mitigación de pérdidas en las actividades agroindustriales, agrarias, pecuarias y humanas de la región. En este caso, se realizó por medio de una investigación documental, basada en datos estadísticos históricos, analizando los registros de temperatura y precipitación de los 7 principales departamentos del Corredor Seco de Guatemala, Chiquimula, Santa Rosa, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, El Progreso y Baja Verapaz.

Como resultados del análisis de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, se aportan los modelos matemáticos de pronóstico que permiten realizar una aproximación al comportamiento natural de la precipitación esperada a cada departamento. Permite aplicar planes de administración adecuada del agua en todo el territorio del Corredor Seco de Guatemala.

OBJETIVOS

General

Analizar la variabilidad de las fuentes hídricas de los departamentos de mayor vulnerabilidad de sequías en el Corredor Seco de Guatemala.

Específicos

1. Determinar los tipos de fuentes hídricas que existen en los departamentos de mayor vulnerabilidad en el Corredor Seco de Guatemala: Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Jutiapa, Jalapa, Baja Verapaz y Santa Rosa.
2. Analizar y describir las causas de la variación de las fuentes hídricas.
3. Determinar la valoración de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, sobre la actividad económica del lugar.
4. Diseñar un sistema de pronósticos matemáticos para evaluación de la variabilidad de las fuentes hídricas.

INTRODUCCIÓN

El Corredor Seco de Guatemala, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, es una zona que recorre gran parte del centro del país, un total del 40 % aproximadamente del territorio nacional. Una franja de terreno semiárido que es consecuencia de encontrarse entre dos cordilleras montañosas, la Sierra Madre y la Sierra de las Minas, que es efecto de su ubicación al medio de dos laderas de sotavento. Por otro lado, los períodos de sequía, suelos degradados y una muy poca utilización de las fuentes hídricas para los cultivos y actividad agraria, empobrecen a la sociedad que habita en este lugar.

Todas las variaciones que ha sufrido la región del Corredor Seco han provocado que el área completa, a donde se extiende, tenga diferentes comportamientos y condiciones, creando características únicas. Estas características abarcan departamentos y municipios y se detallan a continuación:

El Corredor Seco se extiende 11 departamentos de Guatemala: Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Jutiapa, Jalapa, Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango, Totonicapán, San Marcos y Santa Rosa. Estos departamentos son clasificados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en tres grupos en función del riesgo de sequías: alto, muy alto y extremadamente alto.

En este caso, se analizarán los departamentos que se encuentran en una vulnerabilidad alta respecto a sequías. Estos departamentos son 7, Zacapa, El Progreso, Chiquimula, Jutiapa, Jalapa, Baja Verapaz y Santa Rosa. Estos departamentos son los que inicialmente mostraron las características semiáridas

del área del Corredor Seco, por lo cual, son los más vulnerables a pérdidas económicas, humanas y agroindustriales.

Se desarrollarán los conceptos, historia, desarrollo y comportamiento natural del Corredor Seco de Guatemala. También se realizará un análisis del estado actual del Corredor Seco de Guatemala, en el que se incluye la localización geográfica, fuentes hídricas que se encuentran en el Corredor Seco y las diferentes actividades agroindustriales y humanas que se realizan con la utilización de las diversas fuentes hídricas.

También se detallarán todos los tipos de fuentes que se encuentran en el Corredor Seco y, su participación pasiva o activa dentro de la utilización agraria y humana.

Por otra parte, se describirán de manera detallada, las causas de variación que sufren las fuentes hídricas, partiendo de un análisis forestal hacia un análisis climático.

La valoración que tienen las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala para las diferentes partes asociadas, humana, agrícola, pecuaria y agroindustria, determina la importancia que tienen para cada una de las actividades que la requieren.

Finalmente se diseñará un sistema de pronósticos matemáticos para la evaluación de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco, de tal manera que se pueda conocer el comportamiento de las mismas para ejecutar los planes de mitigación antes de que sucedan los desastres naturales y las pérdidas económicas del lugar.

1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y GENERALIDADES DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA

El Corredor Seco de Guatemala, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se extiende a los departamentos de Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula, Quiché, Huehuetenango, San Marcos y Santa Rosa. Realizando un análisis específico de los 7 departamentos más vulnerables a sequías, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Santa Rosa, que son los primeros departamentos en mostrar las características semiáridas. Razón por la cual, se realiza el estudio basado en estos 7 departamentos.

La localización entre dos cordilleras montañosas, Sierra de las Minas y la Sierra Madre, crean un efecto de sotavento que da como resultado en el Corredor Seco de Guatemala, un clima cálido y terrenos semiáridos, con bajas precipitaciones pluviales y condiciones difíciles por el mal manejo del recurso hídrico en la región, hacen del Corredor Seco un lugar muy vulnerable a sufrir sequías.

Tiene una topografía variada, el 49 % del territorio se encuentra a menos de 1,000 metros sobre el nivel del mar, esencialmente en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa y El Progreso. El 51 % restante supera los 1,000 metros sobre el nivel del mar.

El Corredor Seco se encuentra ubicado dentro de 3 grandes vertientes hídricas, El Progreso, Zacapa y Chiquimula vierten sus aguas superficiales a la

Vertiente del Mar Caribe, Baja Verapaz a la vertiente del Golfo de México y los departamentos de Jutiapa y Jalapa a la vertiente del Pacífico.

Según el Instituto Nacional de Estadística en el 2010, el Corredor Seco tiene una población de 1 251 324 personas que se encuentran repartidas en un total de 3, 236 centros poblados. El 95 % de estos centros tienen una población promedio de 1 000 habitantes, mientras que en solamente dos cuentan con más de 15 000 habitantes. Todos los centros de población se encuentran comunicados por carreteras asfaltadas y en su mayoría carreteras de terracería.

1.1. Comportamiento natural

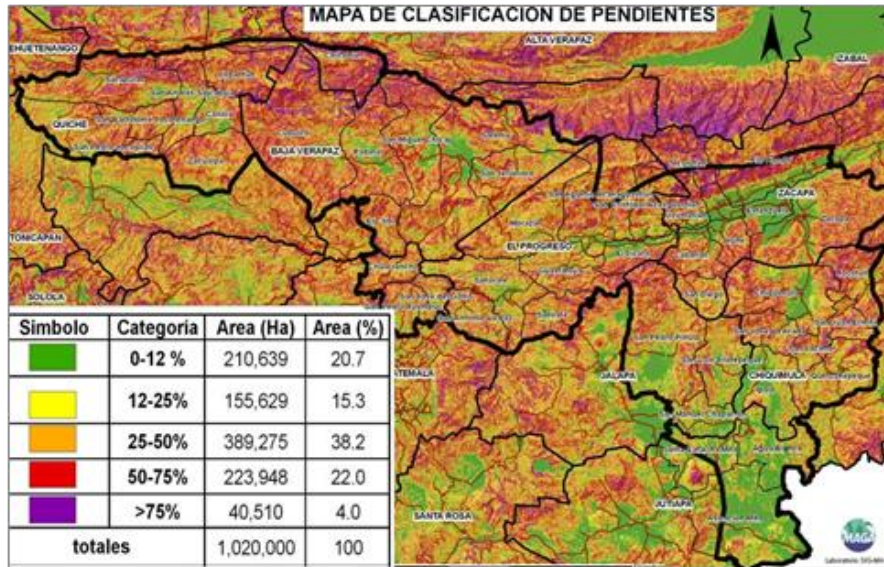
En el Corredor Seco se tienen diferentes tipos de comportamientos naturales. Esto depende de diversas condiciones que se tienen respecto al suelo, clima, humedad y temperatura. Estas variaciones en el comportamiento natural hacen que el Corredor Seco sea un lugar de características únicas, las cuales permiten que se formen diferentes ecosistemas que interactúan entre sí.

Las condiciones que se dan en el Corredor Seco son el relieve, clima, suelos, agua y bosques, todas ellas en condiciones diferentes, diversos relieves, con alturas variadas, climas húmedos, cálidos y semiáridos, suelos fértiles y con poca humedad, diversas fuentes hídricas y laderas boscosas.

1.1.1. Relieve

El Corredor Seco de Guatemala se caracteriza por tener diferentes tipos de suelo y topografía, en un total de 210 639 kilómetros cuadrados. El 53 % de este territorio se considera ladera con elevaciones irregulares y un 20,1 % se denomina valle por sus terrenos planos.

Figura 1. Mapa de clasificación de pendientes en el Corredor Seco

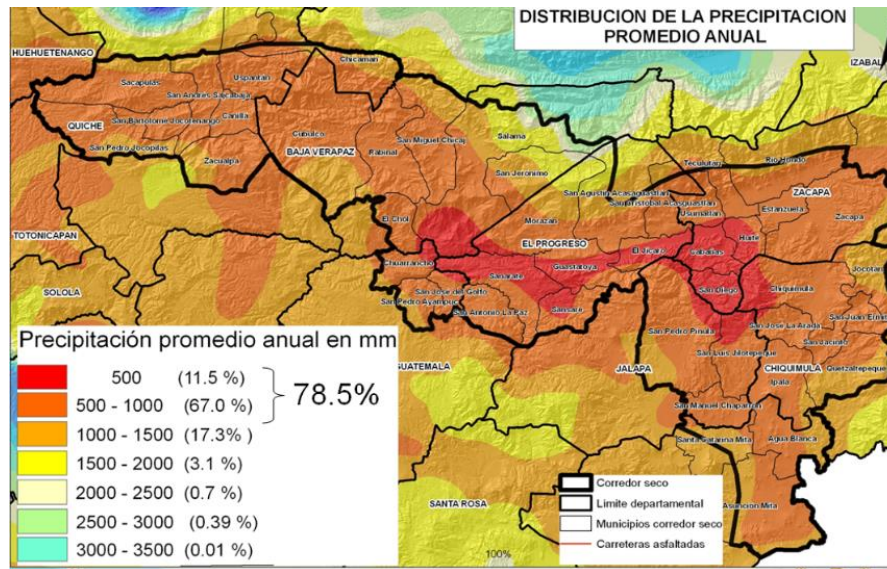


Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

1.1.2. Clima

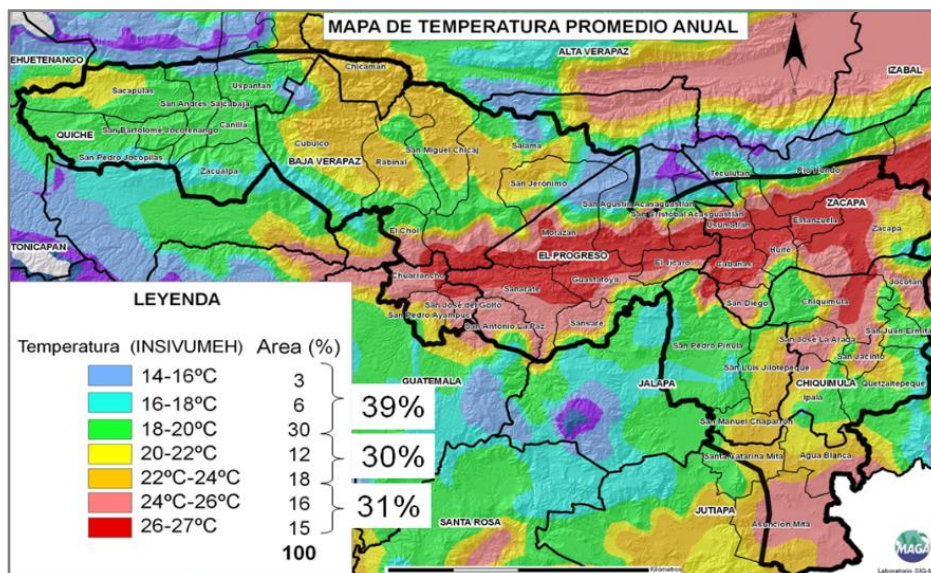
En todo el Corredor Seco se tienen menos de 1 000 milímetros de precipitación por año. Por esta razón predomina el clima semiárido el cual es más notorio en los departamentos de Zacapa, El Progreso y Chiquimula, donde la temperatura es mayor a los 24 °C y alcanza máximas de 36 °C. Por esta razón, los departamentos mencionados están propensos a enfrentar una amenaza extremadamente alta a sufrir sequías.

Figura 2. Mapa de precipitación promedio anual del Corredor Seco



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 3. Mapa de distribución de la temperatura promedio anual del Corredor Seco

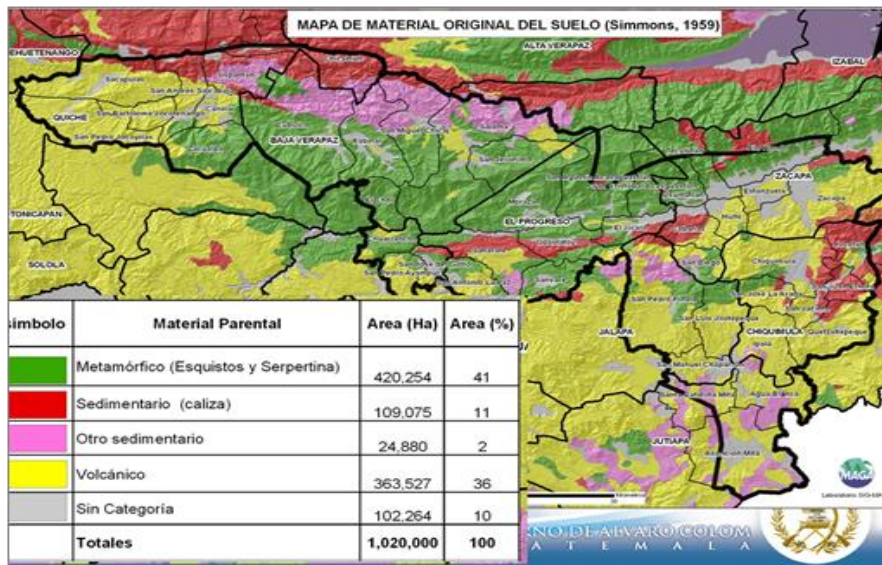


Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

1.1.3. Suelos

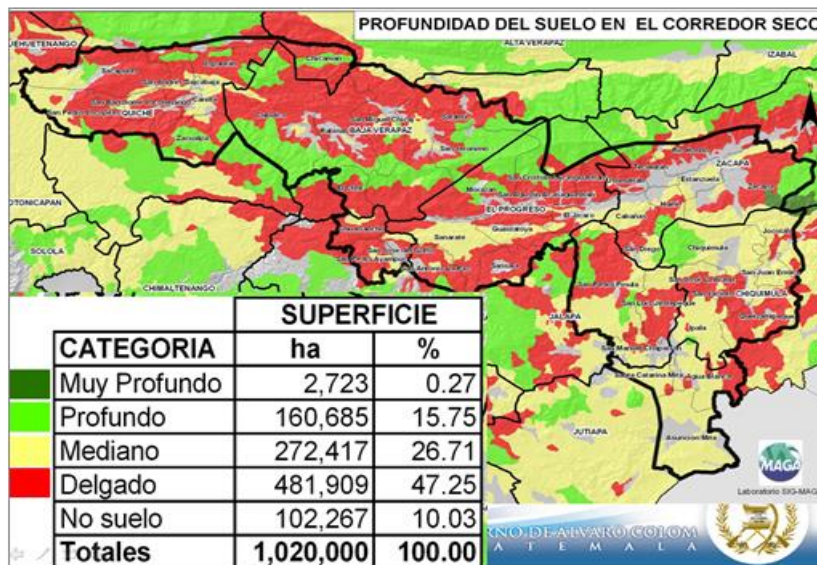
Los suelos del Corredor Seco se caracterizan por ser heterogéneos, predominan los materiales de origen volcánico y de origen metamórfico. Tienen varias limitantes: suelos poco profundos, terrenos rocosos (especialmente en los terrenos metamórficos); en su mayoría poseen mediana y baja fertilidad (excepto en los valles orientales, donde se tienen buenas condiciones de fertilidad); los terrenos de origen volcánico carecen de materia orgánica y son muy susceptibles a la erosión. Por esta razón, es necesario que se tenga un excelente manejo de suelos para lograr su conservación y aprovechar su mejor utilización.

Figura 4. **Mapa de distribución del material original de los suelos del Corredor Seco**



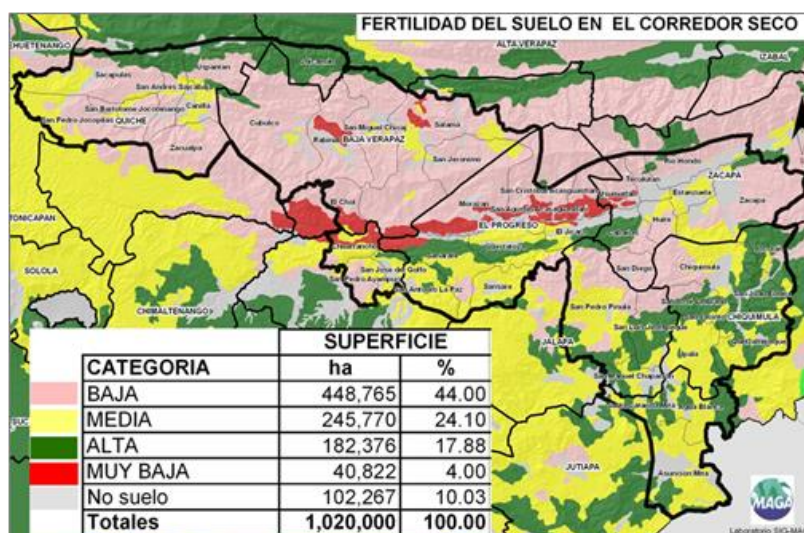
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 5. Mapa de distribución de la profundidad de los suelos del Corredor Seco



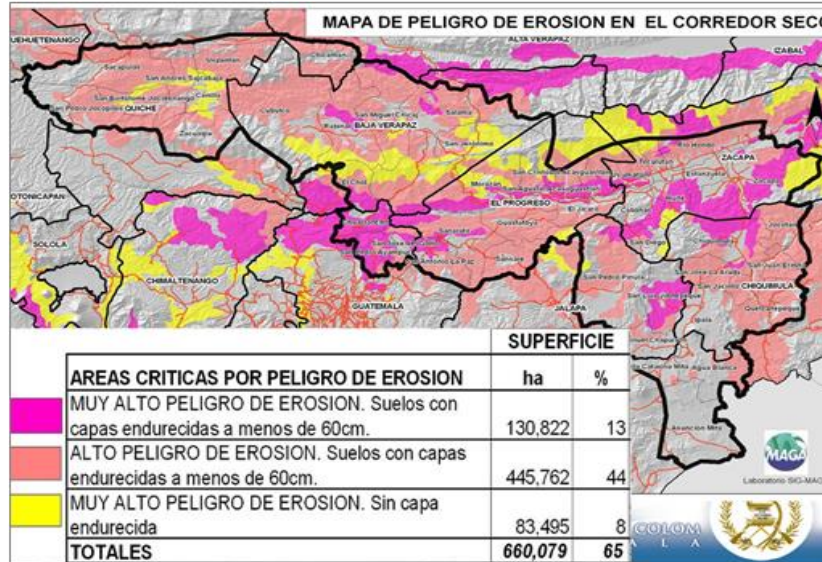
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 6. Mapa de distribución de la fertilidad de los suelos del Corredor Seco



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 7. **Mapa de distribución de la fertilidad de los suelos del Corredor Seco**

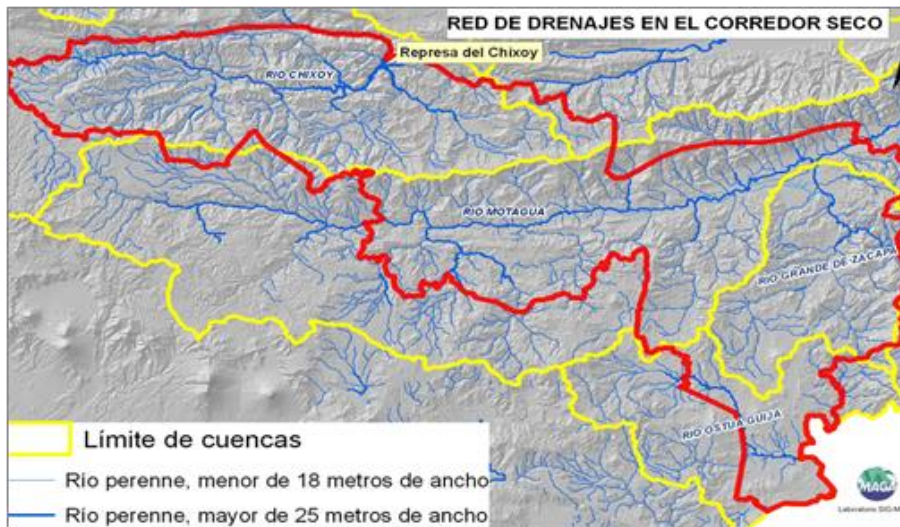


Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

1.1.4. Agua y bosques

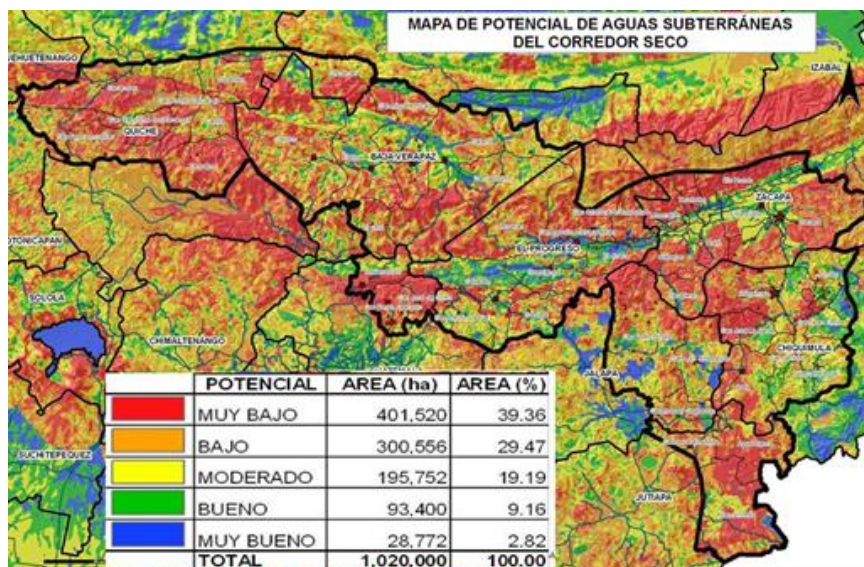
Los ríos Grande, Motagua, Chixoy y Ostúa atraviesan el Corredor Seco. También presenta afluentes provenientes de las montañas. El departamento de Baja Verapaz cuenta con una red de ríos ampliamente desarrollada. Al mismo tiempo, esta área puede surtirse con agua subterránea, sin embargo, en las zonas con pendientes, la probabilidad de obtener agua subterránea es baja, en los valles la probabilidad es más alta.

Figura 8. Mapa de la red de drenajes superficiales del Corredor Seco



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 9. Mapa de potencial de aguas subterráneas del Corredor Seco



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

1.2. Situación socioeconómica del Corredor Seco de Guatemala

La población del Corredor Seco de Guatemala habita los departamentos de Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y Santa Rosa. Un alto porcentaje de estos habitantes vive, actualmente, en condiciones de pobreza, extrema pobreza y hambruna. Son parte de los 850 000 guatemaltecos y guatemaltecos que serán considerados pobres, además de 731 000 habitantes más que bajarán su condición a la de miseria.

Si se compara el nivel del IDH de cada uno de los departamentos del Corredor Seco de Guatemala con el IDH que tiene el país 0,702, se evidencia la realidad de cada uno de los departamentos. Se debe tomar en cuenta que el Departamento de Guatemala es el que tiene el IDH más alto del país con 0,798.

Tabla I. **IDH por departamento en el Corredor Seco de Guatemala**

IDH por departamento del Corredor Seco de Guatemala					
Núm.	Departamento	IDH	Nivel de Vida	Educación	Salud
1	El Progreso	0,703	0,63	0,75	0,73
2	Zacapa	0,702	0,63	0,70	0,78
3	Jutiapa	0,679	0,63	0,79	0,72
4	Santa Rosa	0,677	0,60	0,70	0,73
5	Chiquimula	0,656	0,61	0,64	0,72
6	Baja Verapaz	0,651	0,57	0,62	0,77
7	Jalapa	0,638	0,59	0,61	0,71

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

1.3. Actividades agroindustriales y humanas que se realizan con la utilización de diversas fuentes hídricas

Las actividades que las personas realizan, más recurrentemente, para explotarlas económicamente son los cultivos de granos básicos y comercio por ser zona fronteriza predominan en la región oriental, la agroindustria, industria maderera, minería y cultivo de café predominan en la región centro oriental, la agroindustria y las maquilas en la zona central, la agricultura y la venta de mano de obra predominan en la región occidental. También el cultivo de cardamomo y café con agricultura de subsistencia son actividades que se realizan en diferentes regiones del Corredor Seco.

Estas actividades se realizan con el uso directo de agua. Además, el agua se utiliza en el hogar para actividades de limpieza, cocinar alimentos, mantenimiento de jardines, bebederos, entre otros.

En la mayoría del territorio del Corredor Seco de Guatemala, las comunidades de más escasos recursos dependen de las cosechas de maíz y frijol para alimentarse. El cultivo de café, caña de azúcar y otros son utilizados en la industria y alimentación. Cada año, los campesinos siembran maíz y frijol al iniciar el invierno, entre los meses de mayo y junio, hasta el mes de noviembre en el que cesan las lluvias. El maíz, se siembra en los primeros meses del invierno. Esta cosecha les debe proporcionar lo necesario para el consumo durante el año y la semilla que se utilizará el año siguiente. El frijol se siembra dos veces al año, al inicio de la temporada de lluvia, aproximadamente en mayo y en septiembre, al iniciar la segunda temporada de lluvias en el país.

Figura 10. Mapa de zonas de medios de vida del Corredor Seco



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

2. TIPO DE FUENTES HÍDRICAS EXISTENTES EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA

Una fuente hídrica es toda aquella corriente de agua, subterránea o superficial, que el ser humano puede utilizar para generar energía o uso personal. Una fuente hídrica puede ser un río, riachuelo, lagos lagunas, ojos de agua, entre otros, que proveen de agua a una población determinada.

Las corrientes superficiales, usualmente, requieran de tratamientos para potabilizar el agua debido a su contacto directo con contaminantes presentes en la atmósfera y otros desechos humanos que disminuyen su pureza, y hacen de estas ellas, fuentes de baja calidad de agua para el consumo humano y para la industria alimenticia.

Por otra parte, están las corrientes subterráneas que, por estar en el subsuelo terrestre, tienen un proceso de filtración natural. Por eso, este tipo de agua posee mayor calidad, bajo nivel de contaminantes y, usualmente, es agua potable que el ser humano puede aprovechar para uso personal e industrial.

2.1. Fuentes hídricas en el Corredor Seco de Guatemala

El Corredor Seco de Guatemala, según el Departamento de Hidrología del INSIVUMEH, es un área que goza de una diversidad de fuentes hídricas. Al encontrarse entre un sector montañoso, tiene acceso a las fuentes hídricas del sector. Es importante resaltar que, en muchos casos como los ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros, fuentes hídricas superficiales, del Corredor Seco de Guatemala, se encuentran en situaciones precarias porque presentan químicos

y contaminantes que las inutilizan para actividades agroindustriales y humanas. Al mismo tiempo impiden la supervivencia de los ecosistemas del lugar.

2.1.1. Baja Verapaz

El departamento de Baja Verapaz cuenta con recurso hídrico abundante, entre ríos, riachuelos, nacimientos de agua o fuentes de agua, entre los cuales se encuentran los ríos Panimá, Concepción, Chilasco, San Isidro, Quililá, Cachil, San Miguel, Salamá, Calá, Negro, Yerbabuena, Chibalam, Chilaní, Paguezá, Poconi, Chicruz, Xolacoy, Las Vegas, Sajcap, Chirrumán, Xeúl, Agua Caliente, Chiac, Saltán, San Jerónimo, La estancia, Concepción, El Aguacate, El Jícaro, Las Flautas, Matanzas, Piedra de Cal, Quebrada Honda, San Isidro, San Vicente, Sibabaj, Tasquehuite y Vega del Chile.

2.1.2. El Progreso

El departamento El Progreso se encuentra en un área que brinda abundantes recursos hídricos, entre ríos, riachuelos y nacimientos de agua y manantiales. En el departamento están los ríos Plátanos, Hato, Morazán, Sanarate, Las Ovejas, Huyús y Huija, Naranjo, Ixtal, Ixtalito, San Ramón, San Luis, Pajapa, Chisná, La Unión, Zarco, Entre Ríos, Veremos, Ixcahuin, todos afluentes del Río Naranjo. Los manantiales con los que cuenta el departamento están El Chichicaste, El Sombrerito, San Agustín y Manilla.

2.1.3. Zacapa

El departamento de Zacapa cuenta con abundante recurso hídrico. La cuenca del río Motagua es la más importante, ya que varias regiones captan agua de él. También se encuentran el río Grande, que alimenta al río Motagua, el cual

es alimentado por los ríos Pinilá y los riachuelos Jumuzna y el riachuelo que nace en la montaña de las Granadillas, también las quebradas de San Juan y el Jute. El río Carí, tributario del Motagua y los ríos Blanco, Negro, Teculután, Pasabién, Hondo, Jones, Santiago, Los Achiotes, Mayuelas, El Lobo, Doña María, Agua Fría, Huijo, El Tambor, San Vicente, Huité, Grande de Zacapa, Carí, Guaranja, Cañas, Las Naranjas, Biafra y El Islote también irrigan el Departamento.

2.1.4. Jalapa

En el departamento de Jalapa se encuentran abundantes fuentes hídricas, entre las cuales se encuentran ríos, lagunas, riachuelos, quebradas. Los ríos Jalapa, Grande o Guastatoya, Monjas, Colorado, Ostúa, y Plátanos proporcionan gran parte de los recursos hídricos al departamento. Por otra parte, se encuentran las lagunas Escondida en Mataquesuintla y Del Hoyo en Monjas.

2.1.5. Jutiapa

Este departamento también se encuentra en una zona geográfica con abundantes fuentes hídricas, como ríos, riachuelos, nacimientos y lagunas. Los ríos De la Virgen, Paz, de Amayo, Ingenio y el nacimiento de agua tibia Amayito irrigan esta región. Las lagunas que se encuentran en el territorio son: Güija y Atescatempa, que se seca durante el verano, debido a los bajos niveles de precipitación pluvial que el departamento de Jutiapa recibe anualmente.

2.1.6. Chiquimula

Cuenta con varias fuentes hídricas. Comparte muchos de los ríos con el departamento de Zacapa. En Chiquimula están los ríos Copán (nace en

Honduras), Grande o Camotán, Frío, Sesecapa, Anguiatú y Ostúa. Varios de los anteriores son compartidos con el departamento de Zacapa.

2.1.7. Santa Rosa

El departamento de Santa Rosa cuenta con abundantes recursos hídricos, desde ríos, riachuelos, nacimientos de agua, lagunas, entre otros. Este departamento cuenta con los ríos Negro, Los Achiotes, Tapalapa, Los Vados, San Antonio, Las Cañas, Los Esclavos, La Plata, María Linda, Utapa, Amapa, El Panal, Las Marías, El Amarillo, Aguacinapa, Las Margaritas, Utema, Urayala, Paso Hondo. Las lagunas que también se encuentran en el departamento de Santa Rosa son: Ayarza, Ixpaco, Ojo de Agua, Pereira, El Pino, La Palmilla y Tamarindo Viejo.

2.2. Uso agrario

Todas las fuentes hídricas de los departamentos del Corredor Seco de Guatemala que se utilizan en el desarrollo agrario son muy importantes. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la agricultura y la ganadería necesitan mayor cantidad del recurso hídrico ya que dependen directamente de agua para los cultivos y la crianza de animales en general.

2.2.1. Agricultura

Se entiende como agricultura a toda actividad que depende directamente del trabajo, labranza y cultivo de la tierra, donde se deben tomar en cuenta los trabajos de los suelos y la plantación de vegetales. Todas las actividades realizadas, normalmente, se destinan a la producción de alimentos y a la

obtención de verduras, frutas. También en la producción de madera y de otros productos que pueden cultivarse en la tierra.

En el Corredor Seco de Guatemala, los cultivos requieren de las fuentes hídricas disponibles, por lo que estas son importantes. La variabilidad de las fuentes hídricas puede afectar los cultivos. Cuando las fuentes se incrementan o decrecen propician circunstancias difíciles de solventar y provocan pérdidas en la producción de los cultivos.

Entre los cultivos más importantes en la región del Corredor Seco de Guatemala se encuentran: melón, sandía, tabaco, tomate, pepino, café, limón, el mango y la papaya, en menor escala la uva, café, plátano enano, berenjena, chile pimienta, pacaya, rosa de Jamaica y tamarindo. La agricultura de subsistencia incluye el maíz y frijol, también la actividad agroforestal que se dedica directamente a la producción de madera y leña.

Todos estos cultivos necesitan de agua para su desarrollo y se mantienen activos durante la temporada de lluvia, de manera natural, mientras que otros necesitan de agua durante todo el año para lograr maximizar su producción.

El maíz necesita de una irrigación constante. Es un cultivo que solamente se cosecha en temporada de invierno. Crece durante la época lluviosa para evitar los altos costos de instalar un sistema de riego constante. Sin embargo, es uno de los cultivos que más se resiente ante la escasez de agua, puesto que, si durante dos semanas carece de agua, la planta muere sin que la mazorca se pueda utilizar. El exceso de agua pudre el maíz y destruye la semilla.

El frijol crece en matas sembradas en la tierra. Requiere de una irrigación constante de agua para su germinación, crecimiento y desarrollo. Ante la escasez

de agua, la planta muere, no germina o no permite el desarrollo de la vaina que contiene los granos. El exceso de agua pudre la semilla y la planta, ya que crecen directamente en el suelo.

El melón, que es uno de los principales productos de exportación y venta, es un cultivo que necesita agua en grandes cantidades. A pesar de que esta actividad es una de las más tecnificadas de la zona del Corredor Seco, también sufre pérdidas durante las sequías, cuando el nivel de agua decrece. Ante ello, las fincas dedicadas a esta actividad, carecen de técnicas para hacer llegar agua a los cultivos, razón por la cual se pierde la producción. Ante el exceso de agua, la planta y fruto del melón se pudren. Esto genera pérdidas considerables.

Todos los cultivos de la región son susceptibles ante la carencia de agua o el exceso de ello, pues ambas circunstancias los mata.

2.2.2. Agropecuaria

Es toda actividad dedicada a la crianza de animales para producción de carne. Estas actividades también requieren de la utilización de agua para su mantenimiento o producción directa. En el Corredor Seco se cría ganado vacuno para producción de carne, ganado para la producción de leche y derivados de la misma, como queso, crema, quesillo, entre otros. La piel del ganado bovino se utiliza como cuero. El ganado porcino se cría para producir carne. La piel se utiliza como alimento y para aprovecharla como cuero. Finalmente, la actividad avícola produce carne y huevos.

La sequía también genera pérdidas ya que los animales necesitan de agua para mantenerse hidratados. Si no cuentan con ella, mueren en un corto plazo.

Es importante resaltar que la producción agropecuaria en el área del Corredor Seco de Guatemala ha disminuido considerablemente, debido a la importación de productos cárnicos. Como consecuencia, el precio para los consumidores aumenta y las utilidades de los productores nacionales disminuyen.

2.3. Participación en la utilización humana

La utilización de agua en las actividades de los pobladores de la zona del Corredor Seco es diversa. Para llevarlas a cabo, se utilizan las mismas fuentes hídricas que para la agricultura.

El agua se utiliza en actividades cotidianas, como limpieza de hogares, lavado de ropa, limpieza de sanitarios, higiene personal. Todas propician la higiene en los hogares para evitar que los seres humanos enfermen.

El agua también se utiliza para beber. Sin embargo, es imposible utilizar el agua de las fuentes hídricas porque están contaminadas con desechos sólidos y químicos generados por la fumigación para prevenir plagas de los cultivos de las fincas dedicadas a las actividades agrarias. La contaminación por químicos de pesticidas se debe a un inadecuado método de fumigación. Por esto, los químicos venenosos se vierten en los ríos que los transportan a través de sus cuencas. Esto elimina la vida en los ríos y evita que el agua se utilice para consumo humano. Por esta razón, se ven en la obligación de utilizar fuentes subterráneas, que implican mayores costos y herramientas de alto desempeño para su extracción del subsuelo. Durante la sequía la extracción de agua se dificulta porque las fuentes hídricas en los subsuelos reducen sus niveles e impiden que las tuberías la capten.

Finalmente, existen industrias que utilizan el agua como materia prima o para su funcionamiento en la fabricación de bebidas alcohólicas, cerveza, bebidas gaseosas, bebidas embotelladas, agua pura, alimentos, entre otros. Estas empresas también utilizan agua de los subsuelos para mantener la producción de sus plantas, incluso en este caso, algunas de las empresas tienen a su disposición nacimientos de agua que, por sus características químicas, son de muy buena calidad para cada proceso.

2.4. Fuentes hídricas sin participación en la utilización agraria y humana

En el Corredor Seco no existen fuentes hídricas que no se utilicen en la agraria o en la humana. Por esta razón, el agua que no se utiliza se devuelve al desembocadero, no se almacena.

En varios lugares del Corredor Seco, para bebederos de animales o para consumo humano, se utilizan sistemas naturales de recolección de agua, canales para irrigación de siembra, por goteo, en laderas y planicies, presa de conducción e inundación, únicamente en planicies. De esta manera se logra un mayor aprovechamiento de agua en la región.

Estas tomas naturales pueden ser inútiles si la cantidad de agua varía en función de la precipitación y no llega a los niveles necesarios para ser captada para ser utilizada como se describió arriba.

Las fuentes contaminadas solo pueden ser utilizadas para actividades agrícolas, específicamente la agricultura. Son inútiles las actividades agropecuarias porque los químicos impiden que se beba, de tal manera que todas

las fuentes no contaminadas se reducen y a pesar de que el agua en la zona del Corredor Seco es de buena calidad, el agua pura es poca y escasa.

3. CAUSAS DE LA VARIACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA

Existen diversas causas por las cuales se generan variaciones de las fuentes hídricas, muchas ellas se deben a que el ser humano hace un mal uso de los recursos naturales. También influyen los efectos naturales El Niño y La Niña. El fenómeno El Niño calienta las aguas del Pacífico Oriental Ecuatorial y provoca vientos cálidos. La Niña provoca vientos fríos, al unirse provocan cambios notables en la temperatura, y en el régimen de lluvia. Estos efectos han causado sequías en los años 2009, 2015 y 2016. Mientras que, en los años 2008, 2010 y 2011 provocaron tormentas y lluvias torrenciales en todo el sector registradas por el INSIVUMEH.

3.1. Deforestación como causa de la variación de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala

Según el INAB, uno de los problemas más grandes en Guatemala, relacionado con el cambio climático, es la deforestación. El descontrol en la tala de árboles, el mercado ilegal de maderas duras y preciosas aumenta en el país.

Por otra parte, el cultivo de subsistencia es practicado por muchas personas, los cuales, para cultivar la tierra, realizan una mala práctica de la roza de suelos y plantan sus cosechas en un suelo que aparenta ser rico en nutrientes y beneficios para los cultivos. Sin embargo, aunque el bosque sea frondoso y nutrido, el suelo subyacente no es fértil. La fertilidad no es propia del terreno, viene de una interacción compleja del ecosistema que se encuentra en dicho

bosque, plantas, árboles, bacterias e insectos que viven e interactúan únicamente en el bosque.

Después de la roza de suelos y la tala del bosque, las cosechas pueden crecer por un par de años antes de agotar el suelo. Ante ello, el agricultor se verá obligado a cambiarse a otra parte del bosque, dejando atrás un espacio muerto, expuesto al sol y a la lluvia. Esta porción de tierra necesita muchos años para recuperarse y si el mantillo se pierde porque termina en ríos y arroyos, se produce un desequilibrio ecológico adicional río abajo y la tierra nunca se recuperará del todo, porque el mantillo, aun cuando la fertilidad de la tierra se recuperara, nunca volvería a su estado original.

Según el INAB, los árboles son, en gran parte, los máximos colaboradores para combatir el cambio climático. Absorben el dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, causado por muchos factores, en su mayoría humanos. Los árboles separan la molécula de dióxido de carbono, almacén el carbono y liberando el oxígeno al aire. En un año, un acre de árboles adultos, pueden absorber el dióxido de carbono que se genera al conducir un automóvil un total de 42 000 kilómetros y generar oxígeno suficiente para 18 personas adultas.

Por otra parte, los árboles también limpian el aire, puesto que en sus hojas y tallos absorben olores y gases contaminantes, como óxidos de nitrógeno, amoníaco, dióxido de azufre y ozono, que son dañinos para las personas y para las diversas variaciones climáticas que afectan al mundo.

Otra de las funciones de los árboles es refrescar el ambiente. Se ha comprobado que un árbol puede reducir en promedio 10 °C la sensación de calor,

al mismo tiempo, liberan vapor de agua a través de las hojas. Eso permite que la temperatura que se experimenta sea más baja en la sombra de un árbol.

En el caso de los municipios que mantienen una actividad económica alta, los árboles permiten el ahorro de energía, puesto que en la temporada calurosa se puede recortar hasta un 50 % el uso de ventiladores y aire acondicionado. Esto permite que se reduzca el uso de energía eléctrica puesto que una vivienda que se encuentra estratégicamente colocada entre árboles mantiene un ambiente fresco en el hogar y reducen la generación de Dióxido de Carbono y otros gases contaminantes producto de la utilización de plantas eléctricas.

Como ahorradores de agua, los árboles son de mucha importancia, puesto que ellos disminuyen la evaporación de agua del césped y a medida que transpiran aumentan la humedad atmosférica, permitiendo que las condiciones sean mejores para las plantas y personas que se viven alrededor de los árboles.

Los árboles son reductores de la contaminación del agua, estos reducen el escurrimiento del agua, atrapan el agua de la lluvia dejándola correr por el tronco hasta llegar a la tierra, de esta manera se filtran contaminantes evitando que el agua de lluvia los lleve hacia el océano. También con las hojas secas y pedazos orgánicos que se localizan usualmente bajo de los árboles, estas actúan como esponjas filtrantes naturales de agua que utilizan para alimentar el suministro de agua subterránea.

Una de las funciones de suma importancia de los árboles, es evitar la erosión, porque estos en laderas de montañas y pendientes de los ríos, ayudan a mantener el terreno en su lugar mediante una red de raíces que dentro de la tierra funcionan como anclas naturales dentro de la tierra, y de esta manera evitar

el movimiento de escorrentías que provocan la erosión, dándole estabilidad a los suelos donde se encuentran.

De tal manera que, al tenerse un terreno deforestado, se tienen todo tipo de consecuencias complicadas para el territorio que sufre de tala descontrolada de árboles. Donde se pierden totalmente los beneficios que los árboles pueden darle a los diferentes lugares que antes contaban con ellos.

Uno de los ejemplos está en el Corredor Seco es el área alrededor del municipio El Rancho del departamento El Progreso y se extiende a lo largo de la carretera Jacobo Árbenz Guzmán (CA-9) que conduce de la Ciudad de Guatemala hacia Puerto Barrios, Izabal. En este lugar se muestra lo que puede suceder a un bosque después del corte total. En este lugar, se tiene el suelo totalmente expuesto, matorral ocasional, hierbas amarillas y algunos cactus. Pero en el pasado no era así. En la década de los 80 aún era un bosque, que se mantenía verde. En el lapso de 30 años, casi todo el territorio se ha convertido en un desierto semiárido y caliente. Los habitantes de la zona recuerdan los bosques de pino y temperaturas más bajas a las que actualmente sufren a causa del calentamiento global, que ha afectado de manera directa al país y a la zona del Corredor Seco de Guatemala.

3.2. El clima en el Corredor Seco de Guatemala

El Corredor Seco de Guatemala tiene una diversidad amplia de climas, entre los cuales se encuentran lugares húmedos, y semisecos, de acuerdo con las diferentes alturas y variaciones de temperatura, a las que se encuentra sometida dicha área. Por ello, puede afirmarse que el nombre del Corredor Seco es una forma incorrecta de nombrarle. En realidad, la zona conocida como el Corredor Seco es una zona semiárida, que recibe en promedio una precipitación anual de

1 571,12 mm, siendo esta una precipitación muy similar a la zona del altiplano de Guatemala que recibe una precipitación promedio anual de 1 750 mm.

3.2.1. Precipitación pluvial en el Corredor Seco de Guatemala

En el territorio de Guatemala, se tienen diferentes comportamientos climáticos. Pero en el país únicamente existen 2 estaciones, la estación seca y lluviosa. Durante la estación seca, no llueve en el área del Corredor Seco de Guatemala, pero en la estación lluviosa, se registran diferentes cantidades de precipitación en cada uno de los departamentos que integran dicha área.

En el departamento de Zacapa se ha registrado una precipitación promedio anual de 958,57 mm. Esto induce a la verificación de la realidad del departamento ya que por costumbre se la ha llamado el departamento más seco. Sin embargo, se encuentra en el tercer lugar de los departamentos más secos. Baja Verapaz y El progreso lo preceden en la lista de los departamentos con los niveles de precipitación más bajos del Corredor Seco. Esto demuestra que ni en los territorios más secos se tienen las condiciones de un territorio árido.

El departamento de Chiquimula, en promedio, registra una precipitación anual de 1 145,13 mm. Éste es otro de los departamentos de Guatemala que se consideran más secos. Sin embargo, mantiene al igual que los otros departamentos del Corredor Seco una precipitación anual muy buena, que permite que en este departamento se puedan desempeñar actividades agrarias y humanas sin ningún problema.

Por otra parte, el departamento El Progreso registra una precipitación promedio de 780,50 mm anuales, siendo este el departamento que recibe menos precipitación anual de toda el área del Corredor Seco de Guatemala. No obstante,

al tener una precipitación menor, recibe la cantidad de precipitación anual mayor a la precipitación de una zona realmente árida. Por lo cual el Corredor Seco no puede considerarse una zona árida como tal.

Otro de los departamentos que integran el Corredor Seco de Guatemala es Jalapa, que registra una precipitación anual promedio de 988,70 mm. Jalapa se encuentra entre los territorios del Corredor Seco. Sin embargo, tiene precipitación suficiente para lograr cualquier tipo de actividad agraria y humana en el área del Corredor Seco.

El departamento de Baja Verapaz registra un promedio anual de precipitación de 905,95 mm, dejando al departamento de Baja Verapaz como el segundo más seco del territorio del Corredor Seco de Guatemala. Esto demuestra que, el área del Corredor Seco, aun en sus departamentos con menor precipitación pluvial, recibe una cantidad considerable de precipitación que permitiría una adecuada humedad para la vida y actividad humana en toda la zona.

Finalmente, el departamento de Santa Rosa registra una precipitación promedio de 1 552,3 mm anuales y el departamento de Jutiapa se registra una precipitación promedio de 1 243,93 mm por año, que les permiten a ambos departamentos tener una precipitación alta. Estos departamentos, Santa Rosa y Jutiapa, son los departamentos que mantienen una precipitación anual mayor a los demás departamentos que se encuentran en el territorio del Corredor Seco de Guatemala.

3.2.2. Temperatura en el Corredor Seco de Guatemala

La temperatura en el Corredor Seco de Guatemala es cálida. La temperatura mínima es de 24 °C y la máxima de 36 °C. En la zona central, la temperatura máxima es de 29 °C y 12 °C la mínima. Particularmente, la zona del Corredor Seco de Guatemala tiene temperaturas en promedio considerablemente más altas en el año que la zona central del país.

La temperatura en el departamento de Zacapa oscila entre los 36 °C y 18 °C, en el departamento El Progreso oscila entre 35 °C y 19 °C, en el departamento de Chiquimula oscila entre los 32 °C y 17 °C, en el departamento de Jutiapa oscila entre los 34 °C y 15 °C, en el departamento de Jalapa oscila entre los 29 °C y 9 °C, en el departamento de Baja Verapaz oscila entre los 29 °C y 14 °C y finalmente en el departamento de Santa Rosa oscila entre los 31 °C y 16 °C.

De esta manera, se evidencia que la temperatura en el área del Corredor Seco de Guatemala es usualmente cálida y presenta las temperaturas más elevadas del país.

3.2.3. Evaporación en el Corredor Seco de Guatemala

En este caso se entiende que, a mayor calor, mayor evaporación. Esta particularidad es evidente porque, a pesar de tener una gran cantidad de precipitación pluvial, las altas temperaturas le dan al área del Corredor Seco de Guatemala la característica semiárida. En la temporada de lluvia se recupera la vegetación vercosa que caracteriza el suelo de Guatemala. Por esta razón, es necesario verificar los datos correspondientes a la evaporación promedio que se tiene en cada uno de los departamentos del Corredor Seco de Guatemala.

En el departamento de Zacapa se tiene una evaporación promedio de 220,3 mm anuales, lo cual permite que un total de 738,27 mm de la precipitación anual se puedan utilizar, sabiendo que un promedio del 22,98 % de la precipitación total se perderá por medio del proceso natural de evaporación.

La evaporación promedio en el departamento de Chiquimula es de 134,4 mm por año, lo que deja un total de 1 010,73 mm de la precipitación anual para cualquier tipo de uso. Un promedio del 11,74 % de la precipitación anual se perderá por evaporación natural.

En el departamento de Jutiapa se tiene una evaporación promedio anual de 155,3 mm, que dan oportunidad de utilizar un total de 1 088,63 mm de la precipitación anual. Se pierde un promedio del 12,48 % de la precipitación anual gracias al proceso natural de evaporación.

El departamento de Jalapa tiene un registro promedio de 150,9 mm de evaporación anual, dejando un total de 837,8 mm de precipitación que pueden ser utilizados en cualquier tipo de actividad humana o agraria, es decir que un 15,26 % de la precipitación anual se pierde en el proceso de evaporación natural.

Baja Verapaz mantiene un promedio de 127 mm de evaporación anual, permitiendo que un total de 778,5 mm de la precipitación anual se puedan utilizar, el promedio de pérdida es del 14,02 % de la precipitación anual por medio de evaporación natural.

Finalmente, los departamentos El Progreso y Santa Rosa no cuentan con datos en Guatemala sobre la evaporación, pero según expertos del INSIVUMEH, el comportamiento es muy similar al resto de los departamentos del Corredor Seco.

3.3. El calentamiento global y su impacto en el Corredor Seco de Guatemala

El calentamiento global afecta a todo el mundo, en la actualidad. La temperatura de la tierra ha aumentado, pero también se han experimentado muy bajas temperaturas en lugares con climas tropicales. Este comportamiento ha aumentado el número de tormentas tropicales y huracanes, que han hecho estragos en los países donde se han manifestado. Las lluvias también han aumentado significativamente, con la consecuente pérdida de cultivos por inundaciones en el campo y en las ciudades. Los drenajes también han colapsado, entre otras consecuencias.

Por otra parte, el lógico aumento de la temperatura ha provocado que los polos se descongelen, haciendo que el nivel del mar aumente, y se cree un desbalance en los diferentes ecosistemas existentes. Las especies han sufrido las consecuencias, ya que las condiciones climáticas que son vitales para la supervivencia, cambian constantemente complicando su adaptación y, en algunos casos, imposibilitándola.

También las largas sequías se han debido a retrasos en la llegada de la época lluviosa o poca lluvia que llega a los diferentes lugares del planeta. Esto provoca pérdidas grandes en la agroindustria. Se han echado a perder cosechas completas y la alimentación de los animales de consumo humano ha sido escasa. Además, se han perdido territorios aptos para los cultivos, por degradación de los suelos y la falta de humedad, los ríos no captan la cantidad necesaria de agua para mantener el abastecimiento de los riegos, entre otros.

Las variaciones climáticas, también han afectado significativamente el área del Corredor Seco de Guatemala. Igual que en el resto del mundo, se han

registrado pérdidas muy altas en la agricultura y ganadería, donde se han perdido cosechas completas por causa de calentamiento global.

Particularmente en el sector del Corredor Seco de Guatemala, se ha experimentado un aumento considerable en la temperatura donde la temperatura máxima ha sido de 36 °C. Estas condiciones han provocado que llueva cada vez menos, pero en los días que llueve, se han registrado precipitaciones hasta de 100 milímetros de agua, esto impide que el suelo se de abasto para absorberla, como consecuencia, los días no lluvioso o que llueve escasamente, aumenta la temperatura y provoca que las plantas demanden una cantidad mayor de agua generando pérdidas en los cultivos. Mientras que los días que registran lluvias torrenciales, provocan inundaciones en los terrenos y también las pérdidas de los cultivos por exceso de agua en los mismos.

Como consecuencia de lo anterior, el territorio del Corredor Seco, teniendo se ha extendido un 5 %, lo cual marca una diferencia considerable en el entorno y el ecosistema de toda la zona del Corredor Seco de Guatemala.

La mayoría de las especies que habitan el Corredor Seco de Guatemala, han experimentado una reducción considerable de las áreas que usualmente habitaban por causa del aumento territorial semiárido y la explotación humana de dichas áreas, siendo ambas las que más afectan a los sectores ecológicos del lugar.

Sin lugar a dudas, el calentamiento global, junto con los fenómenos que le acompañan, han complicado las condiciones climáticas muy complicadas en todo el sector del Corredor Seco de Guatemala, llevando consigo largas sequías e inundaciones que no permiten el desarrollo de la agricultura y ganadería en todo el sector. Estos cambios hacen que las fuentes hídricas se evaporen más rápido

en los días calurosos y que se incrementen de manera inusual por causa de las lluvias torrenciales que provocan inundaciones severas en el área, impiden que el agua llegue a los mantos friáticos y no se realice el proceso natural de reabastecimiento de las fuentes hídricas.

4. VALORACIÓN DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, SOBRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DEL LUGAR

Todo fenómeno tiene una causa y una consecuencia, de esa manera lo describen las leyes de la física y del comportamiento social. En el caso de los fenómenos naturales no son la excepción a estas leyes, puesto que todo lo que sucede en el ambiente tiene una causa inicial y un efecto o consecuencia posterior.

En los capítulos anteriores, se han determinado las causas de la variación de las fuentes hídricas que sufre el Corredor Seco, por lo que también es necesario conocer las consecuencias, o los efectos que dichas variaciones tienen sobre las actividades que en el área se realizan.

4.1. Satisfacción de las necesidades hídricas del Corredor Seco de Guatemala

Guatemala depende, en gran parte, de la actividad agrícola y esta, al mismo tiempo, depende de las condiciones climáticas adecuadas. En este caso, es necesario que haya humedad para que los cultivos puedan subsistir, el agua es necesaria para mantener la vida, crecimiento y desarrollo de los mismos.

En el Corredor Seco de Guatemala se genera un fenómeno de sotavento que seca las laderas de los valles montañosos. Esto contribuye directamente con las sequías del lugar. Aunado a las altas temperaturas y los escasos planes de

almacenamiento o aprovechamiento del agua, provocan que las pérdidas económicas por conceptos de pérdida de los cultivos aumenten.

Según los registros de precipitación pluvial de los últimos 10 años del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, las cantidades anuales de lluvia en el área del Corredor Seco de Guatemala, deberían ser suficientes para mantener las actividades agrarias y pecuarias de toda la zona, pero la mala utilización y escasos planes y proyectos de utilización de agua, provocan que la zona entera se vea en situaciones graves de sequías y pérdidas de los cultivos que tradicionalmente se tienen en el área.

En el Corredor Seco de Guatemala se encuentran muchas de las poblaciones más pobres del país. Esto impide que los agricultores tradicionales de la zona accedan a la tecnología para optimizar el consumo de agua, tanto en sus cultivos como en el uso humano.

Por otra parte, el gobierno, a través de los jefes ediles de las diferentes zonas, no aplica planes de mejora al sistema anticuado y antiguo de transporte de agua. Esto debería ser uno de los puntos prioritarios dentro de sus planes de trabajo ya que de esta manera se lograría el desarrollo técnico y económico del lugar. Los planes de capacitación permitirían que los agricultores mejoraran los programas de riego y siembra de sus cultivos y se prepararan para enfrentar las sequías o las lluvias torrenciales.

Por esta razón, no se logra tener una satisfacción absoluta de las necesidades hídricas que se tienen en el área del Corredor Seco de Guatemala. Aun que se tenga en promedio la cantidad de agua requerida para la subsistencia de cualquier cultivo, se tengan pérdidas graves económicas y humanas a causa de las sequías que sufre esta área.

Es necesario tomar en cuenta que Guatemala es un país rico en recurso hídrico y hay lugares donde se utiliza adecuadamente, como en la costa sur, que se ha desarrollado gracias a la industria azucarera. Esta industria reutiliza el agua, aprovecha los recursos y cuenta con planes de contingencia para mantener un cultivo que exige cantidades de agua relativamente altas, pero que con los desarrollos de riegos, sembradillos en desniveles para desagüe de lluvias torrenciales, permiten un desarrollo sostenible de sus cultivos y actividades agrarias.

Sin embargo, en algunas zonas del territorio de Guatemala, el recurso hídrico se encuentra contaminado, lo cual genera un mal manejo de aguas residuales. Otro contaminante del agua son los químicos, que deterioran las propiedades del agua, destruyen el ecosistema e inutilizan el agua para cualquier actividad agroindustrial o humana.

4.2. El agua como un bien público

Uno de los bienes públicos en gran disputa en el área del Corredor Seco de Guatemala es el agua. Este recurso es un bien público, es decir que beneficia a la sociedad, en este caso, a la que habita en el Corredor Seco de Guatemala. Teniendo clara la delimitación poblacional, se puede determinar que el bien público de máxima necesidad para la actividad agraria e industrial, es el agua.

Un bien común se clasifica como público cuando se ofrece a una persona cualquiera y a todos los demás. De tal manera que las autoridades pueden iniciar con planes de acción por la salud, familiar o social y, sin importar el tipo de propuesta o regulación no puede impedirse que todos los habitantes de las diferentes zonas en estudio se beneficien. El agua cumple con esta característica por lo cual es una propiedad de no exclusión.

Si una persona consume el agua, no impide que otra persona también la pueda consumir o utilizar a beneficio de su empresa o negocio. Esto convierte a este bien en una propiedad de la no rivalidad en el consumo, donde todos pueden consumirla y utilizarla, pero nadie es dueño de la misma.

Actualmente, en Guatemala no existe una ley que regule el consumo de agua, razón por la cual, empresas se aprovechan del recurso indiscriminadamente y lo utilizan sin importar que pueden dejar a toda una comunidad sin la posibilidad de tener acceso al agua. Por eso, varias comunidades luchan por la creación de la ley de uso de agua en la república de Guatemala.

En este caso, el agua se considera un bien público puro, pues cumple con los dos puntos descritos anteriormente. De tal manera que cualquier incentivo que una persona pudiera tener para pagar por tal de garantizarse un acceso a dicho bien, de igual manera las otras personas se van a beneficiar igualmente, porque nadie puede evitar que todos lo disfruten. Los bienes públicos puros no pueden racionarse, como los bienes privados, por medio de precios, y deben proporcionarse libremente.

El hecho de que sean públicos no significa que sean gratuitos, puesto que el agua no se cobra directamente por su consumo, pero para hacer que llegue a todos lados necesita de un proceso de recolección, extracción, transporte, mantenimientos, entre otros. Por ello, se realiza un pago indirecto, por medio de las cuotas establecidas por las diferentes municipalidades por concepto de uso de agua.

Lo que no se puede negar es que aquella persona que realiza cualquier proceso para distribución de agua genera un valor, pero no se beneficia directamente por ellos a través de un ingreso.

En este punto, al determinar que el agua es un bien común, se debe tomar en cuenta que también es un recurso natural, completamente dependiente de las circunstancias climáticas que se experimenten en el lugar. En este caso, en el área del Corredor Seco de Guatemala, donde el clima cambia constantemente hace que el agua sea un bien que sufre variaciones, de tal modo que en un año pueden existir lluvias torrenciales que saturan los suelos y provoquen pérdidas de los cultivos y en otro año se generen lluvias regulares que benefician los cultivos o cualquier tipo de actividad humana que requiera de agua y, finalmente, años donde se experimenten sequías, donde pasan semanas completas sin lluvia.

Como efecto de que el agua sea un recurso natural, una persona o empresa, aun teniendo el dinero suficiente, no se puede comprar la naturaleza, esto propicia que las personas ricas y pobres carezcan de agua cuando surgen las sequías, o se beneficien de la humedad necesaria para los cultivos y actividades humanas, en el caso de las lluvias regulares, o simplemente pierdan todo, en el caso de las lluvias torrenciales.

4.3. El agua como recurso común

Para entender que el agua es un recurso común, es necesario dejar en claro que, un recurso común es una propiedad de un colectivo, que puede tener acceso restringido, o de libertad de acceso.

En el caso de un bien común de acceso restringido, se podría mencionar que el agua puede tomar esta característica, en la situación que una fuente hídrica, una laguna, río, riachuelo, estero, entre otros, se encuentre dentro de una finca privada, donde una persona puede desear tener acceso directo a dicha fuente, pero esta pertenece a otra persona, por lo que será necesario que el individuo que quiere hacer uso de la fuente, deba hacer una oferta e intentar comprar dicho bien al dueño, tomando en cuenta que el dueño puede no tenerle a la venta. Por lo que se inicia una negociación, puesto que el bien no es de libre acceso, y se le tiene restringido porque se encuentra dentro de la propiedad de otro.

Por otra parte, el agua también puede ser un bien común de libre acceso, en el caso que la fuente hídrica se encuentre en una propiedad común, o en el caso de la lluvia, que no se puede evitar que llueva en todos lados. Simplemente, cualquier persona tiene acceso ilimitado a la lluvia, sin costo alguno, ni restricción alguna. Por este motivo se dice que el agua es un bien común de libre acceso.

Estas características de poder clasificar el agua como un bien común de acceso restringido y de libre acceso, son posibles en Guatemala, debido a su situación política. Esta condiciona a las personas con menos recursos a depender de las fuentes hídricas de libre acceso, a las cuales se tienen difíciles accesos, por su transporte, poca tecnología, largas distancias que recorrer. Mientras que, en el caso de tener sequías, no tener acceso a ningún tipo de fuente hídrica.

La carencia de leyes de aguas en Guatemala propicia situaciones particulares y es necesario que se inicien los procesos legales para la promoción de la utilización del agua. Existen nacimientos de agua que pueden ser aprovechados por comunidades completas, pero se han restringido para uso

exclusivo de ciertos sectores y hacen que el agua sea un bien de acceso restringido, cuando realmente se puede tener acceso para todos.

4.4. Valor del medio ambiente en presencia de restricciones

En este capítulo se analizan las causas económicas de la degradación del ambiente, específicamente del agua. Se muestra cómo, en un sistema de mercado, los precios que un bien pueda tener son los que dan los indicadores sobre el valor de las cosas. En este caso, el medio ambiente proporciona muchas funciones que, aunque tienen un valor muy grande, no tienen precio alguno y quedan clasificadas entre las categorías de:

- Externalidades
- Bienes públicos
- Recursos comunes de libre acceso

Donde la ausencia de precio le coloca en una economía de mercado no intervenida, es decir, todos aquellos servicios del medio ambiente que no tienen un precio, por supuesto, con la respectiva degradación ambiental. De esta manera, el agua es uno de estos servicios, a los que no se puede determinar un precio como tal, y le dejan en manos de lo que suceda con el medio ambiente para su preservación y cuidado.

Pero es posible evitar este deterioro, al descubrir el valor económico de las funciones del medio ambiente y, de esa manera, sopesar las ventajas y desventajas de determinada actividad económica que, produciendo un aumento en el bienestar de la sociedad, tienen también un impacto ambiental negativo sobre ellas.

Uno de los problemas más grandes que afecta a las comunidades del Corredor Seco de Guatemala es el poco acceso a las fuentes hídricas y el alto costo de inversión que implicaría la instalación y mantenimiento de los sistemas de captación de agua en ríos, acumulación pluvial o sistemas de pozos. El valor económico toma las características de un precio sombra de la restricción. Es decir, que a pesar de tener un alto costo, se generaría un impacto en beneficio de las comunidades. De tal manera que, es necesario conocer dicho impacto para poder valorar de una manera tangible la relación beneficio costo de invertir en dichos proyectos.

Las funciones del medio ambiente carecen de precio porque no hay un mercado donde se intercambien y unos derechos de propiedad bien definidos sobre ellas. Dicho de otras palabras, mientras un bien no tenga un lugar donde pódolo vender, es porque no tiene un propietario como tal. Y el bien, en este caso el agua, es uno de ellos.

Finalmente, se han buscado posibilidades de ofrecer la privatización del medio ambiente y sus elementos totales, como medio de solución de los problemas ambientales, pero dichas probabilidades son mínimas, ya que las personas solamente explotan el bien para beneficio individual, en lugar de buscar el beneficio de la sociedad completa. Esto solamente haría que el problema fuese mayor, porque provocaría un desbalance en el acceso a los bienes y no se podría controlar en su totalidad, puesto que el agua, es uno de los bienes que se renuevan con algo tan sencillo como la lluvia.

5. SISTEMAS DE PRONÓSTICOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LAS FUENTES HÍDRICAS DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA

Toda variabilidad que existe en determinado sistema puede medirse y llegar a convertirse en un sistema estadístico, el cual permite evaluar cualquier variable y determinar el comportamiento que las variables puedan tener en cualquier situación o en cualquier medio.

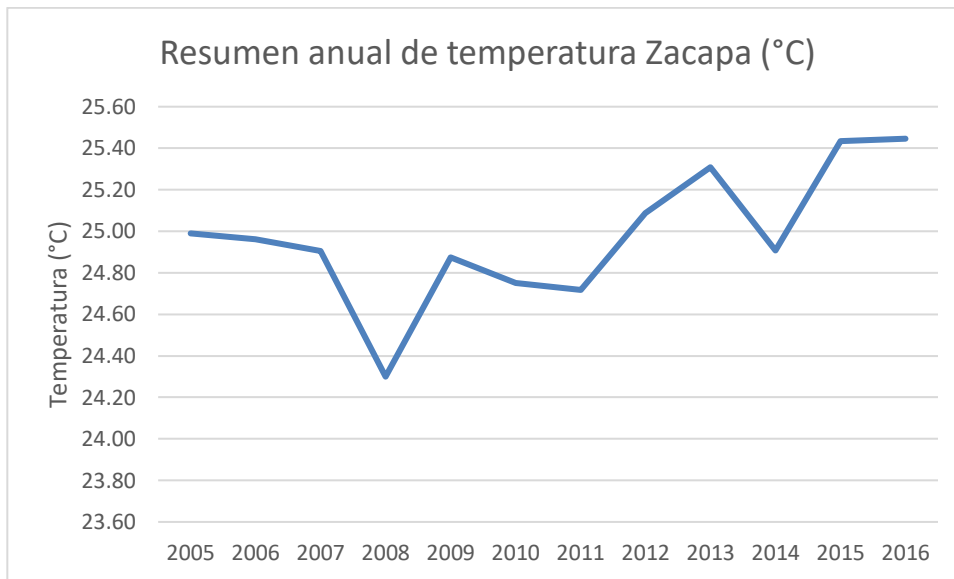
De esta manera, surge la necesidad de trasladar los registros de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala a datos estadísticos, medibles y analizables, que muestren, de una manera numérica, el comportamiento real de dicha variabilidad.

Se toma en cuenta que dicho estudio se delimita a los 7 departamentos de mayor vulnerabilidad en el área del Corredor Seco de Guatemala; Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Baja Verapaz, El Progreso y Chiquimula.

5.1. Estadísticos históricos de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala

El Corredor Seco de Guatemala ha sido una de las áreas más afectadas por el cambio climático del país. Se registra, según el INSIVUMEH, un récord histórico de la variabilidad de las fuentes hídricas, en las cuales la variación que la lluvia puede generar en cada una de las fuentes hídricas un cambio significativo.

Figura 11. **Resumen anual de temperatura Zacapa (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

En el 2005, el departamento de Zacapa registró una temperatura promedio de 24,99 °C, este registro es muy cercano al promedio de temperatura de todo el departamento.

En el período del año 2006 al 2008 se registró una baja en la temperatura, alcanzando en el 2006 una temperatura promedio de 24,96 °C, En el 2007 una temperatura promedio de 24,91 °C y en el 2008 una temperatura promedio de 24,30 °C. Esta es la temperatura más baja que se registró en el período de estudio, el descenso se debió a tormentas tropicales y frentes fríos que afectaron a todo el territorio nacional.

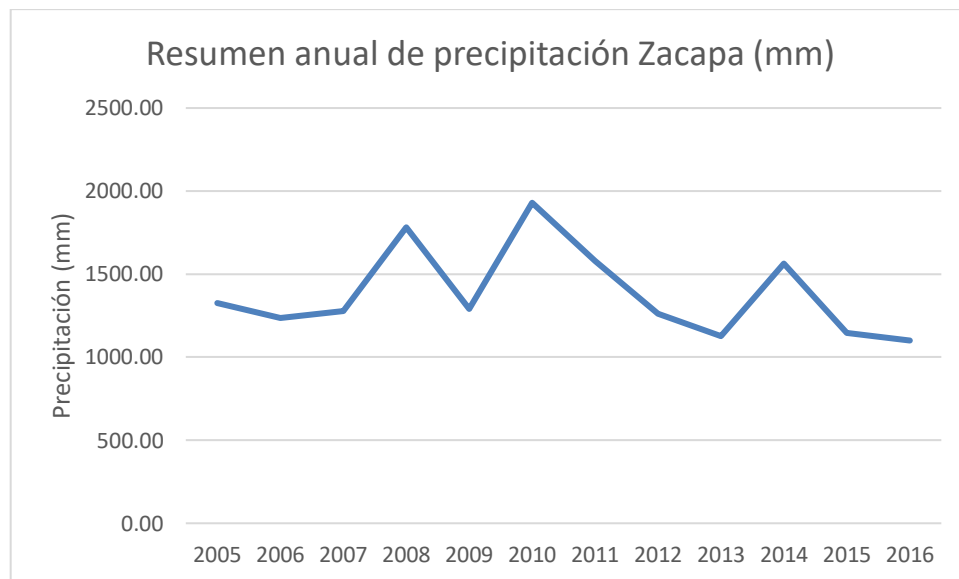
Del año 2009 en adelante se registró un aumento gradual de temperatura teniendo en el rango de los años 2011 una temperatura promedio de 24,72 °C,

en el 2012 una temperatura promedio de 25,09 °C y en el 2013 una temperatura promedio de 25,31 °C,

En el 2014 se registró una baja en la temperatura, alcanzó un promedio de 24,91 °C, debido a bajas de temperatura por frentes fríos que nuevamente se experimentaron en el territorio nacional.

Finalmente, en el 2015 se registra una temperatura promedio de 25,43 °C, esta es la más alta que se registra en el período histórico de temperatura en el departamento de Zacapa. Esto denota que la temperatura en el departamento de Zacapa ha aumentado paulatinamente en el sector.

Figura 12. Resumen anual de precipitación Zacapa (mm)



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

En el 2005 se registró una precipitación promedio de 1 327,25 mm, en el 2006 hubo una disminución ya que se registró una precipitación promedio de

1 235,80 mm, aunque se mantuvo el rango promedio de precipitación. Para el 2007, se registró un pequeño aumento en la precipitación promedio de 1 276,85 mm, en estos últimos 3 años se mantuvo una precipitación promedio con poca variabilidad.

Para el 2008 se registró un aumento significativo en la precipitación promedio de 1 783,00 mm, situación causada por las diferentes tormentas tropicales que se registraron en el territorio nacional. En el 2009, la precipitación promedio registrada fue de 1 289,68 mm, volviendo a la precipitación promedio que se tiene en el departamento de Zacapa.

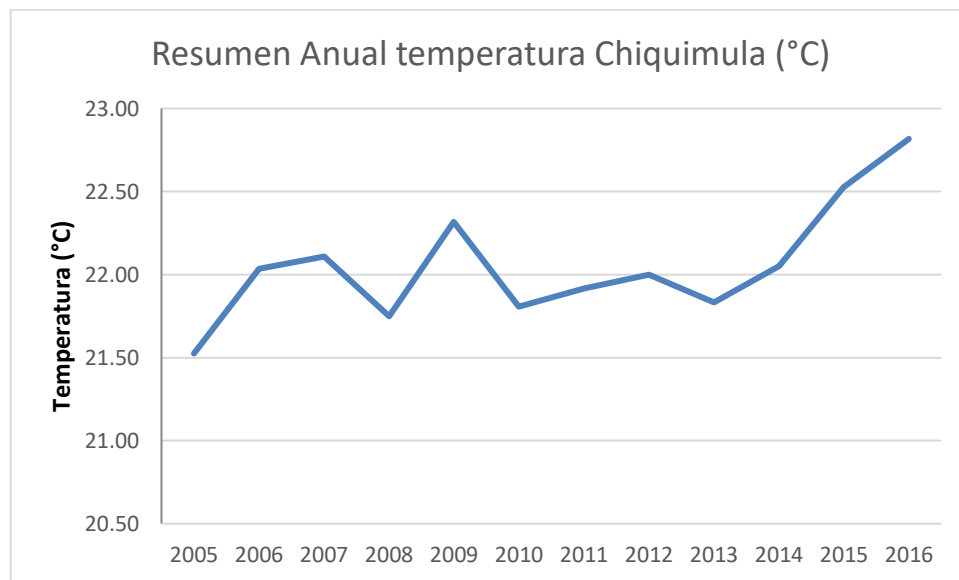
En el 2010 se registró un aumento considerable en la precipitación promedio de 1 929,70 mm, es la más alta registrada en el departamento de Zacapa. En este año se registraron nuevamente tormentas tropicales, que aumentaron considerablemente la precipitación pluvial del departamento. En el 2011 se registró una precipitación promedio de 1 580,80 mm, más baja que la del 2010, pero siempre fue alta. En este caso, también hubo tormentas tropicales.

En el 2012 la precipitación fue de 1 261,95 mm, con lo cual se volvió a la precipitación promedio del departamento de Zacapa. En el 2013 se registró una precipitación promedio de 1 128,05 mm, la baja fue considerable si se compara con el promedio de precipitación del departamento.

En el 2014 se registró una precipitación promedio de 1 562,30 mm, aumento que se refleja gracias a la actividad climática similar a la de los años 2008, 2010 y 2011.

Finalmente, en el 2015 se registró una precipitación promedio de 1 146,45 mm, este fue el año más seco porque registró la menor precipitación del período en estudio.

Figura 13. **Resumen anual de temperatura Chiquimula (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

El departamento de Chiquimula también ha mostrado aumentos en su temperatura en los últimos años. En el 2005 inicia con una temperatura promedio de 21,53 °C, siendo esta la temperatura más baja que se registró en el período de estudio.

En el 2006 registró una temperatura promedio de 22,03 °C, mostró un aumento en relación con el año anterior. Continúa mostrando un aumento en el 2007, donde se registró una temperatura promedio de 22,11 °C. A pesar de notarse un aumento en la temperatura, respecto al año 2005, se mantienen en el registro promedio del departamento de Chiquimula.

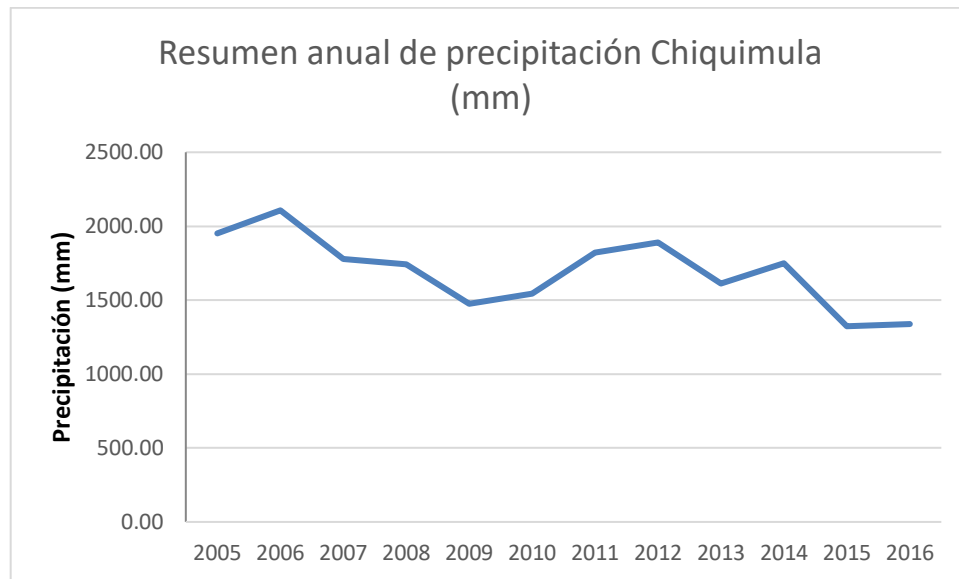
En el 2008 se registró una baja en la temperatura promedio de 21,75 °C, es uno de los registros más bajos del período de estudio. Pero se mantiene en el rango promedio del departamento de Chiquimula.

En el 2009 se registró una temperatura promedio de 22,32 °C, un aumento significativo respecto al año anterior. Este es el registro inicial con temperaturas que superan los 22 °C.

En el 2010 se registró una temperatura promedio de 21,81 °C, mientras que en el 2011 se registró una temperatura promedio de 21,92 °C, en estos últimos años hubo rangos estables. Aunque en el 2012 se registró una temperatura promedio de 22 °C, en el 2013 se registró una temperatura promedio de 21,83 °C y en el 2014 se tuvo un registro de temperatura promedio de 22,05 °C, se considera que se mantienen dentro del rango promedio de temperatura del departamento de Chiquimula.

Finalmente, en el 2015, se registró una temperatura promedio de 22,53 °C, siendo esta la temperatura promedio más alta del período de estudio, demostrando que la temperatura en el departamento de Chiquimula ha mantenido un aumento en los últimos años.

Figura 14. **Resumen anual de precipitación Chiquimula (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

La precipitación pluvial, del departamento de Chiquimula, es otro de los factores que se analizan en estos estadísticos históricos, en el gráfico se puede observar cómo disminuye la cantidad anual de precipitación promedio que recibe el departamento.

En el 2005 se registró una precipitación promedio de 1 950,20 mm, marcando un punto mayor al promedio de la precipitación que normalmente se tiene en el departamento de Chiquimula.

En el 2006 se registró una precipitación promedio de 2 107,10 mm, siendo este el registro más alto en el período de estudio. En este año, la precipitación sobrepasó el rango promedio de lluvia, a diferencia del año anterior y de los años siguientes.

En el 2007 se registró una precipitación promedio de 1 778,40 mm, mientras que en el año 2008 se registró una precipitación promedio de 1 743,80 mm, en estos años hubo una precipitación muy cercana al promedio del departamento. Aun que se observa una baja en la cantidad de precipitación, ambas superan el promedio y se mantienen dentro del rango promedio de precipitación que percibe el departamento de Chiquimula.

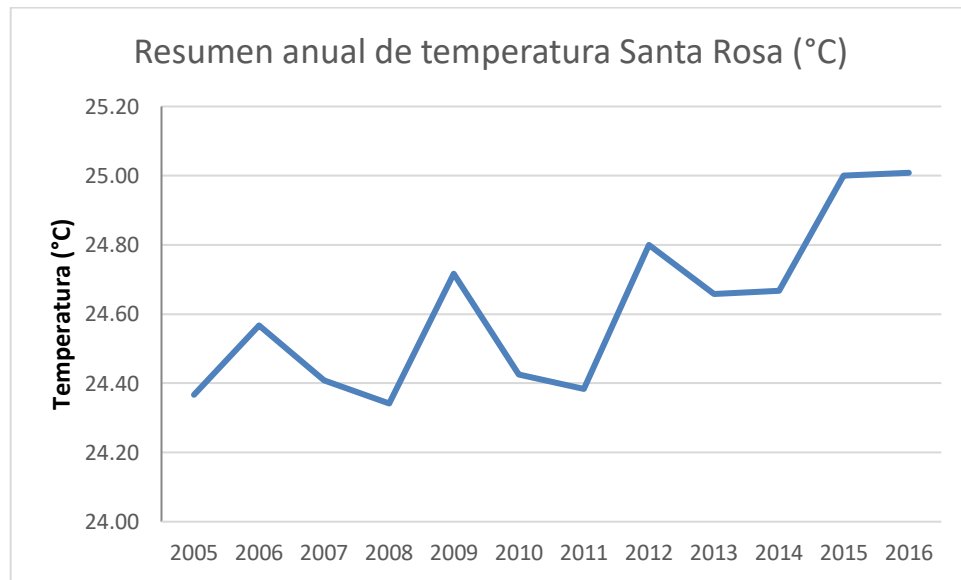
En el 2009 se registró una precipitación promedio de 1 475,60 mm, en este año en particular se registra una baja en la cantidad de precipitación. Se estuvo muy cerca del rango promedio de precipitación que se tiene en el departamento de Chiquimula. Sin embargo, es un registro bajo con respecto a los años anteriores, al igual que el 2010, cuando se registró una precipitación promedio de 1 542,00 mm, quedando muy cerca del rango promedio, pero aún continúa siendo un registro de baja precipitación pluvial.

En el 2011 se registró una precipitación promedio de 1 822,80 mm, similar al año 2012, donde se registró una precipitación promedio de 1 888,70 mm, en estos años, se tuvo un aumento en la cantidad promedio de precipitación, sobrepasando el límite superior del rango promedio de precipitación en el departamento de Chiquimula.

A pesar del aumento de los años anteriores, en el 2013 se registró una precipitación promedio de 1 610,90 mm, cantidad de precipitación considerada dentro del rango promedio de precipitación del departamento de Chiquimula. De la misma manera, en el 2014 se registró una precipitación promedio de 1 750,90 mm, que también se encuentra dentro del rango promedio de precipitación de dicho departamento.

En el 2015 se registra la precipitación más baja del período en estudio. Dicho registro fue de 1 323,30 mm, el 2015 fue el más seco del departamento de Chiquimula.

Figura 15. Resumen anual de temperatura Santa Rosa (°C)



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Otro de los departamentos del Corredor Seco de Guatemala que mantiene un registro histórico en temperatura, es Santa Rosa. En el 2005 se registró una temperatura promedio de 24,37 °C, esta es una de las más bajas en el departamento de Zacapa.

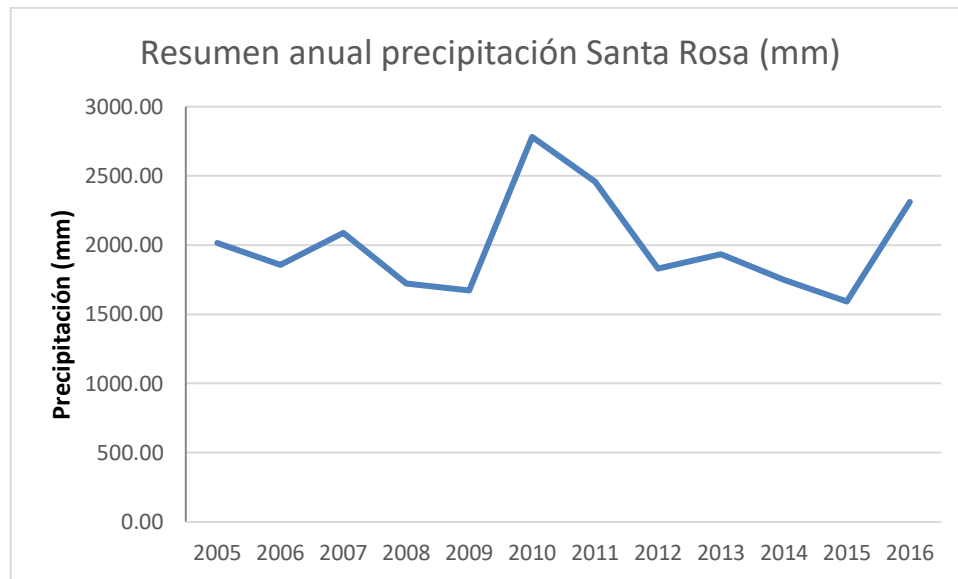
En el 2006 se registró una temperatura promedio de 24,57 °C, aumentó con respecto al 2005. Para el período de los años 2007 y 2008 se registró una temperatura de 24,41 °C para el 2007 y de 24,347 °C para el 2008. El 2008 registró la temperatura más baja del período de estudio.

En el 2009 se registró una temperatura promedio de 24,72 °C, fue un año cálido en la región. En el período de los años 2010 y 2011, se registró una reducción en la temperatura promedio del departamento de Santa Rosa, en el 2010 se registró una temperatura promedio de 24,43 °C y en el 2011 se registró una temperatura promedio de 24,38 °C, siendo el año 2011 uno de los años que registró una temperatura más baja en el departamento de Santa Rosa.

En el 2012 se registró una temperatura promedio de 24,80 °C, este es uno de los registros más cálidos del departamento de Santa Rosa. En los años 2013 y 2014 se registró una baja en la temperatura promedio, que no es significativa, manteniendo el registro por sobre la temperatura promedio del departamento de Santa Rosa.

En el 2015 se registró una temperatura promedio de 25,00 °C, este es el registro más alto del período en estudio, muestra que, en general, la temperatura en el departamento de Santa Rosa mantiene una tendencia en aumento.

Figura 16. **Resumen anual de precipitación Santa Rosa (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

La precipitación pluvial anual del departamento de Santa Rosa es otro de los factores que se analizan en estos datos estadísticos históricos. El gráfico demuestra que la cantidad promedio anual de precipitación que recibe el departamento, disminuye, sin embargo, ha mostrado un aumento, situación que contrasta con los otros departamentos del Corredor Seco.

En el 2005 se registró una precipitación promedio anual de 2 016.80 mm, registrando una precipitación similar a la precipitación promedio del departamento de Santa Rosa en el período de estudio.

En el 2006 se registró una precipitación promedio anual de 1 856,90 mm, la cantidad de precipitación promedio anual del departamento de Santa Rosa se redujo. En el 2007 se registró una precipitación promedio anual de 2 090,00 mm, que registra un aumento en la cantidad de precipitación promedio que se tiene

en el departamento, llegando con la misma nuevamente a los registros promedio del período en estudio.

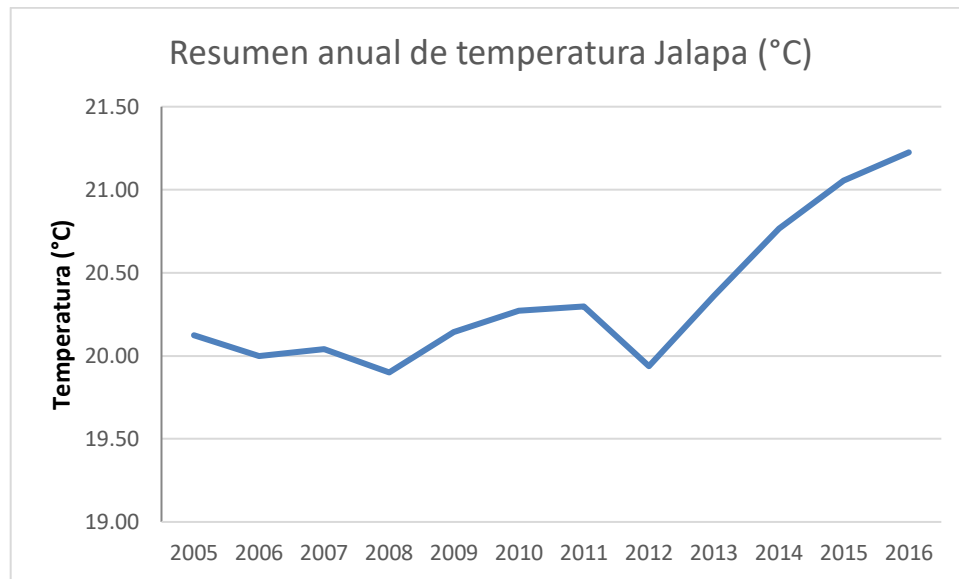
En el período del 2008 al 2009, se registró una reducción en la cantidad de precipitación promedio anual del departamento de Santa Rosa. En el 2008 se registró una precipitación promedio anual de 1 723,60 mm, y en el 2009 se registró una precipitación promedio anual de 1 671,10 mm, el último es uno de los registros más bajos del departamento en el período de estudio, del 2005 al 2015.

En el 2010 se registró una precipitación promedio anual de 2 781,70 mm, dicho registro es el más alto en todo el período 2005-2015, la diferencia es significativa con el promedio total del departamento de Santa Rosa.

En los años 2011 y 2012 se registró una reducción en la precipitación promedio anual del departamento, en el 2011 se registró una precipitación promedio anual de 2 457,10 mm, se mantuvo significativamente sobre la precipitación promedio del departamento de Santa Rosa. A diferencia del 2012 que se registró una precipitación promedio de 1 829.90 mm, registro que se encuentra bajo el promedio del departamento.

En el 2013 se registró una precipitación promedio de 1 934,80 mm, teniendo un pequeño aumento con respecto al año 2012. Sin embargo, en el año 2014 y 2015 se registró una caída en la cantidad de precipitación promedio anual. En el 2014 se registró una precipitación promedio de 1 748,60 mm, registro que está por debajo de la cantidad promedio del departamento de Santa Rosa. Y en el 2015 se registró una precipitación promedio de 1 592,60 mm, siendo este el registro más bajo del departamento, en el período de estudio.

Figura 17. **Resumen anual de temperatura Jalapa (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

La temperatura en el departamento de Jalapa ha mostrado un aumento en los últimos años, tal como lo muestra el gráfico, sin embargo, ha mostrado un comportamiento oscilante, tendiendo en el período del 2012 al 2015 un aumento constante, alcanzando temperaturas fuera de las acostumbradas en el departamento.

En el 2005 se registró una temperatura promedio anual de 20,13 °C, temperatura muy próxima al promedio del departamento de Jalapa, situación muy similar en el 2006 donde se registró una temperatura promedio anual de 20,00 °C, mostrando una baja en la temperatura.

En el 2007 se registró una temperatura promedio anual de 20,04 °C, en este año se mostró un pequeño aumento en la temperatura del departamento de

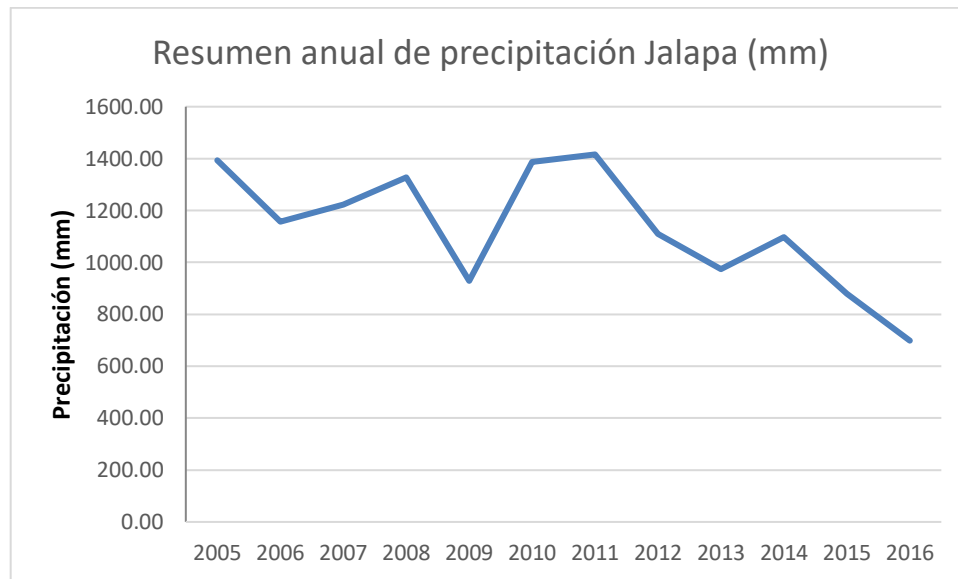
Jalapa. Sin embargo, se mantiene muy cercana a la temperatura promedio del 2006.

En el 2008 se registró una temperatura promedio anual de 19,90 °C, siendo este año, el año que registró la temperatura más baja en el período de análisis. Para el 2009 se registró un aumento en la temperatura promedio anual teniendo un registro de 20,14 °C, situación similar en los años 2010 y 2011, cuando se registró un aumento en la temperatura promedio anual. En el 2010 se registró una temperatura promedio anual de 20,27 °C y en el 2011 se registró una temperatura promedio anual de 20,30 °C.

En el 2012 se registró una temperatura promedio anual de 19,94 °C, se tuvo una baja en el registro promedio y siendo el 2012 el segundo año con el registro más bajo del período de estudio.

En los años 2013 al 2015 se hace evidente un aumento en la temperatura y marca la tendencia de los últimos años. En el 2013 se registró una temperatura promedio anual de 20,36 °C, muestra el inicio del aumento de la temperatura en comparación al 2012. En el año 2014 se registró una temperatura promedio anual de 20,76 °C y finalmente en el 2015 se registró una temperatura promedio anual de 21,05 °C, siendo este el registro más alto del período de estudio.

Figura 18. Resumen anual de precipitación Jalapa (mm)



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

En el departamento de Jalapa, se ha registrado un comportamiento similar al de los otros departamentos del área del Corredor Seco de Guatemala, iniciando en el 2005 con una precipitación promedio anual de 1 394,05 mm, este es el segundo registro más alto en dicho departamento.

En el 2006 se registró una precipitación promedio anual de 1 157,80 mm, mostró una baja en la precipitación promedio del departamento, pero se mantuvo muy cercana a la precipitación promedio del departamento en el período de estudio.

En los años 2007 y 2008 se registró un aumento en la precipitación promedio anual, en el 2007 se registró una precipitación promedio anual de 1 223,50 mm y en el año 2008 se registró una precipitación promedio anual de 1 328,25 mm.

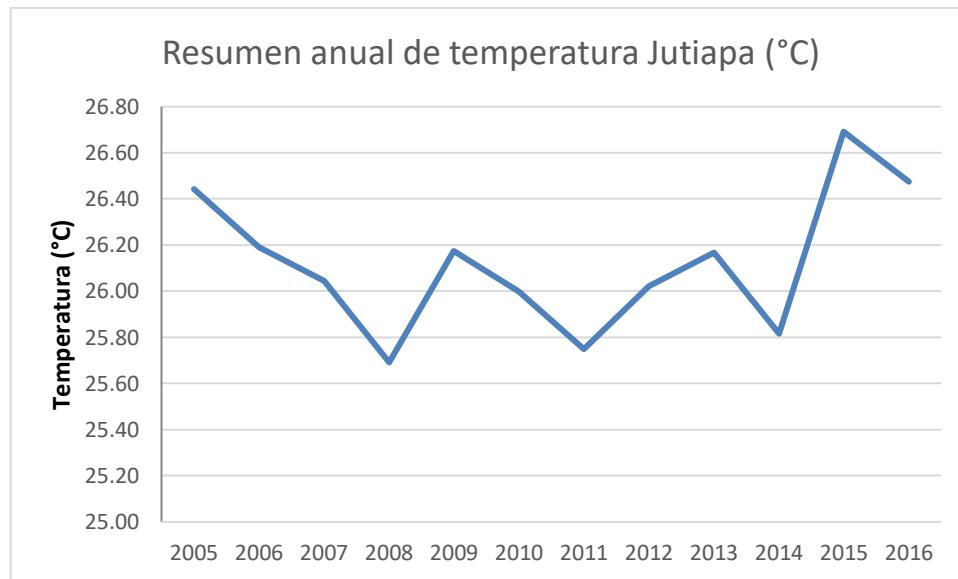
En el 2009, a pesar de las temperaturas bajas, se registró una baja considerable en la precipitación del departamento, el promedio anual fue de 928,48mm este fue el segundo registro más bajo en la precipitación anual del departamento.

En los años 2010 y 2011 se registró un aumento en la precipitación promedio anual, incluso en el 2011 se registró la precipitación promedio anual más alta del período en estudio. En el 2010 se registró una precipitación promedio anual de 1 386,95 mm y en el 2011 se registró una precipitación promedio anual de 1 416,00 mm.

En los años 2012 y 2013 se registró una disminución en la precipitación promedio anual, en el año 2012 se registró una precipitación promedio anual de 1 109,88 mm, a pesar de la disminución, se encuentra muy cercana a la precipitación promedio en el período de estudio. En el 2013 se registró una precipitación promedio anual de 974.80 mm, siendo este uno de los registros más bajos que se tienen en el departamento.

En el 2014 se registró una precipitación promedio anual de 1 096,83 mm, un aumento en relación con los últimos dos años anteriores, mientras que en el 2015 se registró una precipitación promedio anual de 878,85 mm; este es el registro más bajo del período en estudio del departamento.

Figura 19. Resumen anual de temperatura Jutiapa (°C)



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Otro de los departamentos que muestran una variación en su temperatura es Jutiapa, en el 2005 registró una temperatura promedio anual de 26,44 °C, uno de los registros más altos del departamento de Jutiapa.

En los años 2006, 2007 y 2008 se registró una baja en la temperatura, iniciando en el 2006 donde se registró una temperatura promedio anual de 26,19 °C, es un registro muy cercano al promedio del período en estudio, en el 2007 se registró una temperatura promedio anual de 26,05 °C, que también es un registro bastante cercano al registro promedio del período en estudio, en el 2008 se registró una temperatura promedio anual de 25,69 °C, alcanzó el registro más bajo de temperatura promedio del período en estudio del departamento de Jutiapa.

En el 2009 se registró una temperatura promedio anual de 26,18 °C, aumentó la temperatura promedio anual y estuvo muy cercana al registro promedio del período en estudio.

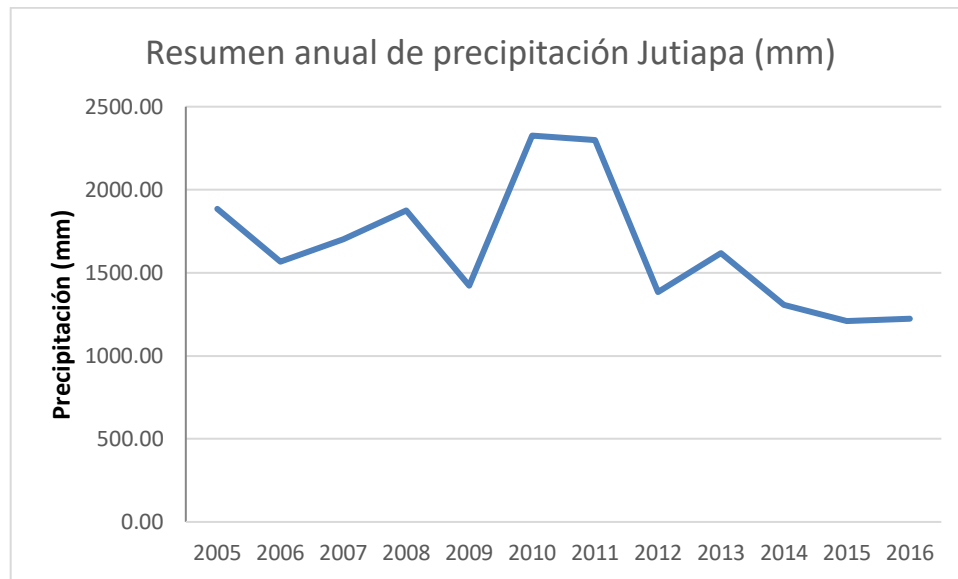
En el 2010 se registró una disminución en la temperatura promedio anual con respecto al año anterior, se registró 26,00 °C, tendencia que se mantiene para el 2011, donde también se registra una disminución en la temperatura promedio anual, registrando 25,75 °C.

En los años 2012 y 2013 se registró un aumento en la temperatura promedio anual. En el 2012 se registró una temperatura promedio anual de 26,02 °C, y en el 2013 se registró una temperatura promedio anual de 26,17 °C.

En el 2014 se registró una disminución en la temperatura promedio anual, registró 25,82 °C, este es uno de los registros más bajos del departamento de Jutiapa.

En el 2015 se registró uno de los aumentos más significativos en la temperatura promedio anual del departamento de Jutiapa, registró 26,69 °C, este el registro es el más alto en la temperatura promedio del departamento, en el período de estudio.

Figura 20. **Resumen anual de precipitación Jutiapa (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

El departamento de Jutiapa ha mostrado una variabilidad significativa en cuanto a las precipitaciones promedio anuales, inició en el 2005 con una precipitación promedio anual de 1 886,27 mm siendo este uno de los registros más altos del departamento.

En el 2006 se registró una precipitación promedio anual de 1 565,58 mm, registró una reducción en la cantidad de precipitación promedio del departamento de Jutiapa.

En los años 2007 y 2008 se registró un aumento en la cantidad de precipitación promedio anual, con respecto al año 2006. En el 2007 se registró una precipitación promedio anual de 1 701,05 mm, está muy cerca de la cantidad de precipitación promedio del período en estudio. En el 2008 se registró una

precipitación promedio anual de 1 874,90 mm, se mantuvo en estos años un promedio de precipitación en crecimiento.

Sin embargo, en el 2009 se registró una precipitación promedio anual de 1 424,00 mm, siendo este registro una baja en función de los años anteriores. Mostró una variabilidad alta en el departamento de Jutiapa.

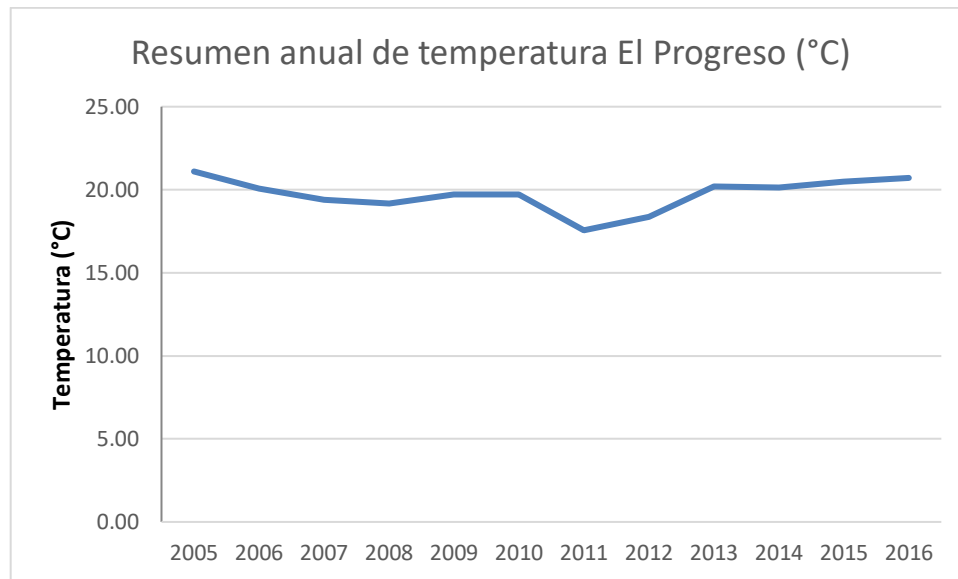
En el 2010 se registró un aumento en la cantidad de precipitación promedio anual, alcanzó 2 325,98 mm, este es el registro más alto en el departamento de Jutiapa, durante el período 2005-2015.

En los años 2011 y 2012 se registró una baja en la cantidad de precipitación promedio anual, En el 2011, aunque no es una diferencia considerable con respecto al 2010, se registró una precipitación promedio anual de 2 298,95 mm, este es el segundo registro más alto del departamento, en el período de estudio. Mientras que en el 2013 se registró una baja considerable en la cantidad promedio anual, registrando 1 382,50 mm, registro que se mantiene por debajo del promedio de precipitación anual del departamento.

En el 2013 se registró un alza en la cantidad de precipitación promedio anual, registrando 1 619,80 mm, alcanzó un registro muy cercano al promedio del departamento en el período de estudio.

En los años 2014 y 2015 se registró una baja en la cantidad de precipitación promedio anual, en el 2014 se registró una precipitación promedio anual de 1 307,05 mm, este es el segundo registro más bajo en el período 2005-2015. Mientras que en el 2015 se registró una precipitación promedio anual de 1 209.25 mm, siendo este el registro más bajo del departamento, en el período en estudio.

Figura 21. **Resumen anual de temperatura El Progreso (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

El Progreso ha sido el departamento que muestra menor variabilidad en la temperatura. En el 2005 se registró una temperatura promedio anual de 21.10 °C, siendo este el registro más alto en el departamento, en el período de estudio.

En el período de los años 2006 al 2008, se registró una baja en la temperatura promedio anual. En el 2006 se registró una temperatura promedio anual de 20,07 °C, registro que se mantiene por arriba de la temperatura promedio del departamento El Progreso. En el 2007 se registró una temperatura promedio anual de 19,41 °C, registro que se encuentra por debajo del promedio del departamento, en el período de análisis, situación similar en el 2008 que registró una temperatura promedio anual de 19,16 °C.

En los años 2008 y 2009 se registró un aumento en la temperatura promedio, alcanzando los 19,70 °C, en el 2008, dicho registro es muy cercano al promedio del departamento El Progreso. Mientras que en el 2009 se registró una temperatura promedio anual de 19,72 °C, iguala al registro promedio del departamento, en el período 2005-2015.

En el 2010 se registró una temperatura promedio anual de 17,56 °C, con este registro se clasifica como el año con menor temperatura del departamento El Progreso.

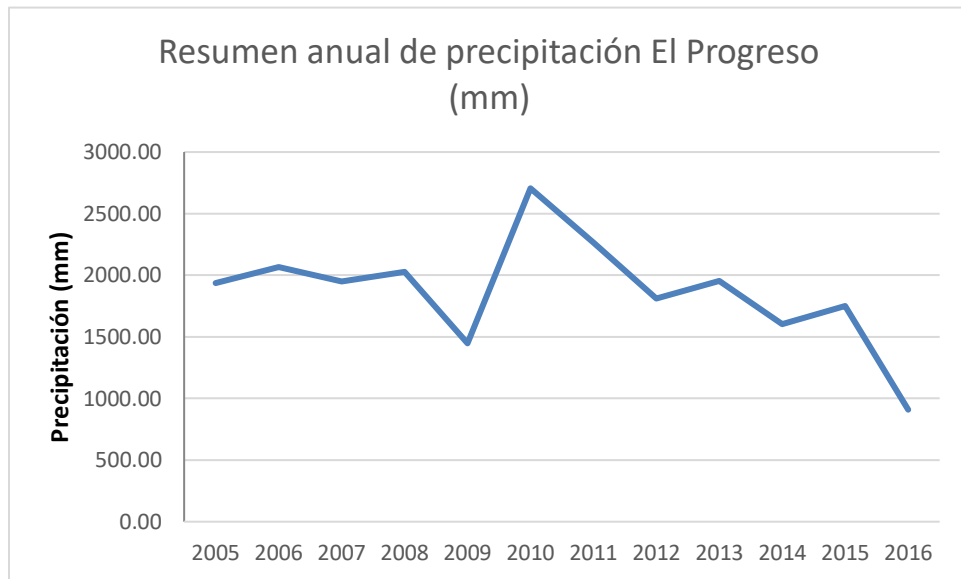
En el 2011 se registró una temperatura promedio anual de 18,37 °C, mostrando un aumento, respecto al año 2010, sin embargo, este es el segundo registro más bajo que se tiene en el departamento El Progreso, en el período de estudio.

En los años 2012 y 2013, se registró un aumento en la temperatura promedio anual. En el 2012 se registró una temperatura promedio anual de 18,37 °C, esta temperatura es baja con respecto al promedio del departamento El Progreso. En el 2013 se registró una temperatura promedio anual de 20,20 °C, este es uno de los registros más altos del departamento, en el período 2005-2015.

En el 2014 se registró una pequeña disminución en el registro de temperatura promedio anual, con respecto al año anterior, con un promedio de 20,14 °C, sin embargo, se mantiene sobre la temperatura promedio del departamento El Progreso.

En el 2015 se registró una temperatura promedio anual de 20,48 °C, siendo este el segundo registro más alto en el departamento El Progreso, en el período de estudio.

Figura 22. **Resumen anual de precipitación El Progreso (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Otra de las variables que se analizarán en el departamento El Progreso es la precipitación promedio anual que se registró en el período del año 2005 al 2015. En el 2005 se registró una precipitación promedio anual de 1 936.80 mm, registro que se encuentra muy cercano al promedio del departamento.

En el 2006 se registró un aumento en la precipitación promedio anual, sobrepasando el promedio del período, se registraron 2 067,50 mm. Para el 2007 se registró una disminución, con respecto al año anterior, se registró una precipitación promedio anual de 1 950,40 mm, registro que se encuentra muy próximo al registro promedio del departamento El Progreso.

En el 2008 se registró una precipitación promedio anual de 2 028,70 mm, mostrando un aumento de la cantidad de precipitación promedio anual, sobrepasó el registro promedio del departamento, en el período en estudio.

En el 2009 se registró una precipitación promedio anual de 1 445,60 mm, muestra una disminución significativa, este es el registro más bajo en el departamento El Progreso, en el período 2005-2015.

En el 2010, a diferencia del año 2009, se registró una precipitación promedio anual de 2 705,60 mm, este es el registro más alto en el departamento El Progreso, sobrepasando el promedio del departamento.

En los años 2011 y 2012, se registró una disminución en la precipitación promedio anual. En el 2011 la precipitación promedio anual fue de 2 267,70 mm, menor que el año 2010, sobre el promedio del departamento. En el 2012 se registró una precipitación promedio anual de 1 811,60 mm, registro que le deja en el rango promedio del departamento.

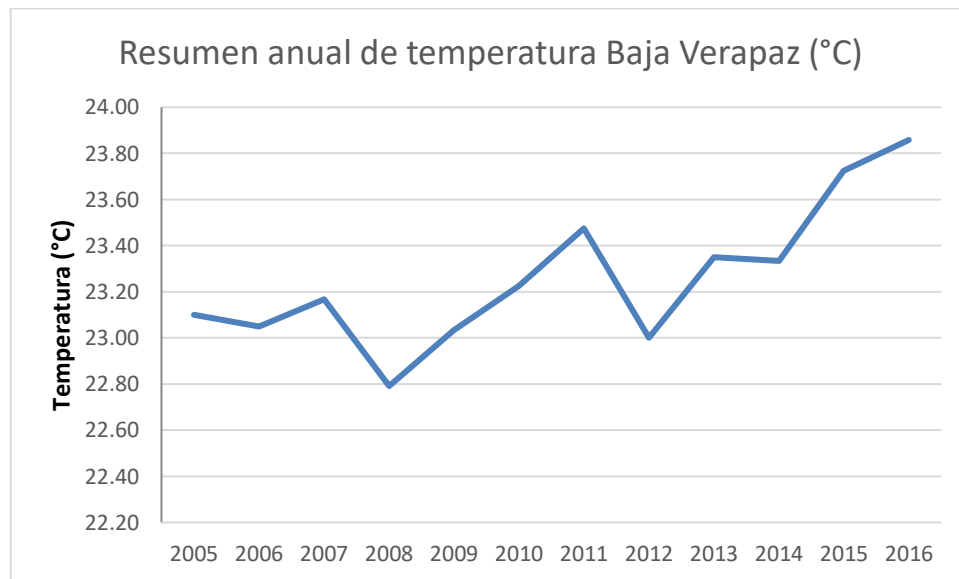
En el 2013, se registró un aumento en la precipitación promedio anual, con un registro de 1 955.30 mm, aunque se muestra un aumento, aún está dentro del promedio del departamento, en el municipio El Progreso.

En el 2014 se registró una precipitación promedio anual de 1 604,10 mm, registro que muestra una reducción en la cantidad de precipitación promedio del departamento, este es el segundo registro más bajo en el departamento El progreso, en el período en estudio.

En el 2015 se registró una precipitación promedio anual de 1 748,70 mm, dicho registro muestra un aumento en la cantidad de precipitación promedio del

departamento El Progreso. A pesar del aumento, el registro se mantiene por debajo del promedio en dicho departamento.

Figura 23. **Resumen anual de temperatura Baja Verapaz (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Baja Verapaz ha sido uno de los departamentos que más variabilidad en su temperatura ha registrado. En el 2005 registró una temperatura promedio anual de 23,10 °C, este dato está por debajo del rango promedio del departamento.

En el 2006 se registró una temperatura promedio anual de 23,05 °C, dato que muestra una reducción en el promedio de temperatura, es cercano al rango promedio del departamento.

En el 2007 se registró un aumento en la temperatura promedio anual, con un registro de 23,17 °C, que se mantiene dentro del rango promedio del departamento de Baja Verapaz.

En el 2008 se registró una disminución considerable en la temperatura promedio anual, registrando 22,79 °C, este el registro es más bajo en la temperatura promedio del departamento de Baja Verapaz, en el período de estudio.

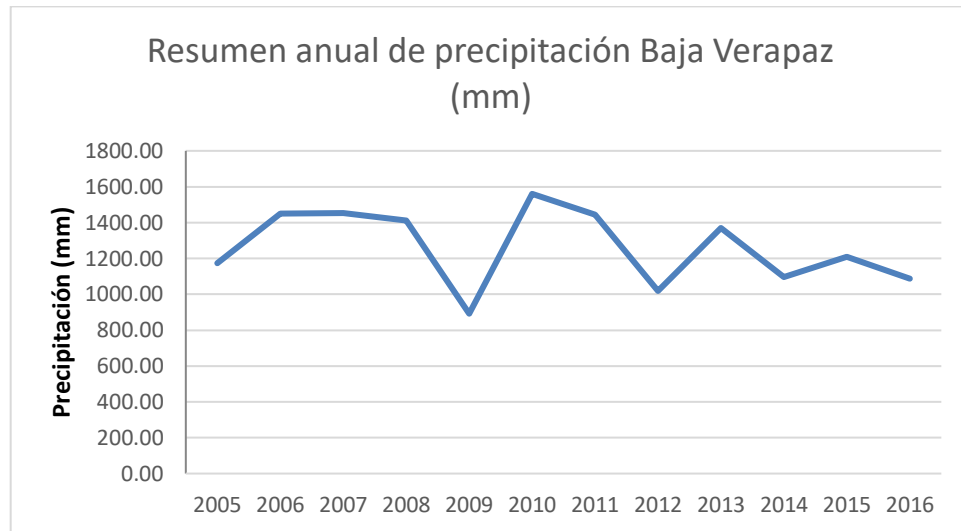
En los años 2009, 2010 y 2011 se registró un aumento en la temperatura promedio anual. En el 2009 se registró una temperatura promedio anual de 23,03 °C, registro que se ubica cercano al límite inferior del promedio del departamento de Baja Verapaz. En el 2010 se registró una temperatura promedio anual de 23,23 °C, temperatura que se encuentra dentro de la temperatura promedio del departamento. En el 2011 se registró una temperatura promedio anual de 23,48 °C, este es el segundo registro más alto en el departamento de Baja Verapaz.

En el 2012 se registró una temperatura promedio anual de 23,00 °C, registro que denota una reducción en el registro promedio, estando por debajo del límite inferior del rango promedio del departamento.

En el 2013 se registró un aumento en la temperatura promedio anual, este se encuentra dentro del rango promedio del departamento con un registro de 23,35 °C. En el 2014 se registró una temperatura promedio anual de 23,33 °C, registro que muestra una disminución con respecto al año 2013, pero también se mantiene dentro del rango de temperatura promedio del departamento de Baja Verapaz.

En el 2015 se registró una temperatura promedio anual de 23.73 °C, siendo este registro, el más alto del departamento de Baja Verapaz.

Figura 24. **Resumen anual de precipitación Baja Verapaz (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Una de las variables en análisis es la precipitación promedio anual que se tiene en el departamento de Baja Verapaz. En el 2005 se registró una precipitación promedio anual de 1 173,70 mm, la cual está dentro del rango promedio del departamento.

En los años 2006 y 2007, se registró un aumento en la precipitación promedio anual. Para el 2006 se registró una temperatura promedio anual de 1 450,00 mm, este es año uno de los más lluviosos en el período en estudio. En el 2007 se registró una temperatura promedio anual de 1 451,70 mm, este registro es el segundo más alto en el departamento de Baja Verapaz, en el período 2005-2015.

En los años 2008 y 2009, se registró una disminución en la precipitación promedio anual. En el 2008 se registró una precipitación promedio anual de 1 412.70 mm. En el 2009 se registró una precipitación promedio anual de 891.90 mm, siendo el 2009 el más bajo del departamento de Baja Verapaz, en el período en estudio.

En el 2010 se registró un aumento considerable en la precipitación promedio anual del departamento de Baja Verapaz. Se registró una precipitación promedio anual de 1 560,10 mm, siendo este el registro más alto en el departamento, durante el período 2005-2015.

En los años 2011 y 2012, se registró una disminución en la precipitación promedio anual del departamento de Baja Verapaz. En el 2011 se registró una precipitación promedio anual de 1 444,10 mm, registro que se ubica sobre el promedio del departamento. En el 2012 se registró una temperatura promedio anual de 1 019,80 mm, este es el segundo registro más bajo en el departamento, en el período en estudio.

En el 2013 se registró un aumento en la precipitación promedio anual con 1 369.80 mm, un aumento respecto al año 2012, registro que se mantiene sobre el límite superior del rango promedio de precipitación promedio del departamento de Baja Verapaz.

En el 2014 se registró una precipitación promedio anual de 1 095.10 mm, registro que muestra una disminución en la cantidad de precipitación promedio, siendo este uno de los más bajos del departamento, en el período en estudio.

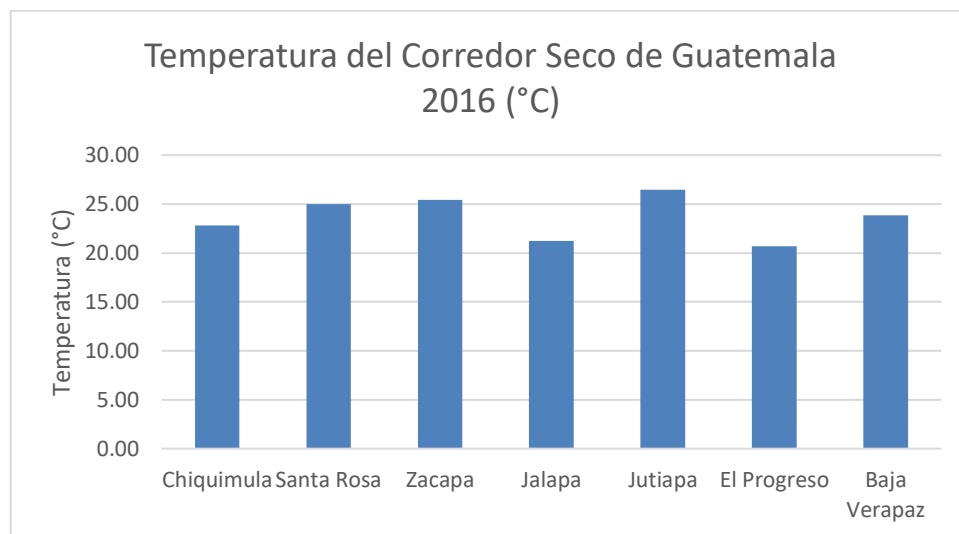
Para el 2015 se registró una precipitación promedio anual de 1 208.20 mm, denota un aumento que coloca el registro dentro del rango de precipitación promedio del departamento.

5.2. Condiciones estadísticas actuales de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala

El análisis de los estadísticos actuales incluye los datos correspondientes al año 2016 que, junto a los datos históricos constituyen la realidad que se mantiene en el área del Corredor Seco de Guatemala.

Dicho análisis es necesario, puesto que, cuantos más datos se tengan y compuestos de datos actuales, proporcionan un análisis completo de la situación que se vive en los departamentos que integran el Corredor Seco de Guatemala.

Figura 25. **Temperatura del Corredor Seco de Guatemala 2016 (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

En el 2016 se registraron las temperaturas promedio anuales de los departamentos que integran el Corredor Seco de Guatemala. En el departamento de Chiquimula se registra una temperatura promedio anual de 22,82 °C, ubicando al departamento en el quinto lugar de calor del sector del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Santa Rosa registra una temperatura promedio anual de 25,01 °C, ubica al departamento de Santa Rosa en el tercer lugar de calor del sector del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Zacapa registra una temperatura promedio anual de 25.45 °C, el departamento de Zacapa es el segundo más cálido del área del Corredor Seco de Guatemala.

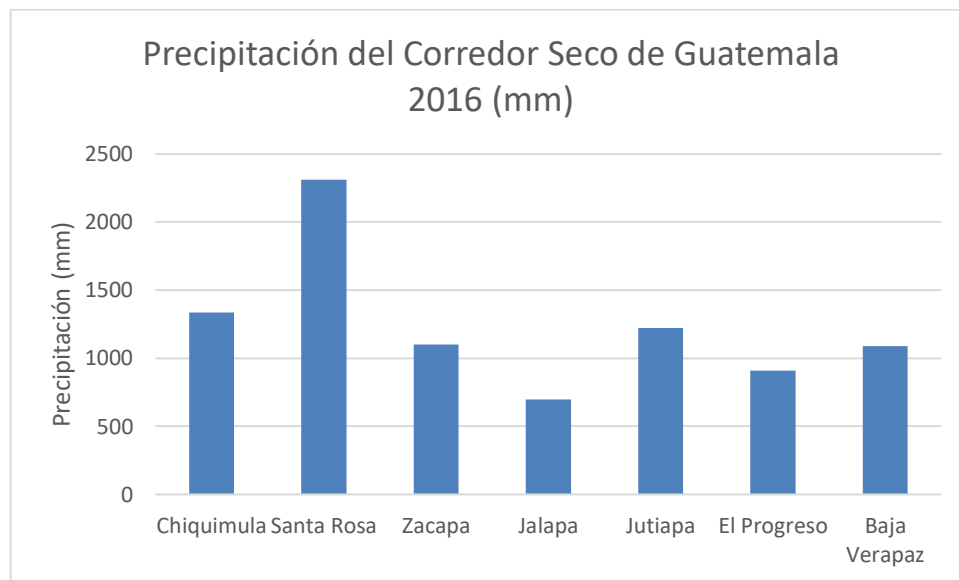
Jalapa es uno de los departamentos menos cálidos con una temperatura promedio anual de 21,23 °C, registro que ubica al departamento de Jalapa en el sexto lugar de calor del área del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Jutiapa, durante el año 2016, fue el más cálido del área del Corredor Seco de Guatemala. Se registró una temperatura promedio anual de 26,48 °C, que coloca al departamento de Jutiapa en el primer lugar de calor del área del Corredor Seco de Guatemala.

El Progreso fue el departamento menos cálido del área del Corredor Seco de Guatemala, está en el séptimo lugar de calor del área del Corredor Seco de Guatemala, con un registro de temperatura promedio anual de 20,71 °C.

Finalmente, el departamento de Baja Verapaz registra una temperatura promedio anual de 23.86 °C, coloca al departamento de Baja Verapaz en el cuarto lugar de calor del sector del Corredor Seco de Guatemala.

Figura 26. **Precipitación del Corredor Seco de Guatemala 2016 (mm)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

La precipitación pluvial, es otra de las variables que se analizan del año 2016. En el departamento de Chiquimula se registró una precipitación promedio anual de 1 336,40 mm, este es el segundo departamento que recibió más lluvia en el 2016.

El departamento de Santa Rosa registra una precipitación promedio anual de 2 310,20 mm. Este departamento está en el primer lugar de precipitación pluvial del área del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Zacapa registra una precipitación promedio anual de 1 100,30 mm, lo coloca en el cuarto lugar de precipitación pluvial del sector del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Jalapa es el departamento que menos precipitación pluvial recibió durante el 2016, registró una precipitación promedio anual de 698,48 mm, colocándole en el séptimo lugar de precipitación pluvial del área del Corredor Seco de Guatemala.

El departamento de Jutiapa registró una precipitación promedio anual de 1 222,45 mm, esto lo coloca en el tercer lugar de precipitación pluvial del área del Corredor Seco de Guatemala, este es el departamento de los que más lluvia recibió en el área.

El Progreso es uno de los departamentos que menos precipitación pluvial registraron, se ubica en el sexto lugar de precipitación pluvial del área del Corredor Seco de Guatemala, registrando una precipitación promedio anual de 909.20 mm.

Finalmente, el departamento de Baja Verapaz registra una precipitación promedio anual de 1 087,40 mm, ubicándose en el quinto lugar de precipitación pluvial del sector del Corredor Seco de Guatemala.

5.3. Sistema de pronósticos de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala

En la situación específica de cada uno de los departamentos que integran el área del Corredor Seco de Guatemala, es necesario crear un sistema de pronósticos independiente para cada departamento, puesto que las condiciones

climáticas que se tienen varían según su localización geográfica, temperatura, vulnerabilidad a tormentas, entre otros.

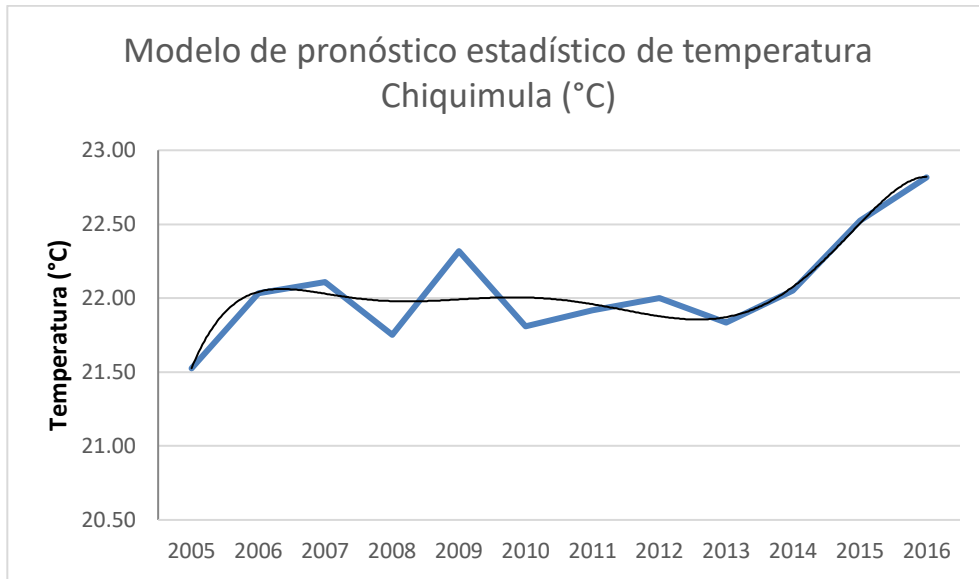
De tal manera que se proponen los siguientes modelos de pronósticos matemáticos para tener un estimado de la cantidad de precipitación pluvial y la temperatura esperada en el futuro.

Como resultado, se presentan los 14 modelos de pronósticos estadísticos, que se realizaron por medio de una regresión polinómica, puesto que dichas curvas se aproximan de mejor manera al comportamiento variable de los datos utilizados en dicho estudio. Dichos datos muestran el comportamiento natural de las variables de temperatura y precipitación pluvial en los departamentos del Corredor Seco de Guatemala que se tienen en estudio.

Para todos los modelos se tiene como variable independiente el tiempo, que es medido en años, utilizando como año inicial el año 2005, permitiendo que los modelos propuestos puedan ser utilizados en años posteriores.

A continuación, se presentan los modelos correspondientes a la variable de temperatura para cada uno de los departamentos en estudio del Corredor Seco de Guatemala.

Figura 27. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Chiquimula (°C)**



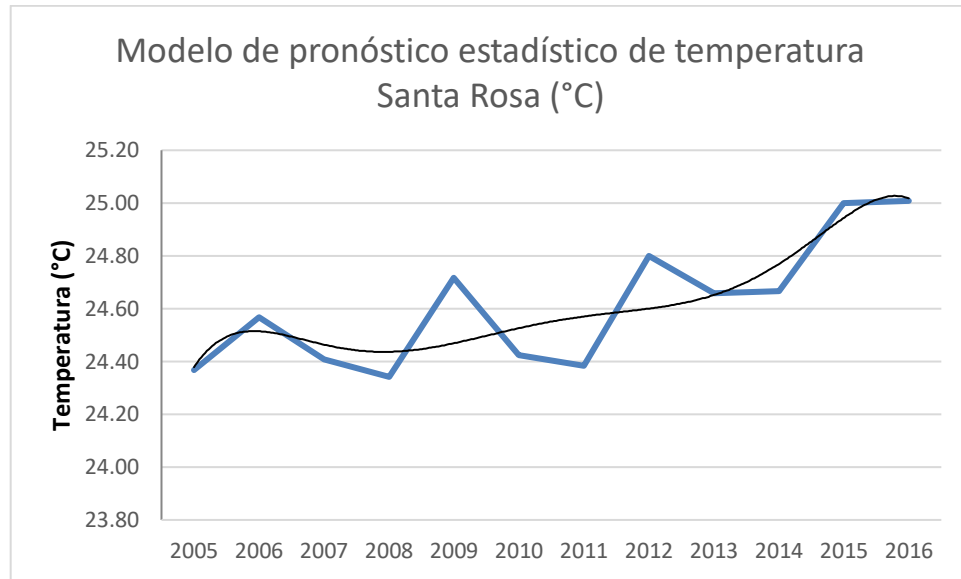
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -0.0001*(A-2004)^6 + 0.0042*(A-2004)^5 - 0.0642*(A-2004)^4 + 0.4898*(A-2004)^3 - 1.9434*(A-2004)^2 + 3.7586*(A-2004) + 19.281$	0.8384	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 28. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Santa Rosa (°C)**



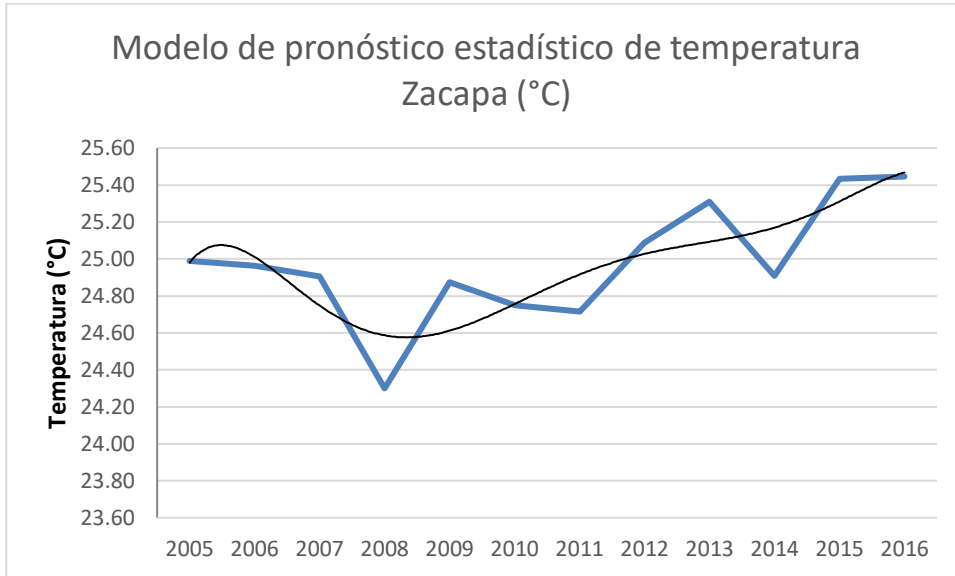
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -5E-05*(A-2004)^6 + 0.0018*(A-2004)^5 - 0.0281*(A-2004)^4 + 0.2141*(A-2004)^3 - 0.8247*(A-2004)^2 + 1.4801*(A-2004) + 23.535$	0.7188	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 29. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Zacapa (°C)**



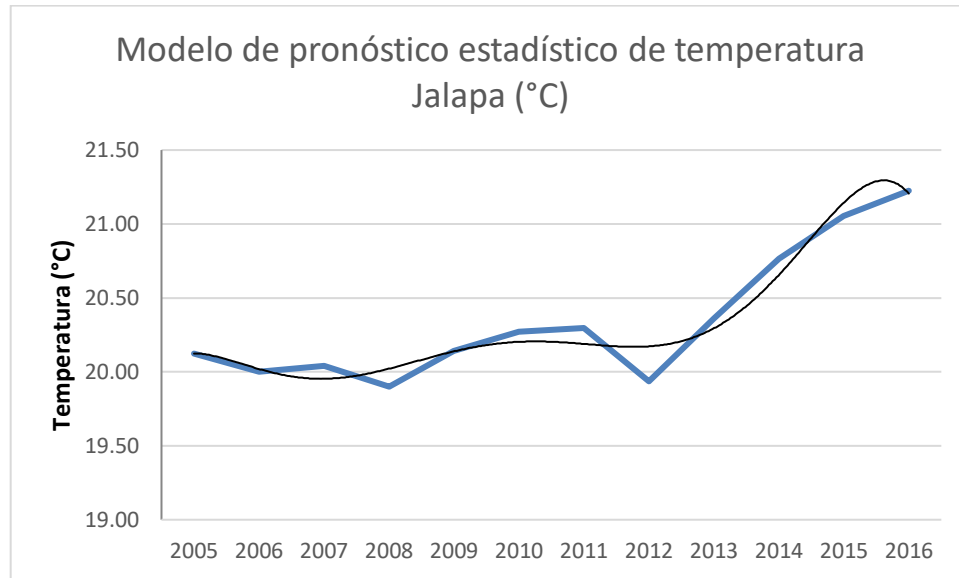
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -6E-05*(A-2004)^6 + 0.0026*(A-2004)^5 - 0.0433*(A-2004)^4 + 0.352*(A-2004)^3 - 1.3889*(A-2004)^2 + 2.3054*(A-2004) + 23.754$	0.6941	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 30. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Jalapa (°C)**



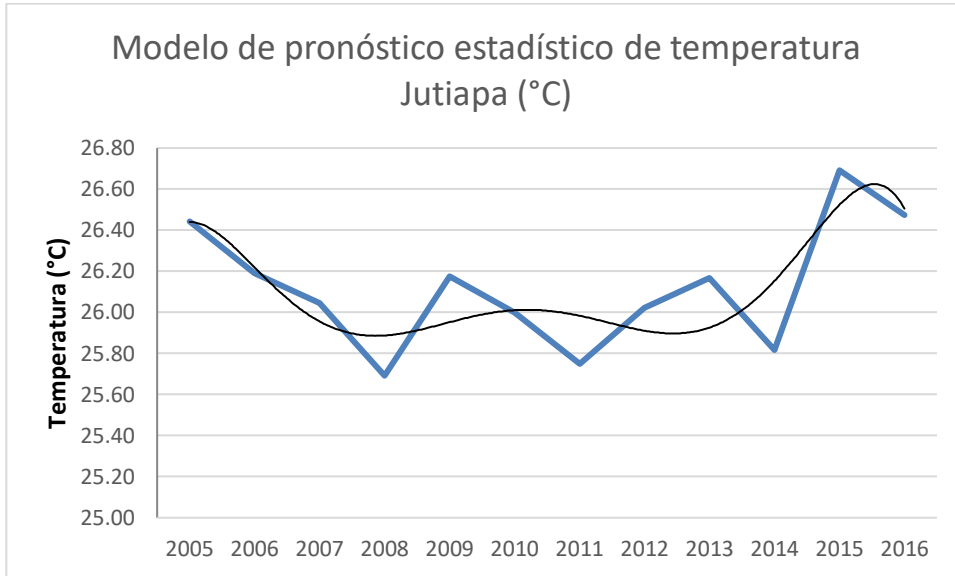
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -9E-05*(A-2004)^6 + 0.0033*(A-2004)^5 - 0.0433*(A-2004)^4 + 0.2695*(A-2004)^3 - 0.779*(A-2004)^2 + 0.8994*(A-2004) + 19.775$	0.9438	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 31. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Jutiapa (°C)**



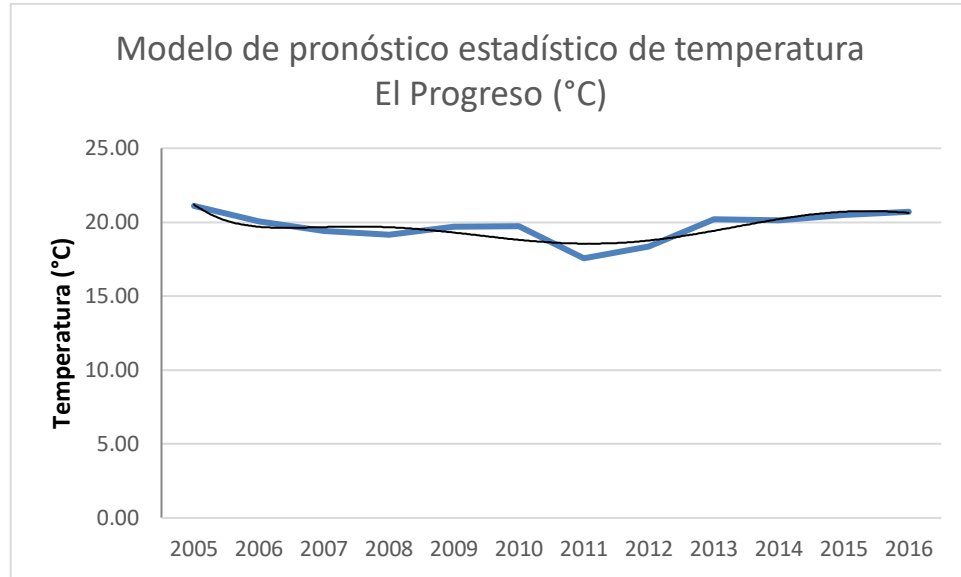
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -0.0001*(A-2004)^6 + 0.0042*(A-2004)^5 - 0.0595*(A-2004)^4 + 0.4013*(A-2004)^3 - 1.2846*(A-2004)^2 + 1.5933*(A-2004) + 25.785$	0.6395	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 32. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura El Progreso (°C)**



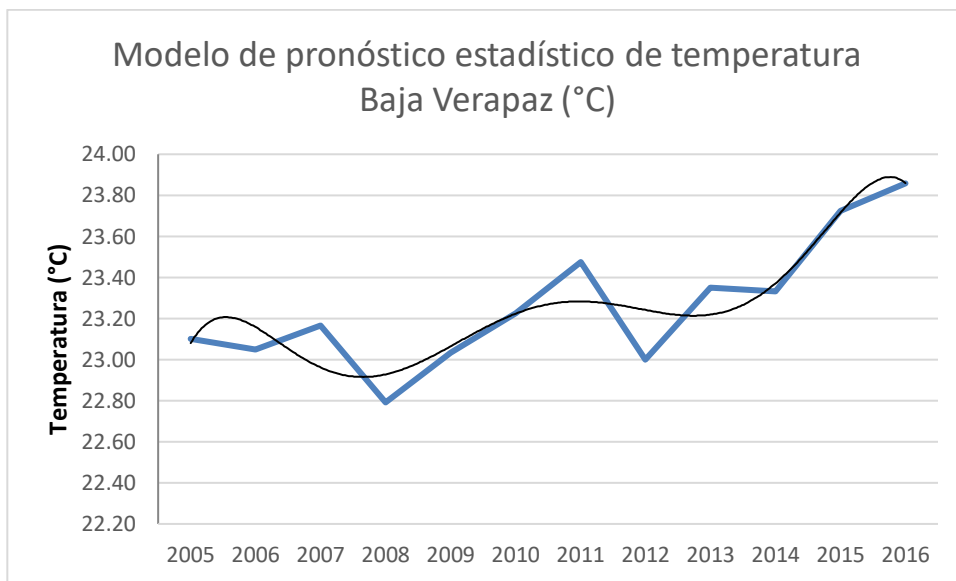
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = 0.0002*(A-2004)^6 - 0.0087*(A-2004)^5 + 0.151*(A-2004)^4 - 1.2577*(A-2004)^3 + 5.2446*(A-2004)^2 - 10.449*(A-2004) + 27.521$	0.7004	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 33. **Modelo de pronóstico estadístico de temperatura Baja Verapaz (°C)**



Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$T = -0.0001*(A-2004)^6 + 0.0049*(A-2004)^5 - 0.0737*(A-2004)^4 + 0.5359*(A-2004)^3 - 1.9119*(A-2004)^2 + 3.0253*(A-2004) + 21.499$	0.8218	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

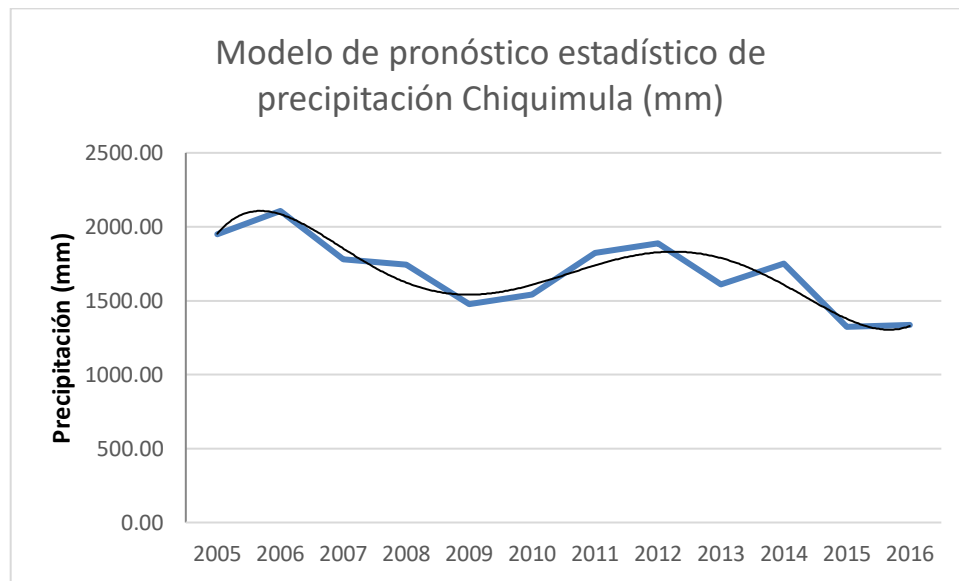
Donde:

- T = Temperatura esperada en x año. En °C.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

La precipitación es la otra variable que determina la variabilidad de las fuentes hídricas en el Corredor Seco de Guatemala. Para ella también se proponen los diferentes modelos de pronósticos estadísticos para cada uno de los departamentos que integran el Corredor Seco. Se determinan de manera independiente, para cada departamento, puesto que cada uno de ellos presenta

condiciones climáticas distintas, razón por la cual, se presentan los siguientes modelos:

Figura 34. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Chiquimula (mm)**



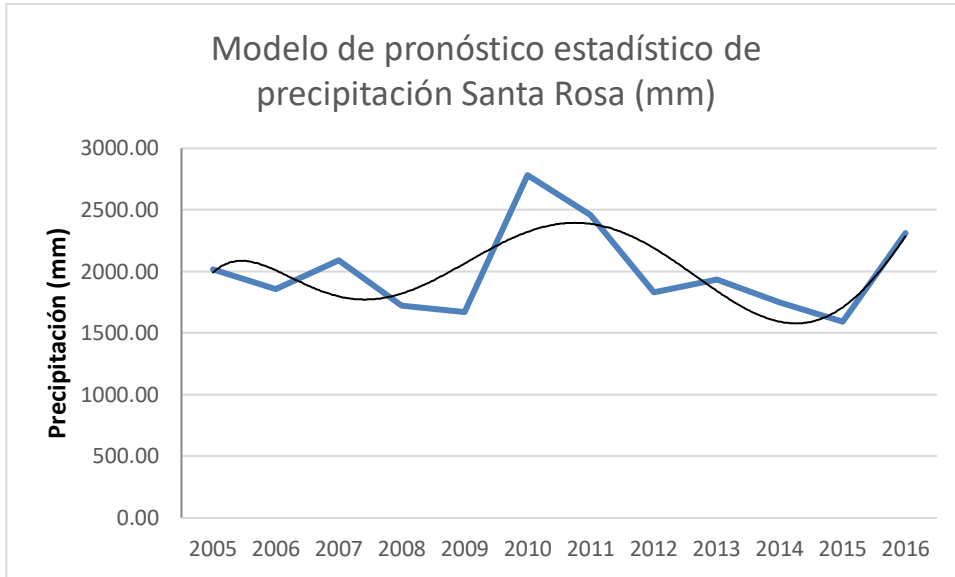
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.0091*(A-2004)^6 + 0.7791*(A-2004)^5 - 19.48*(A-2004)^4 + 208.18*(A-2004)^3 - 1011.4*(A-2004)^2 + 1977.8*(A-2004) + 796.88$	0.853	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 35. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Santa Rosa (mm)**



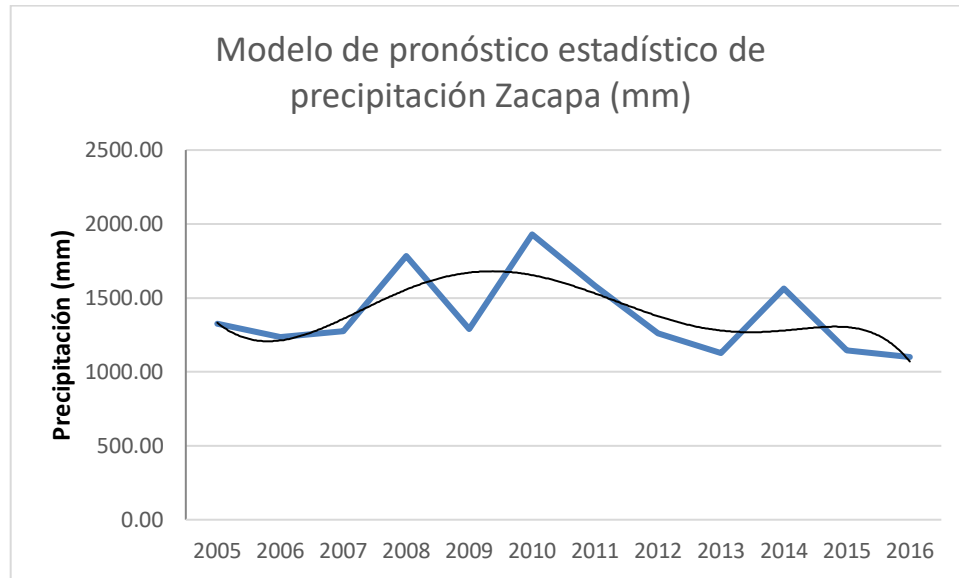
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.1118*(A-2004)^6 + 4.7245*(A-2004)^5 - 75.245*(A-2004)^4 + 562.16*(A-2004)^3 - 1998.5*(A-2004)^2 + 3068.6*(A-2004) + 428.41$	0.5197	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 36. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Zacapa (mm)**



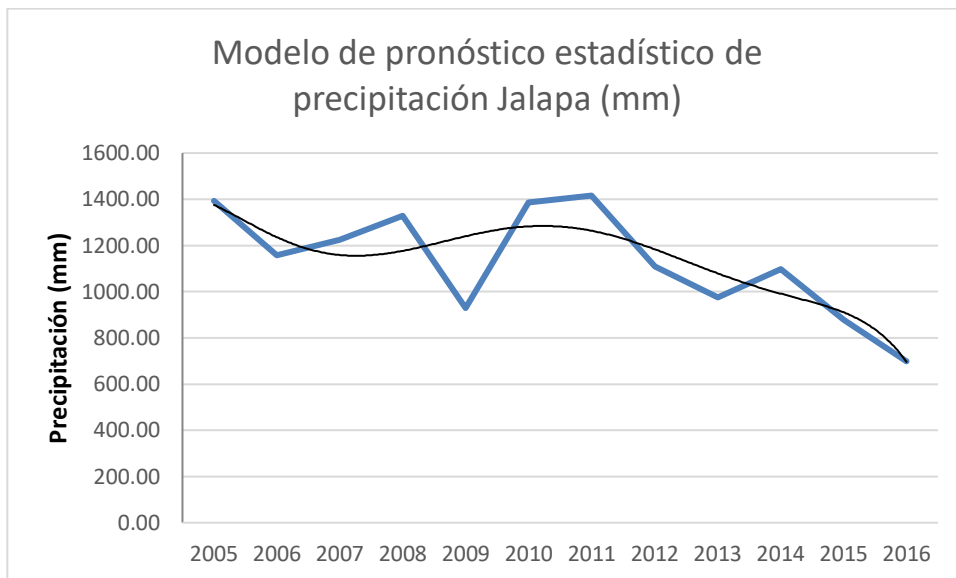
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.0214*(A-2004)^6 + 0.4992*(A-2004)^5 - 1.2071*(A-2004)^4 - 48.434*(A-2004)^3 + 414.83*(A-2004)^2 - 1020.7*(A-2004) + 1986.6$	0.4636	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 37. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Jalapa (mm)**



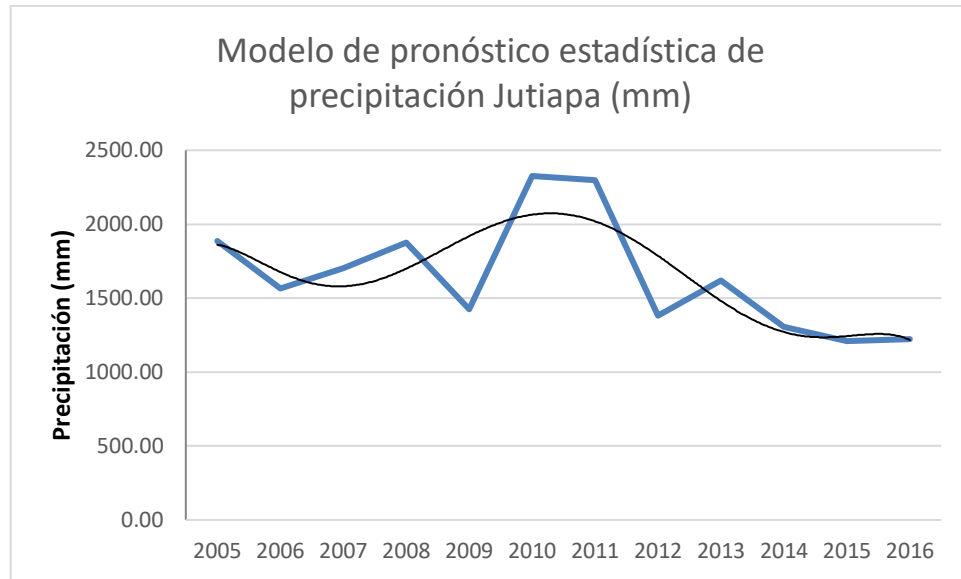
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.0335*(A-2004)^6 + 1.2501*(A-2004)^5 - 17.473*(A-2004)^4 + 110.59*(A-2004)^3 - 297.8*(A-2004)^2 + 205.2*(A-2004) + 1373.4$	0.6679	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 38. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Jutiapa (mm)**



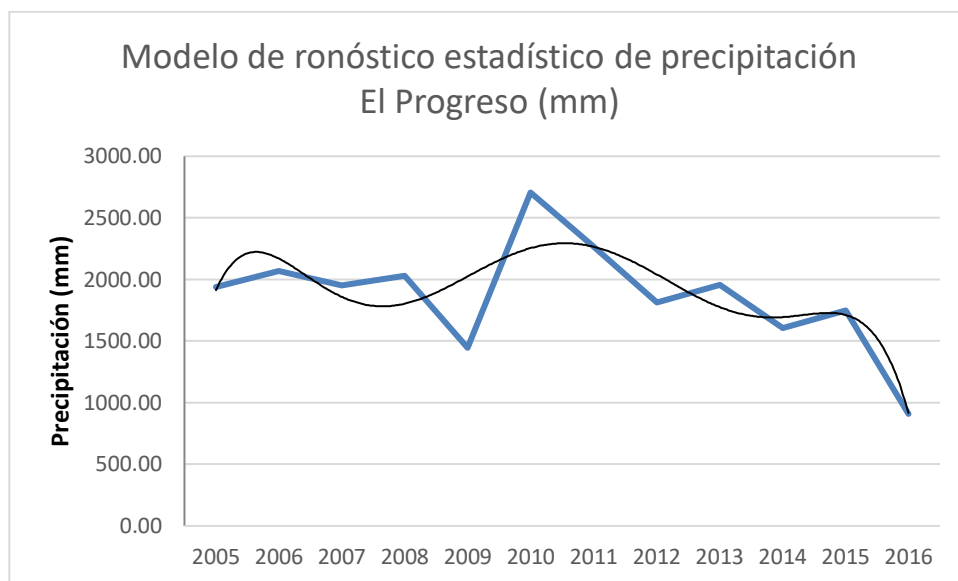
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.0861*(A-2004)^6 + 3.3278*(A-2004)^5 - 48*(A-2004)^4 + 315.21*(A-2004)^3 - 921.07*(A-2004)^2 + 994.43*(A-2004) + 1517.6$	0.6063	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 39. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación El Progreso (mm)**



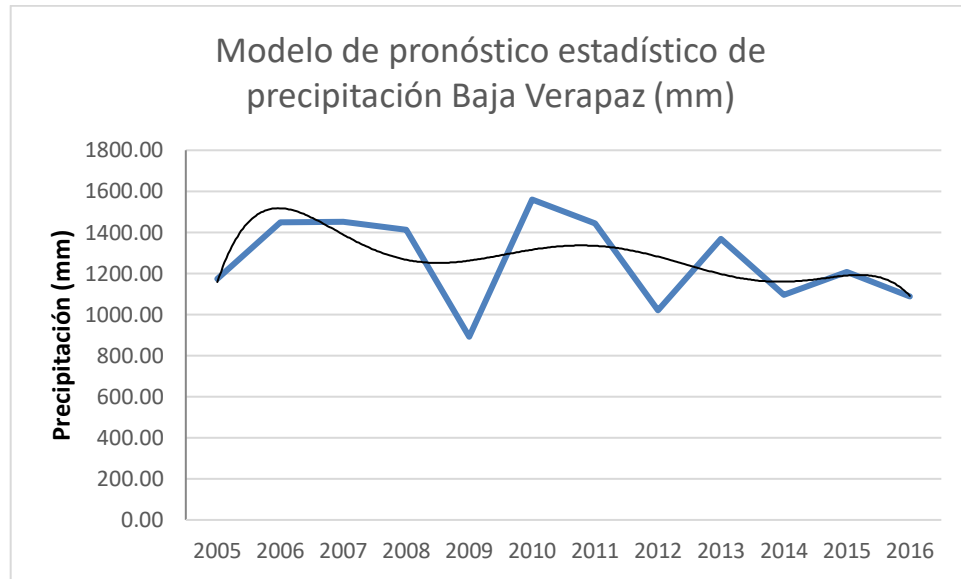
Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.2364*(A-2004)x^6 + 9.1888*(A-2004)^5 - 138.04*(A-2004)^4 + 1002.7*(A-2004)^3 - 3604.2*(A-2004)^2 + 5849.8 - 1205.2$	0.6695	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Figura 40. **Modelo de pronóstico estadístico de precipitación Baja Verapaz (mm)**



Color	Modelo Estadístico	R ²	Rango (Años)
	$P = -0.0844*(A-2004)^6 + 3.4835*(A-2004)^5 - 56.276*(A-2004)^4 + 448.07*(A-2004)^3 - 1813.6*(A-2004)^2 + 3405.3*(A-2004) - 828.91$	0.305	2005-2016

Fuente: elaboración propia con datos tomados del INSIVUMEH.

Donde:

- P = Precipitación esperada en x año. En mm.
- A = Año que se desea pronosticar, (en miles, ej.: 2008).

Dichos modelos matemáticos muestran el pronóstico para cada una de las variables, en este caso, para temperatura y precipitación. Se ha realizado un modelo para cada variable en cada departamento, de tal manera que se tienen 14 modelos matemáticos diferentes, ya que responden al comportamiento natural de las variables de temperatura y precipitación de cada uno de los departamentos en estudio.

Todos los modelos matemáticos muestran una regresión baja, puesto que la naturaleza no puede ser medida a exactitud de manera estadística, la situación climática es muy variada, y depende de factores netamente climáticos, que no pueden ser analizados en este trabajo de graduación.

Al mismo tiempo, se demuestra que estos pronósticos estadísticos son aproximaciones estadísticas, que permiten tener un panorama del comportamiento climático del área del Corredor Seco de Guatemala. Permiten que la agroindustria del sector se pueda preparar para realizar planes de mitigación, de tal manera que se reduzcan las pérdidas causadas por sequías o de excesos de precipitación en el lugar.

CONCLUSIONES

1. La variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, es determinada por dos factores específicos, la temperatura y la precipitación pluvial, que el aumento de la temperatura provoca una mayor evaporación de las fuentes hídricas, mientras que el aumento de la precipitación pluvial determina el rellenado de las fuentes hídricas, donde las diferentes actividades que se llevan a cabo en el área del Corredor Seco de Guatemala, agroindustriales y de uso humano, consumen el agua que dichas fuentes hídricas contienen.
2. En el Corredor Seco de Guatemala existen varios tipos de fuentes hídricas, los ríos y lagos son las más importantes y en estudio. Dichas fuentes hídricas, son las que la agroindustria utiliza para el abastecimiento de agua, y junto a la precipitación pluvial, abastecen de agua a todas las áreas donde se necesita.
3. Las causas principales de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala son: la deforestación, el cambio climático del sector y el calentamiento Global. Juntas las tres situaciones hacen que el área del Corredor Seco de Guatemala sea un área semiárida, donde en su mayoría se experimenta calor, poca humedad y alta evaporación de agua.
4. La variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala tiene consecuencias dentro de consideración, puesto que no puede satisfacer las necesidades de agua de la región, al mismo tiempo afecta

los bienes públicos, donde situando al agua como uno de ellos, se afecta a la sociedad de manera directa, al mismo tiempo, se afecta el bien común, puesto que el agua también se considera un recurso común, donde no se satisface de manera directa a la sociedad que habita el área del Corredor Seco de Guatemala. Llevando al agua a tener un valor muy alto, por la importancia que tiene para la sociedad, dentro del medio ambiente del sector.

5. Se proponen los modelos matemáticos de pronósticos para evaluar la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, determinando que existe una correlación muy baja en la mayoría de los casos de dichos modelos, puesto que solamente se puede proporcionar una aproximación a la realidad, dado que el clima es muy variable en su comportamiento.

RECOMENDACIONES

1. Analizar otros factores de variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, de tal manera que se puedan tener comportamientos más certeros en el estudio de las fuentes hídricas.
2. Determinar otro tipo de fuentes hídricas relacionadas con actividades de consumo humano, de tal manera que se amplíe los criterios de variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala.
3. Analizar y describir otro tipo de causas de la variabilidad de las fuentes hídricas del Corredor Seco de Guatemala, donde las actividades de la agroindustria pueden afectar en la deforestación, el consumo masivo de agua, y el consumo humano, tanto en la industria y en el consumo, pueden afectar y aumentar la variabilidad de las fuentes hídricas.
4. Realizar un estudio económico para determinar el impacto monetario que tiene la variabilidad de las fuentes hídricas en las diferentes actividades agroindustriales que se realizan en el área del Corredor Seco de Guatemala.
5. Actualizar los modelos matemáticos de pronósticos anualmente, puesto que la naturaleza tiene un comportamiento muy variable, que puede alterar los resultados de dichos modelos matemáticos. Tomar en cuenta que solamente son funcionales para cada departamento independiente, en el área del Corredor Seco de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. AZQUETA OYARZÚN, Diego. *Introducción a la economía ambiental*. España: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2007. 464 p.
2. AZQUETA OYARZÚN, Diego y SOTELSEK, Daniel. *Ventajas comparativas y explotación de los recursos ambientales*, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 1999. 134 p.
3. BLAUG, Mark. *La teoría económica en retrospectiva*. Librería Virtual, México: Fondo de Cultura Económica, 1987. 875 p.
4. CEPAL. *Desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 1991. 146 p.
5. EHRLICH, Paul, y EHRLICH, Anne. *La explosión demográfica: el principal problema ecológico*. Barcelona, España: Biblioteca Científica Salvat, 1993. 334 p.
6. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Unidad de Planificación Geografía y Gestión de Riesgo-UPGGR-. *Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala, Año 2003. Memoria técnica y descripción de resultados (incluye 5 cultivos perennes actualizados al año 2005)*. 1a ed. Guatemala: MAGA, 2006. 199 p.

7. _____ . *Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50,000 de la República de Guatemala – Memoria Técnica y Descripción de Resultados-*. 1a ed. Guatemala: MAGA, 2009. 55p.
8. _____ . Unidad de Políticas e Información Estratégica. Programa de Emergencia por Desastres Naturales de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo –UPGGR-. *Base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000. Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información*–ESPREDE-, PEDN, Guatemala: MAGA, 2001. 110 p.
9. SIMMONS, Charles. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Instituto Agropecuario Nacional, 1959. 1000 p.
10. SUTTON, David y HARMON, Paul. *Fundamentos de Ecología*. México: Limusa, 2006. 296 p.

ANEXOS

Anexo 1. Registro mensual de temperatura del Corredor Seco de Guatemala Período 2005-2016 (°C)

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
ene-05	19.30	22.20	20.95	16.35	26.03	17.90	22.40	20.73
feb-05	21.30	24.10	23.43	18.60	26.65	20.40	21.10	22.23
mar-05	20.90	25.40	27.04	21.85	27.80	23.10	21.80	23.98
abr-05	22.60	26.50	26.93	21.55	27.95	23.10	25.30	24.85
may-05	23.40	24.30	27.09	21.60	27.00	22.60	24.50	24.36
jun-05	23.10	24.60	26.99	21.20	26.75	22.20	23.50	24.05
jul-05	22.40	24.50	25.73	21.30	27.75	21.50	23.90	23.87
ago-05	22.70	24.50	25.29	21.30	26.95	22.00	24.30	23.86
sep-05	22.30	24.30	25.37	20.95	25.80	21.30	23.90	23.42
oct-05	21.20	23.60	24.80	19.75	23.75	20.70	24.10	22.56
nov-05	18.90	24.20	22.67	18.50	25.15	18.70	21.30	21.35
dic-05	20.20	24.20	23.60	18.55	25.75	19.70	21.10	21.87
ene-06	19.60	24.70	22.39	18.05	25.80	18.60	22.40	21.65
feb-06	19.70	24.30	22.56	18.05	25.95	19.50	21.10	21.59
mar-06	22.20	25.41	24.59	19.60	26.65	19.60	21.80	22.84
abr-06	23.70	25.70	26.71	21.30	27.20	21.40	25.30	24.47
may-06	24.60	25.10	26.71	22.20	26.75	22.50	24.50	24.62
jun-06	22.50	24.20	25.53	20.80	25.70	20.80	23.50	23.29
jul-06	23.00	24.70	25.21	20.75	26.60	20.40	22.90	23.37
ago-06	23.10	25.00	25.95	21.50	26.85	20.90	24.30	23.94
sep-06	23.60	23.80	26.06	21.00	25.70	20.30	23.90	23.48
oct-06	22.70	24.20	25.83	20.10	26.20	20.20	24.10	23.33
nov-06	20.40	23.40	24.27	18.15	25.05	17.70	21.30	21.47
dic-06	19.30	24.30	23.74	18.50	25.85	18.90	21.50	21.73
ene-07	20.70	24.40	23.13	18.45	27.25	18.60	21.30	21.98
feb-07	20.60	24.30	24.60	19.40	25.80	19.10	22.90	22.39
mar-07	22.00	26.40	24.51	20.00	27.05	18.90	23.10	23.14
abr-07	24.60	25.80	27.33	21.90	27.15	21.90	25.20	24.84
may-07	23.80	25.20	27.40	21.60	26.90	22.40	25.50	24.69
jun-07	23.60	24.90	26.13	21.50	26.40	20.40	24.80	23.96
jul-07	23.20	21.70	25.82	21.45	26.25	19.10	24.20	23.10
ago-07	23.30	24.10	25.74	20.30	25.40	19.80	23.80	23.21

Continuación anexo 1.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
sep-07	22.10	23.90	25.19	20.25	24.75	19.50	23.40	22.73
oct-07	21.50	23.70	24.40	19.65	24.30	18.90	22.40	22.12
nov-07	19.70	24.50	22.26	18.20	25.75	17.00	20.60	21.14
dic-07	20.20	24.00	22.35	17.80	25.55	17.30	20.80	21.14
ene-08	20.60	23.60	22.29	18.00	25.05	17.40	20.20	21.02
feb-08	19.20	24.20	22.72	19.25	25.60	19.10	22.30	21.77
mar-08	22.60	25.20	25.67	20.30	26.20	17.30	23.70	23.00
abr-08	23.20	25.50	25.74	20.65	26.70	20.80	25.00	23.94
may-08	24.60	25.70	27.59	22.45	26.10	22.20	25.10	24.82
jun-08	22.90	24.40	25.65	20.75	25.50	20.30	23.80	23.33
jul-08	22.40	24.20	24.34	20.60	25.35	19.90	23.50	22.90
ago-08	23.30	24.20	25.80	21.15	25.60	20.50	23.70	23.46
sep-08	22.90	24.10	25.77	21.00	25.20	20.70	24.20	23.41
oct-08	20.90	23.60	23.17	19.40	26.70	18.50	21.80	22.01
nov-08	19.10	23.90	21.59	17.55	24.95	16.60	19.90	20.51
dic-08	19.30	23.50	21.29	17.70	25.35	16.60	20.30	20.58
ene-09	19.80	23.50	21.84	17.15	25.60	16.80	20.30	20.71
feb-09	19.50	24.00	21.76	17.60	26.70	17.90	21.10	21.22
mar-09	21.30	24.20	23.51	17.90	25.70	18.70	22.00	21.90
abr-09	24.50	25.90	27.00	21.55	26.45	22.00	25.50	24.70
may-09	23.70	24.90	26.73	20.87	26.40	21.20	24.60	24.06
jun-09	23.60	24.60	26.79	21.20	26.10	20.90	24.40	23.94
jul-09	23.60	25.70	25.85	21.27	27.20	20.80	23.80	24.03
ago-09	23.20	25.40	25.57	21.25	26.10	20.20	23.60	23.62
sep-09	23.80	25.10	26.46	21.55	26.35	20.50	24.60	24.05
oct-09	23.10	25.00	25.88	21.17	26.40	20.10	24.00	23.66
nov-09	20.60	24.20	23.45	20.19	25.40	18.40	21.60	21.98
dic-09	21.10	24.10	23.65	20.00	25.70	18.90	20.90	22.05
ene-10	19.00	23.40	22.00	19.45	25.80	17.90	20.70	21.18
feb-10	21.10	25.20	22.40	19.75	27.00	19.20	23.30	22.56
mar-10	21.90	26.00	24.80	20.65	27.50	19.50	24.30	23.52
abr-10	23.60	26.40	27.85	22.15	28.35	21.80	25.80	25.14
may-10	23.70	25.20	26.95	22.15	26.85	20.80	25.60	24.46
jun-10	23.50	24.70	26.55	21.90	25.55	21.00	25.10	24.04
jul-10	23.30	24.30	26.10	21.30	25.45	20.40	24.40	23.61
ago-10	22.90	23.10	25.75	21.05	25.15	20.30	23.90	23.16
sep-10	23.30	23.50	25.60	20.13	25.18	20.20	23.80	23.10
oct-10	21.40	24.40	23.55	19.35	25.60	19.00	21.60	22.13
nov-10	20.30	24.00	22.55	18.65	24.95	18.20	21.20	21.41
dic-10	17.70	22.90	22.90	16.75	24.60	18.30	19.00	20.31
ene-11	20.30	24.40	22.90	18.20	25.35	18.10	21.50	21.54
feb-11	21.20	24.40	23.55	19.65	26.00	16.20	22.10	21.87
mar-11	21.50	24.60	24.55	19.40	26.10	16.40	23.00	22.22

Continuación anexo 1.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
abr-11	24.40	25.50	27.10	21.20	26.35	18.70	25.60	24.12
may-11	24.10	25.60	27.35	22.50	27.40	19.00	25.70	24.52
jun-11	22.70	24.50	26.25	21.60	25.85	17.90	24.30	23.30
jul-11	22.30	24.40	25.55	21.70	25.80	18.10	24.00	23.12
ago-11	23.20	23.60	25.55	21.90	25.60	18.40	24.00	23.18
sep-11	23.00	24.10	25.95	21.25	25.40	18.90	23.80	23.20
oct-11	20.90	23.00	23.45	19.50	24.00	17.10	21.90	21.41
nov-11	20.20	24.30	22.50	18.65	25.55	16.50	25.50	21.89
dic-11	19.20	24.20	21.90	18.00	25.60	15.40	20.30	20.66
ene-12	20.40	24.50	22.25	17.95	25.35	15.20	20.90	20.94
feb-12	21.20	24.60	23.65	19.30	26.05	16.20	22.30	21.90
mar-12	22.20	25.30	24.75	19.80	26.50	17.10	22.70	22.62
abr-12	23.60	25.80	26.75	20.23	25.90	18.20	25.00	23.64
may-12	23.60	25.00	27.20	20.50	26.30	19.00	24.90	23.79
jun-12	23.40	24.40	26.65	21.15	25.95	19.10	24.20	23.55
jul-12	22.70	25.60	27.75	22.20	27.10	17.60	23.60	23.79
ago-12	22.60	24.30	26.25	20.85	26.20	18.00	24.00	23.17
sep-12	22.80	24.60	25.70	21.05	26.05	18.50	23.60	23.19
oct-12	21.80	24.50	24.50	19.95	25.35	18.00	23.00	22.44
nov-12	19.30	24.40	22.40	18.00	26.00	19.10	20.70	21.41
dic-12	20.40	24.60	23.20	18.28	25.50	24.40	21.10	22.50
ene-13	20.20	24.70	22.75	18.70	25.75	18.10	21.80	21.71
feb-13	22.20	25.90	24.65	20.05	25.85	20.50	22.90	23.15
mar-13	20.50	25.80	24.30	19.70	26.40	19.80	22.50	22.71
abr-13	24.40	26.50	28.45	22.70	27.05	23.20	26.10	25.49
may-13	23.50	25.80	27.55	21.90	26.75	22.00	24.80	24.61
jun-13	22.70	23.90	26.35	20.80	26.15	21.40	24.40	23.67
jul-13	22.60	24.70	25.75	21.40	25.95	19.70	24.20	23.47
ago-13	22.30	24.30	26.00	20.90	25.90	19.06	23.80	23.18
sep-13	21.90	23.50	26.05	21.30	25.05	19.60	23.80	23.03
oct-13	21.80	23.00	25.25	20.15	25.65	20.50	23.80	22.88
nov-13	20.30	24.00	23.70	18.25	25.65	19.40	21.90	21.89
dic-13	19.60	23.80	22.90	18.50	27.85	19.10	20.20	21.71
ene-14	18.60	23.40	21.70	17.75	22.30	18.20	20.00	20.28
feb-14	22.10	24.30	24.25	19.50	23.50	19.80	22.50	22.28
mar-14	23.40	25.60	26.00	20.80	26.80	21.30	24.90	24.11
abr-14	24.40	26.80	27.75	21.98	25.80	21.20	25.70	24.80
may-14	23.40	24.90	26.40	22.70	26.35	20.90	24.60	24.18
jun-14	23.00	24.40	25.95	21.70	25.75	19.80	24.30	23.56
jul-14	23.40	25.80	26.05	22.15	28.15	21.10	24.90	24.51
ago-14	23.30	24.90	26.35	22.00	29.50	21.10	24.60	24.54
sep-14	22.80	23.80	25.50	21.55	25.30	21.10	23.90	23.42
oct-14	21.90	23.70	24.70	20.90	25.10	20.40	22.80	22.79

Continuación anexo 1.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
nov-14	19.10	24.50	22.25	19.55	25.60	18.40	21.20	21.51
dic-14	19.20	23.90	22.00	18.60	25.65	18.40	20.60	21.19
ene-15	19.00	24.10	21.65	18.00	26.05	17.70	20.50	21.00
feb-15	20.20	24.20	22.85	18.90	25.95	17.80	21.70	21.66
mar-15	22.10	25.00	25.20	20.25	26.95	20.20	23.10	23.26
abr-15	24.50	26.20	27.50	22.55	27.55	22.70	26.50	25.36
may-15	23.70	25.30	26.85	22.05	27.50	21.20	25.10	24.53
jun-15	23.70	25.40	26.50	22.30	27.35	21.30	24.40	24.42
jul-15	23.70	25.60	26.45	22.15	27.30	19.90	24.60	24.24
ago-15	23.20	25.70	27.10	22.70	27.55	21.80	24.70	24.68
sep-15	22.60	24.60	26.45	22.15	25.95	21.90	24.50	24.02
oct-15	22.90	24.40	26.15	21.70	25.65	21.00	23.90	23.67
nov-15	22.10	24.40	24.40	20.80	25.95	20.30	23.00	22.99
dic-15	22.60	25.10	24.10	19.10	26.55	20.00	22.70	22.88
ene-16	21.20	24.30	22.85	19.35	25.35	18.70	21.80	21.94
feb-16	19.60	24.90	22.20	18.75	26.25	18.90	20.80	21.63
mar-16	24.20	26.20	26.75	21.75	26.95	22.20	25.90	24.85
abr-16	24.70	26.90	27.80	22.85	28.05	23.00	26.80	25.73
may-16	25.50	26.30	28.75	23.70	27.65	23.30	27.30	26.07
jun-16	23.90	24.80	27.20	22.40	26.55	21.30	24.80	24.42
jul-16	24.50	25.20	26.55	22.45	26.90	21.40	24.80	24.54
ago-16	24.60	25.00	26.40	22.10	26.55	21.70	24.50	24.41
sep-16	23.90	24.30	25.75	21.55	25.65	21.50	24.10	23.82
oct-16	21.80	23.90	25.00	20.70	25.70	21.10	23.00	23.03
nov-16	20.00	24.20	23.60	20.20	26.05	18.20	21.70	21.99
dic-16	19.90	24.10	22.50	18.90	26.05	17.20	20.80	21.35

Fuente: INSIVUMEH.

Anexo 2. Resumen mensual de precipitación del Corredor Seco de Guatemala, período 2005-2015 (mm)

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
ene-05	6.40	0.00	33.00	12.55	0.00	6.70	3.30	8.85
feb-05	0.70	0.00	8.25	1.85	0.95	0.20	8.70	2.95
mar-05	80.90	60.50	48.10	33.45	25.52	77.90	19.80	49.45
abr-05	14.50	17.60	6.30	6.65	9.25	2.40	9.80	9.50
may-05	199.90	215.20	62.55	104.70	116.15	118.20	186.60	143.33
jun-05	418.60	410.20	308.55	305.00	351.86	363.00	141.60	328.40
jul-05	441.10	249.60	256.80	282.20	215.30	367.70	281.80	299.21
ago-05	214.40	249.60	200.30	214.50	233.10	238.20	172.70	217.54
sep-05	275.30	396.00	217.70	177.00	329.25	452.20	196.10	291.94
oct-05	256.20	407.90	124.75	189.50	600.85	233.80	135.30	278.33
nov-05	37.60	10.20	39.60	63.20	4.05	54.40	14.20	31.89
dic-05	4.60	0.00	21.35	3.45	0.00	23.10	3.80	8.04
ene-06	16.90	0.00	55.50	23.55	0.00	79.70	18.70	27.76
feb-06	5.90	0.20	24.90	1.40	0.00	23.10	4.50	8.57
mar-06	1.10	0.20	21.45	8.05	0.00	62.70	7.20	14.39
abr-06	40.40	2.00	25.65	8.65	51.50	89.10	84.40	43.10
may-06	216.60	158.00	184.50	133.70	164.48	115.40	383.70	193.77
jun-06	550.70	376.40	351.55	362.50	334.25	578.50	336.00	412.84
jul-06	265.00	340.80	145.85	148.50	301.70	173.40	167.20	220.35
ago-06	293.80	194.80	93.80	154.20	178.30	234.30	179.70	189.84
sep-06	401.00	318.40	141.30	147.90	249.60	338.20	114.70	244.44
oct-06	261.80	300.70	121.85	110.15	190.40	297.50	114.90	199.61
nov-06	38.80	162.40	27.60	47.90	95.35	69.40	29.80	67.32
dic-06	15.10	3.00	41.85	11.30	0.00	6.20	9.20	12.38
ene-07	14.00	0.00	48.95	4.20	0.00	54.10	8.60	18.55
feb-07	0.00	0.00	2.25	0.40	0.00	9.60	0.00	1.75
mar-07	1.40	0.00	22.40	8.95	0.00	32.50	4.60	9.98
abr-07	31.20	155.50	22.80	25.20	61.15	39.40	33.20	52.64
may-07	88.90	161.70	85.60	102.55	135.45	112.50	104.10	112.97
jun-07	305.00	291.30	266.45	233.30	112.65	360.00	310.30	268.43
jul-07	325.70	241.70	196.35	148.45	259.85	252.70	135.40	222.88
ago-07	277.60	402.40	224.60	199.55	304.90	350.40	548.50	329.71
sep-07	544.00	491.50	175.10	321.85	394.85	370.30	145.50	349.01
oct-07	171.60	322.90	161.95	160.55	432.15	269.90	144.70	237.68
nov-07	16.50	23.00	56.45	16.10	0.05	80.10	16.20	29.77
dic-07	2.50	0.00	13.95	2.40	0.00	18.90	0.60	5.48
ene-08	17.50	0.00	26.85	8.50	0.00	12.10	6.00	10.14
feb-08	2.00	23.20	17.10	6.90	18.10	21.70	4.10	13.30
mar-08	11.90	0.00	31.35	11.80	0.90	18.90	7.50	11.76

Continuación anexo 2.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
abr-08	36.50	35.80	37.70	60.05	66.50	25.00	61.00	46.08
may-08	121.30	102.50	93.30	42.75	168.75	120.90	181.40	118.70
jun-08	202.30	401.10	187.90	221.40	387.20	263.40	206.90	267.17
jul-08	549.20	362.60	576.75	356.80	362.50	519.10	383.40	444.34
ago-08	289.50	279.50	248.50	153.90	216.20	346.90	199.50	247.71
sep-08	360.20	279.50	306.30	337.90	333.40	330.50	198.80	306.66
oct-08	139.90	234.30	216.15	118.50	321.35	329.60	155.20	216.43
nov-08	5.20	0.00	14.00	0.35	0.00	8.90	3.10	4.51
dic-08	8.30	5.10	27.10	9.40	0.00	31.70	5.80	12.49
ene-09	8.30	1.20	21.50	3.55	0.00	44.20	2.40	11.59
feb-09	10.00	5.80	36.20	10.05	4.00	37.90	0.40	14.91
mar-09	0.10	0.70	7.75	0.10	0.35	0.40	2.10	1.64
abr-09	7.60	48.00	2.45	1.40	4.70	11.00	69.60	20.68
may-09	214.70	349.90	205.35	161.20	191.60	140.20	221.90	212.12
jun-09	210.60	380.60	275.00	219.68	275.25	391.20	178.40	275.82
jul-09	207.70	186.10	212.75	98.18	209.20	164.40	74.20	164.65
ago-09	331.70	155.00	209.00	113.00	299.10	197.70	117.80	203.33
sep-09	256.70	287.10	163.00	122.55	206.65	266.70	101.80	200.64
oct-09	162.10	134.10	93.05	87.03	76.55	66.90	51.30	95.86
nov-09	38.20	103.80	17.85	72.90	141.75	76.90	35.70	69.59
dic-09	27.90	18.80	45.75	38.85	14.85	48.10	36.30	32.94
ene-10	5.50	0.00	36.60	8.95	2.85	39.40	1.60	13.56
feb-10	4.80	0.60	10.35	14.30	0.00	0.90	14.20	6.45
mar-10	0.00	9.90	1.65	0.25	14.45	2.00	2.90	4.45
abr-10	112.50	135.80	103.40	43.70	57.95	117.30	121.20	98.84
may-10	211.20	498.60	239.30	260.95	625.25	422.00	329.20	369.50
jun-10	260.90	432.00	386.90	200.70	527.15	418.20	103.20	332.72
jul-10	273.30	513.90	214.85	239.70	330.80	430.70	232.40	319.38
ago-10	364.50	556.80	400.15	368.20	408.40	784.30	339.00	460.19
sep-10	255.70	563.60	408.25	202.15	303.43	371.10	331.10	347.90
oct-10	43.50	68.80	61.55	33.40	37.25	52.20	52.30	49.86
nov-10	4.10	1.70	19.30	13.25	14.70	41.90	28.90	17.69
dic-10	6.00	0.00	47.40	1.40	3.75	25.60	4.10	12.61
ene-11	11.10	0.00	47.40	3.20	0.00	24.20	1.90	12.54
feb-11	31.40	44.80	20.50	26.05	7.55	73.10	15.00	31.20
mar-11	19.20	28.60	32.00	15.70	10.95	56.50	11.20	24.88
abr-11	29.60	22.60	109.40	138.10	91.50	59.70	88.00	76.99
may-11	163.00	228.00	84.40	65.10	145.20	151.70	178.40	145.11
jun-11	274.10	399.60	237.45	243.35	329.50	452.80	146.10	297.56
jul-11	317.60	361.90	309.70	265.80	291.10	493.30	269.40	329.83
ago-11	361.50	364.80	226.30	213.90	316.65	277.80	276.00	290.99
sep-11	282.80	202.60	234.75	146.60	249.20	288.30	236.60	234.41
oct-11	261.00	789.20	191.90	287.40	841.15	252.90	181.70	400.75

Continuación anexo 2.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
nov-11	54.70	15.00	44.85	8.55	16.15	70.10	22.80	33.16
dic-11	16.80	0.00	42.15	2.25	0.00	67.30	17.00	20.79
ene-12	13.10	0.00	62.35	15.90	1.45	47.70	4.90	20.77
feb-12	4.30	21.40	32.05	4.15	2.10	41.90	4.60	15.79
mar-12	10.20	6.40	12.55	3.45	2.00	17.40	30.20	11.74
abr-12	125.20	53.00	55.05	110.48	68.95	52.20	168.30	90.45
may-12	221.80	426.50	149.15	205.15	308.40	170.30	111.70	227.57
jun-12	285.50	256.50	244.60	157.05	218.20	305.50	167.40	233.54
jul-12	235.80	113.60	99.90	93.35	191.10	213.00	88.50	147.89
ago-12	454.50	478.40	296.65	306.90	244.55	393.10	256.00	347.16
sep-12	314.90	219.40	155.80	111.20	172.20	254.00	74.80	186.04
oct-12	201.60	248.70	112.25	94.70	169.05	244.50	109.70	168.64
nov-12	12.60	5.80	4.65	2.70	0.00	40.80	1.90	9.78
dic-12	9.20	0.20	36.95	4.85	4.50	31.20	1.80	12.67
ene-13	10.10	4.10	16.15	3.85	0.40	29.70	4.30	9.80
feb-13	9.70	0.00	26.35	4.35	0.00	41.50	2.90	12.11
mar-13	57.80	58.30	7.60	14.80	0.00	0.40	67.90	29.54
abr-13	2.50	5.70	17.65	25.75	18.50	40.20	152.90	37.60
may-13	249.40	223.60	116.35	130.10	186.45	82.40	153.70	163.14
jun-13	234.90	285.90	225.45	134.85	281.90	286.50	297.80	249.61
jul-13	176.50	207.40	180.25	135.90	263.35	326.80	128.00	202.60
ago-13	211.70	448.40	97.65	158.00	294.20	264.00	150.00	231.99
sep-13	282.50	361.00	212.25	201.60	391.25	434.80	119.90	286.19
oct-13	342.70	290.00	164.00	146.15	139.60	366.00	231.60	240.01
nov-13	19.80	35.10	26.65	19.45	34.45	27.80	47.90	30.16
dic-13	13.30	15.30	37.70	0.00	9.70	55.20	12.90	20.59
ene-14	5.00	24.50	8.45	41.30	35.90	15.80	1.80	18.96
feb-14	4.20	1.90	29.00	6.70	57.10	13.00	1.80	16.24
mar-14	278.00	4.00	15.40	75.25	9.20	17.60	4.40	57.69
abr-14	14.90	52.20	78.85	5.85	100.80	48.50	67.00	52.59
may-14	80.20	326.70	250.90	133.40	142.75	312.80	215.90	208.95
jun-14	360.90	382.40	297.65	216.30	280.25	356.00	242.60	305.16
jul-14	52.70	33.40	66.90	32.40	52.00	93.20	44.80	53.63
ago-14	259.00	226.90	225.15	130.50	233.40	109.20	98.40	183.22
sep-14	426.30	355.00	244.45	244.75	237.80	279.20	191.90	282.77
oct-14	192.70	301.40	266.15	181.30	156.25	250.60	204.10	221.79
nov-14	57.50	40.20	45.35	18.05	1.60	71.20	19.70	36.23
dic-14	19.50	0.00	34.05	11.03	0.00	37.00	2.70	14.90
ene-15	19.60	0.00	43.60	5.70	0.00	35.40	7.30	15.94
feb-15	3.50	0.00	20.20	2.00	0.00	14.50	0.20	5.77
mar-15	19.30	36.20	55.25	13.60	20.85	3.50	6.50	22.17
abr-15	60.80	58.60	22.15	55.85	65.65	44.20	136.00	63.32
may-15	42.50	229.40	27.70	36.65	59.85	41.40	97.10	76.37

Continuación anexo 2.

Fecha	Chiquimula	Santa Rosa	Zacapa	Jalapa	Jutiapa	El Progreso	Baja Verapaz	Promedio
jun-15	144.60	159.30	150.85	145.05	142.65	285.40	268.20	185.15
jul-15	148.80	184.70	87.60	87.40	158.90	303.40	191.20	166.00
ago-15	116.90	138.00	79.85	61.90	110.45	56.00	115.40	96.93
sep-15	512.70	243.00	301.50	229.25	264.85	339.10	201.60	298.86
oct-15	168.70	429.00	100.75	137.30	306.85	140.50	98.60	197.39
nov-15	76.50	97.00	226.25	91.40	79.30	423.80	76.10	152.91
dic-15	9.40	17.40	30.75	12.75	0.00	61.50	10.00	20.26
ene-16	5.00	0.00	25.55	12.90	0.00	42.40	2.70	12.65
feb-16	10.40	0.00	13.55	7.90	0.00	11.60	6.70	7.16
mar-16	2.80	10.50	4.10	5.15	12.15	20.90	3.60	8.46
abr-16	27.90	25.20	23.30	7.25	32.80	17.80	10.60	20.69
may-16	131.70	675.30	28.00	70.20	84.20	42.40	184.40	173.74
jun-16	390.60	392.60	237.85	168.00	302.10	186.30	267.90	277.91
jul-16	144.60	214.90	81.35	72.30	218.70	84.70	100.90	131.06
ago-16	256.50	231.20	236.90	182.80	154.40	29.60	251.90	191.90
sep-16	121.70	389.60	240.15	132.50	185.15	180.70	87.80	191.09
oct-16	200.20	320.60	78.50	17.65	200.60	165.40	134.50	159.64
nov-16	32.90	44.90	31.65	3.45	24.10	87.80	26.90	35.96
dic-16	12.10	5.40	99.40	18.38	8.25	39.60	9.50	27.52

Fuente: INSIVUMEH.

Anexo 3. Promedio anual de temperatura por departamento

Chiquimula

Resumen anual temperatura	
Chiquimula	
Año	°C
2005	21.53
2006	22.03
2007	22.11
2008	21.75
2009	22.32
2010	21.81
2011	21.92
2012	22.00
2013	21.83
2014	22.05
2015	22.53
2016	22.82

Zacapa

Resumen anual temperatura	
Zacapa	
Año	°C
2005	24.99
2006	24.96
2007	24.91
2008	24.30
2009	24.87
2010	24.75
2011	24.72
2012	25.09
2013	25.31
2014	24.91
2015	25.43
2016	25.45

Santa Rosa

Resumen anual temperatura	
Santa Rosa	
Año	°C
2005	24.37
2006	24.57
2007	24.41
2008	24.34
2009	24.72
2010	24.43
2011	24.38
2012	24.80
2013	24.66
2014	24.67
2015	25.00
2016	25.01

Jalapa

Resumen anual temperatura	
Jalapa	
Año	°C
2005	20.13
2006	20.00
2007	20.04
2008	19.90
2009	20.14
2010	20.27
2011	20.30
2012	19.94
2013	20.36
2014	20.76
2015	21.05
2016	21.23

Continuación anexo 3.

Jutiapa

Resumen anual temperatura	
Jutiapa	
Año	°C
2005	26.44
2006	26.19
2007	26.05
2008	25.69
2009	26.18
2010	26.00
2011	25.75
2012	26.02
2013	26.17
2014	25.82
2015	26.69
2016	26.48

El Progreso

Resumen anual temperatura	
El Progreso	
Año	°C
2005	21.10
2006	20.07
2007	19.41
2008	19.16
2009	19.70
2010	19.72
2011	17.56
2012	18.37
2013	20.20
2014	20.14
2015	20.48
2016	20.71

Baja Verapaz

Resumen anual temperatura, INSIVUMEH	
Baja Verapaz	
Año	°C
2005	23.10
2006	23.05
2007	23.17
2008	22.79
2009	23.03
2010	23.23
2011	23.48
2012	23.00
2013	23.35
2014	23.33
2015	23.73
2016	23.86

Fuente: INSIVUMEH.

Anexo 4. Resumen anual de precipitación por departamento

Chiquimula

Resumen anual precipitación	
Chiquimula	
Año	Mm
2005	1950.20
2006	2107.10
2007	1778.40
2008	1743.80
2009	1475.60
2010	1542.00
2011	1822.80
2012	1888.70
2013	1610.90
2014	1750.90
2015	1323.30
2016	1336.40

Zacapa

Resumen anual precipitación	
Zacapa	
Año	Mm
2005	1327.25
2006	1235.80
2007	1276.85
2008	1783.00
2009	1289.65
2010	1929.70
2011	1580.80
2012	1261.95
2013	1128.05
2014	1562.30
2015	1146.45
2016	1100.30

Santa Rosa

Resumen anual precipitación	
Santa Rosa	
Año	Mm
2005	2016.80
2006	1856.90
2007	2090.00
2008	1723.60
2009	1671.10
2010	2781.70
2011	2457.10
2012	1829.90
2013	1934.80
2014	1748.60
2015	1592.60
2016	2310.20

Jalapa

Resumen anual precipitación	
Jalapa	
Año	Mm
2005	1394.05
2006	1157.80
2007	1223.50
2008	1328.25
2009	928.48
2010	1386.95
2011	1416.00
2012	1109.88
2013	974.80
2014	1096.83
2015	878.85
2016	698.48

Continuación anexo 4.

Jutiapa

Resumen anual precipitación	
Jutiapa	
Año	Mm
2005	1886.27
2006	1565.58
2007	1701.05
2008	1874.90
2009	1424.00
2010	2325.98
2011	2298.95
2012	1382.50
2013	1619.80
2014	1307.05
2015	1209.35
2016	1222.45

El Progreso

Resumen anual precipitación	
El Progreso	
Año	Mm
2005	1937.80
2006	2067.50
2007	1950.40
2008	2028.70
2009	1445.60
2010	2705.60
2011	2267.70
2012	1811.60
2013	1955.30
2014	1604.10
2015	1748.70
2016	909.20

Baja Verapaz

Resumen anual precipitación, INSIVUMEH	
Baja Verapaz	
Año	Mm
2005	1173.70
2006	1450.00
2007	1451.70
2008	1412.70
2009	891.90
2010	1560.10
2011	1444.10
2012	1019.80
2013	1369.80
2014	1095.10
2015	1208.20
2016	1087.40

Fuente: INSIVUMEH.