



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO.

---

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.  
Colegio de Geografía.

**APTITUD DEL TERRENO Y CAMBIO  
CLIMÁTICO PARA CAFÉ EN  
CACAHUATÁN Y JITOTOL, CHIAPAS.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA  
P R E S E N T A :

**VÍCTOR ALFONSO REYES GARCÍA**

**DIRECTOR: GUSTAVO MANUEL CRUZ BELLO**



CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F., MARZO DEL 2011.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## *Dedicatorias:*

A mis padres María y Oscar, por haberme dado las mejores lecciones de vida que no se aprende ni en la mejor escuela del mundo, esas lecciones que se dan con el corazón y que han hecho que hoy de uno de los pasos más importantes de mi vida. Simplemente GRACIAS por todo el cariño y apoyo que me han dado a lo largo de mi vida y lo más importante que siempre han creído en mí, LOS QUIERO Y LOS AMO!!!!!!!!!!!!

A mis hermanos Luis Enrique (Duy) y José Antonio (Toño), por estar en las buenas y en las malas conmigo, por todas las buenos momentos que hemos pasado, así como por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, no solo en la escuela si no en todos los aspectos de la vida, por todas las locuras, coto y estupideces que hemos hecho y que al final son más las cosas buenas que las malas que hemos pasado juntos, carnales esto es por ustedes y para ustedes, los QUIERO MUCHO y a ustedes también MUCHAS GRACIAS por todo!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

A mis abuelos Romualda y Raúl, Martina y Marcelino, por todo el respaldo que me han dado, por comprenderme y tolerarme en todas las cosas que he hecho y en las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, y lo más importante por el cariño y los consejos que me han dado por mi bien sin ningún interés más que el de verme feliz, simplemente les agradezco con un sincero los QUIERO y MUCHAS GRACIAS!!!!

A mi tía María y mis tíos Raúl, Miguel, Edgar, Guadalupe, Fernando y Gabino y a sus familias, GRACIAS por el apoyo brindado ante cualquier situación, ese apoyo se ve recompensado con esto que ahora soy y de lo que ustedes también son parte y llevan un gran crédito!!!!!!

A mis padrinos Alfredo y Luz, que siempre incondicionalmente estuvieron para mí cuando más los necesitaba, GRACIAS por todo el apoyo brindado a lo largo de esta mi corta vida, GRACIAS por siempre creer en mí por sobre todas las cosas, ustedes también son parte importante de esto que hoy realice!!!!!!!!!!!!

A las familias García, Reyes y Ramírez, no puede haber tenido mejores familias, GRACIAS a todos y cada uno de los integrantes de estas hermosas familias y mejor aun GRACIAS por permitir se parte de ellas!!!!!!!!!!!!

A los padrinis Manuel (Bárbaro), Ricardo (Richi precioso), Arturo (Nube), Heriberto (Dios) y Rebeca (Amor mío), mis amigos del alma que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas en las etapas más importantes de la carrera, GRACIAS, “Yo estaba ahí por sí las dudas”!!!!!!

*“Dios bendiga mi camino y permita mi regreso”  
La Reyna del Sur. Arturo Pérez Renerte.*

## *Agradecimientos:*

A mis padres Oscar y María, a mis hermanos Luis Enrique y José Antonio.

A Dios, a la Virgen de Guadalupe, a Jesús Cristo y a los hermanos espirituales, que me han acompañado en todo este largo camino, “Ir por la vida sin creer en algo es como andar solo en la vida y no tener un destino”.

A mis abuelos Raúl, Romualda, Martina, Marcelino, Andrea, a mi tía Manuela.

A mi tía y a mis tíos y sus familias.

A mis padrinos.

A las familias García, Reyes y Ramírez.

Al Doctor Gustavo Cruz Bello por brindarme la oportunidad de participar en este proyecto del cual resulto mi tesis, por sus enseñanzas tan valiosas y que al final de todo se convirtió en un amigo para mí.

A mi grupo de sinodales, Dr. Juan Carlos Gómez Rojas, Mto. Reynaldo Mauricio Aceves García, Mto. José Mario Esquivel Mota y Mto. Efraín Velasco Bautista, por haberse subido a este proyecto, por la ayuda brindada y por aceptar ser parte de esto, las enseñanzas son valiosas no solo para este trabajo si no para todos los subsecuentes.

Al Maestro Antonio González, agradecimiento especial para este maestro, que aunque no fue sinodal (por distintas circunstancias), no significa que no haya sido importante en este trabajo, muchas gracias Toño por toda la ayuda que me brindaste, por todas las enseñanzas y por alentarme y convencerme de que todo es posible, y al final de todo más que maestro un verdadero amigo, simplemente gracias por todo Toño.

A todo el personal del Laboratorio de Geomática de INIFAP, que dicho sea de paso es el que más labora, por el apoyo brindado, por todas las comodidades brindadas, gracias por permitirme ser parte de ese lugar tan fantástico, Gustavo, Toño, Efraín, Paco, Ramiro y Enrique.

Al Dr. Jorge Caire Lomelí † (q.e.p.d.) y al Maestro Jorge Enríquez Hernández, simplemente son unos profesores en toda la extensión de la palabra, con sus lecciones que no solo aplican para la carrera sino para el día a día de la vida, muchas gracias por todas sus valiosas enseñanzas.

A mis amigos de toda la vida, con los que he convivido desde mi infancia en el lugar más hermoso del mundo el Cerro del Judío, Toño (mi carnal), Elías (negro), Pepe (cinturin), Gabriel (gato), Jorge (costrudo), Gustavo (fosi), René (peine), Héctor (bozo), Ismael (fide), David (sonsual), Diego (pelus), Tacho (ojos), Héctor (lallo), Ricardo (rinch), Alfredo (meren), Trini (ciris), Gustavo (nalgoncito), Martín (tabezon), Ernesto (chipotes), Eduardo (lalo), Miguel (pedotes), Miguel (woody), Memín (viejo cachetón), Crispín (crespo), Rosa (lonty), Gabriel (Gaby), Memo (tibur), Diego (odish), Juan (charal), Oscar (bedolla), (Charly (charles), Alejandro (ubalm), Alberto (don david), Luis (wero), Luis (duy mi otro carnal), a toda la banda del UBALM (“arriba la U....”), a los viejitos del cardenales y a toda la plebe del Judis Street que se me haya olvidado mencionar.

A la pandilla de la mejor carrera del mundo y de la vida etérea, obvio Geografía, porque son la pura magia y esas prácticas uuuffffffff la pura maravilla y maldad hecha viajes, Sheila (mi viehaaaa), Chucho (mi primo), Irais (chamuco), Juan (johnny), Daniela (dany), Edgar (pops, cuasi primo), Alice, Jorge (reino mi otro primo), Marutzella (maru), Gustavo (puma), Daniel (sina), Xochitl (chochil), Raúl (fiestas), Alejandra (carmela), Carlos (charly chanchan), Antonio (kemonito), Liz (no puede poner su apodo pero todos lo saben), Roberto (rober), Paulina (pau), Valentín (cupi), Carlos (gordo), Jocelyn (bibiana), Rubén (rubens), Laura (padrón), Oscar (don), Jessica (estrella), Cristian (loco), Carolina (la taro), Oscar (gorras), Lilia (ana lilia), Marel, Liz (panda), Ana (puerqueo), Mariana y a todos los que se olvido mencionar avísenles por favor.

A los piratas, los padrinis que estuvieron toda la carrera conmigo en la pura maldad, Rebeca (bk, victooorrr no digas eso), Manuel (Bárbaro, te tomas una tu una yo, iralo – iralo), Heriberto (dios, yo estaba ahí por si las dudas), Arturo (nube, uuuffffffff que calor), Ricardo (richi precioso, el ser más hermoso que puede existir en la tierra), “te encanta, pero te encanta, hacer el ridículo”.

A mis eternos amigos de la tres veces heroica Escuela Secundaria Técnica # 11, Jorge, Erick, Arturo, Saúl y Paco.

A Verónica Zavaleta Ramos (vero) por todo el apoyo y ayuda que me diste en la preparatoria donde no la pase del todo bien, gracias por motivarme a seguir estudiando, a Mario Alberto Medrano, Juan Edgar Calzada y Uriel Sosa, mis cuates de la prepa.

A la nueva y más reciente pandilla que he encontrado, que también dicho sea de paso son la pura maldad, primero las damas Gabriela (gabs, doña gaby) y Penélope (amiga penny, cerebro), ahora los patanes Rodrigo (maya), Alberto (betus), Omar (chachis), Luis (matus), Alejandro (mosh), Fernando (fer), Bacacho F.C.

A los que se me hayan olvidado por distintas circunstancias dejo unos renglones en blanco para que por favor con lápiz se apunten, gracias.

*“La vida es simple, toma decisiones y no voltees hacia atrás”.*

# I. Índice.

I. Índice.....	5
II. Introducción.....	9
III. Problemática.....	11
IV. Justificación.....	12
V. Objetivos.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Particulares.....	13
VI. Revisión de Literatura.....	14
6.1 El Café.....	14
6.1.1 El Café a Nivel Mundial.....	15
6.1.2 El Café en México.....	20
6.2 Requerimientos del Cultivo de Café.....	22
6.2.1 Café Arábica.....	23
6.2.2 Café Robusta.....	28
6.3 Aptitud del Terreno.....	31
6.4 Cambio Climático.....	34
6.5 Zona de Estudio.....	37
6.5.1 Cacahoatán, Chiapas.....	38
6.5.2 Jitotol, Chiapas.....	39
VII. Metodología.....	42
- Análisis del clima actual 1990 – 2004.....	42
- Análisis de clima 2005 – 2020 basados en GCM.....	44
- Análisis de Aptitud de Terreno.....	51
VIII. Resultados.....	58
8.1 Análisis de Clima del Periodo Actual 1990 – 2004.....	58
8.1.1 Cacahoatán.....	58
8.1.2 Jitotol.....	70
8.2 Modelos de Circulación General (GCM), Cambio Climático 2005 – 2020.....	80
8.2.1 Cacahoatán.....	80
8.2.2 Jitotol.....	84
8.3 Aptitud del Terreno para Café.....	87
8.3.1 Cacahoatán.....	87
8.3.1.1 Café Arábica.....	87
8.3.1.2 Café Robusta.....	94
8.3.2 Jitotol.....	101
8.3.2.1 Café Arábica.....	101
8.3.2.2 Café Robusta.....	108
IX. Discusión.....	115
X. Conclusiones.....	120
XI. Bibliografía.....	122
Anexos.....	134

## Índice de Figuras.

Figura 1: Semillas de cafeto procesadas.....	14
Figura 2: Cafeto.....	14
Figura 3: Distribución geográfica de países productores de café arábica, robusta y mezcla de ambos.....	16
Figura 4: Estados y número de productores de café en México.....	21
Figura 5: Coffea arabica.....	23
Figura 6: Climograma de las fases fenológicas del café arábica y robusta.....	25
Figura 7: Coffea canephora.....	28
Figura 8: Climograma de las fases fenológicas del café arábica y robusta. Fuente: Villers et.al., 2009.....	29
Figura 9: Localización de la zona de estudio: Cacahoatán y Jitotol, Chiapas.....	37
Figura 10: Estaciones de Cacahoatán utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004.....	59
Figura 11: Estaciones de Jitotol utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004.....	70
Figura 12: Estaciones de Cacahoatán utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020.....	81
Figura 13: Estaciones de Jitotol utilizadas en el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020.....	84
Figura 14: Aptitud de terreno para café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 en Cacahoatán.....	88
Figura 15: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Cacahoatán.....	90
Figura 16: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Cacahoatán.....	90
Figura 17: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Cacahoatán.....	92
Figura 18: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Cacahoatán.....	92
Figura 19: Aptitud de terreno para café robusta en el periodo Actual 1990 – 2004 en Cacahoatán.....	95
Figura 20: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Cacahoatán.....	97
Figura 21: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Cacahoatán.....	97
Figura 22: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Cacahoatán.....	99
Figura 23: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Cacahoatán.....	99
Figura 24: Aptitud de terreno para café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 en Jitotol.....	102
Figura 25: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Jitotol.....	104
Figura 26: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Jitotol.....	104
Figura 27: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Jitotol.....	106

Figura 28: Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Jitotol.....	106
Figura 29: Aptitud de terreno para café robusta en el periodo Actual 1990 – 2004 en Jitotol. ....	109
Figura 30: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Jitotol. ....	111
Figura 31: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Jitotol.....	111
Figura 32: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Jitotol. ....	113
Figura 33: Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Jitotol.....	113



## Índice de Tablas.

Tabla 1: Requerimientos agroecológicos óptimos para cultivo de café arábica. ....	27
Tabla 2: Requerimientos agroecológicos óptimos para cultivo de café robusta. ....	31
Tabla 3: Ejemplo del cálculo de estadísticos para los datos de temperatura del periodo 1990 – 2004. ....	43
Tabla 4: Ejemplo del cálculo de estadísticos para los datos de Precipitación del periodo 1990 – 2004. ....	43
Tabla 5: Ejemplo del arreglo de los datos climáticos del periodo 1960 – 1989. ....	45
Tabla 6: Ejemplo de los cálculos de precipitación, del periodo 1960 – 1989. ....	45
Tabla 7: Ejemplo de los cálculos de temperatura, del periodo 1960 – 1989. ....	45
Tabla 8: Criterios agroecológicos y pesos para cultivo de café arábica y robusta. ....	51
Tabla 9: Calificaciones del criterio Temperatura Máxima para café arábica y robusta. ....	52
Tabla 10: Calificaciones del criterio Temperatura mínima para café arábica y robusta. ....	52
Tabla 11: Calificaciones del criterio Tipos de Suelos para café arábica y robusta. ....	53
Tabla 12: Calificaciones del criterio Altitud para café arábica y robusta. ....	53
Tabla 13: Calificaciones del criterio precipitación para café arábica y robusta. ....	53
Tabla 14: Calificaciones del criterio Textura del Suelo para café arábica y robusta. ....	54
Tabla 15: Calificaciones del criterio Fases Físicas y Químicas del Suelo para café arábica y robusta. ....	54
Tabla 16: Calificaciones del criterio Pendiente del Terreno para café arábica y robusta. ....	54
Tabla 17: Rangos, y Valores Máximos y mínimos de Aptitud de Terreno. ....	56
Tabla 18: Estaciones utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004 en Cacahoatán. ....	58
Tabla 19: Estaciones utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004 en Jitotol. ....	70
Tabla 20: Estaciones utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020 en Cacahoatán. ....	80
Tabla 21: Estaciones utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020 en Jitotol. ....	84
Tabla 22: Resultados de Aptitud de Terreno para café arábica en Cacahoatán en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM. ....	87
Tabla 23: Resultados de Aptitud de Terreno para café robusta en Cacahoatán en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM. ....	94
Tabla 24: Resultados de Aptitud de Terreno para café arábica en Jitotol en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM. ....	101
Tabla 25: Resultados de Aptitud de Terreno para café robusta en Jitotol en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM. ....	108

## II. Introducción.

El cultivo de café atraviesa por una crisis a nivel mundial y se ve reflejada en la región Mesoamericana donde se localiza nuestro país, esta crisis se manifiesta por las constantes variaciones en los precios y por la disminución en la producción (Castellanos *et. al.*, 2003).

La crisis es más evidente en la variedad *Coffea arabica* que se cultiva en una mayor superficie en nuestro país. Para hacer frente a esta crisis algunos países latinoamericanos como Brasil han realizado estudios de aptitud territorial que identifican los lugares más óptimos para la siembra del café, tomando en cuenta las variables climáticas y del terreno, haciendo una comparación entre necesidades agroecológicas del café y la aptitud territorial de las zonas de estudio (Segura *et. al.*, 2004).

Las probables causas de la crisis se pueden englobar en tres grupos: el deficiente mercado de café, las plagas y el cambio climático (Castellanos *et. al.*, 2003), en este caso nos avocaremos a esta última causa, pero desde la perspectiva de la aptitud del terreno.

Este trabajo forma parte del estudio **“Estrategias efectivas de adaptación y reducción de riesgos por fluctuaciones de precios y cambios climáticos: Lecciones de la crisis del café en Mesoamérica”**, que pretende identificar las acciones de adaptación de los productores de café en cuatro países: Honduras, Costa Rica, Guatemala y México”, y generará información sobre una de las posibles causas de la crisis del café, el cambio del clima. La investigación pretende determinar las estrategias efectivas de adaptación y reducción de riesgos en el cultivo de café, de tal manera que los tomadores de decisiones de las instituciones de fomento al cultivo de café en los cuatro países tomen las medidas necesarias para fomentar estas estrategias de adaptación de los cafecultores.

En particular este trabajo se realizó analizando el comportamiento de las variables climáticas (precipitación, temperaturas máximas y mínimas) históricas y actuales (Eakin *et al.* en revisión). El análisis climático abarcó los periodos

1990 – 2004 y 2005 - 2020, para determinar cuánto han variado las temperaturas y la precipitación. En el caso del periodo 2005 – 2020, fue necesario obtener los datos de proyecciones hechas con Modelos de Circulación General, basados en datos históricos del periodo 1960 – 1989. También se tomaron en cuenta las condiciones del terreno de la zona de estudio para realizar el análisis de aptitud del terreno.

### **III. Problemática.**

La crisis del café se agudizó a mediados de la década de los 90's y en la primera década del 2000, a consecuencia del exceso en la producción, a los bajos costos del café, la disminución de la población que consume café, la disparidad de los precios entre los países productores, el cambio climático, la aptitud del terreno que recae en avances tecnológicos o los lugares para cultivar (CEPAL, 2002). El cambio climático tendrá notables efectos sobre los cafetales, modificando las zonas donde se cultiva café en Cacahoatán y Jitotol, Chiapas, que es la zona de estudio de este trabajo. El aumento de la temperatura y la escases de lluvias, dañaran y volverán vulnerables los lugares de producción, por lo cual las zonas para cultivar se mudaran a otras zonas o a nuevas regiones donde las condiciones sean óptimas para cultivar el café y en el escenario menos propicio se tendrán que identificar nuevos cultivos para alternarlos en las zonas donde ya no sea viable el café.

#### **IV. Justificación.**

Este trabajo es de importancia porqué en la región existen familias que dependen económicamente del café ya sea directa o indirectamente como lo demuestran los siguientes datos: la producción nacional de café en la cosecha 1999 – 2000, según datos de la Organización Internacional del Café (OIC), ascendió a 6 millones de sacos de 60 kilos, siendo Chiapas el primer productor con una participación del 34.8%. El Soconusco (donde se localiza uno de los municipios de estudio) es una de las regiones cafetaleras con mayor tradición e importancia de nuestro país por la calidad y cantidad de café que se produce. Según cifras del Censo Cafetalero del INMECAFE (1992), en el Soconusco existían 15,043 productores y la superficie cultivada con café era de 77,123 ha, lo que se traduce en 18.2% de los productores y 32% de la superficie total de la región (Cámara de Diputados, 2001).

El INEGI en 2005 mencionó que, el año agrícola 2003 – 2004, en Cacahoatán la superficie destinada a la siembra de café fue de 7,736.4 ha (3.16% del total del Estado de Chiapas), el volumen de la producción fue de 24,733.4 t (3.25% del estado) y el valor de la producción fue de 34,417.5 miles de pesos (2.79% del estado). Por otra parte el municipio de Jitotol contó con 1,080.0 ha de superficie sembrada de café (0.44% del estado), un volumen de producción de 2,428.0 t (0.38% del estado), y el valor de la producción fue de 5,220.2 miles de pesos (0.42% del estado).

Pronosticar el cambio climático y determinar que tanto impacto tendrá en la zona de estudio, ayudara a estimar el grado de influencia que tendrá en la aptitud del terreno para cultivo de café.

La aptitud de terreno ayudará a los tomadores de decisiones a definir prioridades de apoyo a los agricultores considerando aquellos que tengan, por las condiciones del terreno, ventajas de producción.

## **V. Objetivos.**

### **Objetivo General.**

- Analizar la aptitud de terreno para el cultivo del café en los municipios de Cacahoatán y Jitotol en el Estado de Chiapas considerando la variabilidad climática histórica y futura.

### **Objetivos Particulares.**

- Determinar la aptitud territorial para el cultivo de café.
- Modelar el cambio de aptitud de terreno con respecto al cambio climático.
- Analizar los registros climáticos históricos en busca de evidencias de cambio climático.

## VI. Revisión de Literatura.

### 6.1 El Café.

El café es una planta que se conoce comúnmente como cafeto, es un árbol de la familia Rubiácea. Con las semillas del cafeto se prepara una bebida a la que se denomina café, producto del procesamiento de dichas semillas (Figura 1). Existen alrededor de 30 especies pertenecientes al género *Coffea*, pero sobresalen por su cultivo tres especies, *C. arabica*, *C. canephora* y *C. liberica* (Carmona, 1999).



**Figura 1:** Semillas de cafeto procesadas. Fuente: [www.ico.org](http://www.ico.org)

El cafeto llega a medir de 4.5 a 6 metros de altura en la etapa de madurez, sus hojas son verdes, lustrosas y ovaladas, teniendo una duración de 3 a 5 años, sus flores solo permanecen abiertas pocos días durante todo el año, son de color blanco y fragante (Figura 2). El fruto del café se desarrolla en un periodo que comprende de seis a siete meses, a partir de la aparición de la flor; el fruto sufre un cambio de color que va desde el verde claro hasta el rojo, hasta llegar al carmesí, que es señal de que el fruto está maduro y listo para su recolección. El fruto maduro encierra dos semillas cubiertas por una pulpa dulce recubierta de una cascara muy delgada o “pergamino”, de ahí que se le conozca al fruto maduro como cereza, uva o capulín (Contreras, 2008).



**Figura 2:** Cafeto.  
Fuente: [www.ico.org](http://www.ico.org)

La semilla de café tiene una mezcla de componentes químicos; algunos de ellos no se ven afectados por el proceso de tostado, pero aquellos de los que depende el aroma (Carmona, 1999), son producto de la destrucción parcial del grano verde por la torrefacción. *La torrefacción es la operación en la cual son formados, bajo la acción del calor, los principios aromáticos que no existen previamente, en su mayoría, en la semilla del café. Consiste en calentar los granos a una temperatura que provoque modificaciones químicas, físicas y físico – químicas que hace que de éstos se pueda obtener una infusión.* (Rochac, 1964), de este proceso el café toma su aroma

La primera cosecha de calidad se da a partir de los cinco años de edad, aunque puede haber antes producción de menor calidad. La plenitud de cosecha del café dura de 15 a 20 años, y su rendimiento promedio va de los 900 a los 1,300 gramos de semillas de valor comercial por año por planta (Contreras, 2008).

La bebida café es resultado de la mezcla de las semillas ya procesadas con agua hirviente que extrae los sabores volátiles y no volátiles, así como los aromas. Los componentes volátiles son ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, esteroides, aminas y algunos azufres (mercaptanos). El principal componente volátil del café es la cafeína que produce efectos fisiológicos en los seres humanos, la cafeína es un alcaloide con propiedades estimulantes (Rochac, 1964).

### **6.1.1 El Café a Nivel Mundial.**

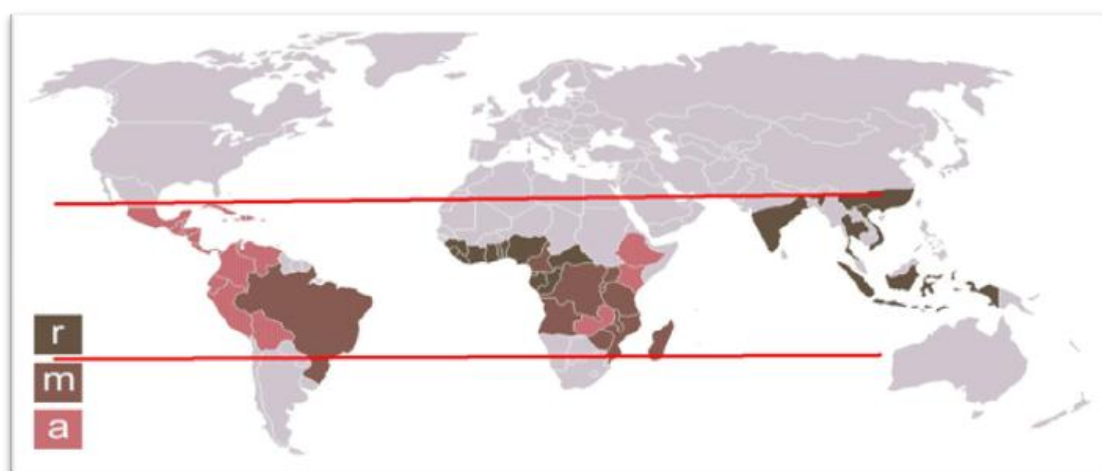
El lugar de origen, el año de descubrimiento y la domesticación del café son inciertos, el probable lugar de origen son las tierras africanas, pero no se sabe el país exacto ya que pudo haber sido de Etiopia (antigua Abisinia) hasta la actual Uganda (Robinson, 2000). Por otra parte el descubrimiento y domesticación del café data de 1,000 a.C. aunque algunas otras fuentes mencionan el año 575 d.C. (Córdova, 2005).

Los holandeses fueron los primeros en comercializar el café, siendo Ceylán la primera colonia a la que llegó el café en el año 1658. El café se convirtió en



una aportación al nuevo mundo por parte de los europeos, ya que el café se expandió junto con el colonialismo, y su cultivo se dio principalmente en las zonas intertropicales, contrastando con los países consumidores que se localizaban en el hemisferio norte. Los primeros en distribuir el café en el continente americano, fueron los franceses en el año 1715, primero en Haití y después a la República Dominicana y posteriormente a Cuba. Las primeras colonias españolas en recibir el café fueron Colombia en 1732, continuando en Filipinas y México en el año 1740 (Carmona, 1999).

Después del petróleo, el café es el segundo producto de importancia económica a nivel mundial. En el periodo 2002 – 2007, la cosecha de café fue de 115 millones de sacos de 60 kilos aproximadamente, la distribución de la producción total en el mundo fue: América con un 62%, Asia 24%, África 13% y Oceanía con 1%. Existen en el mundo 50 países exportadores de café, siendo las principales especies cultivadas la arábica y robusta (Figura 3) y 25 millones de familias dependen de la producción de café (Contreras, 2008),



**Figura 3:** Distribución geográfica de países productores de café arábica, robusta y mezcla de ambos. Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/Portada>

El café es un producto universal, que responde al ritmo de la diseminación del cultivo y al consumo. El café tiene un mercado dinámico y complejo por distintas causas como: la regionalización, la oferta y demanda, el precio, la tecnificación, los fenómenos naturales, los cambios sociales, etcétera.

La Revolución Verde provocó cambios significativos en la producción del café, ya que fue promovida con insumos externos para aumentar la productividad; a lo anterior se le sumaron las políticas agrarias e institucionales como las del Instituto Mexicano del Café (INMECAFE) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID), así como de organizaciones internacionales que vinculan a los productores con los grandes exportadores de café (Nolasco, 1985; Escamilla y Díaz, 2002; Guadarrama, 2000; Nájera, 2002). La consecuencia de la Revolución Verde fue una sobreproducción de café por parte de países africanos y asiáticos.

En la actualidad el café está saliendo de una de las peores crisis en la historia, que afectó alrededor de 125 millones de personas. Sin embargo es importante mencionar que estas crisis son muy frecuentes en el mercado del café. La crisis se debe a la suma de distintos factores derivados de la dinámica económica del café como: la sobreproducción, el incipiente crecimiento de los consumidores, la recurrente caída de los precios en las bolsas de valores, por ejemplo en el año 1999 el precio de café llegó a los 45 dólares por quintal (46 kilos de café oro), que no equivalía a los costos de producción que estaban por encima de los 80 dólares (Pohlan *et al.*, 2006).

La producción de café se ha visto disminuida en un 50% (de 12 millones de dólares en 1999 a 5.5 millones en 2006), por otra parte el valor de la venta de café al menudeo se ha incrementado en los países consumidores pasando de 30,000 millones de dólares a 70,000 millones de dólares para 2006 (OIC, 2006).

El mercado del café estaba regulado por los gobiernos de los países exportadores a través de institutos con base en un sistema de cuotas de exportación, con lo cual se aseguraba la producción, el control de precios y la demanda de los países consumidores, en México la dependencia reguladora era el Instituto Mexicano del Café (INMECAFE). A partir de 1989 se da el parteaguas en el mercado mexicano del café, porque el INMECAFE detiene sus actividades, y así México se incorpora al libre mercado, quedando el gobierno relegado del mercado y sin intervención en las actividades de fomento, transformación y comercialización del café.

Después de 1989, se crearon institutos internacionales, con el fin de regular el mercado del café y acabar con la crisis, pero los resultados no fueron satisfactorios, entre dichas instituciones está la Asociación de Países Productores de Café (APPC) que intentó regular el mercado, limitar la exportación y fomentar el retiro de plantaciones de café de baja calidad, sin embargo el fracaso fue inminente.

La producción del café continuó aunque no se tuvieran acuerdos, aunado a esto surgieron nuevos países productores como Vietnam. Por su parte, el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional hicieron presión para privatizar empresas y organismos públicos del sector. A todo lo anterior se sumó la caída de precios y la sobreproducción, que hizo que el café quedara monopolizado por compañías transnacionales.

El desarrollo tecnológico es otro factor que interviene en la producción de café, ya que los rendimientos entre los diferentes países productores es notoria, por ejemplo Brasil produce 1.04 t/ha de café *mainstream*, a muy bajos costos, con lo que la rentabilidad del producto es sostenible, por otra parte Vietnam produce 1.7 t/ha de robusta; en contraste en México se producen 418 kg/ha (menos del 50 % de rendimientos por hectárea), en condiciones de montaña que implican desventajas tecnológicas y altos costos de producción (Pohlan *et al.*, 2006).

La tecnología empleada en el café consiste en: modificar genéticamente las especies, introducción de variedades de café especializadas, implementación de monocultivos a cielo abierto, uso de fertilizantes inorgánicos, control de plagas, cambios en el sistema que soporta la producción (modificación del entorno, creando ambientes artificiales). Sin embargo, estos cambios a su vez traen consecuencias como el empobrecimiento de los suelos por la erosión, la lixiviación (lavado) de los nutrientes y la pérdida de la dinámica natural para el control de las plagas (Nolasco, 1985; Nestel, 1995).

A corto plazo la producción de café, sí emplea avances tecnológicos, es redituable, pero a largo plazo la ruptura del balance en el sistema natural y la disminución de la biodiversidad, creará una dependencia de insumos para el

mantenimiento del rendimiento de los cafetos que elevará los costos de producción y los rendimientos y ganancias disminuirán (Gliessman, 2002).

En México el 62% de las fincas cafetaleras, en su mayoría son de menos de una hectárea, y presentan una productividad baja de menos de 8 quintales por hectárea (Bartra, 2004; SIAP, 2006).

La forma de producción diversificada de México, tiene una contribución actual y potencial en la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad (Williams, 2007), generando servicios ambientales como captura de carbono, captación de agua y control de erosión de suelos. Estas condiciones, a diferencia de los países tecnificados, serán más redituables a largo plazo, por ejemplo ante el calentamiento global.

Existe un tipo de café denominado café orgánico, que es producido principalmente por cafeticultores organizados, la principal cualidad de este café es su obtención sin el uso de productos industriales, promoviendo el cuidado del medio ambiente. El consumo de este café se da principalmente en Estados Unidos, seguido de países de Europa, siendo los principales consumidores de este continente Suiza, Dinamarca, Alemania y Francia (Giovannucci, 2001).

La producción de café orgánico ha ido de la mano con el comercio justo (comercialización que apoya la aproximación a la sustentabilidad).

Las alternativas para la superación de la crisis son múltiples: la recuperación del precio del café mediante la integración de cadenas productivas y la comercialización directa del café, mejorar la calidad genética del café por calidades diferenciadas, la producción de café con denominaciones especiales (orgánico, comercio justo, café de sombra, gourmet, entre otros) (Osorio, 2005 a y b); la diversificación de la producción, el aumento del consumo en los países productores, el establecimiento de cuotas de exportación y el apoyo a las propuestas de desarrollo sustentable de las áreas cafetaleras en cada país productor (Perezgrovas y Celis, 2002).

### **6.1.2 El Café en México.**

El café junto como otros tantos productos llegó a México en la época colonial, a mediados del siglo XVIII, la vía de acceso fue el puerto de Veracruz y de ahí se distribuyó a otros puntos del estado y después al país (Córdova, 2005; 2007), la producción de café se convirtió en una mercancía redituable y por tanto muy codiciada; el interés por producirlo afectó a los distintos estratos sociales de esa época como lo eran los criollos, mestizos e inversionistas extranjeros, quienes denominaron a este nuevo producto como “grano de oro”, haciendo alusión a su precio. (Córdova, 2002).

México ocupaba el sexto lugar a nivel mundial en 2006 como productor de café detrás de Brasil, Colombia, Indonesia, India y Etiopía, con una aportación del 4% de la producción mundial (OIC, 2006). En el ámbito nacional la cafecultura se encuentra dentro de las actividades económicas de mayor importancia solo rebasado por el petróleo, la metalurgia y el turismo. Debido a su influencia en la organización y su aporte a la economía, en los 90’s contribuyó con cerca de un tercio de las exportaciones agrícolas (Barreiro, 2002). En el ciclo agrícola 1996 – 1997 la exportación de café fue de 846 millones de dólares, pero después de este punto comenzó una tendencia a la baja en la producción, que solo repuntó hasta el periodo 1999 – 2000 (Nájera, 2002), donde se rebasaron los 5 millones de sacos, que representan el 5% de la producción mundial, sin embargo, para el periodo 2001 – 2006, se volvió a tener una baja en la producción al disminuir a 4.2 millones de sacos (UACH, 2005; SIAP, 2006).

La superficie destinada al cultivo de café en nuestro país es de 664,794 ha, es la quinta en importancia rebasada por el maíz, frijol, sorgo y trigo, que son productos en la dieta básica de la población mexicana (UACH, 2005; Escamilla, 2007).

Hoy en día se cultiva en distintas regiones del país: la vertiente del Golfo de México y del Pacífico, el centro y el sur del país, quedando exenta la región del centro norte, siendo los principales productores de café 12 estados: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Puebla, Jalisco,

Tabasco, Colima y Querétaro (Figura 4), con poco más de 282 mil productores para el año 2001 (Cámara de Diputados, 2001).



**Figura 4:** Estados y número de productores de café en México. Fuente: Elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la H. Cámara de Diputados en base a datos del Consejo Mexicano del Café, 2001.

En el ámbito social y cultural, en la década de los 90's, 2.5 millones de personas dependía directa o indirectamente del café, a esto se le sumaba un millón de jornaleros que se empleaban en el periodo de cosecha (Nájera, 2002), el 65.5% del café es producido por población indígena (30 etnias en 94 municipios), las etnias más sobresalientes por el número de personas dedicadas a su cultivo son: los zapotecos, mixtecos, mixes, mazatecos, totonacas, nahuas, otomíes, tzeltales, zoques, tojolabales, huicholes, chinantecos, choles y chatinos (Moguel y Toledo, 1999; SIAP, 2006).

El café se cultiva en distintas zonas del país bajo condiciones ambientales muy diversas: diferentes suelos, pendientes abruptas, distintas altitudes desde nivel del mar hasta por encima de los 1800 metros (el 78% de los cafetales se encuentran en zonas que están por encima de los 600 metros de altitud, lo que permite una alta calidad en el café), diversas zonas climáticas, con marcadas variaciones y fenómenos meteorológicos extraordinarios (heladas, sequias, huracanes), haciendo que las condiciones determinen la producción del café, así como la rentabilidad del cultivo. Debido a lo anterior las distintas

condiciones ambientales son un factor determinante en la constante productiva y la calidad de los ciclos agrícolas (Contreras, 2008).

La crisis del café está determinada por el mercado internacional, por las condiciones desiguales de competencia entre los productores y por la baja rentabilidad de las fincas en nuestro país, por lo que los cafecultores mexicanos han optado por otras alternativas como el cultivo de café orgánico (Bartra, 1996; Jiménez y Gómez – Pompa, 1982; Nolasco, 1985; Nestel, 1995; Giovannucci y Juárez, 2006; Pohlan, *et al.* 2006; Escamilla, 2007).

La cafecultura es parte de una dinámica de las microrregiones, como un elemento económico y social de suma importancia, por lo ya explicado. Es un producto en constante cambio y adaptación, por ejemplo el cultivo de café de sombra y el café orgánico, que son variaciones del cultivo original del café y que van de la mano con la nueva tendencia de productos “amigables con el ambiente”.

## **6.2 Requerimientos del Cultivo de Café.**

Los requerimientos descritos en esta sección se centraran en dos tipos: 1) climáticos donde están la precipitación, temperatura máxima y mínima; y 2) los de terreno, tipo, textura y fases del suelo, así como la altitud y la pendiente del terreno.

En México se cultivan comercialmente dos especies de café: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. La primera es de mayor importancia por su calidad y cantidad, valor en el mercado nacional e internacional y extensión territorial, ya que en México ocupa poco más del 97% de la superficie cafetalera y a nivel mundial se estima que ocupa el 70%, en tanto que la especie *C. canephora*, se ubica en el resto de la superficie en México y el 30% a nivel mundial. (SPCAFE, 2009).

Cabe mencionar que puede existir una disparidad en los valores óptimos de las variables, ya que las tres fuentes principales manejan sus valores a distintas escalas. ECOCROP es una dependencia perteneciente a la FAO, por lo que

sus valores óptimos están basados en resultados a nivel mundial; INFOAGRO es una consultora independiente española, que de igual manera maneja rangos y valores a nivel mundial; por su parte Ruíz et. al. (1999) maneja sus valores escala nacional, unificando sus valores para las distintas regiones cafetaleras de México.

### 6.2.1 Café Arábica.

El *coffea arabica* (Figura 5), es originario de los bosques tropicales de Etiopía donde la altitud fluctúa entre los 1600 y 2800 m. La temperatura media anual es de 20°C, y la precipitación varía de los 1600 a poco más de 2000 mm, estas precipitaciones están distribuidas uniformemente en todo el año, con un periodo seco de tres o cuatro meses que es la mejor época para la cosecha del café. Dadas las características anteriores de la zona de donde es originario el café arábica, se determinó que es un sotobosque arbustivo (Sylvain, 1955).



**Figura 5:** Coffea arabica.  
Fuente: [www.ico.org](http://www.ico.org)

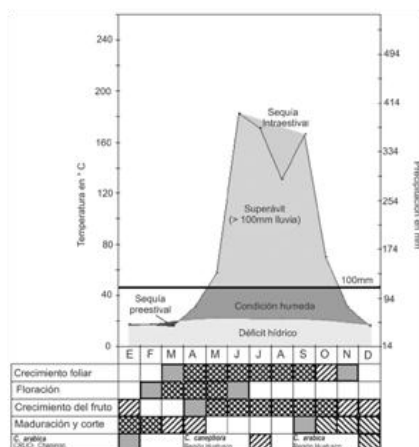
El café arábica es una especie comúnmente de tierras altas, se distingue por ser susceptible al exceso de lluvia en el periodo de floración, pero entra en floración pocos días después o semanas de que se inicia la temporada de lluvias, las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, que es la época ideal para la cosecha. El costo más alto de producción de café arábica lo lleva la recolección de la cereza, ya que esta actividad emplea 60% del costo total de producción. Se pueden tener una o dos cosechas anuales dependiendo de las características climáticas de la zona de cultivo, se obtendrá una cosecha en zonas donde exista una sola temporada húmeda y dos cosechas donde existan dos periodos cortos de lluvia (INFOAGRO, [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), consultada en 2009 y 2010).



Es un cultivo de tipo perenne, su forma de vida es arbustiva, el uso común de esta especie es alimentos y bebidas, pero también es utilizado para efectos medicinales principalmente en aquellos destinados al sistema nervioso. Su sistema de cultivo es con cultivos también perennes en un subsistema de cultivo en franjas donde existan cultivos como el frijol, yuca, hortalizas, piñas, plátanos o palma. Comienza a dar frutos desde los 2 – 3 años, aunque su madurez total la alcanza alrededor de los 6 – 8 años, produce rendimientos económicos promedio por 30 – 40 años, aunque puede solo ser de 10 – 15 años como mínimo y de 50 – 70 años como máximo. Llega a vivir de 80 – 100 años. El café arábica es una planta de climas tropicales y subtropicales, por lo que se ubica en latitudes de 22° N a 27° S (ECOCROP, [ecocrop.fao.org](http://ecocrop.fao.org), consultada en 2009 y 2010).

Camargo (2001) agrupa las fases fenológicas del café en cuatro: a) crecimiento foliar, b) floración, c) crecimiento del fruto y d) maduración y corte (Figura 6), siendo las etapas más críticas la floración y el crecimiento del fruto, ya que de estas etapas dependerá la cosecha. La floración se presenta de marzo a mayo para la especie arábica (Villers *et.al.*, 2009), el rango óptimo de temperatura media debe de ser de 18 – 21°C (Alegre, 1959), ya que una temperatura relativamente superior, especialmente si se asocia con una prolongada temporada de sequía, puede causar el aborto de flores (Camargo 1985), también, temperaturas de hasta 30°, son necesarias para la iniciación de yemas florales, pero su desarrollo debe ocurrir en valores de 23°C (Carvajal, 1984; Camargo, 1985; Barros *et.al.*, 1999). En cuanto a la precipitación, el óptimo es de 200 a 250 mm total para los tres meses de esta fase, es necesaria también, una sequía en el principio de esta etapa (marzo), para que la floración de inicio (Villers *et.al.*, 2009; Benancchio, 1982). Un estrés hídrico corto provoca que la floración se presente (Nolasco, 1985; Castillo *et.al.*, 1997; Conde *et.al.*, 1997). El desarrollo del fruto o fructificación se presenta de mayo a octubre (Villers *et.al.*, 2009), con una temperatura óptima para esta etapa de no más de 23°C, ya que mayores a este valor provocan que el desarrollo y maduración de los frutos se acelere (Camargo, 1985), a exposiciones de 30°C o más puede resultar en el crecimiento deprimido (Franco, 1958). La precipitación total óptima de estos seis meses debe estar entre los 1700 y 1900

mm, el desarrollo del fruto se alcanza cuando se supera un déficit hídrico (mayo) y se alcanza la condición húmeda (junio). El superávit que se presenta de mayo a octubre asegura el crecimiento del fruto, la presencia de una sequía intraestival y el descenso marcado de la precipitación en plena temporada lluviosa marca el inicio de la maduración del fruto (Villers *et.al.*, 2009).



**Figura 6:** Climograma de las fases fenológicas del café arábica y robusta. Fuente: Villers *et.al.*, 2009.

ECOCROP maneja un rango de temperatura óptima de 14°C mínima, 18°C máxima y extremas de 10°C mínima, 34°C máxima; a su vez Ruíz recomienda una rango de temperaturas óptimas de 15.6°C como mínima y 21.1°C máxima (Ruiz *et. al.*, 1999). INFOAGRO menciona una temperatura media anual de 16°C - 22°C.

El café arábica se cultiva en lugares donde la precipitación varía de los 750 mm mínima a 3000 mm máximo anuales, siendo el rango óptimo de 2000 mínimo a 3000 mm como máximo, pero debe de existir una buena distribución en función del ciclo de la planta (INFOAGRO). Para ECOCROP la precipitación óptima anual debe ir de 1400 mm mínimo a 2300 mm máximo, con una precipitación extrema de mínimo 750 mm a un máximo de 4200 mm. Siendo la óptima 1900 mm (Ruiz *et.al.*, 1999).

El café se produce en zonas donde las altitudes oscilan entre los 1200 y los 1700 m para las zonas tropicales (hasta 23° 27' N y S) (INFOAGRO). Mientras que ECOCROP maneja una altitud máxima de 2800 m en regiones ecuatoriales (15° N y S). Ruíz maneja un rango de altitud de 1000 a 2800 m (Ruiz *et. al.*,

1999), las zonas más altas deben estar asociadas a regiones más cercanas al ecuador y las zonas más bajas deben estar a mayores latitudes.

En lo que se refiere a los suelos para cultivo de café, deben tener un pH de 5 a 7, suelos neutros y ácidos, pero también pueden ser suelos básicos, ya que el pH extremo va de 4.3 a 8.4 (ECOCROP); o un pH de 4.5 a 7, con un óptimo de 5 – 6 según Benacchio (1982). Los suelos requieren alta capacidad de intercambio catiónico, alto contenido de materia orgánica y un pH de 6 a 6.5 (Carvajal, 1984; Küpper, 1981).

La profundidad del suelo no debe de ser menor a 50 cm, siendo la profundidad óptima de 150 cm (ECOCROP); 90 cm son óptimos (Ruiz *et. al.*, 1999). Los suelos someros dificultan el desarrollo radicular por lo que un mínimo debe de ser de 30 cm (Rojas, 1989; Mesa, 1974).

La textura debe ser media con contenido orgánico, pero también puede ser de textura mediana con material liviano (ECOCROP); los suelos de tipo francos y franco – arcillosos son los ideales, pero puede darse en una amplia gama de suelos (Benacchio, 1982). También es necesaria una alta cantidad de macro y micro poros, con una buena estructura y textura buena (Willson, 1985; Küpper, 1981).

La fertilidad del suelo debe ser alta aunque también se desarrolla en suelos con una fertilidad moderada (ECOCROP).

El café arábica es poco tolerante a la salinidad (ECOCROP), por lo que requiere buenos drenajes (Benacchio, 1982). El suelo superficial debe estar bien drenado, para que se favorezca la presencia de un ambiente oxidante (Willson, 1985; Küpper, 1981).

El café es un cultivo de sombra, por tanto la intensidad de luz óptima para la variedad arábica seda en ambientes con cielos despejados a cielos nublados (ECOCROP). Puede ser cultivado sin sombra pero la humedad relativa en esos ambientes debe de ser alta la mayor parte del año; requiere sombra, donde las temperaturas son elevadas (Ruíz *et.al.*, 1999). La intensidad de luz óptima es de 32.3 a 86.1 Lux (Baradas, 1994).

El café en cualquier especie, en este caso arábica, necesita 5600 +/- 620 unidades térmicas (u.t.) entre la siembra y la primera recolección de café y 2500 u.t. desde la floración hasta la maduración de la cereza, con un gradiente de 38 días por cada °C de temperatura (u.t. = temperatura media – 10°C durante el periodo escogido) (Valencia, 1999).

Información referente a los requerimientos de pendiente es escasa, aunque existen unos cuantos datos, estos se mencionan de manera general para todas las especies de café. Según el Conjunto Tecnológico para la Producción de Café en Puerto Rico (1999), la pendiente no debe exceder el 50% para facilitar las labores agronómicas. Sin embargo el cafeto es una planta rustica que se adapta a diferentes condiciones topográficas desfavorables para otros cultivos, en México la producción es más exitosa entre los 600 y 1200 msnm, sobre inclinaciones relativamente empinadas (Moguel y Toledo, 1999). INEGI en su portal de internet menciona que los terrenos para la agricultura no deben ser muy inclinados ya que no permite el uso de maquinaria y se erosionan [http://cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/donde\\_sembrar.htm](http://cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/donde_sembrar.htm). En pendientes mayores a 40% se presentan fuertes riesgos a la erosión (Zuviria y Valenzuela, 1994).

En la siguiente tabla se agrupan, para un mejor manejo los datos de requerimientos agroecológicos del café arábica.

**Tabla 1:** Requerimientos agroecológicos óptimos para cultivo de café arábica.

REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA CULTIVO DE CAFÉ ARÁBIGA			
ÓPTIMAS			
VARIABLES	ECOCROP	INFOAGRO	Ruíz <i>et. al.</i>
Temperatura mín	14	16	15
Temperatura Máx	28	22	21
Precipitación anual	1400-2300 mm	2000 a 3000 mm	1900 mm
Altitud	2800 max	1200 a 1700 m	1000 a 2800 m
Profundidad del suelo	mayor a 150 cm	150 cm	90 cm
Textura del suelo	medio orgánico	limos	francos y franco arcilloso
pH del suelo	5.5 a 7	4.2 a 5.1	5 a 6

### 6.2.2 Café Robusta.

El *coffea canephora* o como se conoce comúnmente café robusta (Figura 7), es originario de tierras bajas en específico de la cuenca del río Congo que se extiende hasta el Lago Victoria en Uganda. Esta región va del nivel del mar hasta los 1200 m de altitud. El desarrollo del café robusta se da como un árbol de estrato medio en una densa selva tropical. La temperatura de esta zona va de los 24 a los 26°C media por lo que la oscilación térmica es mínima y con precipitaciones anuales de más de 2000 mm distribuidas en 9 o 10 meses, por la alta precipitación la humedad del ambiente con frecuencia se acerca a la saturación (Coste, 1992).



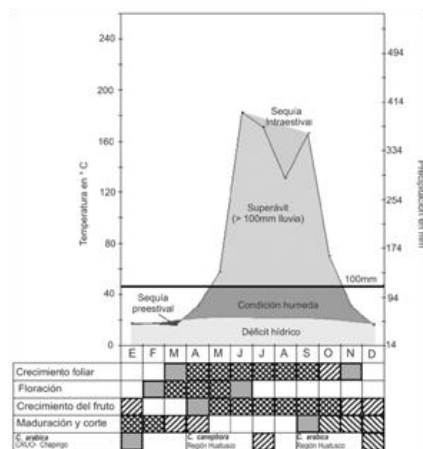
Figura 7: Coffea canephora.  
Fuente: [www.ico.org](http://www.ico.org)

El café robusta comienza a tener sus primeros rendimientos a los 3 – 4 años, el ciclo de crecimiento es de 270 – 300 días; el rendimiento aumenta a los 14 años, su vida de rendimiento va de 20 años como mínimo y 80 de máximo (50 años promedio), decreciendo los rendimientos conforme pasan los años. Puede llegar a vivir hasta 100 años. Este café es de zonas que están a nivel del mar en regiones ecuatoriales de latitudes de 11° N a los 13° S y está asociado a tierras muy bajas y húmedas de la Costa Occidental de África (INFOAGRO).

La forma de desarrollo de esta especie es arbustiva, es un cultivo de tipo perenne al igual que sus hojas. Este café es utilizado principalmente en la industria alimenticia para bebidas y alimentos, pero también es usado en la industria farmacéutica (ECOCROP).

De las fases fenológicas del café, las de mayor importancia son la floración y el crecimiento del fruto (fructificación) (Figura 8), ya que su importancia radica en que serán determinantes para la cosecha (Camargo, 2009). La floración para esta especie se da de marzo a mayo (Villers *et.al.*, 2009), la temperatura

óptima para esta fase es de 23°C, el número de botones florales tiende a decrecer cuando las plantaciones se sujetan a ambientes cálidos en un régimen de 26°C (Alvim, 1985), esta especie es poco adaptable a temperaturas bajas, las hojas no soportan temperaturas por debajo de 6.5°C o durante largos períodos en 15°C (Willson, 1999), como con el café arábica, el robusta si se expone a altas temperaturas durante un largo periodo de tiempo puede causar el aborto de las flores (Camargo, 1985). La precipitación óptima para esta fase debe ir de los 200 a los 250 mm (Villers *et.al.*, 2009), se requieren al menos 250 mm durante los dos últimos meses de diferenciación de yemas florales, luego necesita un período seco seguido de un período de amplia disponibilidad de humedad para la apertura de flores (Benacchio, 1982), el estrés hídrico corto provoca que la floración se presente (Nolasco, 1985; Castillo *et.al.*, 1997; Conde *et.al.*, 1997). Por otra parte la fructificación, se presenta de mayo a enero (Villers *et.al.*, 2009), el café robusta es menos adaptable a temperaturas bajas, el fruto no soporta temperaturas por debajo de los 6.5°C, o 15°C por largos periodos al igual que las hojas (Willson, 1999), siendo la temperatura óptima para esta fase de 20°C (Villers *et.al.*, 2009), el crecimiento del fruto debe ocurrir a una temperatura de 23°C (Carvajal, 1984; Camargo, 1985; Barros *et.al.*, 1999). En cuanto a la precipitación, para esta fase la óptima debe de estar entre los 1800 y los 1900 mm total en los nueve meses, el desarrollo del fruto se alcanza cuando se supera el déficit hídrico y se alcanza la condición húmeda (Villers *et.al.*, 2009).



**Figura 8:** Climograma de las fases fenológicas del café arábica y robusta.  
Fuente: Villers *et.al.*, 2009.

INFOAGRO determina que se necesitan temperaturas mínimas de 17°C y máximas de 27°C en todo el año para el cultivo de café robusta. Mientras que ECOCROP maneja un rango de temperatura óptima de 20°C mínima y 30°C máxima, con temperaturas extremas de 12 °C como mínima y 36°C máxima. El óptimo de temperaturas para Ruíz es de 18.3°C mínima y 26.7°C máxima (Ruiz *et.al.*, 1999).

Una lluvia anual de 3000 mm distribuida uniformemente en todo el año es óptima para el cultivo de café robusta según datos de INFOAGRO. Por su parte Ruíz menciona que el óptimo es de 1900 mm mínimo y 2500 mm máximo, distribuida uniformemente durante nueve meses, seguidos por tres meses secos (Ruiz *et.al.*, 1999). ECOCROP determina una precipitación óptima de 1700 como mínimo a 3000 mm máximo con cantidades extremas de 900 mm mínimos y 4000 mm máximos.

La altitud óptima para ECOCROP es como máximo de 1300 m en las regiones ecuatoriales y hasta latitudes de 11°N y 13 °S. Ruíz refiere una altitud de entre 1200 y 1700 m en zonas tropicales, aunque esta variedad de café prefiere altitudes más bajas (Ruiz *et.al.*, 1999). INFOAGRO indica que la altitud óptima para el café robusta es 1200 m, entre las latitudes de 10° N y S.

En cuestión de suelos el pH óptimo es de 5 a 6.3, al igual que con el arábica son mejores los suelos ácidos, con un extremo de 4 a 8; la profundidad debe de ser de 50 – 150 centímetros, con un mínimo de 20 – 50 centímetros; una textura media con suelos pesados como óptimos y suelos con textura media y pesados o livianos como extremo. Se necesitan suelos fértiles aunque también los suelos poco fértiles pueden servir para el cultivo del robusta; la salinidad debe ser igualmente baja como en el arábica, ya que en general cualquier especie de café es poco tolerante a la salinidad. Debe existir un buen drenaje en el suelo con rachas secas aunque también tolera un suelo mal drenado el 50% del año pero con rachas secas (ECOCROP).

El café robusta también requiere de sombra para desarrollarse, por lo que también la intensidad de luz óptima es de 32.3 a 86.1 lux (Baradas, 1994), para el desarrollo de la planta se necesitan días con máximo 13 horas de luz con

cielos despejados o nubosos (ECOCROP), dado que el café es un cultivo de fotoperiodo corto, requiere menos de 13 horas sol por día (Valencia, 1999).

De igual forma que las distintas especies de café, el robusta necesita 5600 +/- 620 u.t. entre la siembra y la primera recolección y 2500 u.t desde la floración hasta la maduración de la cereza.

Al igual que el café arábica, el robusta tiene las mismas necesidades respecto a la pendiente con la aclaración de que el café en todas sus especies es adaptable a pendientes pronunciadas a diferencia de otros cultivos.

A continuación se agrupan los datos en una tabla para simplificar la información de los requerimientos agroecológicos del Café Robusta, para un manejo más práctico de los datos.

**Tabla 2:** Requerimientos agroecológicos óptimos para cultivo de café robusta.

REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS PARA CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA			
ÓPTIMAS			
VARIABLES	ECOCROP	INFOAGRO	Ruíz <i>et. al.</i>
Temperatura mín	20	17	18
Temperatura Máx	30	27	26
Precipitación anual	1700-3000 mm	3000 mm	1900 a 2500 mm
Altitud	1300 max	1200 m	1200 a 1700 m
Profundidad del suelo	50 a 150 cm	150 cm	90 cm
Textura del suelo	pesados medios	limos	francos y franco arcillosos
pH del suelo	5 a 6.3	4.2 a 5.1	5 a 6

### 6.3 Aptitud del Terreno.

Cada lugar tiene características diferentes y específicas que hacen que sea apto para algo en especial; el análisis de aptitud permite determinar qué actividades se pueden llevar a cabo en un terreno y cómo se deben hacer para que funcionen, y así determinar que actividades podrán o no tener éxito, así como ocasionar problemas en el ambiente (Prakash, 2003).



La aptitud del terreno es la capacidad que tiene un determinado terreno para un uso específico, no determinado arbitrariamente, su capacidad es definida por sus características, por lo tanto la aptitud territorial no es lo mismo que el uso de suelo (De la Rosa, 2000; citado por Prakash, 2003).

Para este tipo de análisis es indispensable conocer cuatro conceptos que la FAO (1976) define: la aptitud territorial o aptitud de la tierra, las categorías de la aptitud de la tierra y el tipo de utilización de la tierra y la evaluación de la tierra. Los define de la siguiente manera:

- **Aptitud Territorial:** se refiere a lo adecuado o apto de un tipo de tierra para un uso específico. Se establecen cuatro clases de aptitud:
  - Clase 1: sin restricción para ser utilizada para un uso específico.
  - Clase 2: presenta alguna restricción.
  - Clase 3: restricciones severas, pero aún es factible su uso.
  - Clase 4: presenta todo tipo de restricciones, tanto técnicas como económicas para ser utilizada bajo los usos actuales.

La definición de estos niveles de aptitud territorial, son los que se deben de considerar en los planes y programas de ordenamiento territorial.

- **Categorías de aptitud de la tierra:** se refieren a un nivel de calidad dentro de lo apto o adecuado para cada tipo de tierra. Estas categorías son en orden jerárquico: Orden, Clase, Subclase y Unidad.
  - Orden: refleja todos los tipos de aptitud.
  - Clase: refleja los grados de aptitud dentro de un Orden.
  - Subclase: refleja los tipos limitados, o principales tipos que requieren medidas de mejora dentro de las clases.
  - Unidad: refleja menores diferencias en el requerimiento de gestión dentro de las subclases.
- **Tipo de utilización de la tierra:** es un tipo de terreno descrito o definido con alto grado de detalle para poder asignarle el uso que sea el más

idóneo y que pueda soportar. En cada evaluación de tierras, el analista debe escoger la combinación apta, considerando los objetivos y recursos de la evaluación.

- **Evaluación de la tierra:** es el comportamiento de la tierra cuando es usada para propósitos específicos de evaluación. La evaluación de la tierra involucra la ejecución e interpretación de los estudios de clima, suelos, vegetación y otros aspectos de la tierra, de los requerimientos y de formas alternativas de uso. Puede ser considerada por su actividad presente, cambios en el uso de la tierra, en su estructura física y química, aunados a los cambios que se presentan por procesos naturales. Asimismo también se toman en consideración la economía de las actividades propuestas, las consecuencias sociales que deriven de esos usos en la región y las consecuencias benéficas o adversas que provoquen al medio ambiente.

El proceso de clasificación de los terrenos según su aptitud, se basa en la evaluación y agrupación de áreas específicas de terreno en el ámbito de su aptitud para un uso definido.

El principal objetivo de la evaluación del terreno es la predicción de la capacidad inherente de una unidad de terreno para soportar un uso específico por un periodo largo de tiempo sin deterioros, con la finalidad de reducir al mínimo los costos socioeconómicos y ambientales (Prakash, 2003).

El análisis de aptitud del terreno es un enfoque interdisciplinario que incluye información de diferentes ciencias como la edafología, la agricultura, la economía y las ciencias sociales. Al ser interdisciplinario el análisis de aptitud del terreno, ocupa información, que se mide en diferentes escalas como lo son la ordinal, la nominal, la de intervalo y la de proporción (ratio) (Prakash, 2003). La FAO (1976) clasifica la aptitud del terreno en dos tipos:

- **Aptitud actual:** se refiere a la aptitud para un uso definido del terreno en su estado actual, sin ninguna mejora importante en dicha unidad de terreno.

- Aptitud potencial: se refiere a un uso definido de las unidades de terreno tomando en cuenta sus condiciones para el futuro, una vez que las mejoras importantes se hayan completado.

La determinación de terrenos aptos para un uso particular, es un proceso complejo que abarca múltiples decisiones que están relacionadas con aspectos biológicos, físicos, socioeconómicos, institucionales y de organización. La aptitud del terreno de una zona es evaluada desde cada uno de ellos más o menos de forma independiente, ya que cada uno puede limitar el uso potencial del terreno. Sin embargo, es esencial un enfoque estructurado y consistente para la realización de este análisis.

La aptitud del terreno tiene características cuantitativas y cualitativas:

- Cualitativas: las unidades son evaluadas en base a la capacidad de producción física de la tierra, comúnmente empleados en los estudios de reconocimiento. Se utiliza para evaluar los criterios ambientales, sociales y económicos.
- Cuantitativos: las unidades se definen en términos numéricos en común, donde la comparación entre los objetivos es posible. En este punto se utilizan los criterios económicos (FAO, 1976).

La aptitud del terreno junto con la vulnerabilidad, define la sustentabilidad de un terreno.

#### **6.4 Cambio Climático.**

*“Por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables, las consecuencias del cambio climático son climas más extremos y fenómenos climáticos más extremos, de manera general, los veranos serán más cálidos, los patrones de lluvia se alterarán, es decir, los periodos o épocas de lluvia cambiarán, las lluvias serán menores en frecuencia pero serán más intensas, lo que provocará más sequías. El cambio*

*climático es un fenómeno propiciado por las actividades humanas, en su mayoría, como el uso de los combustibles fósiles (hidrocarburos y los combustibles derivados del petróleo), la desaparición de los bosques y en general la pérdida de los ecosistemas, estas son las principales fuentes del fenómeno".* (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Artículo 1. Definiciones 1992).

El clima de la Tierra cambia de manera natural, recurrente e irregular, a consecuencia de variaciones ocurridas en el funcionamiento del sistema climático. El clima de la Tierra varía de un año a otro, así como también cambia de década a década, debido a las alteraciones naturales ocurridas en la atmósfera, los océanos y los continentes. Estas alteraciones en el clima pueden durar decenas, cientos, miles o millones de años, entonces también se habla de cambio climático (Rivera, 1999).

El cambio climático es un problema de naturaleza global, y sus efectos serán de mayor intensidad a largo plazo, involucra interacciones complejas entre procesos naturales (fenómenos ecológicos y climáticos) y procesos sociales, económicos y políticos a escala mundial. Existe un gran vínculo entre el cambio climático y el desarrollo sustentable, de ahí que la importancia del tema sea de tipo global (Fernández y Martínez, 2004).

El clima es un conjunto de factores que interactúan de manera compleja, a diferencia de las definiciones tradicionales que solo implican la temperatura y la precipitación, el clima es un estado cambiante de la atmósfera, mediante sus interacciones con el mar y las tierras continentales, en distintas escalas tanto de tiempo como espacio. Cuando un parámetro meteorológico se sale del valor medio por muchos años, se habla de una anomalía climática que es ocasionada por forzamientos internos, ajenos al hombre, como inestabilidad en la atmósfera y océano; o por agentes externos que por lo general son ocasionados por el sol; otro tipo de forzamiento, que es el principal, es la modificación de las características del planeta ocasionado por la actividad del hombre (deforestación, urbanización, crecimiento poblacional, etcétera). Las formas de variación climática son múltiples, por lo que pronosticar los cambios

a largo plazo es complicado (Magaña, 2004; citado por Fernández y Martínez, 2004).

Las variaciones del tiempo y el clima se deben a distintas causas, que han existido a lo largo de la historia de la tierra en una escala de tiempo que se cuantifica en millones de años, lo que ahora es de importancia es explicar el por qué de la magnitud de las variaciones en el último siglo. En el año 1995 en el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) surgió: *“El balance de las evidencias sugiere que hay una influencia humana discernible en el clima global”* (M. Avalos, 2004; citado por Martínez y Fernández, 2004).

El problema de aceptar que estamos en una etapa de cambio climático es que muchas formas de variabilidad natural de muy baja frecuencia del sistema climático son de origen antropogénico, es decir, que las alteraciones del tiempo y el clima son producto de la actividad humana que a diario se desarrolla en el planeta, por tanto son inevitables. La frecuencia y los cambios varían día con día, pero se vuelven constantes a mediano plazo, de ahí que estos cambios no sean comparables a los “naturales”, como los son las estaciones o las glaciaciones (L. Vázquez, 2004; citado por Martínez y Fernández, 2004). Las anomalías climáticas del último siglo, incluirán alteraciones en la forma como se experimentan en la actualidad.

México, es vulnerable a los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático, por su ubicación geográfica y topográfica, según datos de la Tercera Comunicación Nacional (INE, 2006) se predice lo siguiente:

- Es probable que el clima de México sea más cálido, de 2 a 4° para los años 2020, 2050 y 2080, y se mostrará más en la región norte del país.
- Se proyectan disminuciones en la lluvia, así como cambios en la distribución temporal.
- El ciclo hidrológico se volverá más intenso, por lo que aumentará el número de tormentas severas y la intensidad de los periodos de sequías.
- Las componentes del ciclo hidrológico indican que cerca de 75% de la precipitación se evapotranspirará y 5% recargará los mantos acuíferos.

El balance hídrico sugiere que el aumento de la temperatura hará que la evapotranspiración se incremente y que la humedad en suelos disminuya.

- En el caso de los fenómenos extremos como frentes fríos (nortes), es posible que estos se vuelvan menos frecuentes. Sin embargo, es incierto en qué medida dicha disminución podría afectar las precipitaciones.
- La temperatura de la superficie del mar Caribe, Golfo de México y Pacífico mexicano podría aumentar entre 1 y 2° C.

### 6.5 Zona de Estudio.

Los municipios de estudio fueron Cacahoatán y Jitotol, en el Estado de Chiapas, México. El municipio de Cacahoatán se ubica al sur del estado en la frontera con Guatemala. Jitotol por su parte se ubica en el centro norte del estado (Figura 9).

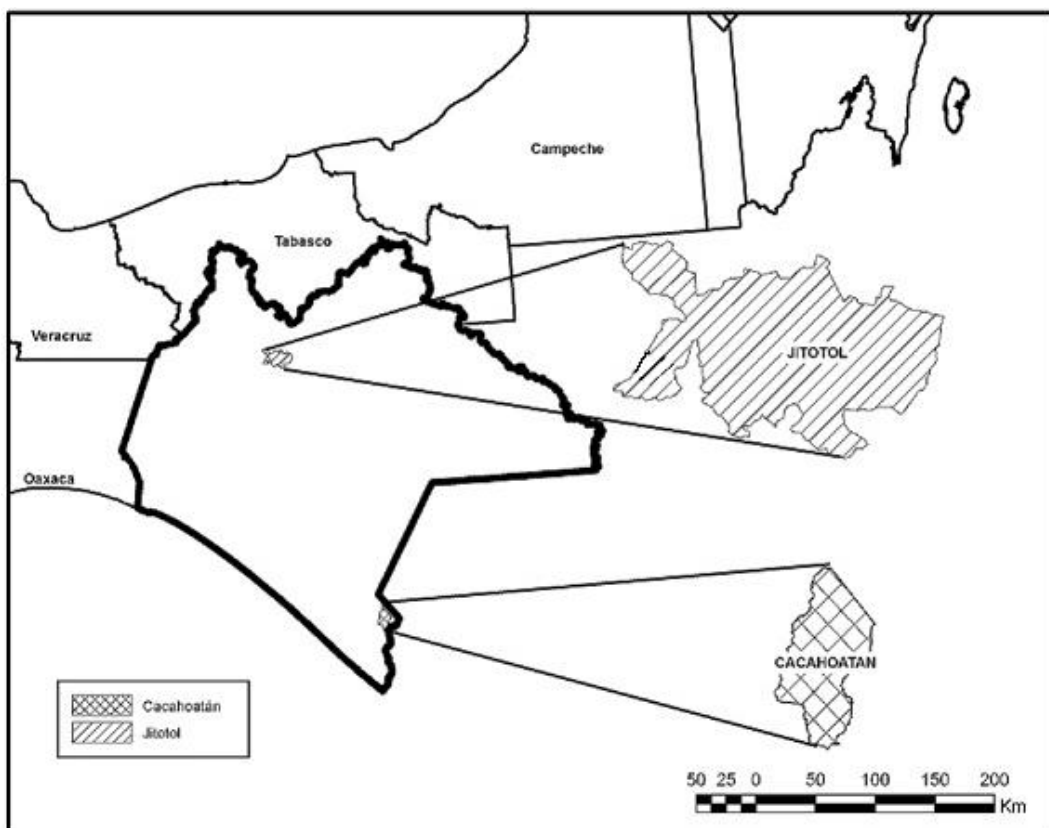


Figura 9: Localización de la zona de estudio: Cacahoatán y Jitotol, Chiapas.

### 6.5.1 Cacahoatán, Chiapas.

La villa de Cacahoatán fue fundada por los toltecas. Su asiento anterior o primitivo estaba en el lado opuesto del río Cahuacán con respecto a su ubicación actual (CTEIEG, 2007 – 2012). El significado de Cacahoatán es “*Lugar del cacahuate*” o “*Lugar de los cacahuateros*” en la lengua náhuatl (INAFED, 2003).

El municipio de Cacahoatán se ubica en la región económica “VIII Soconusco” (CTEIEG, 2007 – 2012). Limita al norte con la República de Guatemala, al este con Unión Juárez, al sur con Tuxtla Chico y al oeste con Tapachula. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 14°59′21″ de latitud norte y 92°09′55″ de longitud oeste, tiene una superficie de 179.97 km<sup>2</sup> y la altitud oscila entre los 400 y los 4000 m, las mayores altitudes son consecuencia de la presencia del Volcán Tacaná (INEGI, 2002).

El municipio forma parte de la región fisiográfica Sierra Madre de Chiapas. El 80.12% de la superficie municipal se conforma por sierra alta volcánica y el 9.88% por sierra baja de laderas tendidas donde se asienta la cabecera municipal (CTEIEG, 2007 – 2012).

Los climas en el municipio son: Am(f) cálido húmedo con lluvias en verano, que abarca el 45.45% de la superficie municipal; (A)C(m)(w) semicálido húmedo con lluvias en verano, el 33.24%; C(m)(w) templado húmedo con lluvias en verano, el 19% y el 2.32% de C(E)(m)(w) semifrío húmedo con lluvias en verano. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio está por debajo de los 3°C a 15°C, y la máxima promedio fluctúa entre 18°C y 33°C. En los meses de mayo a octubre, la precipitación media alcanza desde los 2300 mm hasta más de 3000 mm, y en el periodo de noviembre – abril, la precipitación comprende de los 350 mm a 800mm (CTEIEG, 2007 – 2012).

La vegetación del municipio está compuesta por: bosque mesófilo de montaña, pastizales y herbazales (pastizal inducido), vegetación secundaria (bosque mesófilo de montaña y selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea) y selvas húmedas y subhúmedas (selva alta y mediana perennifolia) (CTEIEG, 2007 – 2012).

Por el municipio cruzan cauces de los ríos Suchiate, Calúa, Coatán, Alpujarras, Ixtal, Cahuacán y Pancero (INAFED, 2003). Cacaohatán es parte de la cuenca Río Suchiate (Maderrey y Torres Ruata, 1990; CNA, 1998). CONABIO lo ubica con áreas de las subcuencas Malpaso, Cohuacán, Cazaloapan y Suchiate – Cabus – Petapalapa (CONABIO, 1998).

El clima de Cacaohatán se encuentra dentro de la provincia natural “Zona del Trópico Húmedo” (Cervantes – Zamora *et al.*, 1990). CONABIO ubica al municipio dentro de las provincias biogeográficas “Soconusco” y “Costa del Pacífico” (CONABIO, 1997) y Rzedowski y Reyna–Trujillo (1990) lo ubican dentro de las provincias florísticas “Serranías transísmicas” y Soconusco.

Las principales especies arbóreas son pino, encino, cacao, guayabo, cedro, caoba, laurel, ciprés y robles (INAFED, 2003). Los principales cultivos en el municipio son: plátano, café y cacao. En cuanto a ganadería se produce ganado bovino de carne y leche. Entre las otras actividades que se realizan en el municipio están la apicultura, la industria en menor escala y pequeños comercios (INAFED, 2003).

La población del municipio era de 40,975 habitantes (INEGI, 2005), calculándose una densidad poblacional de más de 215 habitantes por km<sup>2</sup>, de las cuales se reportan 2,504 como “indígenas”. Se habla español, y lenguas indígenas como el mame, siendo este el más común, y el tzotzil (CONABIO, 2004).

### **6.5.2 Jitotol, Chiapas.**

Durante la época prehispánica, el actual territorio del municipio de Jitotol perteneció a la nación zoque y su nombre original era Xitoltepeque, que en lengua náhuatl significa “*Lugar de la lengua hermosa*” (CTEIEG, 2007 – 2012).

El municipio se ubica en la región económica “V Norte” (CTEIEG, 2007 – 2012). Limita al norte con Pueblo Nuevo Solistahuacán y San Andrés Duraznal, al este con Simojovel y el Bosque, al sur con Bochil y al oeste con Pantepec y Rayón.



Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17°04'02'' de latitud norte y 92°51'39'' de longitud oeste, con una superficie de 229.61 km<sup>2</sup>. Su altitud se encuentra entre los 530 y 2400 m (INEGI, 2002).

El municipio forma parte de la región fisiográfica Montañas del Norte. El 90.13% de la superficie municipal se conforma por sierra alta escarpada compleja y el 9.87% por valle intermontano con lomerío donde se asienta la cabecera municipal (CTEIEG, 2007 – 2012).

Los climas del municipio son: Am(f) cálido húmedo con lluvias en verano, que abarca el 64.90%; A(C)m(W) semicálido húmedo con lluvias en verano, el 22.88%; C(fm)C templado húmedo con lluvias todo el año, el 5.40%; (A)C(fm) semicálido húmedo con lluvias todo el año, el 3.78%; Aw0(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano, el 2.49% y Af(m) cálido húmedo con lluvias todo el año, que ocupa el 0.56% de la superficie municipal. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima va de los 9°C a los 21°C, mientras que la máxima oscila entre 21°C y 33°C. En el periodo de noviembre – abril, la temperatura mínima va de 6°C a 18°C, y la máxima fluctúa entre los 15°C y 27°C (CTEIEG, 2007 – 2012).

La vegetación presente en el municipio es: vegetación secundaria (bosque mesófilo de montaña y selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea), bosque de coníferas (bosque de pino – encino), bosque deciduos (bosque de encino), pastizal y herbazal (pastizal inducido), selvas secas (selva baja caducifolia y subcaducifolia) y bosque mesófilo (CTEIEG, 2007 – 2012).

Las corrientes más importantes son los ríos Jitotol, Isidro Cuculhó y Del Rosario (INAFED, 2003). Jitotol es ubicado por Maderey y Torres Ruata en la cuenca del Río Grijalva (1990), por su parte, la CNA lo ubica en las cuencas Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y Río Grijalva – Villahermosa (1998). A su vez también integra las subcuencas de Chicoasén y Plátanos (CONABIO, 1998).

Jitotol se encuentra en la provincia natural “Sierras del Norte de Chiapas” (Cervantes – Zamora *et al.*, 1990). De acuerdo a CONABIO, pertenece a la

provincia biogeográfica “Los altos de Chiapas” (1997). Rzedowski y Reyna – Trujillo lo ubican en la provincia florística “Serranías Transísmicas” (1990).

Las principales especies vegetales son el chite, mirasol, palo de danta, jopi, hule, amate, caoba, ceiba, chicozapote, cedro, jimba, ciprés, pino, sabino, romerillo, roble y manzanilla (INAFED, 2003). Los principales cultivos del municipio son café, frijol, tamarindo, maíz y hortalizas. La ganadería se enfoca a crianza de bovinos, porcinos, equinos y aves de corral. Otras actividades económicas del municipio son la explotación forestal, turismo, comercio (tiendas de abarrotes de primera y segunda necesidad), siendo éstas actividades de menor importancia que la agricultura y la ganadería (INAFED, 2003).

La población del municipio para el año 2005 estaba compuesta por 15,005 habitantes (INEGI, 2005), con una densidad de población de más de 55 habitantes por km<sup>2</sup>, de los cuales más de 13,000 son considerados “indígenas”. La población habla español, y lenguas indígenas siendo la principal el tzotzil y en segundo lugar el zoque (CONABIO, 2004).

## **VII. Metodología.**

La primera parte del estudio consistió en determinar los requerimientos agroecológicos de cada especie de café, ya que no son iguales aunque lógicamente pueden coincidir en algunos aspectos. Que se utilizaron para realizar un análisis multivariado el cual nos permitió identificar las zonas aptas para el cultivo de café.

### **- Análisis del clima actual 1990 - 2004.**

El siguiente paso en el trabajo fue la realización de mapas con un buffer de 15 km a partir de los límites municipales, el mapa sirvió para considerar estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio y así poder interpolar la información que surja de estas estaciones meteorológicas; todas las estaciones que se encuentren dentro de este buffer fueron consideradas para el estudio, ya que los datos estadísticos que se emplearon para el análisis de cambio climático surgen de ellas. Se utilizó el programa ERIC III (Extractor Rápido de Información Climatológica), este software contiene información de todas las estaciones meteorológicas del país basado en datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Otro mapa se refirió a curvas de nivel, y se obtuvieron de las cartas de INEGI d15b43 y d15b53 para Cacahoatán y para Jitotol fue la e15d41, a partir de este mapa se derivaron datos de porcentaje de pendiente.

La tercera etapa del trabajo fue el análisis de clima en el periodo actual, para este análisis se consideraron tres variables: temperatura máxima y mínima, y precipitación, para un periodo de 15 años que comprendió de 1990 a 2004, se determinó usar este periodo de años ya que en el sistema ERIC que se utilizó para la obtención de datos de las variables climáticas las bases de datos están actualizadas hasta el año 2004, y se eligió el año 1990, debido a que los datos utilizados para los GCM (por sus sigla en inglés Global Circulation Model) llegan hasta el año 1989, así que se necesita una continuidad en los datos. Las estaciones que se utilizaron, como ya se mencionó, son las que estuvieron ubicadas dentro del buffer de los municipios de trabajo. Dado que no todas las estaciones tienen información completa, el mínimo de años de información que debía tener la estación fue de diez para el periodo 1990 – 2004. La información

obtenida del programa ERIC se manejó en hojas de cálculo de Excel. A los datos diarios ordenados por mes y por variable, se les calculó la media y la desviación estándar por mes y por el periodo completo, en el caso de los datos de temperatura máxima y mínima (Tabla 3); en el caso de la precipitación, solo se obtuvo la sumatoria total de cada mes así como el promedio y la desviación estándar mensual de todo el periodo (Tabla 4). En ambos casos los datos fueron graficados para observar el comportamiento de las variables. El promedio y la desviación estándar nos sirvieron para comparar y contabilizar cuantos días de todo el periodo están por encima de la media y de la media más una desviación estándar de los periodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004, y así determinar si existe una tendencia (a aumentar o disminuir) en estas variables y por ende en el clima.

**Tabla 3:** Ejemplo del cálculo de estadísticos para los datos de temperatura del periodo 1990 – 2004.

Temperatura Máxima del Mes de Enero de Tapachula de 1990-2004.					
Día	1990	1991	1992	1993	1994
1	34.5	35.6	35.6	32	36
2	34.2	34.7	36.8	35.6	35.9
3	34.3	35	36	35.9	35.6
4	35	34.5	36.8	35.8	33
29	34.8	35.7	35	36	37.2
30	34.8	35.9	34	36	35.4
31	35.5	34	33	35.5	35.7
Promedio del Año	35.6	35.5	35.8	35.8	35.9
Des-Est del Año	0.83	1.10	1.04	1.05	0.90
Promedio del Periodo	36.04				
Des-Est del Periodo	1.09				

**Tabla 4:** Ejemplo del cálculo de estadísticos para los datos de Precipitación del periodo 1990 – 2004.

Precipitación del Mes de Enero de Malpaso de 1990-2004.					
Día	1990	1991	1992	1993	1994
1	28.5	0	0.1	2	15
2	20	29	3	0.2	0
3	31.5	28.5	8	8.5	4.5
4	54.5	0	0.1	15	23
29	43	33.5	25.5	0	0.1
30	38	3.5	6.9	34	0
Suma	882.6	615.8	830.1	570.8	620.2
Promedio del Periodo	692.09				
Des-Est del Periodo	200.06				

La comparación fue de la siguiente forma para temperatura máxima y mínima, cada dato diario del periodo 1990 – 2004 fue comparado directamente contra la media y la media más una desviación estándar de cada mes de los periodos

1960 – 1989 y 1990 – 2004, para así cuantificar cuantos días del periodo 1990 – 2004 están por encima de la media y de la media más una desviación estándar del periodo 1960 – 1989 y del periodo 1990 – 2004, de esta manera es fácil determinar los cambios que existen en la temperatura y en la precipitación, ya que mientras más días estén por encima de la media y de la media más una desviación estándar, significó que el cambio climático se está presentando. Para la precipitación, se sumó la precipitación anual promedio del periodo 1960 – 1989 y de 1990 - 2004 de cada estación y se comparó directamente contra la suma anual de cada año del periodo 1990 – 2004.

Los datos de 1990 – 2004 también sirvieron para realizar interpolaciones en ArcGIS y así se realizó el análisis multivariable, a este periodo de años se le denominó época actual y se usó para comparar estos datos actuales con los resultantes de los GCM.

#### **- Análisis de clima 2005 – 2020 basados en GCM.**

La cuarta etapa de este estudio fue el modelado del cambio climático, para lo cual se emplearon datos del periodo 1960 - 1989, para ello se utilizaron las estaciones meteorológicas que estuvieron dentro del buffer antes mencionado de 15 km; y que tuvieron datos correspondientes al periodo establecido. Las variables utilizadas en el modelo fueron temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación.

El procedimiento es similar al de análisis climático, se obtuvieron datos climáticos del ERIC III en bloc de notas y después se convirtieron en hojas de cálculo de Excel, los datos se acomodaron en una sola columna desde el 1 de enero de 1960 hasta el 31 de diciembre de 1989, para así poderlos ingresar al software para estimar cambio climático SDSM (Statistical Downscaling Model). Las tres variables de cada estación se ordenaron en una sola hoja de cálculo (Tabla 5). Los cálculos fueron los mismos que en el análisis climático, para temperatura máxima y mínima, se calculó promedio, desviación estándar de cada mes, y promedio y desviación estándar de todo el periodo para poder graficar y hacer al análisis de cuantos días rebasan el promedio. Para la precipitación se graficaron las sumas por mes de cada año (Tabla 6 y 7).

**Tabla 5:** Ejemplo del arreglo de los datos climáticos del periodo 1960 – 1989.

Estación Talismán, Tuxtla Chico.					
Precipitación		Tem Máx		Tem mín	
01-ene-60	0	01-ene-60	33	01-ene-60	19
02-ene-60	0	02-ene-60	33	02-ene-60	19.5
03-ene-60	0.2	03-ene-60	33	03-ene-60	19
04-ene-60	1.7	04-ene-60	32.5	04-ene-60	19.5
27-dic-89	35	27-dic-89	29	27-dic-89	19
28-dic-89	0	28-dic-89	28	28-dic-89	17
29-dic-89	0	29-dic-89	30	29-dic-89	17
30-dic-89	0	30-dic-89	31	30-dic-89	17
31-dic-89	0	31-dic-89	31	31-dic-89	17.5

**Tabla 6:** Ejemplo de los cálculos de precipitación, del periodo 1960 – 1989.

Estación Unión Juárez, Jitotol.						
Resultados Precipitación						
Enero	1960	1961	1962	1987	1988	1989
Suma	18.6	28.4	29.5	0	18.8	73.2
Promedio del Periodo	19.39					
Des-Est del Periodo	22.53					
Febrero	1960	1961	1962	1987	1988	1989
Suma	33.4	18.3	7	44.6	31.4	22.1
Promedio del Periodo	32.3					
Des-Est del Periodo	43.4					

**Tabla 7:** Ejemplo de los cálculos de temperatura, del periodo 1960 – 1989.

Estación Cacahoatán, Cacahoatán.						
Resultados Temperatura Máxima.						
Enero	1960	1961	1962	1987	1988	1989
Promedio del Año	32.9	32.1	32.3	33.9	33	31.2
Des-Est del Año	0.7	0.7	0.9	2.1	1.1	0.6
Promedio del Periodo	32.9					
Des-Est del Periodo	1.3					
Febrero	1960	1961	1962	1987	1988	1989
Promedio del Año	33.5	33	33.4	34.6	34.8	31.4
Des-Est del Año	0.8	1	0.7	1.4	1.1	0.8
Promedio del Periodo	33.7					
Des-Est del Periodo	1.3					

Los datos anteriores se emplearon para proyectar a futuro los valores de las variables climáticas de precipitación, temperatura máxima y mínima. Para este proceso fue necesario tener datos de temperatura y precipitación de por lo menos 20 años de cada estación. El periodo de referencia comprende 30 años de 1961 a 1990, el cual se utiliza a menudo como período de referencia climatológica para evaluar los impactos, la adaptación y cuantificar las anomalías en el futuro, en este estudio se utilizó el periodo 1960 – 1989, para evitar que el año 1990 estuviera incluido en dos análisis diferentes en el de 1961 – 1990 y 1990 – 2004.

Se realizaron comparaciones entre los datos obtenidos de la modelación climática a futuro y los datos del periodo 1960 – 1989 y el periodo 1990 – 2004, para determinar los aumentos o disminuciones de temperatura y precipitación.

Estos períodos son de una longitud suficiente para representar adecuadamente el clima de la época, y se utilizan para comparar las fluctuaciones del clima, entre un período y otro (IPCC, 2001).

Para el procesamiento de los datos y modelado a futuro se utilizó el programa SDSM (por sus siglas en inglés Statistical Downscaling Model), que procesó una por una las variables de temperatura y precipitación. El SDSM permite la reducción de escala espacial de “todos los días” una relación predictando - predictor utilizando múltiples técnicas de regresión lineal. Los predictores son variables que proporcionan información diaria sobre el estado general de la atmósfera a escala global, estos datos son proporcionados por la CCCSN (por sus siglas en inglés Canadian Climate Change Scenarios Network). Mientras que los predictandos describen las condiciones en la escala local o que en este caso es la zona de estudio.

El software hace la tarea de reducción de escala basado en métodos estadísticos, creando una serie diaria de datos de tiempo de cada variable mediante cinco pasos:

1. Evaluación preliminar del potencial de reducción de escala de las variables de predicción: Consiste en identificar las variables de predicción a escala global (predictores) que se correlacionan con los predictandos del ámbito local. Estas variables de predicción son derivadas de características a nivel de la atmosfera. Dando como resultado predictandos. Así pues los predictores que más se relacionen con los predictandos serán los utilizados en el análisis de reducción de escala.
2. Ensamble y calibración estadística del modelo de reducción de escala: Los datos de las variables de predicción identificados en la evaluación preliminar (paso 1) se utilizaron en la determinación de las relaciones múltiples de regresión lineal entre estas variables y los datos de la

estación local, es decir, una regresión lineal entre predictores y predictandos. Los modelos estadísticos se construyendo en una línea temporal (primavera, verano, otoño o invierno), o anuales divididos en meses. La información de varianza y el error estándar explicada por el modelo se da con el fin de determinar la viabilidad de la reducción de escala de la variable y el sitio en cuestión.

3. Síntesis de los conjuntos de datos meteorológicos de predicción actual utilizando las variables observadas: Una vez que la reducción de escala de los modelos estadísticos han determinado que puedan ser verificados mediante un conjunto de datos de predictores independientes observado, el componente estocástico del SDSM permite la generación de hasta 100 conjuntos de datos que tienen las mismas características estadísticas pero que varían día con día.
4. Generación de conjuntos de datos climáticos futuros, utilizando las variables predictores de GCM: Con la elección correcta de predictores derivados del análisis anterior y datos completos de los predictandos se pueden generar conjuntos de datos climáticos futuros mediante el uso de las relaciones estadísticas calculadas en el paso (2).
5. Pruebas de diagnóstico y análisis de los datos observados en los escenarios de cambio climático: Es posible calcular las características estadísticas (media, varianza desviación estándar) de los datos obtenidos en la realidad en las estaciones meteorológicas (predictandos) y los generados de manera sintética es decir con el SDMS, con en el fin de hacer una comparación y así determinar si el procedimiento fue el correcto o si se hizo una buena elección de elementos empleados en el proceso, con lo que se determinara si el modelo estadístico de reducción de escalas funciona de lo contrario se tendrá que determinar otra forma de generar escenarios futuros de cambio climático.

Dada la importancia del tema de cambio climático, existen diversos modelos para la generación de GCM, en este caso se utilizaron los modelos CGCM2 y HadCM3.



A continuación se da una breve descripción de los modelos que se emplearon en este estudio:

El modelo CGCM2 está basado en la primera versión del modelo, esta versión fue creada por CCCma (por sus siglas en inglés Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis). Este modelo simula años de 365 días, mientras que en la introducción de datos si se consideran los años bisiestos y da resultados hasta el 31 de diciembre de 2100 (CCCSN).

El modelo HadCM3, es un acoplado atmosfera – océano de circulación general, desarrollado por el Centro Hadley en el Reino Unido. Este modelo simula los resultados de las variables atmosféricas, más comúnmente utilizadas temperatura y precipitación, en años de 360 días divididos en meses de 30 días, no considera los años bisiestos ni para la introducción de datos y ni para los resultados; éstos últimos van hasta el 30 de diciembre de 2099 (El Clima es para Todos).

Está comprobado que el comportamiento humano condiciona la evolución del clima, y en el futuro próximo puede tener una influencia determinante sobre éste. Es por eso que cada Modelo de Circulación General (GCM) a su vez maneja distintos escenarios. Los escenarios son hipótesis sobre los aspectos fundamentales de la actividad humana que influyen en el clima, entre los que se encuentran el uso de combustibles fósiles, el crecimiento demográfico, etcétera (IPCC, 2001).

La IPCC (2001) en su Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones solo ha propuesto los escenarios A y B, que a su vez también se dividen en:

Escenario A2: Describen un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. El índice de natalidad positivo determina una población en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico es más lento que en otras líneas evolutivas.

Escenario B2: Describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas A1 y B1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

Se eligió utilizar estos modelos para las proyecciones climáticas debido a que los predictores de estos modelos están disponibles en línea en la página web de la CCCSN, y son compatibles con el SDSM. En este trabajo utilizamos únicamente los escenarios A2 y B2, ya que los predictores contenidos en la CCCSN pertenecen a los escenarios A2 y B2.

De tal manera que obtendremos 4 diferentes predicciones climáticas, ya que se manejan 2 modelos HadCM3 y CGCM2, cada modelo a su vez manejará 2 escenarios A2 y B2. En algunos puntos de la investigación nombra a los modelos como británico para HadCM3 y canadiense para CGCM2.

Una vez calculadas las predicciones climáticas el siguiente paso fue extraer el periodo de tiempo de interés, en este caso de 2005 a 2020, para así tener una continuidad en los años, ya que en el análisis anterior se tuvieron resultados hasta el 2004. En este análisis se utilizaron 16 años de datos para el análisis, para complementarlo con los 15 años del periodo 1990 – 2004.

El acomodo de datos de este periodo de años fue el mismo que se realizó con los datos 1960 – 1989, es decir obtener gráficos y resultados estadísticos (promedio y desviación estándar) por año y por mes, para así poder determinar si existe un cambio en las temperaturas y en la precipitación. En este caso la manera más fácil y rápida de hacer el análisis fue hacer una comparación directa de datos mediante una tabla, con cinco datos, el primer dato es el del periodo 1960 – 1989, y los cuatro datos restantes corresponderán a los de los modelos y escenarios de 2005 – 2020, que son los que servirán de comparación. Los datos a considerar serán los promedios

mensuales de todo el periodo en cuestión de cualquier variable de una estación específica.

Con los datos del periodo 2005 – 2020 se realizaron interpolaciones en ArcGIS, para obtener capas digitales continuas de los dos municipios en formato raster (representación digital de la realidad por medio de una malla o gradícula que se basa en la unidad fundamental llamada celda o píxel).

Se realizaron interpolaciones de cada variable precipitación, temperatura máxima y mínima por cada mes, y a su vez por cada modelo (HadCM3 A2 y B2; CGCM2 A2 y B2), y también a estos cuatro modelos se les sumó la interpolación del periodo 1990 – 2004, que nombramos como Periodo Actual.

Para el municipio de Jitotol se tuvo que hacer otro ajuste para dichas interpolaciones ya que no se cuenta con el suficiente número de estaciones (solo tres) que nos servían para interpolar toda la zona de estudio, así que para cubrir toda el área se hizo una interpolación directa en ArcGIS y se sumó una interpolación hecha con un modelo de elevación digital, para poder determinar las temperaturas y precipitación a través de las distintas altitudes. Para la interpolación por Modelo de Elevación Digital se realizó un regresión lineal para determinar valores que se ajusten a las altitudes basados en la formula  $y=a+bx+cx^2$ , para así obtener datos de temperatura y precipitación, la variable dependiente (y) será la temperatura y precipitación y la variable independiente (x) será la altitud; las regresiones se hicieron con el software Curve Expert 1.3.

Con la interpolación hecha por modelo de elevación digital y la hecha en ArcGIS, lo único que se hizo fue sumar ambos GRID para que las interpolaciones de temperatura y precipitación estuvieran listas para el municipio de Jitotol.

Para el municipio de Cacahoatán la interpolación fue hecha directamente en ArcGIS ya que se contaba con datos de nueve estaciones que rodeaban perfectamente al municipio por lo que no se presentó ningún problema para la interpolación.

- **Análisis de Aptitud de Terreno.**

El siguiente paso fue determinar las variables que se utilizaron para el análisis multivariable, y así poder generar las capas digitales correspondientes.

La técnica empleada para el análisis multivariable fue SMART (por sus siglas en inglés Simple Multiattribute Rating Technique), que consiste en dar un peso a cada criterio, en este caso los criterios son las variables, el peso debe de ir de 0.1 a 10 que es el peso más alto, que significa que es el criterio de mayor importancia o en este caso el que más influye en la determinación de la aptitud del terreno para el cultivo de café; a su vez cada criterio tendrá una calificación que ira de 1 a 10, de igual manera 10 será el que más influya y 1 el de menos importancia.

Basados en la literatura sobre el café y la aptitud de terreno se determinó que las variables que más influyen en su cultivo son altitud, pendiente, tipo, textura, fases físicas y químicas del suelo, precipitación, temperatura máxima y mínima.

Los pesos de los criterios se determinaron con base en información de: ECOCROP, INFOAGRO e INIFAP. Estas tres fuentes se eligieron debido a que cuentan con los datos que se requirieron para el análisis, tanto nacionales como internacionales. Adicionalmente se consultaron expertos en edafología y agroclimatología, para definir los criterios y atributos (Tabla 8).

**Tabla 8:** Criterios agroecológicos y pesos para cultivo de café arábica y robusta.

CULTIVO CAFÉ ARÁBIGA			CULTIVO CAFÉ ROBUSTA		
NÚMERO	CRITERIOS	PESO	NÚMERO	CRITERIOS	PESO
1	Tem Max	10	1	Tem Max	10
2	Tem min	9	4	Tem min	9
3	Tipo de suelo	8	5	Tipo de Suelo	8
4	Altitud	7.5	6	Altitud	7.5
5	Precipitación	6	7	Precipitación	6
6	Textura del suelo	5	8	Textura del suelo	5
7	Fases del suelo	3	9	Fases del suelo	3
8	Pendiente	0.1	10	Pendiente	0.1

Con los criterios y los pesos ya definidos fue necesario estandarizar los valores de los criterios en términos de su relación con la aptitud del terreno para el cultivo de café, para esto se calificaron los distintos rangos de cada variable,

partiendo de la misma base donde la mejor calificación fue 10 y la mínima calificación fue 0. Varios rangos pueden tener la misma calificación excepto la de 10. Los requerimientos de café arábica y robusta son distintos en altitud, precipitación, temperatura máxima y mínima, así que en estos criterios existirán dos clasificaciones, para el resto de los criterios se emplearon las mismas clasificaciones para las dos especies de café.

#### Criterio 1: Temperatura Máxima.

**Tabla 9:** Calificaciones del criterio Temperatura Máxima para café arábica y robusta.

Café Arábica			Café Robusta		
Número	Tem Máxima	Calificación	Número	Tem Máxima	Calificación
1	< 32.5	1	1	< 33.5	1
2	30.5 - 32.5	2	2	31.5 - 33.5	2
3	28.5 - 30.5	4	3	29.5 - 31.5	6
4	26.5 - 28.5	6	4	27.5 - 29.5	9
5	24.5 - 26.5	8	5	25.5 - 27.5	10
6	22.5 - 24.5	10	6	23.5 - 25.5	7
7	20.5 - 22.5	7	7	21.5 - 23.5	3
8	18.5 - 20.5	5	8	19.5 - 21.5	2
9	> 18.5	1	9	> 19.5	1

#### Criterio 2: Temperatura Mínima.

**Tabla 10:** Calificaciones del criterio Temperatura mínima para café arábica y robusta.

Café Arábica			Café Robusta		
Número	Tem mínima	Calificación	Número	Tem mínima	Calificación
1	< 22.5	1	1	< 24.5	1
2	20.5 - 22.5	2	2	22.5 - 24.5	2
3	18.5 - 20.5	5	3	20.5 - 22.5	7
4	16.5 - 18.5	8	4	18.5 - 20.5	9
5	14.5 - 16.5	10	5	16.5 - 18.5	10
6	12.5 - 14.5	7	6	14.5 - 16.5	6
7	10.5 - 12.5	4	7	12.5 - 14.5	3
8	8.5 - 10.5	2	8	10.5 - 12.5	2
9	> 8.5	1	9	> 10.5	1

Criterio 3: Tipos de Suelos.

**Tabla 11:** Calificaciones del criterio Tipos de Suelos para café arábica y robusta.

Café Arábica y Robusta		
Número	Tipos de Suelo WRB 2006	Calificación
1	Feozem	10
2	Andosol	9.5
3	Cambisol	9
4	Regosol	8
5	Acrisol	6
6	Fluvisol	5
7	Luvisol	3
8	Leptosol	1

Criterio 4: Altitud.

**Tabla 12:** Calificaciones del criterio Altitud para café arábica y robusta.

Café Arábica			Café Robusta		
Número	Altitud	Calificación	Número	Altitud	Calificación
1	> 2800	1	1	> 1800	4
2	2200-2800	6	2	1600-1800	9
3	1500-2200	10	3	1400-1600	10
4	1000-1500	8	4	1200-1400	8.5
5	600 -1000	4	5	800-1200	7
6	< 600	1	6	< 800	4

Criterio 5: Precipitación.

**Tabla 13:** Calificaciones del criterio precipitación para café arábica y robusta.

Café Arábica			Café Robusta		
Número	Precipitación	Calificación	Número	Precipitación	Calificación
1	2000>	3	1	> 2800	4
2	1800-2000	7	2	2600- 2800	7
3	1600-1800	9	3	2400- 2600	8
4	1400-1600	10	4	2000-2400	10
5	1200-1400	8	5	1800-2000	9
6	1000-1200	5	6	1600-1800	5
7	< 1000	2	7	< 1600	2

## Criterio 6: Textura del Suelo.

**Tabla 14:** Calificaciones del criterio Textura del Suelo para café arábica y robusta.

Café Arábica y Robusta		
Número	Textura	Calificación
1	Textura Gruesa	7.5
2	Textura Mediana	10
3	Textura Fina	5

## Criterio 7: Fases Físicas y Químicas del Suelo.

**Tabla 15:** Calificaciones del criterio Fases Físicas y Químicas del Suelo para café arábica y robusta.

Café Arábica y Robusta		
Número	Fases	Calificación
1	S/F	10
2	Lítica	1
3	Lítica profunda	9
4	Pedregosas	5

## Criterio 8: Pendiente del Terreno (%).

**Tabla 16:** Calificaciones del criterio Pendiente del Terreno para café arábica y robusta.

Café Arábica y Robusta		
Número	% Pendiente	Calificación
1	0-15	10
2	15-30	9
3	30-45	7
4	> 45	5

Con los criterios, pesos y calificaciones definidas, se procedió a generar cada una de las capas digitales de cada uno de los criterios; para los de temperatura y precipitación se utilizaron las interpolaciones hechas con base en los GCM,

para la altitud y pendiente se utilizó la cobertura de curvas de nivel, y para suelos, textura y fases físicas y químicas del suelo se empleó la cobertura de edafología de INEGI.

Las capas digitales de temperatura máxima y mínima medias se generaron sumando los 12 meses de cada escenario de GCM o el de la época actual y dividiendo este resultado entre 12.

Para la capa de precipitación solo se sumaron las interpolaciones de los 12 meses de cada GCM, para obtener la suma anual de la precipitación.

La capa de altitud y pendiente se creó a partir de la cobertura de curvas de nivel de INEGI, para convertir las curvas de nivel a raster se empleó ArcGIS utilizando un tamaño de pixel de 50 m<sup>2</sup> para generar el Modelo de Elevación Digital, y con él la pendiente (en porcentaje).

Las capas de suelos, textura y fases físicas y químicas del suelo, se crearon a partir de la cobertura edafológica de INEGI. Para las tres variables se creó un campo (columna) en la tabla de atributo y se le asignó a cada elemento el valor otorgado en la clasificación de rangos (entre 0 y 10) y se usó este campo para su conversión a raster.

Las capas digitales de altitud, pendiente, precipitación, temperatura máxima y mínima, también fueron reclasificadas de acuerdo al valor de clasificación correspondiente. Estas capas digitales que ya tenían las calificaciones de los rangos de los criterios se multiplicaron por los pesos de cada criterio.

Finalmente los mapas de aptitud de terreno para café resultaron de la suma de las capas obtenidas de la multiplicación arriba mencionada. Esto se realizó con la información correspondiente a cada tipo de café ya que la clasificación de los rangos de altitud, precipitación y temperaturas es distinta para cada especie.

Este procedimiento se repitió empleando las capas de temperaturas máxima y mínima y de precipitación correspondientes para los escenarios A2 y B2 y los modelos HadCM3 y CGCM2.



Los mapas de aptitud del terreno actuales y los generados considerando los diferentes escenarios y modelos fueron reclasificados a niveles de aptitud: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. El mecanismo para identificar los niveles de aptitud fue el siguiente, el valor máximo resulta si se suma todas las máximas calificaciones de todos los criterios, es decir, en un ideal que existiera una zona donde todos los criterios tuvieran 10 de calificación, si se sumaran todo los valores el resultado sería 486, que es el valor máximo de aptitud (VMA); por otra parte para el valor mínimo de aptitud (VmA) se hará lo contrario se sumaran los valores mínimos de calificación de los criterios, en este caso el valor sería 48.6. A estas dos cifras se les calculó la diferencia y se dividió entre cinco que es el número de rangos que se propone, y así hacer una distribución equivalente y comparable de los niveles de aptitud.

$(VMA - VmA) / 5 =$  intervalo de rangos.

El intervalo de rangos será de 87.48, partiendo de 48.6 y un máximo de 486 (Tabla 17).

**Tabla 17:** Rangos, y Valores Máximos y mínimos de Aptitud de Terreno.

RANGO DE VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE APTITUD					
Calificación Máxima	Peso Máx	Calificación mínima	Peso mín	Aptitud	Rango
10	100	1	10	Muy baja	48.6 - 136.08
10	90	1	9	Baja	136.08 - 223.56
10	80	1	8	Media	223.56 - 311.04
10	75	1	7.5	Alta	311.04 - 398.52
10	60	1	6	Muy alta	398 - 486
10	50	1	5		
10	30	1	3		
10	1	1	0.1		
<b>Valor Máximo de Aptitud</b>	<b>486</b>	<b>Valor mínimo de Aptitud</b>	<b>48.6</b>		

De esta manera se obtuvieron 20 mapas finales de aptitud del terreno, considerando las dos especies de café, los datos climáticos actuales y los generados por los dos modelos (HadCM3 y CGCM2); para los dos escenarios (A2 y B2), en cada municipio.

Para cada uno de estos mapas se calculó el área de cada nivel de aptitud del terreno para café y se realizó una comparación para determinar si hubo cambios en la cantidad de áreas aptas para el cultivo de café.

$$(tp*pat)/10000= Aat$$

Donde:

tp= tamaño de pixel

pat= pixeles que ocupa cada aptitud de terreno

Aat= Área ocupada por cada aptitud de terreno

Todos los mapas fueron georeferidos con el Sistema de Proyección de Coordenadas NAD83-UTM-Zona 15N con la Proyección Transversa de Mercator y el Sistema de Coordenadas Geográficas GCS-Norteamérica-1983, se utilizó este sistema de proyección porque es el que más se adecua a la zona de estudio y el sistema de coordenadas geográficas se eligió para realizar medidas en metros y facilitar el trabajo, así como estandarizar criterios y facilitar el manejo de información. Todos los análisis espaciales fueron desarrollados con el Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS versión 9.3.

## VIII. Resultados.

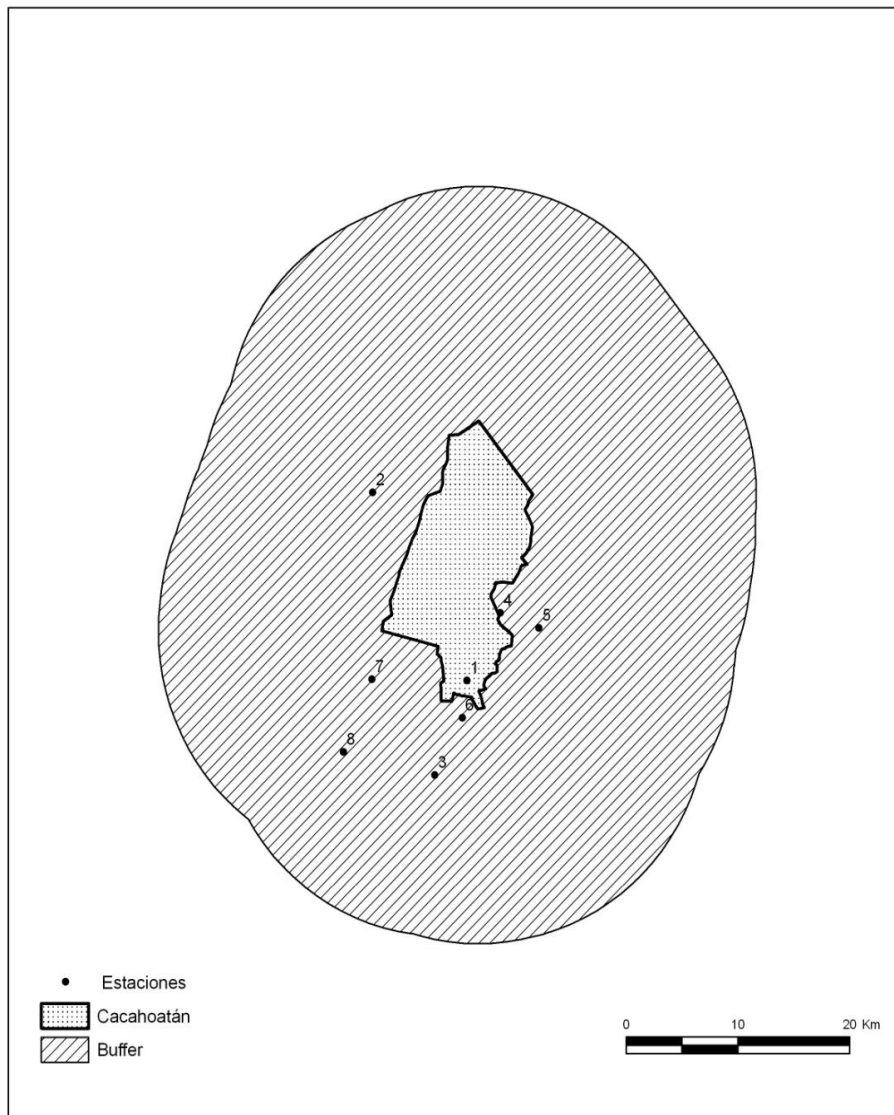
### 8.1 Análisis de Clima del Periodo Actual 1990 - 2004.

#### 8.1.1 Cacahoatán.

De un total de 20 estaciones que se ubicaron dentro del buffer de 15 km del municipio de Cacahoatán, solo ocho tuvieron la cantidad de datos suficientes para el análisis (Tabla 18, Figura 10).

**Tabla 18:** Estaciones utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 - 2004 en Cacahoatán.

Clave	# Estación	Nombre Estación	Municipio	Longitud	Latitud	Altitud
7018	1	CACAOATÁN	CACAOATÁN	-92.164	14.988	350
7057	2	FINCA CHICHARRAS	TAPACHULA	-92.242	15.133	1264
7116	3	MEDIO MONTE	TUXTLA CHICO	-92.191	14.915	190
7146	4	SAN JERONIMO	UNIÓN JUÁREZ	-92.136	15.04	612
7157	5	SANTO DOMINGO	UNIÓN JUÁREZ	-92.104	15.028	1300
7166	6	TALISMÁN	TUXTLA CHICO	-92.168	14.959	148
7191	7	MALPASO	TAPACHULA	-92.243	14.989	303
7200	8	TAPACHULA	TAPACHULA	-92.267	14.933	179



**Figura 10:** Estaciones de Cacahoatán utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004.

❖ **Temperatura Máxima.**

- Parámetro 1: comparación de la media del periodo 1960 – 1989 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

Para este periodo (1990 – 2004) se da el mayor cambio en relación con el resto de las demás comparaciones, es decir que todas las estaciones presentaron aumentos o disminuciones en el número de días que rebasan el parámetro, los cambios no son constates, ya que el número de meses y el aumento o

disminución de grados en la temperatura no fue equitativo ni constante, varió entre los distintos puntos de información.

La estación donde se presentaron cambios marcados y constantes fue Tapachula. El aumento en los días fue notorio en el periodo octubre – febrero (Tabla 8 del Anexo 1).

Por otra parte la estación Malpaso, mostró una tendencia a la disminución de días en los meses más fríos octubre – enero (Tabla 7 del Anexo 1). La estación Finca Chicharras a su vez muestra una tendencia al aumento en enero y diciembre (Tabla 2 del Anexo 1), pero no tan marcada como en la estación Tapachula (Tabla 8 del Anexo 1). Es importante resaltar que tres estaciones en un mismo municipio tuvieron datos contrarios.

También es importante señalar el caso de la estación Santo Domingo, Unión Juárez, que presentó el menor número de cambios ya que solo pocos días estuvieron por encima del parámetro de media más una desviación estándar. En el periodo enero – agosto el número máximo de días que rebasó dicho parámetro fue de cinco en el mes de agosto, mientras que en los meses de marzo, abril, mayo y junio ningún día estuvo por encima del parámetro. De manera general en esta estación se presentaron las cantidades más bajas de días por encima de los parámetros siendo el valor más grande 11 que corresponde a octubre (Tabla 5 del Anexo 1).

Por otra parte en la estación Cacahoatán, se presentó una tendencia a la disminución de días en los meses más cálidos de primavera y verano: marzo, junio – septiembre (Tabla 1 del Anexo 1).

Resumiendo: Las estaciones que presentaron una tendencia hacia el aumento de número de días que rebasan la media más una desviación estándar son:

- Finca Chicharras, en enero y diciembre (Tabla 2 del Anexo 1).
- Medio Monte, en marzo, abril y junio (Tabla 3 del Anexo 1).
- Talismán, en enero, septiembre, octubre y diciembre (Tabla 6 del Anexo 1).
- Tapachula, en los 12 meses (Tabla 8 del Anexo 1).

Las estaciones que presentaron tendencia hacia la disminución en el número de días que rebasan la media más una desviación estándar son:

- Cacahoatán, en marzo, junio, julio, agosto y septiembre (Tabla 1 del Anexo 1).
  - San Jerónimo, en enero, febrero, abril, junio, julio, octubre y diciembre (Tabla 4 del Anexo 1).
  - Santo Domingo, en los 12 meses (Tabla 5 del Anexo 1).
  - Malpaso, en enero, octubre, noviembre y diciembre (Tabla 7 del Anexo 1).
- 
- Parámetro 2: comparación de la media del periodo 1990 – 2004 más una desviación estándar (M+DE), contra el período 1990 – 2004.

En este parámetro siguen prevaleciendo las mismas tendencias en comparación con el parámetro anterior, la estación Santo Domingo, sigue con su tendencia al aumento de días que rebasan el parámetro (Tabla 13 del Anexo 1). La estación Malpaso, en este parámetro vuelve a tener la tendencia del parámetro 1 que fue de disminución (Tabla 15 del Anexo 1). La estación San Jerónimo, vuelve a presentar una tendencia a disminuir los días que rebasan el parámetro, más marcada que las demás estaciones, porque el número de días por encima de la media más una desviación estándar disminuye a partir del año 1999 y en este año ningún día rebasa el parámetro; en los años siguientes a 1999 ningún mes tiene más de tres días que rebasen el parámetro (Tabla 12 del Anexo 1).

Por el contrario la estación Tapachula, que en la otra comparación presentaba el mayor cambio hacia el aumento de días con mayor temperatura, en este parámetro ya no es tan evidente dicho cambio, ya que disminuye el número de días que están por encima del valor del parámetro. Así, como también disminuye el número de meses que presentan la tendencia hacia el aumento (Tabla 16 del Anexo 1).

La estación Cacahoatán, sigue teniendo la misma tendencia de disminución del número de días que rebasan la media más una desviación estándar del mismo periodo. Pero ahora disminuye el número de meses con esta tendencia ya que ahora solo se presenta en junio, julio y septiembre, así que en este caso no se puede determinar alguna tendencia (Tabla 9 del Anexo 1).

De esta manera las estaciones que presentaron tendencia al aumento siguen siendo la mayoría, pero como ya se dijo el número de meses que presentan esta tendencia baja considerablemente.

Resumiendo: Las estaciones que tuvieron una tendencia a aumentar los días que rebasan la media más una desviación estándar son:

- Finca Chicharras, en febrero (Tabla 10 del Anexo 1).
- Medio Monte, en abril (Tabla 11 del Anexo 1).
- Santo Domingo, en enero y marzo (Tabla 13 del Anexo 1).
- Talismán, en abril y agosto (Tabla 14 del Anexo 1).
- Tapachula, en noviembre (Tabla 16 del Anexo 1).

Las estaciones que tuvieron una tendencia a disminuir el número de días que rebasan la media más una desviación estándar son:

- Cacahoatán, en junio, julio y septiembre (Tabla 9 del Anexo 1).
- San Jerónimo, en los 12 meses (Tabla 12 del Anexo 1).
- Malpaso, en enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre (Tabla 15 del Anexo 1).

#### ❖ **Temperatura Mínima.**

- Parámetro 1: comparación de la media del periodo 1960 – 1989 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

En este parámetro no todas las estaciones presentan una tendencia, dos de las ocho estaciones no mostraron una tendencia en al menos un mes, así que la cantidad total de meses con tendencia disminuyó.

La estación Tapachula, presentó una tendencia al aumento del número de días que rebasan la media más una desviación estándar, en este caso más del 80% de los días de todo el periodo de todos los meses están por encima del parámetro, la cifra más baja de días que rebasan el parámetro es 19, con lo que es inminente determinar que existe un aumento en la temperatura (Tabla 8 del Anexo 1). La estación Cacahoatán, también tuvo una tendencia al aumento, no tan marcada como la de Tapachula, ya que en Cacahoatán se presentaron varios meses con cero días por encima del parámetro y solo tres meses muestran tendencia al aumento de temperatura (Tabla 1 del Anexo 1).

Así también, en la estación San Jerónimo, a partir del año 1997 se muestra una tendencia a la disminución, ya que solo tres días de todos los meses a partir de ese año están por encima del parámetro (Tabla 4 del Anexo 1).

En este parámetro la tendencia a la disminución de temperatura es dominante porque sólo las dos estaciones tienen tendencia al aumento, mientras que cuatro tienen tendencia a disminuir de temperatura.

Resumiendo: Estaciones que tuvieron tendencia al aumento de días que rebasan el parámetro:

- Cacahoatán, Cacahoatán, en enero, febrero y agosto (Tabla 1 del Anexo 1).
- Tapachula, en los 12 meses (Tabla 8 del Anexo 1).

Las estaciones que tuvieron tendencia a la disminución de temperatura fueron:

- Finca Chicharras, en enero, febrero, marzo, abril, mayo y agosto (Tabla 2 del Anexo 1).
- San Jerónimo, en los 12 meses (Tabla 4 del Anexo 1).
- Talismán, en abril, mayo, junio y julio (Tabla 6 del Anexo 1).
- Malpaso, en julio, agosto y octubre (Tabla 7 del Anexo 1).



- Parámetro 2: comparación de la media del periodo 1990 – 2004 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

Aquí decae el número de meses que muestran alguna tendencia.

El cambio más significativo es el de la estación Santo Domingo, que en el parámetro anterior no presentó tendencia, en este parámetro muestra una tendencia a disminuir en el número de días que rebasan el parámetro (Tabla 13 del Anexo 1). La estación Medio Monte, no presentó tendencia al igual que en el parámetro 1 (Tabla 11 del Anexo 1); la estación Talismán, tampoco presentó tendencia (Tabla 14 del Anexo 1); en las otras cinco estaciones se mantuvieron las mismas tendencias del parámetro 1.

La estación San Jerónimo, siguió con una tendencia de disminución de días por encima del parámetro, que se manifiesta en los 12 meses del año, y es más evidente a partir del año 1997, donde el número máximo de días que rebasan el parámetro es de tres (Tabla 12 del Anexo 1).

Algo importante es que las dos estaciones que no presentaron tendencias son del mismo municipio, Medio Monte (Tabla 11 del Anexo 1), y Talismán (Tabla 14 del Anexo 1) que son parte de Tuxtla Chico.

Se volvió a presentar contraste en Tapachula, la estación Tapachula con tendencia al aumento de temperatura (Tabla 16 del Anexo 1), y las estaciones Finca Chicharras (Tabla 10 del Anexo 1) y Malpaso (Tabla 15 del Anexo 1).

La estación Cacaohatán, sigue teniendo una tendencia al aumento de días que rebasan el parámetro aunque ahora solo se presentó en julio y septiembre (Tabla 9 del Anexo 1).

Resumiendo: Estaciones con tendencia a disminuir el número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Finca Chicharras, en marzo, abril y agosto (Tabla 10 del Anexo 1).
- San Jerónimo, en los 12 meses (Tabla 12 del Anexo 1).
- Santo Domingo, en abril (Tabla 13 del Anexo 1).

- Malpaso, en abril, agosto y octubre (Tabla 15 del Anexo 1).

Mientras que las estaciones con tendencia a aumentar en el número de días son:

- Cacahoatán, en julio y septiembre (Tabla 9 del Anexo 1).
- Tapachula, en marzo y agosto (Tabla 16 del Anexo 1).

#### ❖ **Precipitación.**

- Parámetro 1: comparación del promedio anual del periodo 1960 – 1989, contra la suma anual de cada año del periodo 1990 – 2004.

En este parámetro de comparación no se tuvo en ningún caso una tendencia marcada aunque hay estaciones en las que en los últimos cuatro años del periodo la lluvia se ubica por debajo del promedio, por lo que se considera como una tendencia a la disminución.

Ninguna estación tuvo indicio de aumento de precipitación en este parámetro, en este caso la tendencia estuvo distribuida entre la tendencia nula que hubo en cuatro estaciones y la tendencia a la disminución de la precipitación que se dio también en cuatro estaciones.

Las estaciones que no presentan algún patrón son:

- Cacahoatán, el año más lluvioso del periodo fue 1995 que está 1527 mm por encima del promedio que fue de 4208.7 mm, por el contrario el año menos lluvioso fue 1991, en el inicio del periodo, con 3455.9 mm; a partir del año 2001 se presenta una cierta estabilidad, ya que la precipitación aunque presenta altibajos, no se aleja en más de 300 mm del promedio (Tabla 17 del Anexo 1).
- Finca Chicharras, en esta estación antes de 1994 sólo 1990 está por encima del promedio, a partir de 1995 empiezan los altibajos en la cantidad de precipitación. El año más lluvioso fue 1996 con 5532.6 mm,

- 1361.4 mm por encima del promedio, el año menos lluvioso fue 1991 con 3504.7 mm (Tabla 18 del Anexo 1).
- Medio Monte, en esta estación se presentaron de una manera más evidente altas y bajas en la cantidad de lluvia, el rango entre el año más lluvioso y el menos lluvioso fue de 1866.8 mm, el año más lluvioso fue 1991 con 4207.9 mm y el menos lluvioso 1998 con 2341.1 mm, esto es 921.5 mm por debajo de media (Tabla 19 del Anexo 1).
  - Talismán, el año menos lluvioso en esta estación fue 1991 con 3529.4 mm y el más lluvioso 1990 con 5293.1 mm, 1164.5 mm por encima del promedio. Estos dos datos nos muestran los altibajos de la precipitación en esta estación. Cinco años están por debajo de la media y 10 la rebasan (Tabla 22 del Anexo 1).

Las estaciones que tuvieron una tendencia a disminuir:

- San Jerónimo, el año más lluvioso fue 1999 con 5944.1 mm mientras que el menos lluvioso fue 1993 con 1970.6 mm, 2515 mm por debajo del promedio. En esta estación solo dos años están por encima del promedio: 1999 y 2000, los 13 años restantes están por debajo de la media (Tabla 20 del Anexo 1).
- Santo Domingo, los últimos cinco años del periodo presentaron una precipitación por debajo de la media, entre estos años se encuentra el menos lluvioso del periodo 2004, con 3878.8 mm, que es 874.3 mm por debajo del promedio. Por otra parte, del periodo tres años rebasan la media, de estos 1995 fue el año más lluvioso con 6347.2 mm. En cuanto a la oscilación de valores es de 2468.3 mm (Tabla 21 del Anexo 1).
- Malpaso, en esta estación seis años están por encima del promedio, de estos 1990 fue el de más lluvia con 4914.5 mm, esto es 1168.1 mm por encima del promedio; a partir del año 2001 la precipitación estuvo por debajo del promedio, siendo 2001 el año menos lluvioso con 2684.4 mm, teniendo así una oscilación de 2230.1 mm entre el año más y menos lluvioso (Tabla 23 del Anexo 1).
- Tapachula, tres años del periodo están por encima del promedio, 1990 fue el año más lluvioso con 2619.5 mm; de los 12 años que están por

debajo de la media 1994 fue el año menos lluvioso con 1565.6 mm, 702.6 mm por debajo del promedio. En esta estación, a partir del año 1999, ningún año rebasa la media, aunque hay que tomar en consideración que si no fuese por el año 1998 que rebasa la media, se podría hablar que el descenso de la precipitación se dio desde el año 1996 (Tabla 24 del Anexo 1).

- Parámetro 2: comparación del promedio anual del periodo 1990 – 2004, contra la suma anual de cada año del periodo 1990 – 2004.

En este parámetro se presentan cuatro cambios con respecto al parámetro anterior, las estaciones San Jerónimo (Tabla 20 del Anexo 1) y Tapachula (Tabla 24 del Anexo 1), ya no muestra tendencia en esta comparación; mientras que las estaciones Talismán (Tabla 22 del Anexo 1), y Malpaso (Tabla 23 del Anexo 1), los valores aumentan o disminuyen con respecto al parámetro anterior. También sigue sin haber alguna estación que muestre una tendencia hacia el aumento de la precipitación.

La relación de estaciones en este parámetro es de tres estaciones con tendencia a disminución de precipitación por cinco estaciones que no muestran alguna tendencia.

Estaciones sin tendencia definida:

- Cacahoatán, seis años están por encima del promedio, siendo el año 1995 el de mayor precipitación rebasando el promedio en 1374.0 mm, por otra parte el menos lluvioso está por debajo del promedio con 906.5 mm, considerando que el promedio de este parámetro fue de 4362.4 mm. Los altibajos se presentan en todo el periodo, aunque son más contrastantes los valores antes de 1997. (Tabla 17 del Anexo 1).
- Finca Chicharras, en 1996 la precipitación estuvo 1206.1 mm por encima de la media de este parámetro y que está más por encima del promedio, mientras que el año 1991 estuvo 821.8 mm por debajo del promedio que es de 4326.5 mm. Los años previos a 1995 están por debajo de la

- media, a excepción de 1990 que rebasa a la media con 37.6 mm. En comparación con el parámetro 1, el promedio del parámetro 2 es más alto por 155.4 mm (Tabla 18 del Anexo 1).
- Medio Monte, el promedio de este parámetro es de 3181.8 mm, 80.8 mm menos que en el parámetro 1. El año que está más por encima de la media de este parámetro es 1990 con 1026.1 mm, mientras que el 1998 es el más bajo con 840.7 mm. Se presentan altibajos muy marcados a lo largo de todo el periodo (Tabla 19 del Anexo 1).
  - San Jerónimo, en esta estación hay más años que rebasan el valor del parámetro con nueve años, de estos 1999 es el que se encuentra más por encima del promedio con 2118.2 mm por arriba. De los seis años que no rebasan el promedio 1993 que tiene el valor bajo, 1855.3 mm por debajo. El valor del parámetro 1 para esta estación es alto que el de este parámetro 2 que es de 3825.9 mm, hay una diferencia de 659.7 mm entre los 2 dos parámetros. En esta estación también son evidentes los altibajos en la cantidad de precipitación (Tabla 20 del Anexo 1).
  - Tapachula, de los 15 años del periodo, seis están por encima del promedio de este parámetro, 1990 que fue el año más lluvioso está 699.2 mm. por encima del promedio de este parámetro que es 1920.3 mm, mientras que 1994 que fue el menos lluvioso está 354.7 mm por debajo del valor del parámetro. Es importante mencionar que a partir del año 1999, el único año que rebasa la media es 2002 con 15.2 mm por encima. El valor del parámetro 1 fue más alto que el de este parámetro, la diferencia es de 351.5 mm (Tabla 24 del Anexo 1).

Las estaciones que tuvieron una tendencia de disminución de precipitación:

- Santo Domingo, en esta estación casi se igualan los años que están por encima o por debajo de la media, ya que siete están por encima de los cuales 1995, el más lluvioso, rebasa el valor del parámetro por 1789.6 mm, mientras que el menos lluvioso fue 2004 con 678.8 mm por debajo del promedio. Cabe señalar que en esta estación a partir del año 2001 la precipitación no rebasa el promedio. En la comparación de valores de

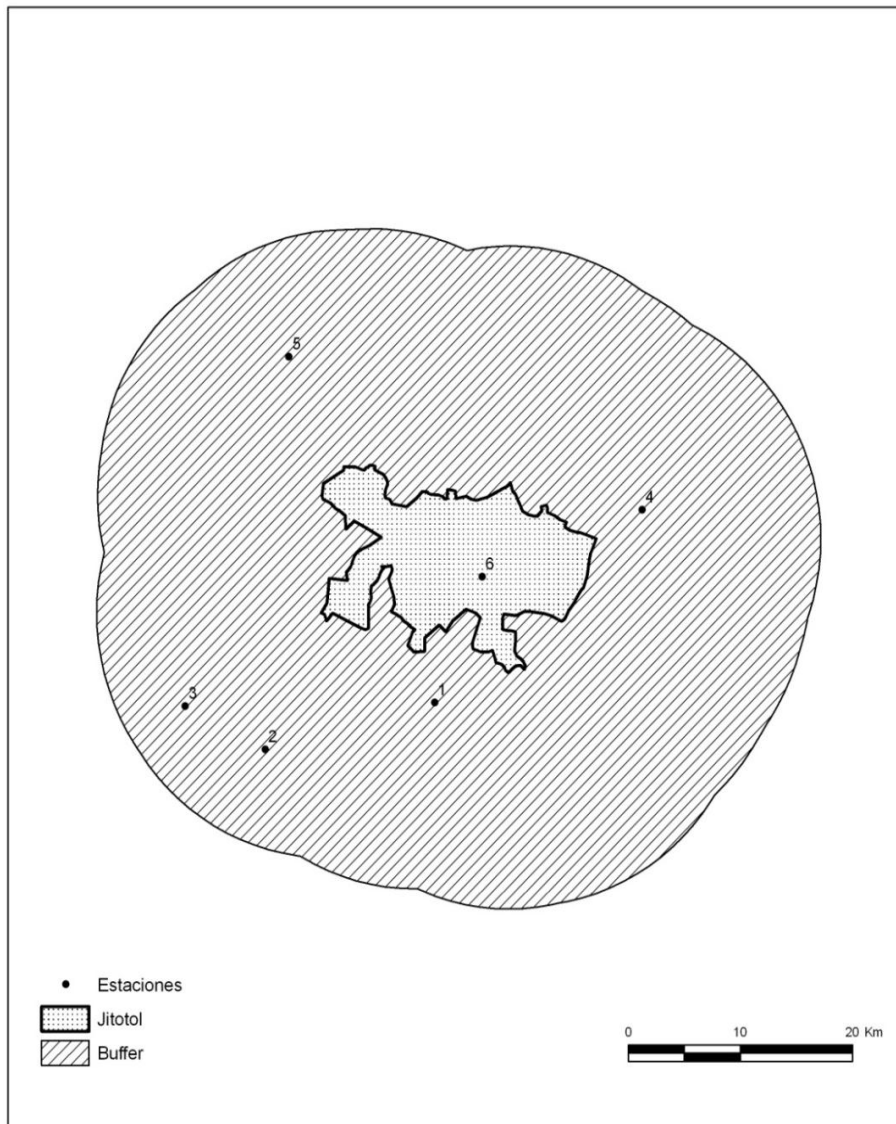
- los parámetros este parámetro 2 tiene un promedio de 4557.6 mm y es más bajo que el del parámetro 1 por 195.5 mm (Tabla 21 del Anexo 1).
- Talismán, el promedio de este parámetro es de 4305.8 mm mayor al del parámetro 1 de esta estación por 177.2 mm. El año 1990 fue el más lluvioso y está por encima del promedio de este parámetro por 987.3 mm, mientras que el año menos lluvioso de este periodo fue 1991 con una diferencia de 776.4 mm con respecto al promedio, es importante resaltar que el año más lluvioso y menos lluvioso son consecutivos. A partir del año 2001 la precipitación se mantiene por debajo de la media, siendo un total de nueve estaciones las que presentan esta condición a lo largo del periodo (Tabla 22 del Anexo 1).
  - Malpaso, nueve años del periodo de esta estación no rebasan el promedio de este parámetro que es de 3766.9 mm, solo 20.5 mm arriba del promedio del parámetro 1; de estos nueve años cuatro están al final del periodo y 2001 es el año menos lluvioso y tiene una diferencia con respecto al promedio de 1082.5 mm. De los cinco años que rebasan el promedio el que está más por encima del promedio es 1990 con una diferencia de 1147.6 mm (Tabla 23 del Anexo 1).

### 8.1.2 Jitotol.

De un total de 10 estaciones que están dentro del buffer de 15 km de Jitotol, seis tuvieron datos suficientes para el análisis (Tabla 19, Figura 11).

**Tabla 19:** Estaciones utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004 en Jitotol.

Clave	# Estación	Nombre Estación	Municipio	Longitud	Latitud	Altitud
7015	1	BOCHIL	BOCHIL	-92.891	16.986	1200
7016	2	BONBANA	BOCHIL	-93.033	16.95	614
7035	3	CHICOASÉN	CHICOASÉN	-93.1	16.983	710
7160	4	SIMOJOVEL DE A.	SIMOJOVEL DE A.	-92.717	17.133	700
7167	5	TAPILULA	TAPILULA	-93.013	17.25	730
7355	6	UNIÓN ZARAGOZA	JITOTOL	-92.851	17.082	1690



**Figura 11:** Estaciones de Jitotol utilizadas para el análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004.

❖ **Temperatura Máxima.**

- Parámetro 1: comparación de la media del periodo 1960 – 1989 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

La estación que corresponde a Unión Zaragoza está situada dentro del municipio de estudio, en este caso no tuvo ningún patrón de aumento o disminución de número de días que rebasan el parámetro, siendo la única estación que no tuvo alguna tendencia (Tabla 30 del Anexo 2).

La estación Chicoasén mostro una tendencia a disminuir en el número de días, ya que en todo el periodo de análisis y comparación, la cifra de un mes más alta de días que están por encima del parámetro fue de seis, si tomamos en cuenta el acumulado de días que rebasan el parámetro por mes en todo el periodo (Tabla 27 del Anexo 2).

En este parámetro solo se tuvo una estación con tendencia al aumento de número de días, se trata de la estación Bonbana, donde en el mes de agosto se presentó el patrón de aumento de número días que rebasan el parámetro (Tabla 26 del Anexo 2).

La estación Bochil, contrasta con la anterior estación también perteneciente al municipio de Bochil, ya que en esta última la tendencia que se presentó fue de disminución de días por encima del parámetro, así que se presentan dos tendencias en un mismo municipio (Tabla 25 del Anexo 2). Aunque cabe señalar que en ambos casos la tendencia solo se presenta en un mes.

En este parámetro se presentó una tendencia al aumento de número de días ya que cuatro estaciones presentan esté patrón, y la única estación que presenta tendencia a disminuir el número de días solo se da en un mes. Para complementar el número total de estaciones la restante no tuvo ningún patrón.

Resumiendo: Estaciones con tendencia al aumento de número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Bonbana en agosto (Tabla 26 del Anexo 2).



Estaciones con tendencia a disminuir el número de días que rebasa la media más una desviación estándar:

- Bochil en julio (Tabla 25 del Anexo 2).
  - Chicoasén en los 12 meses (Tabla 27 del Anexo 2).
  - Simojovel de Allende en enero y diciembre (Tabla 28 del Anexo 2).
  - Tapilula en julio, agosto y septiembre (Tabla 29 del Anexo 2).
- 
- Parámetro 2: comparación de la media del periodo 1990 - 2004 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

En comparación con el parámetro anterior se presentan cuatro cambios de tendencia, dos estaciones no mostraron cambios fueron Tapilula (Tabla 35 del Anexo 2), y Unión Zaragoza (Tabla 36 del Anexo 2).

En este parámetro dos estaciones no presentan ninguna tendencia, la estación Chicoasén (Tabla 33 del Anexo 2), y la estación Unión Zaragoza (Tabla 36 del Anexo 2).

De las cuatro estaciones que muestran algún patrón, todas tienen tendencia a la disminución de temperatura.

Las estaciones de Tapilula (Tabla 35 del Anexo 2), y Simojovel de Allende (Tabla 34 del Anexo 2), son las que tuvieron mayor número de meses con dicha tendencia, solo tres meses cada una.

En este parámetro se presentó el número más bajo de meses con alguna tendencia ocho, de los cuales seis corresponden a meses fríos de otoño o invierno y dos a meses cálidos de primavera o verano.

Resumiendo: Estaciones con tendencia a la disminución de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Bochil, en julio (Tabla 31 del Anexo 2).
- Bonbana en noviembre (Tabla 32 del Anexo 2).

- Simojovel de Allende en enero, octubre y diciembre (Tabla 34 del Anexo 2).
- Tapilula, en agosto, octubre y noviembre (Tabla 35 del Anexo 2).

❖ **Temperatura Mínima.**

- Parámetro 1: comparación de la media del periodo 1960 – 1989 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

En este parámetro solo una estación no presento algún patrón, la estación Tapilula (Tabla 29 del Anexo 2), las otras cinco estaciones si presentan alguna tendencia.

De las cinco estaciones que presentaron algún patrón, la estación Simojovel de Allende, fue la única que presentó una tendencia al aumento de número de días por encima del parámetro (Tabla 28 del Anexo 2).

De las cuatro estaciones que tuvieron patrón de disminución de temperaturas, la de Unión Zaragoza, sólo tuvo un valor máximo de cinco de días que rebasan el parámetro, los demás resultados están por debajo de esta cantidad, y a partir del año 1998 solo se tienen cifras de uno; también en el mes de octubre no se tuvo ningún día por encima del parámetro al igual que en el año 1998 tampoco se tuvieron días por encima del parámetro (Tabla 30 del Anexo 2).

La estación Bochil en junio ningún día rebasa el parámetro (Tabla 25 del Anexo 2).

Las estaciones Bonbana (Tabla 26 del Anexo 2), y Chicoasén (Tabla 27 del Anexo 2), presentan en los 12 meses una tendencia a la disminución del número de días que rebasan el parámetro.

Resumiendo: Estaciones con tendencia al aumento en el número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Simojovel de Allende en abril, mayo, julio y septiembre (Tabla 28 del Anexo 2).

Estaciones con tendencia a la disminución del número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Bochil en marzo, abril, mayo, junio y agosto (Tabla 25 del Anexo 2).
  - Bonbana en los 12 meses (Tabla 26 del Anexo 2).
  - Chicoasén en los 12 meses (Tabla 27 del Anexo 2).
  - Unión Zaragoza en los 12 meses (Tabla 30 del Anexo 2).
- 
- Parámetro 2: comparación de la media del periodo 1990 – 2004 más una desviación estándar (M+DE), contra el periodo 1990 – 2004.

Solo se presenta un cambio en las tendencias en este parámetro con respecto al parámetro anterior, en la estación Tapilula, la cual ya no muestra un patrón definido en este parámetro (Tabla 35 del Anexo 2). De esta manera las otras cinco estaciones tienen el mismo patrón que en el parámetro anterior.

La estación Bonbana presentó el mayor número de meses con tendencia a la disminución en el número de días que rebasan el parámetro, con 11 meses exceptuando junio (Tabla 32 del Anexo 2).

En contraste a esta tendencia, la estación Simojovel de Allende presentó cinco meses con tendencia a aumentar la temperatura siendo la única estación con tendencia al aumento en el número de días (Tabla 34 del Anexo 2).

La estación Unión Zaragoza continuó con la misma tendencia que había tenido en el parámetro anterior de disminución de número de días que rebasan el parámetro (Tabla 36 del Anexo 2).

De esta manera prevalece la mayoría de estaciones que tienen patrón de disminución de número de días que rebasan la media más una desviación estándar con cuatro, una con tendencia al aumento y una sin tendencia definida.

Resumiendo: Estaciones con tendencia a disminuir en el número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Bochil en marzo y abril (Tabla 31 del Anexo 2).
- Bonbana en enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre (Tabla 32 del Anexo 2).
- Chicoasén en enero, julio, septiembre y diciembre (Tabla 33 del Anexo 2).
- Unión Zaragoza en enero, febrero, marzo, mayo y diciembre (Tabla 36 del Anexo 2).

Estaciones con tendencia al aumento de número de días que rebasan la media más una desviación estándar:

- Simojovel de Allende en mayo, junio, julio, agosto y septiembre (Tabla 34 del Anexo 2).

#### ❖ **Precipitación.**

- Parámetro 1: comparación del promedio anual del periodo 1960 – 1989, contra la suma anual de cada año del periodo 1990 – 2004.

En este parámetro ninguna estación mostro una tendencia, ni al aumento ni a la disminución de precipitación, se presentan una serie de altibajos en las comparaciones de las distintas estaciones, queda de manifiesto en este grupo de estaciones lo impredecible que puede ser la lluvia como para poder marcar o determinar un patrón.

Estaciones:

- Bochil, se tuvieron seis años que están por debajo del promedio que fue de 1196.9 mm, el año menos lluvioso fue 1997 con 688.8 mm; el año más lluvioso fue 2000 con 1628.9 mm, lo que marca un rango de 940.1 mm entre el año más lluvioso y el menos lluvioso. De los nueve años que rebasan el promedio seis están después del año 1998, de no ser por el año 2003 que está por debajo de la media, esta estación podría marcar una tendencia al aumento de precipitación; de igual forma previo

- a 1995 solo el año 1992 está por encima de la media el resto de años no rebasa la media (Tabla 37 del Anexo 2).
- Bonbana, el año más lluvioso de esta estación fue 1993 con 1536.4 mm que es 429.2 mm, más que el promedio, por el contrario el año menos lluvioso fue 1991 con 573.1 mm, y la diferencia con respecto al promedio es de 534.1 mm, es decir que el año 1991 tuvo poco más de la mitad del promedio de lluvia del periodo considerando que el promedio de este parámetro es de 1107.2 mm. Estos datos representan los altibajos que hay en la cantidad de precipitación que se tuvo en el periodo de estudio. La diferencia existente entre el año más lluvioso y menos lluvioso fue de 999.3 mm (Tabla 38 del Anexo 2).
  - Chicoasén, el promedio de este parámetro fue de 991.6 mm, el año más lluvioso fue 1999 con 1369.4 mm, y el menos lluvioso 1994 con 590.7 mm. En esta estación antes del año 1995 casi todos los años están por debajo del valor del promedio, con excepción de 1993 que tuvo una precipitación de 1009.8 mm (Tabla 39 del Anexo 2).
  - Simojovel de Allende, los resultados de precipitación son contrastantes, por una parte el año más lluvioso fue 1995 con 4805.5 mm. que es más del doble de precipitación del promedio del parámetro que fue de 1666.0 mm. En contraste el año menos lluvioso fue 2001 con menos de la mitad de milímetros que el promedio, 825.5. Habiendo una diferencia de 3980 mm entre el año más y menos lluvioso. Es importante señalar que de 1990 al 2000, ningún año está por debajo del promedio mientras que de 2001 al final del periodo solo el año 2002 rebaso el valor del promedio. Por lo que en esta estación la mayoría de los años están por encima de la media (Tabla 40 del Anexo 2).
  - Tapilula, el promedio del parámetro fue de 3109 mm, el año más lluvioso fue 1996 con 3549.1 mm. El año menos lluvioso, por otra parte, fue 1998 con 1665.2 mm que es poco más del 50% del promedio. De tal manera que la oscilación entre el año más y menos lluvioso fue de 1883.9 mm. Antes de 1996 solo en 1991 se rebasa el promedio, el resto está por debajo de la media (Tabla 41 del Anexo 2).
  - Unión Zaragoza, en esta estación la mayoría de años están por debajo del promedio del parámetro, solo cuatro rebasan la media, el año más

lluvioso fue 1995 con 2156.9 mm en contraste el menos lluvioso fue 1997 con 842.1 mm, que es 50% menos que el promedio que fue de 1687.0 mm, quedando un rango entre los años más y menos lluviosos de 1314.8 mm. De los cuatro años más lluviosos, tres fueron antes de 1997 y a partir de este año solo uno está por encima de la media, que fue 2002 (Tabla 42 del Anexo 2).

- Parámetro 2: comparación del promedio anual del periodo 1990 – 2004, contra la suma anual de cada año del periodo 1990 – 2004.

Para este parámetro solo hubo una modificación respecto al parámetro anterior en el cual ninguna estación había tenido alguna tendencia definida, en este parámetro la estación Simojovel de Allende mostró el único cambio, con una tendencia a la disminución de la precipitación, que se debe a que el promedio de este parámetro aumentó y por tanto menos número de años rebasan el valor de la media.

Salvo este cambio, en las estaciones no hubo tendencia, lo más sobresaliente de este parámetro es que los promedios varían con respecto a los de la parámetro número 1, pero afectan poco a las variaciones de tendencia, muestra de esto es que solo se dio un cambio de tendencia.

Para concluir sigue sin presentarse alguna estación que tenga algún indicio de aumento de la precipitación, por el contrario se demuestran una vez más los altibajos existentes a lo largo de los años en la cantidad de precipitación.

Estación con tendencia a la disminución de precipitación:

- Simojovel de Allende, el promedio de este parámetro es de 2339.5 mm, que es 673.5 mm más que el parámetro anterior, y trae como consecuencia que a partir del año 2000 ningún año rebase la media. En este parámetro solo cinco años rebasan la media y diez están por debajo y se presentan después de 1999. En este parámetro la diferencia entre el año más lluvioso 1995 y el promedio es de 2466.0 mm, la

diferencia es del doble. Mientras que el año menos lluvioso 2001, tiene una diferencia con respecto al promedio de 1514.0 mm, es decir el promedio supera al año menos lluvioso casi por el triple (Tabla 40 del Anexo 2).

Estaciones sin algún patrón definido de precipitación:

- Bochil, a partir del año 1998, casi todos los años rebasan la media a excepción de 2003. El número de años que no rebasan la media es seis y nueve están por encima de la media de los cuales, seis son posteriores a 1998. El promedio de este parámetro fue mayor en comparación con el parámetro 1 por 26.1 mm. dado que el promedio de este parámetro es de 1223.0 mm. El año más lluvioso fue 2000 con 405.9 mm, superior que el promedio, mientras que el año menos lluvioso 1997 está 534.2 mm por debajo de la media (Tabla 37 del Anexo 2).
- Bonbana, el promedio de este parámetro para esta estación fue de 1092.1 mm, disminuyendo de esta manera con respecto al parámetro anterior en 15.0 mm, la poca diferencia entre los valores de los parámetros hacen que los cambios sean menores. El año más lluvioso fue 1993 y está por encima del promedio por 444.3 mm, por otra parte el año menos lluvioso fue 1991 con una diferencia de 519.0 mm respecto al promedio, que significa que está casi un 50% por debajo de la media (Tabla 38 del Anexo 2).
- Chicoasén, el año más lluvioso fue 1999 y está por encima del promedio por 393.5 mm, el año menos lluvioso fue 1994 que estuvo por debajo de la media por 385.2 mm. El promedio de este parámetro fue de 975.9 mm, que con respecto al promedio del parámetro 1 tuvo una diferencia 18.7 mm, siendo mayor el promedio del parámetro 1. Por la poca diferencia que existe entre los dos parámetros los cambios en cuanto al comportamiento de las tendencias fueron nulos (Tabla 39 del Anexo 2).
- Tapilula, el año más lluvioso en esta estación fue 1996, en este año se rebasó el promedio por 981.6 mm, mientras que el año menos lluvioso fue 1998 y está por debajo del promedio por 902.3 mm. El promedio de este parámetro fue de 2567.5 mm. La diferencia entre los dos

parámetros fue de 541.5 mm, y aunque la diferencia es amplia no hubo cambios en la tendencia (Tabla 41 del Anexo 2).

- Unión Zaragoza el promedio de este parámetro fue de 1516.5 mm, más bajo que el del parámetro 1 por 170.5 mm. El número de años que están por encima de la media fue de siete y ocho los que están por debajo. El año más lluvioso del periodo fue 1995 con 2156.9 mm, 640.4 mm más que el promedio. El año menos lluvioso, fue 1997 y tuvo 674.4 mm menos que el promedio de este parámetro (Tabla 42 del Anexo 2).



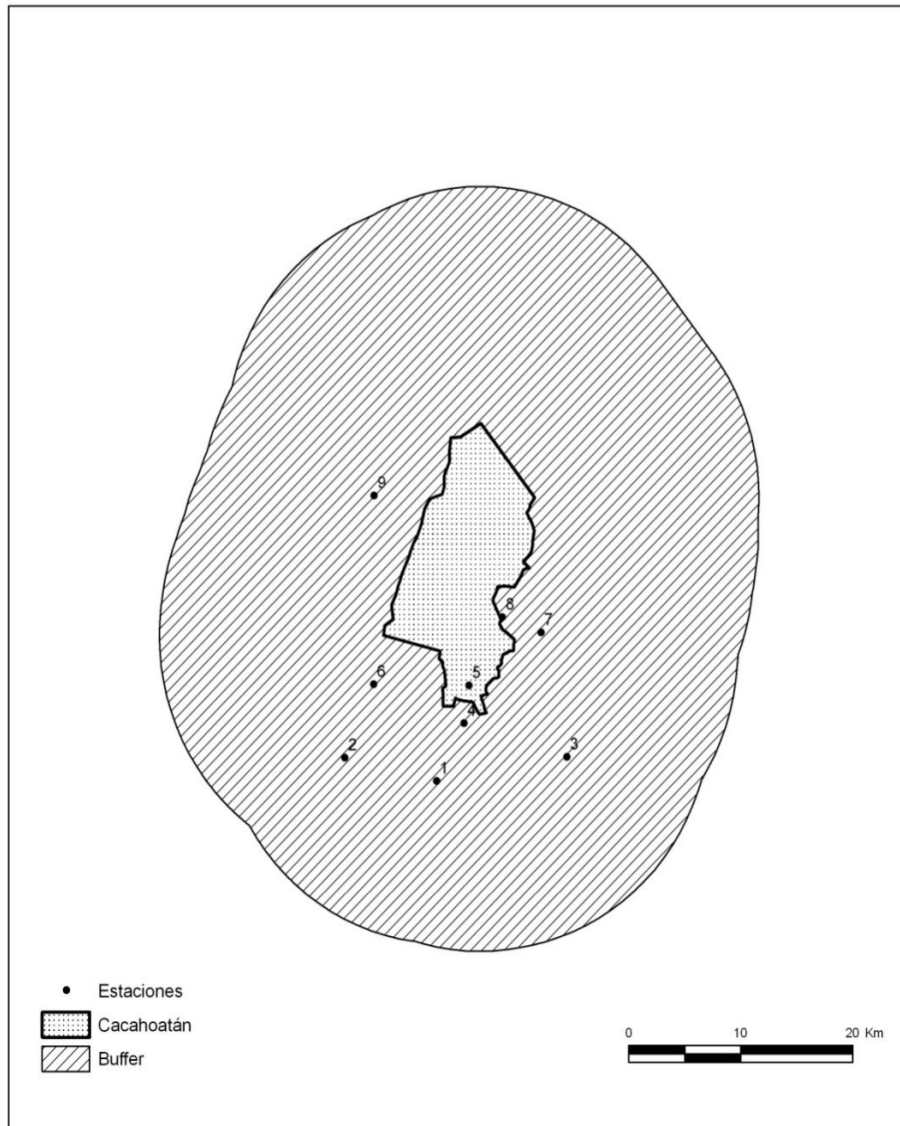
## 8.2 Modelos de Circulación General (GCM), Cambio Climático 2005 – 2020.

### 8.2.1 Cacahoatán.

De un total de 20 estaciones que se encuentran dentro del municipio y hasta 15 km del municipio de Cacahoatán, nueve tuvieron datos suficientes para realizar el análisis (Tabla 20, Figura 12).

**Tabla 20:** Estaciones utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020 en Cacahoatán.

Clave	# Estación	Nombre Estación	Municipio	Longitud	Latitud	Altitud
7018	1	CACAOATÁN	CACAOATÁN	-92.164	14.988	350
7057	2	FINCA CHICHARRAS	TAPACHULA	-92.242	15.133	1264
7079	3	I.M.P.A.	TUXTLA CHICO	-92.083	14.933	425
7116	4	MEDIO MONTE	TUXTLA CHICO	-92.191	14.915	190
7146	5	SAN JERONIMO	UNIÓN JUÁREZ	-92.136	15.04	612
7157	6	SANTO DOMINGO	UNIÓN JUÁREZ	-92.104	15.028	1300
7166	7	TALISMAN	TUXTLA CHICO	-92.168	14.959	148
7191	8	MALPASO	TAPACHULA	-92.243	14.989	303
7200	9	TAPACHULA	TAPACHULA	-92.267	14.933	179



**Figura 12:** Estaciones de Cacahoatán utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020.

### ❖ **Temperatura Máxima.**

Comparando los resultados promedios del Municipio de Cacahoatán para los cuatro GCM contra los datos del periodo 1990 – 2004, se tuvieron disminuciones de temperatura en enero, febrero, marzo, abril, mayo y julio, y aumentos en junio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, de esta manera en igual número de meses hubo aumento que disminución de temperatura. En promedio en el municipio la temperatura disminuyó en 0.45°C

y aumentó en 0.61°C. El máximo descenso de temperatura se pronosticó para marzo con 0.9°C y el mínimo en enero con 0.2°C (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

Contrastando los resultados de los GCM con el periodo 1960 – 1989, se tuvieron cuatro meses con descenso de temperatura (enero a abril) con un promedio mensual de 0.8 °C, presentándose el máximo aumento en septiembre con 1.3 °C y ocho meses con aumento (mayo a diciembre) con un promedio mensual de 0.6°C, pronosticándose el máximo descenso de en marzo con 0.9°C (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

Tomando en consideración los periodos 1990 – 2004 y 1960 – 1989 en conjunto, la temperatura máxima mensual en promedio de aumentó en 0.7°C, dicho aumento se presentó de junio a diciembre, presentándose en septiembre el máximo aumento (1.2°C). Mientras que de enero a mayo se pronosticaron descensos de temperatura con un promedio de 0.5°C y con el máximo descenso de 0.9°C en marzo (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

#### ❖ **Temperatura Mínima.**

Los resultados de los GCM estimaron en comparación con el periodo 1990 – 2004, tres meses de descenso de temperatura (marzo a mayo) con un promedio de 0.2°C, el máximo descenso en abril (0.3°C) y nueve meses de aumento enero, febrero y de junio a diciembre con un promedio de 0.4°C, con el máximo incremento en septiembre con 0.7°C (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

En la comparación GCM contra el periodo 1960 – 1989, dos meses presentaron disminución de temperatura abril y mayo, con un promedio de 0.3°C, abril tuvo el máximo descenso con 0.3°C. La temperatura mínima aumentó de enero a marzo y de junio a diciembre, el promedio fue de 0.5°C y el máximo aumento se pronosticó para diciembre con 0.8°C (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

Comparando los periodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004 contra los GCM, se encontró que en tres meses (marzo a mayo) la temperatura mínima descendió

en promedio 0.2°C, dándose el máximo descenso en abril (0.3°C). Mientras que se pronosticaron aumentos en nueve meses enero, febrero y de junio a diciembre, con un promedio de 0.5°C y con el máximo aumento en septiembre (0.7°C) (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

#### ❖ **Precipitación.**

En relación al periodo 1990 – 2004 los GCM estimaron un aumento de precipitación en nueve meses (enero, febrero, marzo, abril, junio, julio, octubre, noviembre y diciembre), con un promedio de 112.6 mm, con el máximo aumento en diciembre (233.8 mm); en tanto que la precipitación disminuyó en mayo, agosto y septiembre, con un promedio de 61.3 mm, presentándose en septiembre el mayor descenso (115.8 mm) (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

Comparando los resultados de los GCM con el periodo 1960 – 1989, se pronosticaron ocho meses con aumento en la precipitación (enero, febrero, marzo, abril, junio, octubre, noviembre y diciembre), con un promedio de 126.2 mm, y el máximo aumento de 242.7 mm en diciembre. La lluvia disminuyó en mayo, julio, agosto y septiembre, con un promedio de 66.9 mm, registrándose en septiembre el máximo descenso de 128.2 mm (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

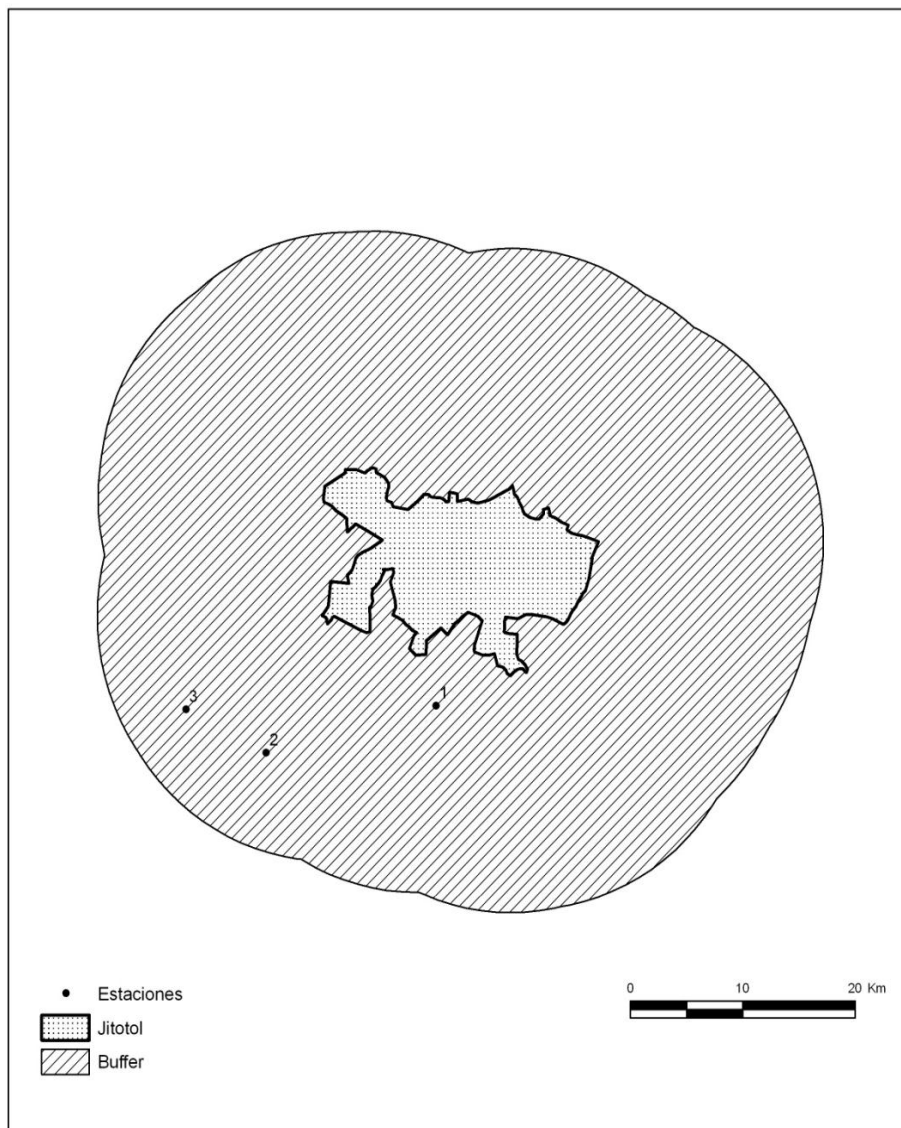
En relación con los periodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004 los GCM, estimaron un descenso de precipitación para cuatro meses (mayo, julio, agosto y septiembre), con un promedio de 52.4 mm, y el máximo descenso para septiembre de 122 mm; por el contrario la precipitación aumentó en ocho meses (enero, febrero, marzo, abril, junio, octubre, noviembre y diciembre), con un promedio de 124.7 mm y con el máximo incremento en diciembre con 238.3 mm (Tabla 43 - 51 del Anexo 3).

### 8.2.2 Jitotol.

De un total de 10 estaciones que están dentro de Jitotol y hasta 15 km de su límite, sólo tres tuvieron datos suficientes para el análisis (Tabla 21, Figura 13).

**Tabla 21:** Estaciones utilizadas para el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020 en Jitotol.

Clave	# Estación	Nombre Estación	Municipio	Longitud	Latitud	Altitud
7015	1	BOCHIL	BOCHIL	-92.891	16.986	1200
7016	2	BONBANA	BOCHIL	-93.033	16.95	614
7035	3	CHICOASÉN	CHICOASÉN	-93.1	16.983	710



**Figura 13:** Estaciones de Jitotol utilizadas en el análisis de clima de los GCM 2005 – 2020.

### ❖ **Temperatura Máxima.**

Contrastando el periodo 1990 – 2004 con los GCM en cinco meses (enero a mayo) la temperatura máxima descendió en promedio 1.6 °C, con el máximo descenso en marzo de 3.1°C, en contraste se encontró un aumento promedio de 1.7°C en siete meses (junio a diciembre), con la máxima disminución de 2.8 °C en julio (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

En la comparación de los resultados de los GCM contra el periodo 1960 – 1989 los escenarios muestran cinco meses con descenso de temperatura (enero a mayo), con un promedio de 1.6 °C y el máximo descenso en marzo (3.5°C), seis meses con aumento (junio a noviembre) con un promedio de 2.0 °C y el máximo incremento para septiembre (2.6°C) y un mes sin cambio (diciembre). En relación con los períodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004 los resultados de los GCM, predijeron cinco meses con descenso de temperatura (enero a mayo), con un promedio de 1.9°C y el máximo descenso en marzo (3.3°C); así como siete meses con aumento de la temperatura máxima (junio a diciembre), con promedio de 1.8°C y un máximo incrementó de 2.7°C en julio (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

### ❖ **Temperatura Mínima.**

Los GCM comparados contra el periodo 1990 – 2004, proyectaron disminución de la temperatura mínima en cuatro meses (enero a abril), con un promedio de 0.8°C y el máximo descenso en abril (1.3°C); por otra parte, proyectaron aumentó de la temperatura en ocho meses (mayo a diciembre), con un promedio de 1.5°C, con el máximo incrementó en agosto y septiembre (2.3°C) (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

En la comparación 1960 – 1989 contra los GCM se tuvieron cuatro meses con descenso de temperatura (febrero a mayo), con un promedio de 1°C y el máximo descenso para abril (1.1.6°C); por otra parte se encontró un aumento en promedio de 1.05°C en ocho meses (enero y de junio a diciembre), en tanto

que el máximo aumento se estimó para septiembre con 1.62°C (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

La comparación de los periodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004, contra los escenarios muestran cinco meses con descenso de temperatura (enero a mayo), con promedio de 0.69 °C y abril con el máximo descenso (1.4°C); por el contrario, la temperatura se incrementó en siete meses (junio a diciembre), con un de promedio 1.4°C y el máximo aumento en septiembre con 2.0°C (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

#### ❖ **Precipitación.**

Los resultados de los GCM comparados contra el periodo 1990 – 2004, 11 meses con aumento en la precipitación (enero – junio y agosto – diciembre), con un promedio de 28.2 mm, con el máximo aumento en octubre (89.4 mm); por otra parte, la precipitación solo descendió en agosto con 18.1 mm (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

Contrastando el periodo 1960 – 1989 con los GCM se predijeron diez meses con aumento de precipitación (enero a junio y de septiembre a diciembre), con un promedio de 32.9 mm, y el máximo aumento fue de 106 mm en octubre. La precipitación disminuyó en julio y agosto, con un promedio de 19.28 mm, y el máximo descenso en julio (20.23 mm) (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

Comparando los periodos 1960 – 1989 y 1990 – 2004 con los GCM, se predijo que habrá dos meses con descenso de precipitación, julio y agosto, con promedio de 11.90 mm y el máximo descenso de 18.23 mm para agosto; por el contrario, la precipitación aumentó en diez meses (enero a junio y de septiembre a diciembre), con un promedio de 31.50 mm, y el mes con mayor aumento fue octubre con 97.69 mm (Tabla 52 – 54 del Anexo 4).

### 8.3 Aptitud del Terreno para Café.

La aptitud de terreno fue englobada en cinco categorías: muy baja, baja, media, alta y muy alta. En este caso los resultados están dados para el periodo 1990 – 2004 y para los GCM con los dos escenarios. Para así hacer una comparación de cómo se prevé se modifiquen las zonas aptas para el cultivo de café en ambas especies.

#### 8.3.1 Cacahoatán.

La superficie total del municipio de Cacahoatán es de 17953.31 ha.

##### 8.3.1.1 Café Arábica.

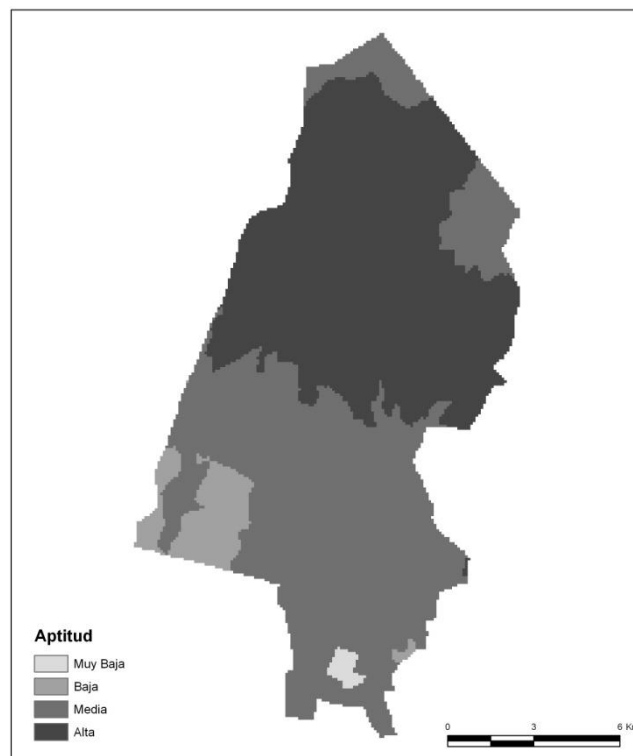
**Tabla 22:** Resultados de Aptitud de Terreno para café arábica en Cacahoatán en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM.

<b>Café Arábica</b>					
	A	R	E	A	(ha)
	1990 - 2004	HadCM3	2005-2020	CGCM2	2005-2020
Aptitud	Actual	A2	B2	A2	B2
Muy Baja	111.29	111.29	111.29	111.29	111.29
Baja	932.37	2600.09	2600.09	2598.44	2599.26
Media	8621.35	10817.49	10961.76	10707.85	10810.9
Alta	8288.3	4424.44	4280.17	4535.73	4431.86
Muy Alta	0	0	0	0	0
Total	17953.31	17953.31	17953.31	17953.31	17953.31

Los resultados de la Aptitud de Terreno para el cultivo de Café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 y en los GCM que corresponden al periodo 2005 – 2020 fueron los siguientes:



En el periodo actual (1990 – 2004), la distribución de aptitud de terreno para el café arábica fue de la siguiente manera, la aptitud media es la que más terreno abarcó con 8621.35 ha, mientras que la de segunda más extensa, fueron las zonas con aptitud alta con 8288.3 ha; las últimas tres zonas tuvieron menos terreno en comparación con las dos primeras, la aptitud baja abarcó 932.37 ha y la Aptitud Muy Baja 111.29 ha. Para esta especie de café no hubo zonas con Aptitud Muy Alta. De esta manera para este periodo y para esta especie de café predominaron las zonas con Aptitud Media y Alta, que abarcaron más del 90% de la superficie del municipio (Tabla 22, Figura 14).

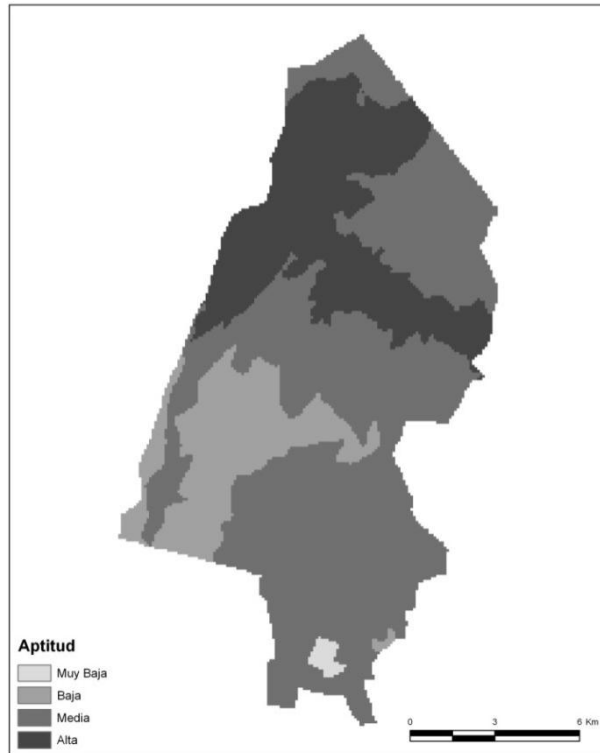


**Figura 14:** Aptitud de terreno para café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 en Cacahoatán.

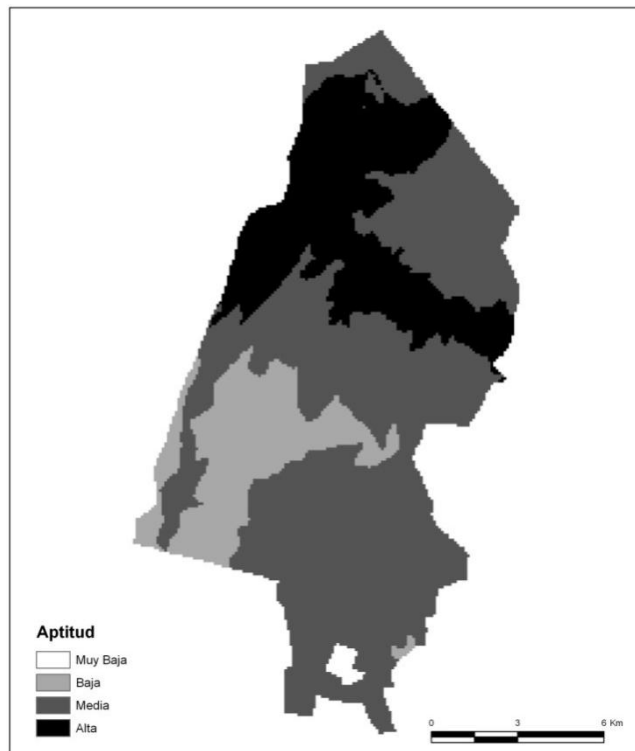
Ahora bien para el periodo 2005 – 2020, partiendo de los resultados de clima de los GCM, las zonas se modifican en la cantidad de área que abarcaron:

- Modelo HadCM3 escenario A2, la Aptitud Media fue la que más zonas abarcó con 10817.49 ha y la Aptitud Alta 4424.44 ha, por lo que comparado con el periodo 1990 – 2004, siguen siendo las dos aptitudes que más terreno ocuparon pero en diferente cantidad, ya que para este modelo y escenario la Aptitud Media abarcó más del 50% del espacio del municipio. La Aptitud Baja aumentó en comparación con el periodo 1990 – 2004, se prevé que abarque 2600.09 ha el doble de lo que se tenía en el periodo Actual. La Aptitud Muy Baja seguirá teniendo la misma extensión de terreno de 111.29 ha. De igual forma que en el periodo Actual no se pronostica que existan zonas con Aptitud Muy Alta (Tabla 22, Figura 15).
- Modelo HadCM3 escenario B2, la Aptitud Muy Baja fue de 111.29 ha, igual que en el periodo 1990 – 2004; de Aptitud Muy Alta, no hubo zonas. La Aptitud que más espacio abarcó fue la Media con 10961.76 ha que es más del 50% de la extensión total del municipio. La Aptitud Alta fue la segunda de mayor extensión con 4280.17 ha que comparada con la del periodo Actual se redujo a cerca de la mitad. La Aptitud Baja, para este modelo se duplicó en relación al periodo 1990 – 2004, ya que se estimó que se extienda en 2600.09 Ha (Tabla 22, Figura 16).

Entre los dos escenarios del modelo HadCM3, no existen grandes diferencias en la extensión de las aptitudes ya que lo máximo que llegan a variar es en la Aptitud Media 144.27 ha y en la Aptitud Alta 144.27 ha, en las otras tres aptitudes se mantuvieron las mismas extensiones (Tabla 22).



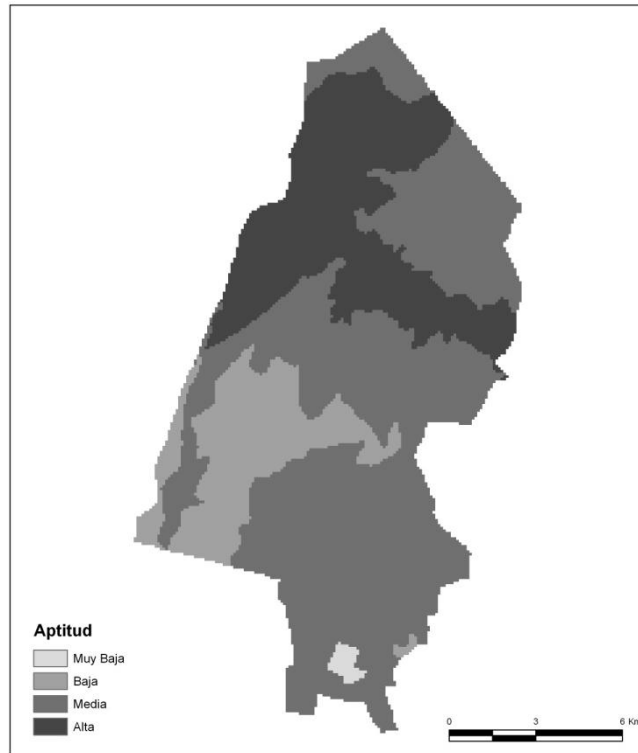
**Figura 15:** Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Cacahoatán.



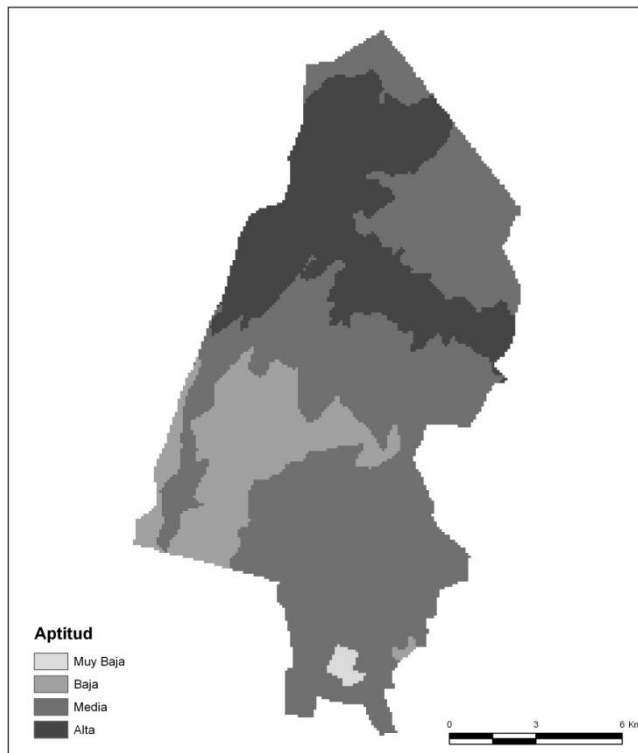
**Figura 16:** Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Cacahoatán.

- Modelo CGCM2 escenario A2, para este GCM no hubo zonas de Aptitud Muy Alta y la Aptitud Muy Baja abarcó 111.29 ha, siendo estas dos aptitudes las que menos área abarcaron, al igual que en el periodo 1990 – 2004. La Aptitud Media ocupó la mayor extensión de terreno con 10707.85 ha, mientras que la de segunda mayor extensión fue la Aptitud Alta con 4535.73 ha. La Aptitud Baja se pronosticó que ocupe 2598.44 ha, que es más del doble de extensión en comparación con el periodo Actual (Tabla 22, Figura 17).
- Modelo CGCM2 escenario B2, las zonas de Aptitud Media son las que más área abarcaron con 10810.9 ha, que representa más del 50% del área total del municipio. Mientras que las aptitudes que menos área se previó que abarquen son la Muy Baja con 111.29 ha y la Muy Alta que no ocupara ninguna zona, de igual manera que el periodo 1990 – 2004, siguen siendo los mismos resultados. La Aptitud Alta tuvo una extensión de 4431.86 ha y la Aptitud Baja 2599.26 ha, la Aptitud Alta se redujo a la mitad y la Aptitud Baja se duplicó en extensión, en comparación con el periodo 1990 – 2004 (Tabla 22, Figura 18).

La comparación entre los dos escenarios del modelo CGCM2, nos dio como resultado, que la Aptitud Muy Baja y Muy Alta tuvieron la misma extensión en los dos escenarios, la Aptitud que menos variación tuvo fue la Baja, la diferencia fue de 0.82 ha. La Aptitud Media tuvo una variación de 103.05 ha y la Aptitud Alta de 103.87 ha (Tabla 22).



**Figura 17:** Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Cacahoatán.



**Figura 18:** Aptitud de terreno para café arábica considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Cacahoatán.

Contrastando los cuatro GCM, la Aptitud Muy Baja y Muy Alta no tuvieron variaciones fue la misma área que en el periodo 1990 – 2004. Las aptitudes Baja, Media y Alta, no tuvieron variaciones mayores a 300 ha, entre los distintos GCM.

Las zonas de Aptitud Alta disminuyeron a la mitad en los cuatro GCM, en comparación con el periodo 1990 – 2004, y aumentaron las zonas de Aptitud Media y Baja, pero predominaron las zonas de Aptitud Media.

En el modelo CGCM2 en ambos escenarios, se tuvieron las mejores zonas para cultivo de café, con más áreas de Aptitud Alta.

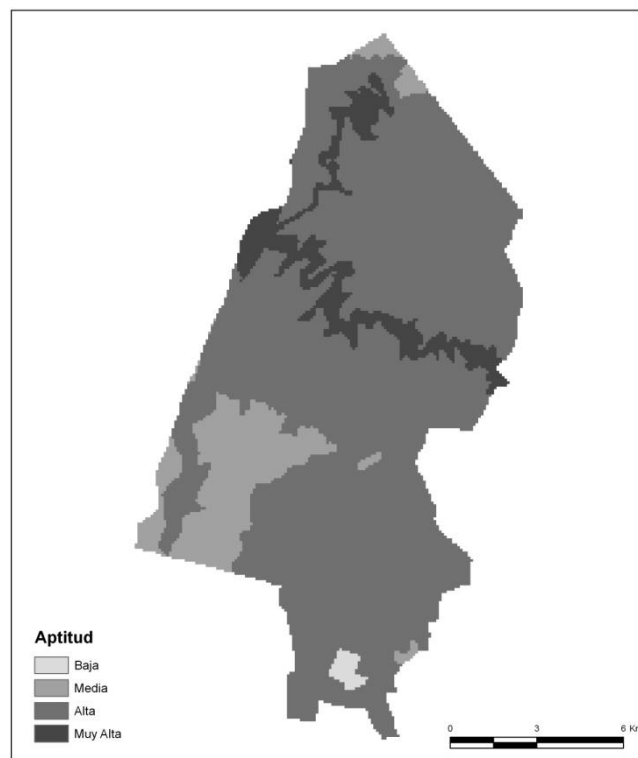
### 8.3.1.2 Café Robusta.

**Tabla 23:** Resultados de Aptitud de Terreno para café robusta en Cacahoatán en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM.

<b>Café Robusta</b>					
	A	R	E	A	(ha)
	1990 - 2004	HadCM3	2005-2020	CGCM2	2005-2020
Aptitud	Actual	A2	B2	A2	B2
Muy Baja	0	0	0	0	0
Baja	111.29	111.29	111.29	111.29	111.29
Media	1984.27	2659.44	2737.76	2530.01	2549.8
Alta	14451.36	14768.74	14948.46	14655.8	14909.71
Muy Alta	1406.39	413.84	155.8	656.2	382.51
Total	17953.31	17953.31	17953.31	17953.3	17953.31

Los resultados de la Aptitud de Terreno para el cultivo de café robusta en el periodo Actual 1990 – 2004 y en los GCM que corresponden al periodo 2005 – 2020 fueron los siguientes:

Para el periodo 1990 – 2004, no hubo zonas con Aptitud Muy Baja; las zonas de Aptitud Alta fueron las de mayor distribución en el municipio con 14451.36 ha, que representaron el 80% del área del municipio. Las zonas de Aptitud Media fueron las segundas en importancia por la cantidad de terreno que abarcaron con 1984.27 ha. La Aptitud Baja estuvo distribuida en 111.29 ha, menos del 1% del territorio total del municipio. En este periodo se encontraron 1406.39 ha de zonas de más aptas para el cultivo de café robusta, es decir, se tuvo un 7.8% de territorio con Aptitud Muy Alta para cultivo de café robusta (Tabla 23, Figura 19).



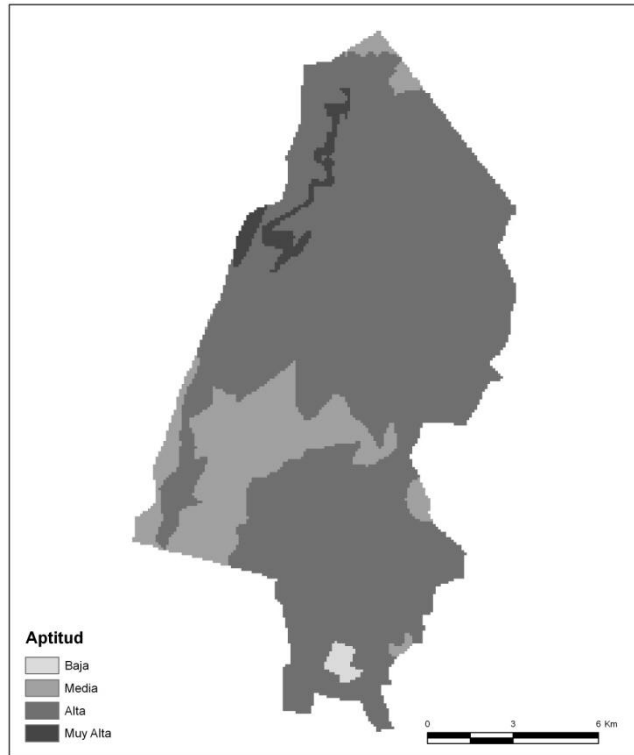
**Figura 19:** Aptitud de terreno para café robusta en el periodo Actual 1990 – 2004 en Cacahoatán.



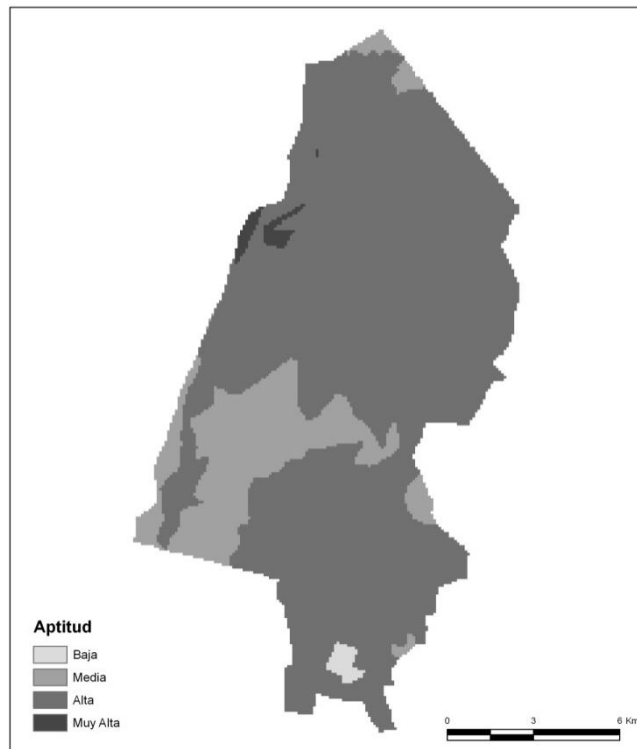
En el periodo 2005 – 2020 los resultados de café robusta fueron los siguientes basados en los GCM:

- Modelo HadCM3 escenario A2, la Aptitud Muy Baja no tuvo distribución en el municipio y la aptitud Baja se distribuyó en 111.29 ha, por lo que fueron la misma cantidad de áreas que en el periodo 1990 – 2004. La Aptitud Muy Alta se vio reducida ya que solo se distribuyó en 413.84 ha, aproximadamente un tercio de la época Actual. La Aptitud Alta fue la que mayor cantidad de superficie abarcó con 14768.74 ha, aumentando la cantidad con respecto al periodo Actual; la Aptitud Media también incrementó con respecto al periodo Actual para el periodo 2005 – 2020, abarcó un área de 2659.44 ha (Tabla 23, Figura 20).
- Modelo HadCM3 escenario B2, la Aptitud Alta, tuvo la mayor distribución con 14948.46 ha y más área que la del periodo 1990 – 2004. La aptitud Muy Baja no estuvo representada y la Baja tuvo 111.29 ha, la misma cantidad de extensión que el periodo Actual. La Aptitud Muy Alta se redujo con respecto al periodo Actual en 10% con 155.8 ha y en términos de toda la superficie del municipio, representa un 0.8%. La Aptitud Media también aumentó con respecto al periodo 1990 – 2004, ocupando un espacio de 2737.76 ha (Tabla 23, Figura 21).

Comparando los resultados, de los dos escenarios del modelo HadCM3, para la Aptitud Muy Baja y Baja se obtuvieron las mismas áreas. Para la Aptitud Muy Alta se tuvieron los cambios más drásticos, ya que en el escenario B2 se pronosticaron la mitad de superficies con esta Aptitud (155.8 ha), con respecto al escenario A2 (413.84 ha). Por lo que para las Aptitudes Media y Alta hubo más extensión en el escenario B2 que en el A2 (Tabla 23).



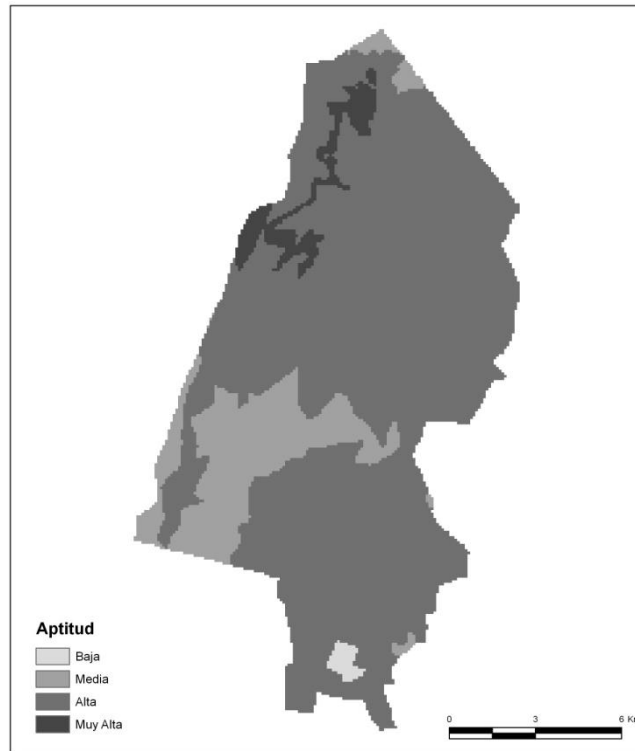
**Figura 20:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Cacahoatán.



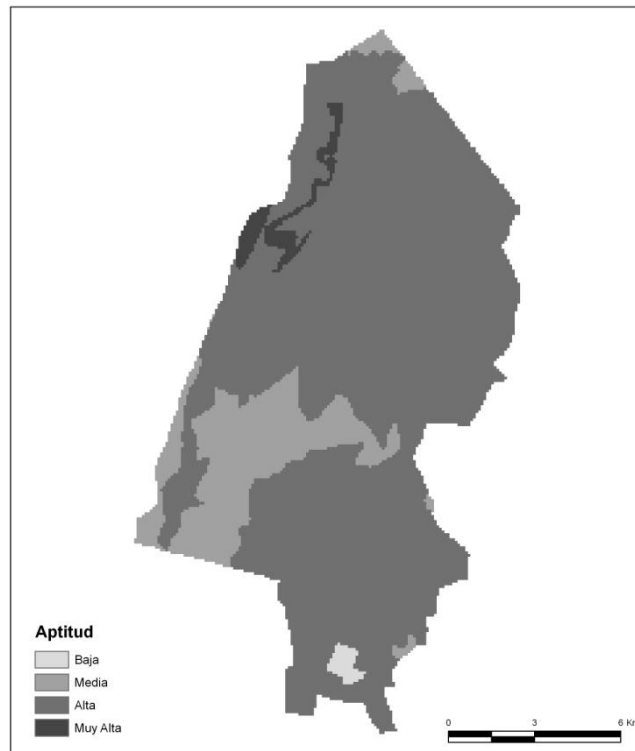
**Figura 21:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Cacahoatán.

- Modelo CGCM2 escenario A2, la Aptitud Muy Alta se distribuyó en 656.2 ha, menos de la mitad de área que se tiene en la época Actual; por el contrario las superficies de menor calidad, Aptitud Muy Baja no estuvieron presentes y las de Baja se distribuyeron en 111.29 ha igual que en la época Actual. La Aptitud Alta fue la de mayor distribución con 14655.8 ha, con más espacio que en el periodo 1990 – 2004, representando más de 80% del territorio total del municipio. La Aptitud Media también aumentó de extensión, para el periodo 2005 – 2020, se pronosticó que abarque 2530.01 ha, mayor que la distribución del periodo Actual (Tabla 23, Figura 22).
  
- Modelo CGCM2 escenario B2, en este modelo se obtuvo la misma cantidad de áreas en la Aptitud Baja con respecto al periodo 1990 – 2004, para Baja 111.29 y para Muy Baja 0.0 ha. La Aptitud de mayor distribución fue la Alta con 14909.71 ha, también una cantidad mayor de superficie con respecto al periodo Actual. La Aptitud de terreno Muy Alta fue menor con respecto al periodo 1990 – 2004, abarca 382.51 ha, sólo un cuarto de dicho periodo y en referencia al total del área del municipio es 2.1%. Por su parte la Aptitud Media ocupó un espacio de 2549.8 ha, mayor cantidad de superficie en comparación con la del periodo Actual (Tabla 23, Figura 23).

En la comparación de los escenarios del modelo CGCM2, la Aptitud Muy Baja y Baja tuvieron la misma cantidad de área. En la Aptitud Media, en el escenario B2 se tuvo más espacio que en el escenario A2 por 19.79 ha; también en la Aptitud Alta se tuvo más superficies en el escenario B2 que en el A2 por 253.1 ha. La diferencia más importante entre los dos escenarios se da en la Aptitud Muy Alta, donde se prevén más extensión en el escenario A2 y la diferencia con respecto al escenario B2 en cantidad neta es de 273.69 ha (Tabla 23).



**Figura 22:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Cacahoatán.



**Figura 23:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Cacahoatán.

Al comparar los cuatro modelos, en la Aptitud Muy Baja y Baja no se tuvieron variaciones en la cantidad de área y fueron iguales que al periodo Actual.

En los cuatro modelos la Aptitud Alta es la que más área abarcó y en el modelo HadCM3 escenario B2 se obtuvo la mayor área, en comparación con los otros tres modelos.

Los escenarios A2 en ambos modelos fueron los que tuvieron más áreas de Aptitud Muy Alta para café robusta, en comparación con los escenarios B2.

Por otra parte, se tendrán más áreas de Aptitud Muy Alta en los escenarios del modelo CGCM2, que en los del modelo HadCM3

### 8.3.2 Jitotol.

La superficie total del municipio de Jitotol es de 22964.26 ha.

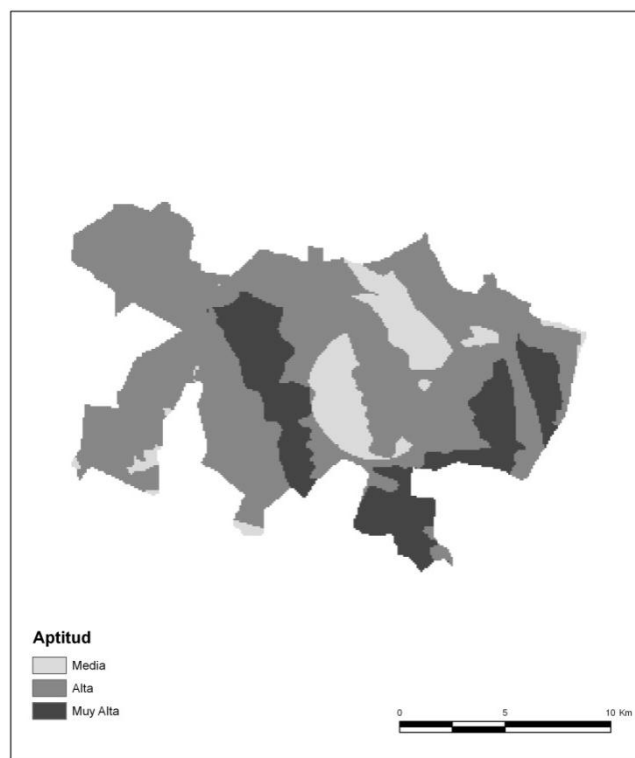
#### 8.3.2.1 Café Arábica.

**Tabla 24:** Resultados de Aptitud de Terreno para café arábica en Jitotol en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM.

<b>Café Arábica</b>					
	A	R	E	A	(ha)
	1990 - 2004	HadCM3	2005-2020	CGCM2	2005-2020
Aptitud	Actual	A2	B2	A2	B2
Muy Baja	0	0	0	0	0
Baja	0	682.42	452.23	298.76	373.05
Media	2601.56	5540.26	5866.77	5075.78	6398.19
Alta	15807.73	12918.83	12877.2	14019.21	12146.6
Muy Alta	4554.97	3822.75	3768.06	3570.51	4046.42
Total	22964.26	22964.26	22964.26	22964.26	22964.26

Los resultados de la Aptitud de Terreno para el cultivo de Café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 y en los GCM que corresponden al periodo 2005 – 2020 fueron los siguientes:

En el periodo Actual 1990 – 2004 no se tuvieron zonas con Aptitud Muy Baja y Baja. De esta manera, la Aptitud que más área ocupó es la Alta con 15807.73 ha, que representa un 68.8% de la superficie total del municipio. Mientras que las zonas de Aptitud Muy Alta ocuparon el segundo lugar en cuanto a la extensión con 4554.97 ha que es el 19.8% del territorio municipal, es decir que entre las dos mejores aptitudes para cultivo de café arábica ocuparon cerca del 90% del territorio del municipio. La Aptitud Media ocupara 2601.56 ha, un 11.3% del espacio municipal (Tabla 24, Figura 24).



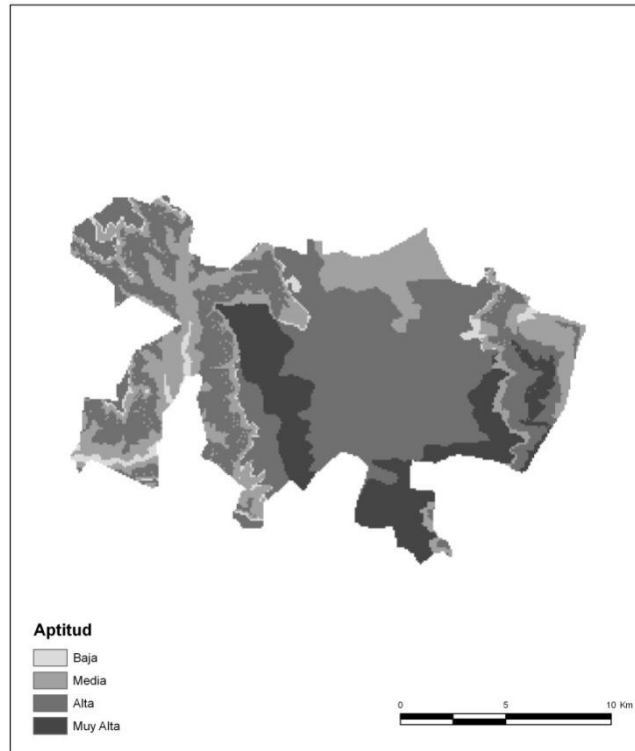
**Figura 24:** Aptitud de terreno para café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 en Jitotol.

Los pronósticos para el periodo 2005 – 2020, bajo los modelos y escenarios son los siguientes:

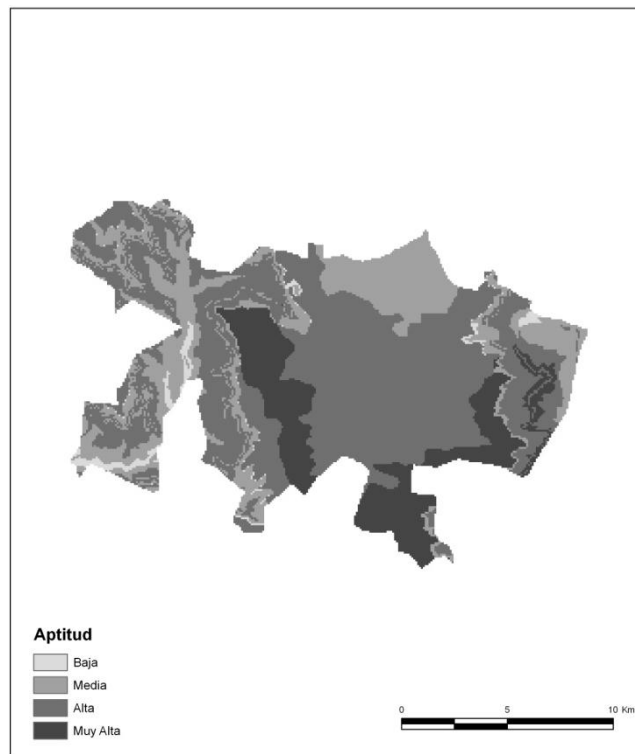
- Modelo HadCM3 escenario A2, en este GCM la Aptitud Alta fue la que más área ocupó en el municipio con 12918.83 ha, que comparado con el periodo 1990 – 2004, disminuyeron la cantidad de hectáreas, aunque sigue representando más de la mitad del territorio del municipio. Para este modelo la segunda Aptitud con más terreno ocupado fue la Media con 5540.26 ha y la tercera la Aptitud Muy Alta con 3822.75 ha, que en comparación con el periodo Actual invierten los lugares, las zonas de Aptitud Muy Alta disminuyen y las de Aptitud Media aumentan. Se pronostica que las áreas de Aptitud Baja fueron de 682.42 ha, un 2.9% del espacio total del municipio. No se encontraron zonas con Aptitud Muy Baja de igual manera que en el periodo Actual (Tabla 24, Figura 25).
- Modelo HadCM3 escenario B2, la Aptitud Muy Alta se distribuyó en 3768.06 ha, que es el 16.4% del espacio municipal, pero en comparación con el periodo Actual es menor el área. La Aptitud que más ocupó fue la Alta con 12877.2 ha, que es un área menor que la ocupada en el periodo 1990 – 2004, de igual manera sigue representando más de la mitad del municipio un 56%. La Aptitud Media tuvo un superficie de 5866.77 ha, que aumentó poco más del 100% en referencia al periodo Actual. En este GCM también se prevé que existan zonas con Aptitud Baja contrario al periodo Actual, pues ocupó 452.23 ha. De igual manera que en el periodo 1990 – 2004 para este GCM no se pronosticaron zonas con Aptitud Muy Baja (Tabla 24, Figura 26).

Comparando los dos escenarios de este modelo, la Aptitud Muy Baja no existe en ningún escenario. De la Aptitud Media se tendrán más áreas en el escenario B2 por 326.51 Ha y será la única comparación en la cual el escenario B2 tenga más extensión que el A2, ya que en la Aptitud Baja, Alta y Muy Alta se tendrán más superficies de estas aptitudes que en el escenario A2, por lo que hay mejores zonas para cultivo de café arábica en el escenario A2 (Tabla 24).





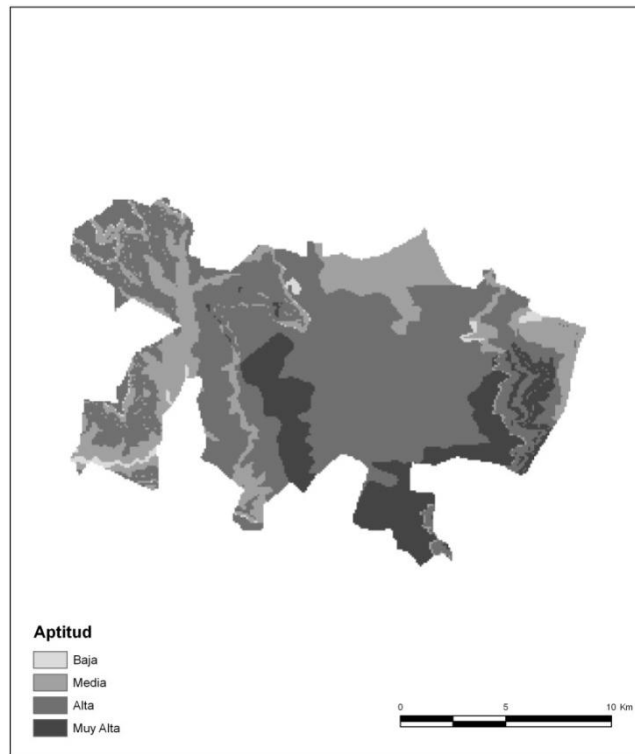
**Figura 25:** Aptitud de terreno para café arábigo considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Jitotol.



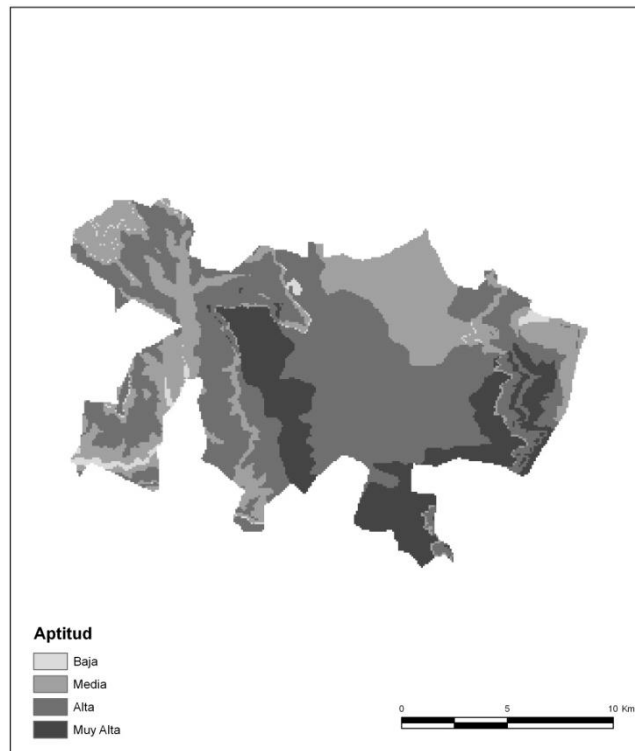
**Figura 26:** Aptitud de terreno para café arábigo considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Jitotol.

- Modelo CGCM2 escenario A2, la Aptitud que más área ocupó es la Alta con 14019.21 ha, que es el 61.0% del espacio total del municipio, ocupando menos extensión que en el periodo Actual; por el contrario la Muy Baja no se presentó en este período al igual que en el periodo Actual. Donde se tuvo un aumento con respecto al periodo 1990 – 2004, será en la Aptitud Media con un área de 5075.78 ha que represento un aumento de 95% de un periodo a otro. La Aptitud Baja aumentó de área, considerando que en el periodo Actual no hay zonas con esta Aptitud, y ocupó 298.76 ha. Las zonas de Aptitud Muy Alta tuvieron una superficie de 3570.51 ha, siendo menor que el área del periodo Actual por 984.46 ha (Tabla 24, Figura 27).
  
- Modelo CGCM2 escenario B2, al igual que en periodo Actual, la Aptitud Muy Baja en este periodo 2005 – 2020, no ocupó ningún área. La Aptitud Baja tuvo una extensión de 373.05 ha, que en el periodo Actual no existió. La Aptitud Media fue de 6398.19 ha que es más del doble de la pronosticada con referencia a la establecida para el periodo 1990 – 2004. La Aptitud Alta fue la que tuvo mayor extensión de los cinco rubros, con una extensión de 12146.6 ha, un 52.8% del total del municipio, pero menor espacio que en el periodo 1990 – 2004. Finalmente la Aptitud Muy Alta fue de 4046.42 ha, 508.55 ha menos que el periodo Actual (Tabla 24, Figura 28).

Comparando los dos escenarios del modelo CGCM2, la Aptitud Muy Baja no ocupó ningún espacio al igual que en el periodo Actual. Para el escenario B2 se pronosticó 475.91 ha, más con Aptitud Muy Alta, que en el A2. El escenario A2 tuvo mayor extensión de terreno que B2 en la Aptitud Alta, la diferencia fue de 1872.61 ha. Para las aptitudes Baja, Media y Muy Alta, se tuvieron más extensiones de terreno en el escenario A2 que en el B2 (Tabla 24).



**Figura 27:** Aptitud de terreno para café arábigo considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Jitotol.



**Figura 28:** Aptitud de terreno para café arábigo considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Jitotol.

De los cuatro GCM las zonas más aptas para cultivo de café arábica, se obtuvieron que el modelo CGCM2 en las aptitudes Alta y Muy Alta, que ocuparon una mayor área.

En los cuatro modelos no hubo áreas de Aptitud Muy Baja, en los cuatro modelos la Aptitud Alta será la que más superficie ocupe.

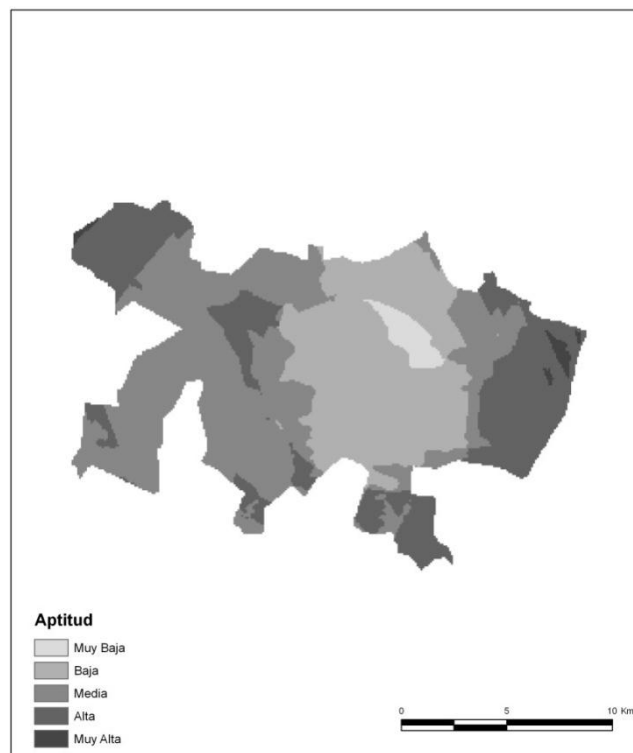
### 8.3.2.2 Café Robusta.

**Tabla 25:** Resultados de Aptitud de Terreno para café robusta en Jitotol en el periodo actual 1990 – 2004 y en el periodo 2005 – 2020 considerando los GCM.

<b>Café Robusta</b>					
	A	R	E	A	(ha)
	1990 - 2004	HadCM3	2005-2020	CGCM2	2005-2020
Aptitud	Actual	A2	B2	A2	B2
Muy Baja	476.72	0	0	0	0
Baja	6767.16	1605.67	1369.75	1557.5	1677.5
Media	9502.59	12615.16	13110.66	12975.97	8656.9
Alta	6045.54	8367.12	8054.47	8048.76	10230.74
Muy Alta	172.25	376.31	429.38	382.03	2399.12
Total	22964.26	22964.26	22964.26	22964.26	22964.26

Los resultados de la Aptitud de Terreno para café arábica en el periodo Actual 1990 – 2004 y en los GCM 2005 – 2020 fueron los siguientes:

En el periodo 1990 – 2004, se presentaron las cinco aptitudes para café robusta. La aptitud que más superficie tiene es la Media con 9502.59 ha, que es 41.3% del territorio municipal total. La segunda Aptitud con más área es la Baja con 6767.16 ha y la Aptitud Alta tiene 6045.54 ha, las extensiones son casi similares, en ambos casos, aproximadamente 26%. El resto del área del municipio está distribuido entre las aptitudes Muy Baja y Muy Alta, siendo mayor el espacio ocupado por la Muy Baja con 476.72 ha, siendo casi tres veces más que la Muy Alta que ocupa 172.25 ha, la Aptitud Muy Alta representa menos del 1% del total del municipio un 0.75% (Tabla 25, Figura 29).

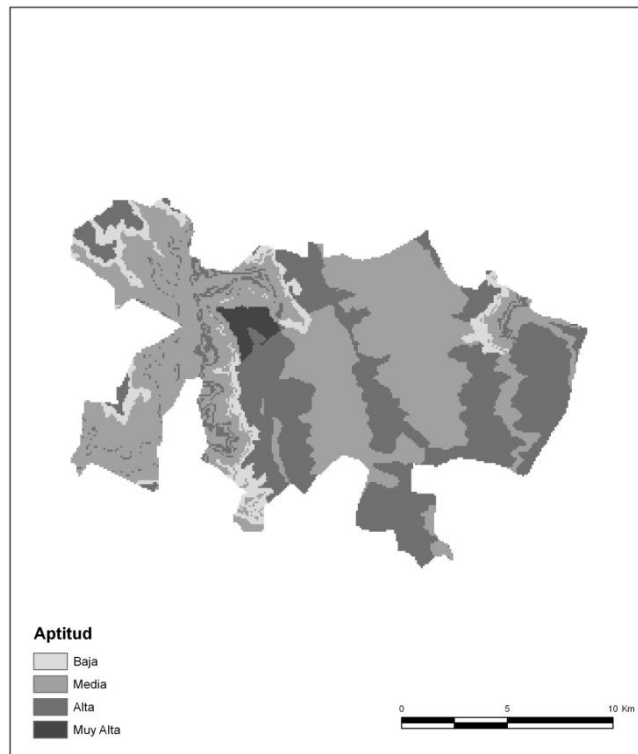


**Figura 29:** Aptitud de terreno para café robusta en el periodo Actual 1990 – 2004 en Jitotol.

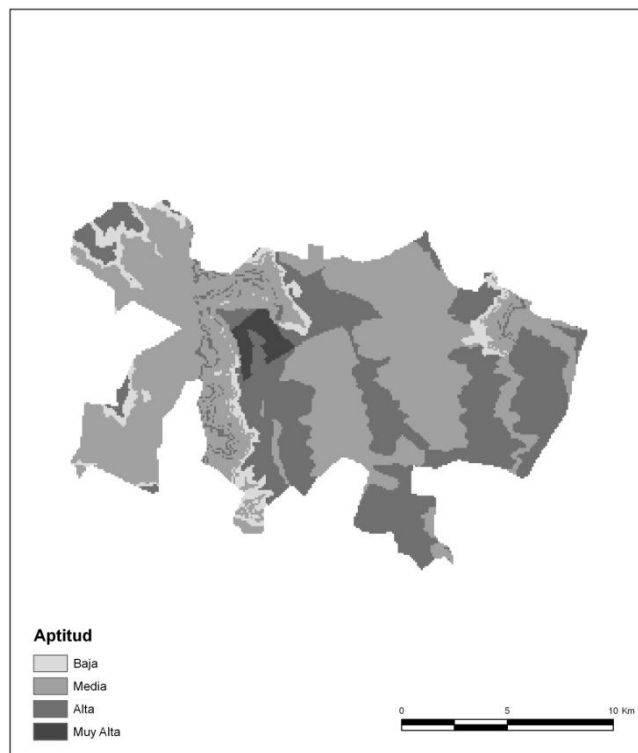
Para el periodo 2005 – 2020 se tuvieron los siguientes resultados de Aptitud de Terreno en los cuatro GCM:

- Modelo HadCM3 escenario A2, para este modelo se pronosticó que la Aptitud Media tendrá la mayor extensión del municipio con 12615.16 ha equivalente al 54.9% del territorio y con referencia al periodo Actual el área aumentó. No se obtuvieron superficies con Aptitud Muy Baja contrario al periodo 1990 – 2004. La Aptitud Alta ocupó 8367.12 ha más que el periodo Actual. La Aptitud Baja se redujo a 1605.67 ha, 5161.49 ha, menos que el periodo Actual. La Aptitud Muy Alta, aumentó más del doble que en el periodo 1990 – 2004, y ocupó 376.31 ha, 204.06 más que dicho periodo (Tabla 25, Figura 30).
- Modelo HadCM3 escenario B2, contrario al periodo Actual donde si existió Aptitud Muy Baja en este escenario no hubo zonas con esta Aptitud. La Aptitud Muy Alta se presentó en 429.38 ha, 257.13 ha más que el periodo Actual. La Aptitud que más espacio ocupó fue la Media con 13110.66 ha, 57% del área municipal siendo mayor que el periodo Actual. La Aptitud Alta muestra también, una aumento de superficie con referencia al periodo Actual, ya que se pronosticó que abarcara 8054.47 ha. Mientras que la Aptitud Baja, tuvo una extensión cinco veces menor a la del periodo Actual, pasaría de 6767.16 ha del periodo Actual a 1369.75 ha en el periodo 2005 – 2020 (Tabla 25, Figura 31).

Comparando los dos escenarios del modelo HadCM3, la Aptitud Muy Alta abarcó más área en el escenario A2 que en el B2. En ambos escenarios la Aptitud Muy Baja no se presentó; de igual manera en los dos escenarios la Aptitud Media fue la categoría de mayor extensión. En tanto que para la Aptitud Baja y Alta se pronostica que serán de mayor extensión en el escenario A2 (Tabla 25).



**Figura 30:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario A2 en Jitotol.

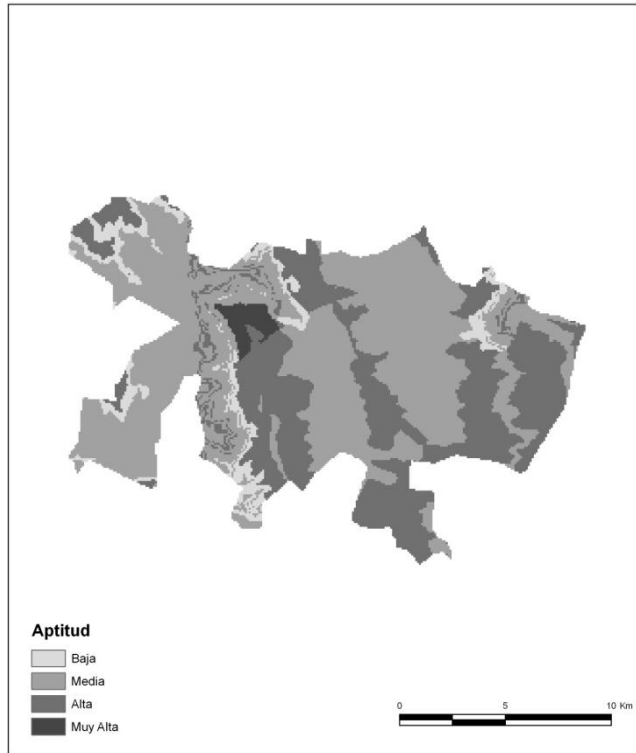


**Figura 31:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo HadCM3 escenario B2 en Jitotol.

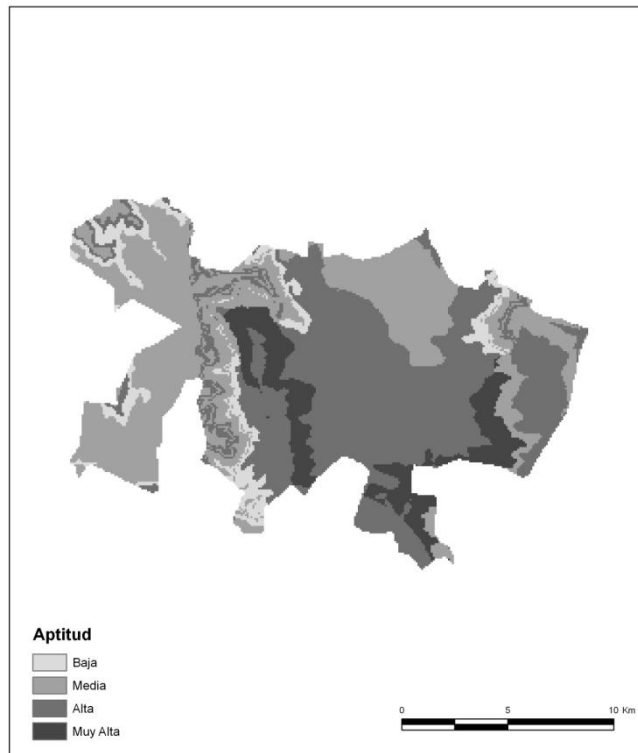


- Modelo CGCM2 escenario A2, la Aptitud Media abarcó la mayor cantidad de área del municipio con 12975.97 ha, 56.5%, una extensión mayor que el periodo 1990 – 2004. La Aptitud Muy Baja no existió en este escenario, y disminuyó con respecto al periodo Actual. La Aptitud Muy Alta tuvo 382.03 ha, 209.78 ha más que el periodo 1990 – 2004. La Aptitud Alta tuvo 8048.76 ha, más superficie que la del periodo Actual. La Aptitud Baja disminuyó con respecto a 1990 – 2004, pasó de 6767.15 ha a 1557.5 ha (Tabla 25, Figura 32).
- Modelo CGCM2 escenario B2, la Aptitud Muy Baja disminuyó con respecto al periodo Actual, ya que bajo este modelo no se pronostica tenga espacio alguno. La Aptitud que más área tuvo fue la Alta con 10230.74 ha, 44.5% del municipio, y comparado con el periodo 1990 – 2004 aumentó en el número de hectáreas; la Aptitud Muy Alta aumentó su superficie para el periodo 2005 – 2020 y alcanzó 2399.12 ha, 14 veces más que el periodo 1990 – 2004. En suma la Aptitud Alta y Muy Alta ocuparon más de la mitad del territorio del municipio. Por el contrario la Aptitud Media y Baja ocuparon un extensión menor a la del periodo Actual, la Aptitud Media tuvo una extensión de 8656.9 ha y la Aptitud Baja 1677.5 ha (Tabla 25, Figura 33).

Comparando los dos escenarios del modelo CGCM, se tuvieron mejores zonas para café robusta en el escenario B2, ya que presentó seis veces más superficies de Aptitud Muy Alta que el escenario A2. En la Aptitud Muy Baja y Baja se presentaron cambios mínimos de área entre los dos escenarios; los cambios más considerables se dieron en la Aptitud Media, Alta y Muy Alta. (Tabla 25).



**Figura 32:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario A2 en Jitotol.



**Figura 33:** Aptitud de terreno para café robusta considerando el modelo CGCM2 escenario B2 en Jitotol.

Comparando los cuatro GCM entre sí, se estimaron más áreas de Aptitud Muy Alta para cultivo de café robusta en el modelo CGCM2, mientras que en los escenarios se tuvieron más superficies en los escenarios B2. Así las mejores zonas se tuvieron en el modelo CGCM2 escenario B2.

En los cuatro GCM no se obtuvieron áreas de Aptitud Muy Baja. Algo similar pasa para la Aptitud Baja donde la variación entre los cuatro modelos es poca en comparación con las otras tres aptitudes.

Los cambios más drásticos en cuanto al área de cada Aptitud se da en la Media, Alta y Muy Alta, en el modelo CGCM2 B2 la Aptitud Alta fue la de mayor predominancia, mientras que para los otros tres modelos la mayor superficie fue ocupada por la Aptitud Media; pero el cambio más relevante se da en la Aptitud Muy Alta donde el modelo CGCM2 escenario B2 supera al resto de los GCM como mínimo cinco veces la extensión ocupada.

## **IX. Discusión.**

El Cambio Climático atañe a toda la población por su incidencia directa en las actividades del ser humano, pero no es posible generalizar resultados o escenarios futuros en el planeta, dada su heterogeneidad. Partamos de lo general para lograr entender de forma particular la zona de estudio.

Según datos del Grupo de trabajo I del IPCC, Cambio Climático 2001: La base científica, concluyó que el promedio de temperaturas de la superficie en todo el mundo ha aumentado de  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  en el transcurso del siglo XX; mientras que en la serie de escenarios elaborados por el IEEA (Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones), que es parte del IPCC, se prevé que el promedio de temperatura del aire en la superficie de todo el mundo aumente de  $1.4$  a  $5.8^{\circ}\text{C}$  para el 2100 en relación a 1990; en los resultados obtenidos en esta investigación, las variaciones de temperatura a lo largo del siglo XX, (tomando en cuenta que nuestro rango de años parte de 1960), son poco constantes y sin tendencia marcada, oscilan  $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , más en las estaciones de Cacahoatán que en las de Jitotol. Por otra parte en las proyecciones climáticas se tienen tanto aumentos como disminuciones de temperatura. Las únicas estaciones que manifiesta los cambios futuros como los menciona el IPCC son en tres estaciones, pero no se manifiestan de la misma manera, siendo la de Tapachula, la que se comporta conforme a los pronósticos de cambio climático, aunque fue la única de este estudio que se encuentra dentro de una zona urbana, esto puede ser lo que marcó la diferencia de resultados entre las estaciones. Nuestros resultados están proyectados hasta el 2020, y el IPCC menciona que el rango de aumento se alcanzará para el año 2100, de esta manera no se puede concluir que no existe cambio climático en nuestra zona de estudio, ya que los aumentos se pueden presentar en años siguientes, de esta manera solo se puede manifestar que para el año 2020 en nuestra zona de estudio no existen aún resultados concretos de aumentos de temperatura. Esto concuerda con lo que el IPCC menciona que las proyecciones de temperatura indican que el calentamiento será variable en las distintas regiones del planeta y que los aumentos de temperatura estarán acompañados de incrementos y disminuciones de precipitación. La variabilidad en la

precipitación fue más evidente en nuestra zona de estudio, los meses secos se vuelven más húmedos, y en los meses de lluvia ésta disminuye, sin embargo no se puede afirmar que los años venideros serán menos lluviosos, pero sí que las lluvias no se presentaran en los mismos meses en que se presentan actualmente (verano – otoño).

En América Latina, las variaciones de las precipitaciones y temperatura, dependen de la subregión geográfica en la que se encuentren. La variabilidad del clima de Latinoamérica tienen que ver normalmente con fenómenos meteorológicos de escala global, el más común e importante es el Niño – Oscilación Austral o ENOA (IPCC, 2001b), el fenómeno del Niño altera los patrones climáticos globales con periodos de dos a siete años, el Niño corresponde al aumento de temperatura del océano Pacífico entre 2 y 5°C (Magaña *et.al* 2004, citado por Martínez y Hernández, 2004). A lo largo del periodo 1960 – 2004, que abarca los dos periodos de estudio de nuestro trabajo, la constante en los resultados de temperatura y precipitación son variaciones interanuales que podrían estar ligadas con el fenómeno del Niño, lo que coincide con los altibajos en los resultados de las zonas de estudio. En nuestro país el Niño se manifiesta generalmente con un aumento en las lluvias invernales y la disminución generalizada de las lluvias en el país (Magaña, 1999), de esta manera se pueden explicar los contrastes en la precipitación en nuestras zonas de estudio, y se podría explicar cómo es que se pasa del año más lluvioso al menos lluvioso en el periodo 1990 – 2004.

La SEMARNAT a través de los resultados de la Tercera Comunicación Nacional presentados ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2007), pronostica un clima más cálido de 2° a 4°C para el 2020, 2050 y 2080 bajo los escenarios de emisión A2 y B2, principalmente en el norte de nuestro país, los cambios serán graduales, es decir, que para los primeros años el aumento será mínimo y para los últimos años sea alcanzara el máximo proyectado; también el aumento será diferencial en las distintas zonas del país, no será la misma cantidad de grados en todo el país. Este tipo de pronósticos se asemejan más a los resultados obtenidos en las proyecciones climáticas de lo GCM en nuestra zona de estudio, ya que el aumento de

temperatura (que no se da en todas las estaciones), no es igual en todos los puntos. Por otra parte la cantidad de grados que pronostica dicha dependencia está por encima de los resultados obtenidos, ya que pocos meses y estaciones alcanzan un aumento de 2°C para 2020 (SEMARNAT, 2007). De manera más específica, para zonas o distritos cafetaleros de Chiapas, se pronostica para el año 2020, un aumento de aproximadamente 1°C y el mínimo y máximo anual y mensual de las temperaturas aumentara progresivamente volviéndose más estacional en la variabilidad anual (Landerach, 2008), estos datos son muy similares a los obtenidos en este trabajo. También se pronostican aumentos, para las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas, en la temperatura de 2.1 y 2.2°C para el año 2050 (Schroth *et.al.* 2008), también concordantes con los resultados de las estaciones de nuestra zona de estudio que presentaron algún aumento. En cuanto a la precipitación se proyectan disminuciones en la lluvia, así como cambios en su distribución temporal, con respecto al escenario base 1961 – 1990 y la reducción fluctúa entre 5 y 15% anual (SEMARNAT, 2007), en nuestra zona de estudio la distribución temporal de lluvias si será afectada, ya que los resultados muestran un aumento de la precipitación en los meses secos y una disminución para los meses lluviosos, modificando así la temporalidad de las lluvias. Aunque en los meses lluviosos habrá una disminución de la cantidad de lluvia, no disminuirá la precipitación anual para el año 2020, esto es contrario a lo que señala SEMARNAT. Por su parte Landerach (2008), reporta que la precipitación anual y mensual se reducirá progresivamente hacia 2020 y se volverá menos estacional en la variabilidad anual; pronostica que se reducirá entre 20 y 40 mm la precipitación para 2020 y 130 a 160 mm para 2050, aunque se plantea la disminución paulatina de la precipitación, en nuestros resultados no se muestra que vayan a disminuir los niveles de lluvia, sino que por el contrario aumentaran. Los resultados de este estudio también se contraponen a los de Schroth *et.al.* (2008), para la zona cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas que pronostica una disminución de la precipitación de 80 a 85 mm que representa de un 4 a 5% en relación a la actual, aunque estas proyecciones son a 2050.

La respuesta de los cultivos al cambio climático varía en función de las especies, los cultivares, las condiciones del suelo, el tratamiento de los efectos

directos del CO<sub>2</sub>, y otros factores propios del lugar. Se ha establecido con un nivel de confianza medio, que con un aumento ligero de 2 a 3°C en la temperatura el rendimiento de los cultivos en las zonas tropicales, donde algunos cultivos están cerca de su tolerancia máxima a la temperatura y donde predomina la agricultura de temporal y no se utiliza riego, los rendimientos podrían reducirse de manera general. También si disminuye la precipitación el rendimiento sería menor y los efectos más adversos. De igual forma el aumento de las temperaturas mínimas mermará el rendimiento de cultivos en zonas de latitudes bajas; pero de manera general, el aumento de las temperaturas máximas será el que más afecte el rendimiento de los cultivos en el planeta (IPCC, 2001b). En las proyecciones de aptitud de terreno para café en nuestra zona de estudio, se ven disminuidas las áreas aptas para cultivo de ambas especie de café (más para arábica), en los cuatro GCM utilizados la constante es la disminución de áreas aptas para café, esto directamente atribuido al aumento de temperatura y precipitación en la zona de estudio, ya que como se menciona anteriormente un ligero aumento o variación de temperatura provocar cambios en los rendimientos de los cultivos, en nuestro caso modificará las zonas aptas para café.

Los resultados de cambio de aptitud de terreno para cultivo de café muestran que la aptitud al igual que el cambio climático se produce en lugares específicos de manera distinta, por lo que generalizar no es correcto. Hay lugares donde resulta impropio o difícil el cultivo de café, por lo que se tendrán que emplear alternativas de cultivos, también habrá zonas donde seguirá siendo idóneo el cultivo de café pero solo cuando los agricultores adapten sus manejos agronómicos a las nuevas características de la zona. De esta manera habrá zonas en las cuales ahora no se cultive pero que a futuro serán óptimas para el cultivo, así como también habrá zonas donde ya no sea posible el cultivo de café. Las áreas aptas para cultivo de café en 2020 serán muy similares a las actuales, la diferencia será en el grado de aptitud, ya que las áreas de mejor aptitud se verán disminuidas, las zonas más apropiadas migraran hacia lugares más altos. La adecuación de zonas para cultivo de café disminuirá hasta un 30 y 40% para 2020, en la época actual es de 80 y 90%, las zonas óptimas para cultivo de café están a 1200 msnm actualmente y para

el 2020 se espera estén a los 1250 msnm para compensar de esta manera el aumento de temperatura, así también las zonas de menor altitud verán disminuido el grado de aptitud que tenían (Landerach, 2008). En las regiones cafetaleras de la sierra Madre de Chiapas se pronostica una disminución del grado de aptitud en áreas de altitudes menores a los 1700 m que es donde actualmente se siembra la mayoría del café y el cambio será más drástico para zonas por debajo de los 1200 m. La aptitud aumentaría en las zonas de mayor altitud, donde ahora es limitada la producción por las bajas temperaturas, el aumento de temperatura que se pronostica hará que las zonas altas sean optimas y mejores para el cultivo de café; aunque no disminuirá la cantidad de áreas para cultivo de café, se prevé que las zonas de mejor aptitud se reduzcan en 60% y las de más baja aptitud aumenten 40% (Schroth *et.al.*, 2008). Los resultados en la zona de estudio se asemejan a los anteriores, los aumentos de temperatura y precipitación son los causantes de los cambios, si se modificaran los grados de aptitud para las dos especies de café en ambos municipios, en los cuatro GCM la cantidad de áreas que disminuirán para cada aptitud será diferente. De alguna manera se puede decir que los grados de aptitud migraran de las zonas que actualmente ocupan; las zonas de mejor aptitud se reducirán y las de aptitudes bajas aumentaran. Aunque en nuestros resultados no se prevén aumentos de temperatura concretos ni disminución de precipitación, si se denota que las áreas de mejor aptitud se desplazarán hacia áreas de mayor altitud. De esta manera las zonas de cultivo de café para ambas especies se verán modificadas en mayor o menor cantidad por el aumento en distintos grados de la temperatura y milímetros de precipitación.



## **X. Conclusiones.**

- Los objetivos de este trabajo fueron cubiertos totalmente, ya que la forma y el manejo en cómo fue planteado el trabajo daba para manejar de manera particular cada objetivo, de esta forma se hizo que cada objetivo fuera completado al pie de la letra.
- Basados en la metodología empleada, puede ser utilizada para otros lugares del país y para otros tipos de cultivos, haciendo que este trabajo sea aplicable en su totalidad.
- La dificultad de este trabajo se presentó en encontrar información para cada variedad de café en específico, ya que, aunque existe información referente a café, la información se ve reducida cuando se requiere información para cada especie de manera individual y más aún para la especie robusta, así que las fuentes se vuelven limitadas. Y más aun si se trata de buscar más específico para el estado de Chiapas, ya que aunque es un estado cafetalero, no existe información completa.
- De igual forma, la información referente a las estaciones meteorológicas es limitada ya que no es completa y en algunos casos no es confiable ya que las condiciones en las que se encuentran esas estaciones hacen que la información no sea utilizable.
- Existe una variedad de criterios en los requerimientos de cultivo de café, ya que distintas dependencias y autores manejan valores basados en su propio trabajo que refieren a distintas partes del planeta, lo que hace difícil homogenizar dichos criterios para obtener valores netos que funcionarán en nuestra zona de estudio.
- En Cacahoatán para café arábica se prevé una disminución en las áreas ocupadas por la aptitud alta, para el periodo 2005 – 2020 en los cuatro GCM, la mayor disminución de área se pronostica considerando los resultados del modelo HadCM3 escenario B2.
- En Cacahoatán para café robusta se prevé una disminución para el periodo 2005 – 2020 en los cuatro GCM de las áreas de aptitud muy alta comparándolo con los resultados del periodo actual 1990 – 2004. Los

peores resultados son pronosticados por el modelo HadCM3 escenario A2.

- En Jitotol para café arábica se prevén disminuciones de áreas en los cuatro GCM para la aptitud alta y muy alta en el periodo 2005 - 2020, comparando con la aptitud actual, los cambios más drásticos se dan bajo el modelo CGCM2 escenario A2.
- En Jitotol para café robusta se pronostican aumentos en el área que abarcan las aptitudes alta y muy alta, en los cuatro GCM en el periodo 2005 – 2020 comparado con el periodo 1990 – 2004. El mayor aumento se pronostica por el modelo CGCM2 escenario B2.
- En el análisis climático del periodo actual 1990 – 2004 con referencia al periodo 1960 – 1989, no se presentan evidencias de que exista un aumento en la temperatura máxima y mínima, ni un aumento en la precipitación de los dos municipios de estudio.

## XI. Bibliografía.

- Alegre, C. 1959. "Climates et caféiers d' Arabie". Agron. Trop. 14. pp 23 – 58.
- Alvim, P. 1985. "Coffea". In: CRC Handbook of flowering. Volumen II (Abraham H. Halevy Ed.). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA. pp. 308 – 316.
- Barros, R., M. Maestri, A. Rena. 1999. "Physiology of Growth and Production of the Coffee Tree" – a review. J. Coffee Res. 27. 1 – 54 pp.
- Bartra, A. 1996. "El México Bárbaro. Plantaciones y monterías del sureste durante el porfiriato". Distrito Federal: El atajo. 516 p.
- Bartra, A. 2004. "Mesoamericanos: recalentando una identidad colectiva". In: Ceceña E. (comp.). Hegemonías y emancipaciones en el siglo XXI. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/cecena2/bartra.rtf> consultada en agosto y septiembre del 2009.
- Benacchio, S. 1982. "Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano". FONAIAP – Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay. Venezuela. 202 p.
- Cámara de Diputados. 2001. "El mercado del Café en México". Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Cámara de Diputados, México. 6, 12 pp. [www.diputados.gob.mx](http://www.diputados.gob.mx) consultada en agosto y septiembre del 2009.
- Camargo, A. 1985. "O clima e a cafeicultura no Brasil". Inf. Agropec. 11: 13 – 26.
- Camargo, A. y M. Camargo. (2001). "Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil". Bragantia 60: 65 – 68.
- Carmona, A. 1999. "El café rey de los sentidos". Servicio de Publicaciones Universidad de Almería, España. pp. 9-19, 27, 38, 49-51.

- Carvajal, J. 1984. "Cafeto: cultivo y fertilización". Instituto Internacional de la Potassa. Berna Suiza. 230 pp.
- Castellanos, E., C. Conde, H. Eakin, C. Tucker. 2003. "Final Report to IAI: Project Results of Adapting to Market Shocks and Climatic Variability in Mesoamerica: The Coffee Crisis in Mexico, Guatemala, and Honduras".
- Castillo, G., A. Contreras, A. Zamarripa, I. Méndez, M. Vázquez, F. Holguín, A. Fernández. (1997). "Tecnología para la Producción del Café en México". Folleto Técnico N° 8. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Veracruz, México. 90 pp.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2002. "Centro América: El Impacto de la Caída de los Precios de Café en 2001". Report Number LC/MX/R.822. México, D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<http://www.eclac.org/publicaciones/> consultada en septiembre y octubre del 2009.

<http://www.eclac.org/mexico/> consultada en septiembre y octubre del 2009.

- Cervantes Y., S Cornejo, R. Márquez, J. Espinosa, E. Miranda, A. Pineda. 1990. "Clasificación de Regiones Naturales de México", IV. 10. 2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4, 000,000.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 1998. "Cuencas Hidrológicas". Escala 1:250,000. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1997. "Provincias Biogeografías de México". Escala 1:4, 000,000. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. "Subcuencas Hidrológicas". Extraído de Boletín hidrológico. 1970. "Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas". Escala 1:1, 000,000. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2004. "Población total e indígena y sus características a nivel municipal, 2002". En Serrano C., E., Embriz O., A. y Fernández H., P. (coord.). INI, PNUD y CONAPO. Primera edición. México, D.F. Escala 1:250000.
- Conde, C., D. Liverman, M. Flores, R. Ferrer, R. Araujo, E. Betancourt, G. Villareal, C. Gay. (1997). "Vulnerability of rainfed maize crops in Mexico to climate change. *Clim. Res.* 9: 17 – 23.
- Conjunto Tecnológico Para la Producción de Café. 1999. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Rio Piedras, Puerto Rico. 29 pp.
- Contreras, A. y G. Hernández. 2008. "¡Qué bien huele, mejor sabrá!". Instituto de Ecología, México. 9 – 18 p.
- Córdova, S. 2002. "Café y sociedad en Huatusco. La cultura cafetalera en una región veracruzana 1900 – 1930". Tesis de Maestría de Historia. UNAM. 367 pp.
- Córdova, S. 2005. "Café y sociedad en Huatusco, Veracruz. Formación de la cultura cafetalera 1870 – 1930". Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo y CONACULTA. 451 pp.
- Córdova, S. 2007. "Historia y medio ambiente. Impacto ecológico de los cambios sociales en la cafecultura mexicana". Conferencia, magistral en "Simposium Biocafé: hacia la sustentabilidad en agrosistemas cafetaleros en el centro de Veracruz". 25 de junio (inédito).
- Coste, R. 1992. "Coffee – The Plant and the Product". MacMillan Press, London.
- CTEIEG (Comité Técnico Especializado de Información Estadística y Geográfica). 2007 – 2012. "Atlas de Chiapas". Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaria de Hacienda. México.

<http://www.seieg.chiapas.gob.mx/seieg/wp-content/uploads/2009/01/geografia/atlas2008/Atlas2008.swf> consultada en agosto y septiembre del 2009.

- CTEIEG (Comité Técnico Especializado de Información Estadística y Geográfica). 2007 - 2012. "Programa Estatal de Ordenamiento Territorial". Gobierno del Estado de Chiapas, Secretaria de Hacienda. México.

[http://www.seieg.chiapas.gob.mx/seieg/wp-content/uploads/2008/02/productos/geografico/PEOT\\_30nov2005.pdf](http://www.seieg.chiapas.gob.mx/seieg/wp-content/uploads/2008/02/productos/geografico/PEOT_30nov2005.pdf)

consultada en agosto y septiembre del 2009.

- De la Rosa, D. 2000. "MicroLEIS 2000: Conceptual Framework". Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC. Sevilla, España. 2 – 9 pp.
- Eakin, H., C. Tucker, E. Castellanos. En revisión. "Responding to the Coffee Crisis: A pilot study of farmer adaptations in Mexico, Guatemala and Honduras". The Geographical Journal.
- Escamilla, E. y S. Díaz. 2002. "Sistemas de cultivo de café en México". Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo. 57 pp.
- Escamilla, E. 2007. "Influencia de los factores ambientales, genéticos, agronómicos y sociales en la calidad del café orgánico en México". Tesis Doctoral. Colegio de Estudios de Posgrados. 254 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1981. "Soils bulletin 32: A Framework for Land Evaluation". Soils resources development and conservation service land and water development division. FAO AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome 1976.

<http://www.fao.org> consultada en septiembre y octubre del 2009.

- Franco, C. 1958. "Influence of temperature on growth of coffee plant". IBEC Research Institute, New York. Bulletin No. 16.
- García, E. – CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1, 000,000. México.
- Giovannucci, D. 2001. "Encuesta sobre café sustentable en el mercado de especialidad de América del Norte". Comisión para la cooperación Ambiental de América del Norte. México. 32 p.

- Giovannucci, D. y R. Juárez. 2006. "Análisis prospectivo de la política cafetalera". Distrito Federal: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 74 p.
- Gliessman, S. 2002. "Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sustentable". Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 359 pp.
- Guadarrama C. 2000. "The transformation of coffee farming in central Veracruz, México: sustainable strategies?" Tesis Doctoral. California: University of California, Santa Cruz. 187 p.
- Haarer, A. 1958. "Modern Coffee Production". Leonard Hill, London.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2003. "Estado de Chiapas". Enciclopedia de los Municipios de México. Gobierno del Estado de Chiapas.

[http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_chiapas](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_chiapas) consultada en septiembre del 2009.

- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2006. "México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático". Instituto Nacional de Ecología (INE)/SEMARNAT. México. 1 – 32 pp.

<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/489/contexto.pdf> consultada en septiembre y octubre del 2009.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1994. Carta topográfica digital escala 1: 50,000 clave D15B43.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1994. Carta topográfica digital escala 1: 50,000 clave D15B53.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1994. Carta topográfica digital escala 1: 50,000 clave E15D41.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) – Instituto Nacional de Ecología (INE). 1996. "Uso de suelo y vegetación". Agrupado por CONABIO. 1998. Escala 1:1, 000,000. México.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1998. “Anuario Estadístico del Estado de Chiapas.” INEGI. 488 pp.  
  
<http://www.inegi.org.mx> consultada en septiembre del 2009.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2002. “División Municipal de México, 2000”. Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, 2000. Escala 1: 250,000. México.  
  
<http://www.inegi.org.mx> consultada en septiembre del 2009.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. “Anuario Estadístico del Estado de Chiapas”. Tomo I. INEGI.  
  
<http://www.inegi.org.mx> consultada en septiembre del 2009.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. “Censo Nacional de Población y Vivienda”. INEGI.  
  
<http://www.inegi.org.mx> consultada en septiembre del 2009.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. “Cambio Climático 2001: La base científica”. Contribución del Grupo de Trabajo al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU.  
  
<http://www.ipcc.ch/> consultada en octubre y noviembre del 2009, junio y julio del 2010
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001a. “Working group I”. Newsletter No. 8. WMO, UNEP.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001b. “Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policy makers”. Working Group II. IPCC. pp. 3, 10, 26, 32, 33, 56, 57, 58.
- Jiménez, A. y A. Gómez. 1982. “Estudios ecológicos en el agrosistema cafetalero”. Distrito Federal: INIREB – CECSA. 143 p.



- Küpper, A. 1981. "Fatores climáticos e edáficos na cultura cafeeira". En Malavolta E, Yarnada T, Guidolin JA (Eds.) *Nutrição e adubação do cafeeiro*. Instituto de Potassa e Fosfato EUA/ Instituto Internacional da Potassa (Suiza). Piracicaba, Brasil. pp. 27 – 54.
- Landerach, P. 2008. "Predictions of land use change under progressive climate change in coffee growing regions of the AdapCC Project". Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Maderey, L. y C. Torres. 1990. "Cuencas hidrológicas" en Hidrogeografía e hidrometría. IV.6.1. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4, 000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Maestri, M. y R. Barros. 1977. "Coffee." In: Alvim PT, Kozlowski TT (eds), *Ecophysiology of Tropical Crops*, pp.249-278. Academic Press, London.
- Maestri, M. y S. Barros. 1981. "Ecofisiología de cultivos tropicales". IICA. San José, Costa Rica. 50 pp.
- Martínez J. y A. Fernández (coordinadores). 2004."Cambio Climático una visión desde México". INE/SEMARNAT, México, pp.15, 17-21, 53, 125, 203 – 213, 227 – 238.
- Matiello, J. 1998. "Café Conillon: Como Plantar, Tratar, Colher, Preparar e Vender". MM Produções Gráficas, Rio de Janeiro.
- Mesa, N. 1974. "Selección de suelos para el cafeto". Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 51 pp.
- Moguel, P. y V. Toledo. 1999. "Biodiversity conservation in traditional coffee systems of México". *Conservation Biology*. 1 (13): 11 – 21.
- Nájera, O. 2002. "El café orgánico en México". Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (48): 59 – 75.
- Nestel, D. 1995. "Analysis Coffee in México: International market, agricultural landscape and ecology". *Ecological Economics* 15: 165 – 178.
- Nolasco, M. 1985. "Café y sociedad en México". México: Centro de Ecodesarrollo. 454 p.
- OIC. 2006. "Examen de la situación del mercado cafetero." Organización Internacional del Café (OIC), Londres.

<http://www.ico.org/> consultada en agosto y septiembre del 2009.

- Ortolini, A. 1970. "Parámetros climáticos e a cafeicultura". Instituto Brasileiro do Café. Sao Paulo, Brasil. 27 pp.
- Osorio, N. 2005a. "Medidas para evitar ulteriores crisis en los precios del café". Organización Internacional del Café (OIC).

[www.ico.org/trade](http://www.ico.org/trade) consultada en agosto y septiembre del 2009.

- Osorio, N. 2005b. "Los efectos de la crisis causada por los bajos precios del café". Organización Internacional del Café (OIC).

[www.ico.org/trade](http://www.ico.org/trade) consultada en agosto y septiembre del 2009.

- Perezgrovas, V. y F. Celis. 2002. "La crisis del café: Causas, consecuencias y estrategias de respuestas". Grupo Chorlavi. [www.grupochorlavi.org/cafe](http://www.grupochorlavi.org/cafe) consultada en agosto y septiembre del 2009.
- Pohlan, J., L. Soto, J. Barrera (eds.). 2006. "El cafetal del futuro. Realidades y Visiones". Aachen: Shaker Verlag. 462 p.
- Prakash, T. 2003. "Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach". Tesis de Maestría. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede. pp. 2, 6, 7.

[http://www.itc.nl/library/Papers\\_2003/msc/gfm/prakash.pdf](http://www.itc.nl/library/Papers_2003/msc/gfm/prakash.pdf) consultada en septiembre y octubre del 2009.

- Rena A., R. Barros, M. Maestri, M. Söndah. 1994. "Coffee". In: Schaffer B, Andersen PC (eds), Handbook of Environmental Physiology of Tropical Fruit Crops: Sub-Tropical and Tropical Crops, Vol. II, pp.101-122. CRC Press, Boca Raton.
- Rivera, M. 1999. "El Cambio Climático". CONACULTA. México, D.F. pp. 26 – 31.

- Robinson, R. 2000. "El retorno de la resistencia. Fitomejoramiento de los cultivos para reducir la dependencia de plaguicidas". Editorial Futura SA. México. 281 p.
- Rochac, A. 1964. "Diccionario del Café". Oficina panamericana del café. New York. 60 – 63 p.
- Rojas, E. 1989. "Determinación del potencial agroecológico para el cultivo de café (*Coffea Arabica*) en Costa Rica". Turrialba 3: 279 – 287.
- Ruiz, J., G. Medina, I. González, C. Ortiz, H. Flores, R. Martínez, K. Byerly. 1999. "Requerimientos agroecológicos de cultivos". INIFAP. CIRPAC Libro Técnico No. 3. México. 40 – 42 pp.
- Rzedowski, J. y T. Reyna. 1990. "Divisiones florísticas en Tópicos fitogeográficos" (provincias, matorral xerófilo y cactáceas. IV.8.3.). Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 8, 000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Schroth, G., P. Landerach, J. Dempewolf, S. Philpott, H. Eakin, J. Haggart, T. Castillejos, J. Garcia, L. Soto, R. Hernandez, A. Eitzinger, J. Ramirez. 2008. "Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, México". Conservation International. Washington, D.C. EUA.
- Segura, H., J. Barrera, H. Morales, A. Nazar. 2004. "Farmer's perceptions, knowledge and management of coffee pests and diseases and their natural enemies in Chiapas, Mexico." Journal of Economic Entomology 97 (5): 1491-1499.
- SEMARNAT/CONAFORE/INE. 2007. "Reporte sobre los efectos del cambio climático y las actividades humanas en la degradación de tierras en México". SEMARNAT/CONAFORE/INE, México. pp. 5 – 8.
- SIAP (Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2006.

[http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar\\_comfichedo.html](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichedo.html) consultada en agosto y septiembre del 2009.

- SPCAFE (Sistema Producto Café). 2009.

<http://www.spcafe.org.mx/wb3/wb/spc> consultada en agosto y septiembre del 2009.

- Sylvain, P. 1955. "Some observations on *Coffea Arabica* L. in Ethiopia". Turrialba 5: 37-53.
- Trenberth, K. 1997. "What is happening to El Niño". In: 1997 yearbook of science and the future. Chicago: Encyclopedia Britannica. pp. 88 – 89.
- UACH (Universidad Autónoma de Chapingo). 2005. "Acciones de fomento productivo y mejoramiento de la calidad del café en México, 2004. Evaluación Nacional Externa". Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) (CRUO – CENIDERCAFÉ). SAGARPA. Consejo Mexicano del Café. Huatusco, Veracruz. México. 104 pp.
- Valencia, G. 1999. "Fisiología, Nutrición y Fertilización del Cafeto". Agroinsumos del Café S.A. Manizales, Colombia.
- Villers, L., N. Arizpe, R. Orellana. 2009. "Impactos del Cambio Climático en la Floración y Desarrollo del Fruto de Café en Veracruz, México". INCI, mayo 2009, vol. 34, no.5.
- Williams, G. 2007. "El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático". Distrito Federal: CONABIO, Instituto de Ecología A. C. 208 pp.
- Willson, K. 1985. "Mineral nutrition and fertilizer needs". En Clifford MN, Willson KC (Eds.) *Coffe: Botany, biochemistry and production of beans and beverage*. AVI. Westport, CN, EEUU. Pp. 135 – 155.
- Willson, K. 1999. "Coffee, Cocoa ant Tea". CAB International, Wallingford.
- Zuviría, M. y C. Valenzuela. 1994. "Mapping land suitability for coffe with ILWIS". ITC J. 3: 301 – 307.

#### **Páginas de Internet.**

- Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café.

- [http://www.spcafe.org.mx/wb3/wb/spc/spc\\_amecafe](http://www.spcafe.org.mx/wb3/wb/spc/spc_amecafe) consultada en Agosto y Septiembre del 2009.
- CCCMA (Canadian Climate Change Modelling and Analysis).  
<http://www.ec.gc.ca> consultada de septiembre de 2009 a junio del 2010.
  - CCCSN (Canadian Climate Change Scenarios Network).  
<http://www.cccsn.ca/> consulta de enero a junio del 2010.
  - Curve Expert 1.3.  
<http://s91928265.onlinehome.us/curveexpert/> consultada en mayo y junio de 2010.
  - ECOCROP – FAO. Base de datos elaborada para ubicar las especies de plantas particulares de medios específicos y para aplicaciones determinadas.  
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home> consultada en agosto y septiembre del 2009; mayo, junio y julio del 2010.
  - El Clima es para todos.  
<http://elclima.esparatodos.es/> consultada en junio del 2010.
  - Google.  
<http://www.google.com.mx/> consultada de agosto del 2009 a agosto del 2010.
  - Google Imágenes.  
<http://www.google.com.mx/imghp?hl=es&tab=wi> consultada de agosto del 2009 a agosto del 2010.
  - INFOAGRO. Toda la Agricultura en Internet.

<http://www.infoagro.com/> consultada en agosto y septiembre del 2009; mayo, junio y julio del 2010.

- Organización Internacional del Café.

<http://www.ico.org/> consultada en agosto y septiembre del 2009.

- Wikipedia.

<http://es.wikipedia.org> consultada de agosto del 2009 a agosto del 2010.

## Anexos.

- **Anexo 1:** Tablas de resultados del análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004 en Cacahoatán, Chiapas.

Tabla 1: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 1 Cacahoatán, Cacahoatán.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	4	4	0	2	2	3	0	0		1	0	0	2	2	1
	Tem min	2	1	1	2	0	0	0	1		6	1	4	25	21	20
Febrero	Tem Max	0	4	0	0	0	0	0	1		0	0	2	0	1	0
	Tem min	1	0	4	1	0	0	0	4		0	0	4	18	18	24
Marzo	Tem Max	0	21	10	0	1	0	1	0	11	0	0	0	0	2	0
	Tem min	10	0	12	1	11	5	2	7	16	4	8	3	17	23	25
Abril	Tem Max	5	18	13	0	0	0	1	0	19	3	0	0	0	1	2
	Tem min	5	0	14	2	11	0	0	0	10	1	1	8	1	21	16
Mayo	Tem Max	4	13	1	0	0	0	0	0	19	1	0	0	0	1	0
	Tem min	10	0	2	1	6	2	0	3	19	0	0	13	20	20	14
Junio	Tem Max	13	29	0	3	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0
	Tem min	14	0	9	0	2	2	4	0	19	1	2	7	7	3	11
Julio	Tem Max	6	24	0	5	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	Tem min	9	0	1	0	3	2	0	6	4	2	5	7	9	11	8
Agosto	Tem Max	7	12	1	3	0	0	0	1	3	0	2	2	0	0	0
	Tem min	8	0	0	0	0	1	0	4	8	2	6	5	11	10	21
Septiembre	Tem Max	8	2	0	0		0	0	1	0	0	1	2	0	0	0
	Tem min	5	0	0	0		2	0	4	0	2	3	3	6	13	5
Octubre	Tem Max	0	2	0	0		0	0	6	0	0	1	3	1	0	1
	Tem min	5	0	2	2	0	4	2	4	5	0	4	5	20	4	16
Noviembre	Tem Max	0	4	0	5		1	1	5	0	4	1	0	0	0	0
	Tem min	6	0	5	16		2	8	18	5	9	20	9	21	28	16
Diciembre	Tem Max	0	1	0	0		0	0		0	0	0	0	0	1	
	Tem min	3	1	0	10		2	1		3	1	13	13	26	7	

Tabla 2: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 2 Finca Chicharras, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	3	0	0	0	0	0	0	11	19	13	15				
	Tem min	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Febrero	Tem Max	1	0	1	2	2	0	12	6	14	7	10				
	Tem min	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
Marzo	Tem Max	2	0	0	0	0	0	24	10	21	17	13				
	Tem min	5	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0				
Abril	Tem Max	13	8	6	5	8	9	16	3	30	13	26				
	Tem min	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0				
Mayo	Tem Max	10	2	1	0	3	0	7	24	28	16	0				
	Tem min	2	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0				
Junio	Tem Max	13	13	4	11	2	17	15	21	19	24	13				
	Tem min	1	0	0	4	0	0	2	7	0	0	0				
Julio	Tem Max	13	1	1	8	7	1	2	31	12	21	9				
	Tem min	0	0	0	2	1	0	0	3	0	0	0				
Agosto	Tem Max	15	0	1	3	0	0	5	25	12	2	7				
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Septiembre	Tem Max	15	4	6	0	4	2	0	17	9	11	0				
	Tem min	6	4	2	1	11	4	4	0	0	0	5				
Octubre	Tem Max	2	1	3	9	2	4	5	15	18	0	24				
	Tem min	4	2	5	4	1	0	1	0	0	0	9				
Noviembre	Tem Max	0	0	1	3	6	4	14	5	2	0	22				
	Tem min	6	0	2	5	0	3	1	2	0	0	8				
Diciembre	Tem Max	0	0	2	3	6	11	25	31	25	11	27				
	Tem min	2	4	3	0	2	0	0	0	0	3	0				

Tabla 3: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 3 Medio Monte, Tuxtla Chico.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Enero	Tem Max	1	13	1		16	1	3	2	3	25					25	12
	Tem min	0	1	24		0	15	3	0	6	0					3	7
Febrero	Tem Max	0	0	2	7	18	0	7	1	17	23	6				20	11
	Tem min	1	0	8	2	0	11	0	0	1	0	0				2	0
Marzo	Tem Max	0	5	18	23	9	18	20	31	29	20					27	27
	Tem min	0	15	3	0	21	2	0	8	0	1					7	8
Abril	Tem Max	0	2	25	29	7	20	22	30	30	27					26	25
	Tem min	0	1	4	1	5	0	0	5	3	0					13	6
Mayo	Tem Max	0	0	2	26	21	9	7		31	26	14				14	23
	Tem min	0	0	2	12	5	12	0		2	9	6				21	13
Junio	Tem Max	0	1	0	17	20	8	10	8	19	22	15					23
	Tem min	0	0	9	6	0	18	0	0	5	4	1					3
Julio	Tem Max	2		5	25	7	14	9	24	17	17	21					9
	Tem min	0		16	18	0	9	7	17	14	5	6					14
Agosto	Tem Max	5			15	4	8	9		28	22	18				22	19
	Tem min	0			4	1	2	2		11	9	13				17	12
Septiembre	Tem Max	1	0	1	9	1	6		10	9	1					6	1
	Tem min	0		27	7	7	8		1	9	12					17	11
Octubre	Tem Max	0		0	14	0	10	6		15	5	18				18	1
	Tem min	0		29	4	10	2	3		13	2	15				24	19
Noviembre	Tem Max	5	1	1	13	1	14	3		7	10	19				27	5
	Tem min	0	20	28	1	15	0	1		9	2	16				17	4
Diciembre	Tem Max	10	5	6	17	0	6	2	1	22	5	16					18
	Tem min	1	23	23	1	27	3	1	13	1	0	5					1

Tabla 4: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 4 San Jerónimo, Unión Juárez.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	7	18	9	14	31	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	Tem Max	0		1		4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	6		6		28	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	Tem Max	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tem min	0	2	1	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	Tem Max	0	4	3	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Tem min	0	1	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	3	2	1	0	0	1	9	4	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	0	0	1	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	Tem Max	3	2	4	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	2	1	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	Tem Max	9	3	3	1	14	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0
	Tem min	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Agosto	Tem Max	5	2	0	3	7	4	2	0	5	0	0	0	0	0	0
	Tem min	1	0	0	0	8	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	Tem Max	0	3	2	4	8	10	4	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tem min	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	Tem Max	2	3	16	3	6	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	Tem min	0	0	3	1	7	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	Tem Max	2	2	6	8	12	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0
	Tem min	1	0	3	15	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	Tem Max	2	5		15	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Tem min	9	4		31	13	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 5 Santo Domingo, Unión Juárez.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	
	Tem min	0	0	0	3	1	20	6	11	26		0	6	3	16	
Febrero	Tem Max	0	1	0	0	0	0	0	0	2		0	1	0	0	
	Tem min	0	0	0	2	1	24	25	24	21		4	9	5	11	
Marzo	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tem min	0	0	3	1	4	27	19	18	19	24	8	7	8	18	
Abril	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tem min	0	0	2	6	6	0	7	2	16	10	6	0	3	1	
Mayo	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tem min	0	0	1	1	5	2	0	6	6	1	1	6	4	0	
Junio	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tem min	0	0	1	4	2	8	2	2	10	0	0	0	3	0	
Julio	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	
	Tem min	0	0	0	0	11	6	3	5	9	3	0	3	15	0	
Agosto	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	
	Tem min	0	0	0	3	15	2	4	16	20	5	2	21	11	0	
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	1	0	0	
	Tem min	0	0	0	0	15	6	1	4	5	1	1	5	0	0	
Octubre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	6	0	0	
	Tem min	0	0	3	0	1	2	0	4	4	0	3	7	8	0	
Noviembre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	
	Tem min	0	0	1	1	11	12	8	18	23	2	13	11	13	0	
Diciembre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	2		
	Tem min	0	1	0	1	23	13	11	14	19	1	5	14	0		



Tabla 6: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 6 Talismán, Tuxtla Chico.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	0	0	0	1	14	1	20	8	17	1	12	17	28	8
	Tem min	5	2	5	0	0	17	26	30	20	31	2	0	21	9	2
Febrero	Tem Max	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	15	5
	Tem min	8	3	2	2	0	21	25	28	28	17	13	0	8	20	2
Marzo	Tem Max	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	24	10
	Tem min	0	2	3	0	0	0	8	17	1	0	0	0	0	0	1
Abril	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	11
	Tem min	0	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	0	0	0	0	2	0	0	0	10	0	0	0	14	18	9
	Tem min	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	Tem Max	0	1	1	3	25	21	2	12	18	14	11	3	30	23	22
	Tem min	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	Tem Max	0	1	0	2	30	23	3	23	14	16	12	0	25	30	24
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	Tem Max	2	2	4	0	21	13	11	21	19	13	8	0	25	29	29
	Tem min	2	1	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0
Septiembre	Tem Max	1	0	1	1	25	29	23	27	26	26	17	29	30	29	
	Tem min	0	1	0	0	0	0	0	12	9	0	0	0	0	0	
Octubre	Tem Max	0	0	3	0	30	25	17	28	31	31	31	31	31	25	
	Tem min	2	0	2	0	0	3	0	1	22	0	0	0	0	1	0
Noviembre	Tem Max	0	0	0	8	25	30		20	26	29		25	26	23	14
	Tem min	8	0	6	0	0	15		8	26	0		3	30	6	2
Diciembre	Tem Max	1	0	0	23	20	23	16	10	31	26		27	29		
	Tem min	9	2	1	0	15	21	23	5	31	8		14	26		

Tabla 7: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 7 Malpaso, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	21	29	23	19	28	26	16	22	24	15	5	3	0	0	7
	Tem min	8	10	17	9	6	9	10	14	17	11	0	2	7	3	2
Febrero	Tem Max	6	21	14	1	14	4	7	16	9	1		5	0	0	1
	Tem min	9	4	3	7	2	7	1	11	8	0		1	2	0	0
Marzo	Tem Max	0	6	9	0	5	1	2	1	17	0	0	0	0	0	0
	Tem min	3	4	7	1	2	2	0	6	8	2	0	0	0	4	0
Abril	Tem Max	2	7	6	11	16	6	12	3	23	0	3	1	0	5	9
	Tem min	5	12	8	9	5	12	6	5	9	5	0	2	0	1	0
Mayo	Tem Max	0	4	3	6	9	6	2	14	27	1	0	1	4	18	4
	Tem min	8	5	6	4	7	4	0	1	4	0	0	1	0	4	0
Junio	Tem Max	2	6	8	12	7	8	6	2	15	0	1	0	2	0	2
	Tem min	9	15	16	12	4	8	6	8	14	0	0	0	3	0	0
Julio	Tem Max	1	7	1	6	15	8	8	12	4	0	0	3	2	0	0
	Tem min	2	2	4	3	0	2	5	2	8	0	0	0	0	0	0
Agosto	Tem Max	0	6	1	4	5	2	6	15	6	0	4	0	3	1	1
	Tem min	4	3	1	3	0	11	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Septiembre	Tem Max	0	6	1	0	7	2	4	2	2	0	0	2	2	0	0
	Tem min	8	5	3	1	2	12	10	8	11	2	0	0	2	0	0
Octubre	Tem Max	6	11	7	5	8	5	3	8	4	0	2	1	7	1	0
	Tem min	5	2	2	4	1	6	0	2	14	1	0	0	0	0	0
Noviembre	Tem Max	23	25	21	26	20	28	17	16	12	3	8	1	4	9	9
	Tem min	10	2	3	3	5	5	6	11	12	2	1	0	2	1	0
Diciembre	Tem Max	27	28	26	29	23	26	23	14	17	4	7	0	0	6	5
	Tem min	8	12	8	2	17	21	3	16	3	0	0	7	3	0	0

Tabla 8: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 8 Tapachula, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	14	6	6	11	15	8	6	4	23	23	22	17	23	31	21
	Tem min	19	29	30	25	31	24	21	30	29	31	26	30	31	31	23
Febrero	Tem Max	5	10	11	12	16	5	20	16	15	18	11	25	19	27	27
	Tem min	20	21	20	19	26	28	19	28	24	26	29	27	28	28	29
Marzo	Tem Max	9	10	11	11	11	7	14	4	27	14	8	11	15	26	26
	Tem min	26	19	30	29	31	29	25	31	31	30	31	30	31	31	31
Abril	Tem Max	3	16	9	12	25	6	15	3	22	13	19	22	15	28	26
	Tem min	22	29	27	29	30	29	30	28	30	29	30	28	30	30	30
Mayo	Tem Max	1	8	8	10	12	6	6	15	28	12	4	14	12	11	14
	Tem min	26	31	31	31	31	31	30	31	31	31	31	28	31	31	31
Junio	Tem Max	2	13	11	8	12	9	14	9	21	11	13	23	13	7	17
	Tem min	28	29	30	30	30	29	29	30	30	30	30	29	30	30	30
Julio	Tem Max	3	9	7	12	16	5	9	22	15	18	19	20	11	20	11
	Tem min	23	31	31	30	31	31	30	31	31	31	31	31	31	31	31
Agosto	Tem Max	2	12	13	7	10	2	8	28	14	15	15	24	20	14	21
	Tem min	29	29	31	31	30	31	29	31	31	29	31	31	31	31	31
Septiembre	Tem Max	0	2	4	11	13	3	12	13	12	4	4	9	14	15	13
	Tem min	30	30	30	30	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Octubre	Tem Max	1	4	11	11	8	8	13	12	18	7	20	23	22	14	20
	Tem min	30	31	30	31	31	31	31	31	31	28	31	31	31	31	31
Noviembre	Tem Max	1	3	3	14	7	15	11	14	13	13	12	21	16	17	18
	Tem min	26	28	29	30	30	30	29	30	30	29	30	30	30	30	30
Diciembre	Tem Max	3	5	9	18	10	12	4	11		15	19	19	28	9	18
	Tem min	23	30	30	28	30	31	30	30		28	31	30	31	21	19

Tabla 9: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 1 Cacahoatán, Cacahoatán.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	12	9	1	7	10	10	1	1		2	1	1	3	5	
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0		2	0	1	14	15	
Febrero	Tem Max	8	16	5	2	12	6	1	8		0	0	10	3	8	
	Tem min	1	0	4	1	0	0	0	4		0	0	4	18	18	
Marzo	Tem Max	5	30	14	6	1	1	6	2	15	0	0	0	1	6	
	Tem min	2	0	10	0	10	1	0	1	7	1	1	1	6	17	
Abril	Tem Max	1	3	8	0	0	0	1	0	10	3	0	0	0	0	
	Tem min	5	0	14	2	11	0	0	0	10	1	1	8	1	21	
Mayo	Tem Max	10	29	6	0	1	0	0	0	28	1	0	2	4	3	
	Tem min	1	0	1	0	2	1	0	0	13	0	0	8	13	9	
Junio	Tem Max	13	29	0	3	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	
	Tem min	14	0	9	0	2	2	4	0	19	1	2	7	7	3	
Julio	Tem Max	10	30	0	9	3	0	0	2	2	2	0	1	0	0	
	Tem min	9	0	1	0	3	2	0	6	4	2	5	7	9	11	
Agosto	Tem Max	17	17	3	4	0	0	0	6	7	1	4	4	0	0	
	Tem min	8	0	0	0	0	1	0	4	8	2	6	5	11	10	
Septiembre	Tem Max	19	21	1	6	1	1	6	6	3	2	5	3	1	1	
	Tem min	5	0	0	0		2	0	4	0	2	3	3	6	13	
Octubre	Tem Max	3	10	2	4		0	3	6	4	0	14	5	5	2	
	Tem min	0	0	1	0		3	0	3	1	0	0	5	10	3	
Noviembre	Tem Max	1	11	2	13		1	4	7	2	5	3	1	0	0	
	Tem min	3	0	1	6		0	4	7	0	2	9	0	10	14	
Diciembre	Tem Max	5	16	2	13		0	3		3	1	6	6	7	5	
	Tem min	3	1	0	10		2	1		3	1	13	13	26	7	

Tabla 10: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 2 Finca Chicharras, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	3	0	0	0	0	0	0	11	19	13	15				
	Tem min	20	8	9	7	6	7	0	0	4	0	0				
Febrero	Tem Max	1	0	1	2	2	0	12	6	14	7	10				
	Tem min	13	4	10	6	1	2	0	0	3	0	12				
Marzo	Tem Max	1	0	0	0	0	0	24	10	21	17	13				
	Tem min	21	13	22	14	10	7	0	0	0	0	0				
Abril	Tem Max	5	0	1	0	2	3	11	1	20	0	13				
	Tem min	5	12	9	9	5	6	3	0	0	0	0				
Mayo	Tem Max	4	0	0	0	0	0	0	16	24	5	0				
	Tem min	15	17	14	13	9	12	0	4	0	10					
Junio	Tem Max	4	4	0	3	0	5	3	11	10	15	2				
	Tem min	14	10	9	12	0	4	7	16	9	0	5				
Julio	Tem Max	4	1	0	2	1	0	0	19	4	8	2				
	Tem min	10	2	4	12	6	1	3	13	4	0	0				
Agosto	Tem Max	14	0	1	3	0	0	5	25	12	2	7				
	Tem min	16	8	5	8	5	2	2	0	0	0	0				
Septiembre	Tem Max	15	4	6	0	4	2	0	17	9	11	0				
	Tem min	12	6	2	1	11	4	4	0	0	0	5				
Octubre	Tem Max	0	0	1	2	0	0	2	15	5	0	13				
	Tem min	10	3	5	4	1	0	1	0	0	0	9				
Noviembre	Tem Max	0	0	1	3	6	4	14	5	2	0	22				
	Tem min	12	2	2	5	0	3	1	2	0	0	8				
Diciembre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	15	22	10	0	14				
	Tem min	14	12	16	7	12	4	1	0	0	10	7				

Tabla 11: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 3 Medio Monte, Tuxtla Chico.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	1	10	0		5	1	0	0	0	17				20	7
	Tem min	0	0	23		0	12	2	0	6	0				2	5
Febrero	Tem Max	0	0	0	3	7	0	0	0	13	18	2			5	1
	Tem min	5	6	12	5	0	11	0	0	1	0	0			6	1
Marzo	Tem Max		0	0	6	2	3	4	3	27	20	2			7	2
	Tem min		0	9	2	0	21	2	0	4	0	1			5	4
Abril	Tem Max		0	2	25	29	7	20	22	30	30	27			26	25
	Tem min		0	1	4	1	5	0	0	5	3	0			13	6
Mayo	Tem Max		0	0	12	2	0	1		19	17	3			6	8
	Tem min		0	0	2	12	5	9	0	0	9	6			19	9
Junio	Tem Max		0	0	10	6	2	4	0	17	8	4				10
	Tem min		0	0	9	6	0	18	0	5	4	1				3
Julio	Tem Max		0	3	11	1	5	1	20	13	4	12				0
	Tem min		0	7	5	0	3	0	1	1	1	0				3
Agosto	Tem Max		0		5	0	1	1		17	6	3			3	2
	Tem min		0		4	1	2	2		11	9	13			17	12
Septiembre	Tem Max		1	0	1	9	1	6		10	9	1			6	1
	Tem min		0	20	4	0	2	0		0	0	2			9	2
Octubre	Tem Max		0		5	0	3	5		11	3	1			9	0
	Tem min		0	24	0	1	0	0		0	0	2			12	4
Noviembre	Tem Max		0	1	0	3	1	8	2	5	1	3			14	0
	Tem min		0	8	23	0	4	0	0	2	0	9			4	1
Diciembre	Tem Max		3	2	1	4	0	3	1	1	12	0			3	
	Tem min		0	13	21	0	16	0	0	4	0	0			0	

Tabla 12: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 4 San Jerónimo, Unión Juárez.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	18	18	8	11	21	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Tem min	1	10	0	1	31	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	Tem Max	12		4		17	11	7	0	1	0	0	0	0	0	0
	Tem min	6		6		28	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	Tem Max	14	6	5	10	13	9	3	1	0	0	0	0	0	0	1
	Tem min	12	13	13	18	14	11	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Abril	Tem Max	11	10	11	12	2	5	1	0	1	0	0	0	0	0	3
	Tem min	7	5	9	4	10	20	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	17	6	16	1	4	24	15	8	1	0	1	2	0	0	0
	Tem min	5	1	5	0	8	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	Tem Max	14	7	17	7	14	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0
	Tem min	23	9	10	11	19	28	2	2	0	1	0	0	0	0	1
Julio	Tem Max	18	6	11	4	22	10	8	4	2	0	0	0	0	0	0
	Tem min	9	3	1	2	15	19	2	0	0	1	0	0	0	0	2
Agosto	Tem Max	18	4	10	5	20	8	5	0	7	0	0	0	0	0	0
	Tem min	8	0	1	3	17	21	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	Tem Max	4	5	12	8	16	15	8	1	0	0	0	0	0	0	1
	Tem min	9	7	11	23	28	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0
Octubre	Tem Max	4	10	20	6	16	11	5	0	2	0	0	0	0	0	0
	Tem min	1	1	8	6	14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	Tem Max	6	5	16	15	19	0	2	2	0	0	0	1	1	0	0
	Tem min	8	5	16	26	27	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0
Diciembre	Tem Max	6	7		19	8	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
	Tem min	9	4		31	13	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 13: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 5 Santo Domingo, Unión Juárez.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	3	0	0	0	0	0	0	0	1		2	5	8	20	20
	Tem min	0	0	0	0	0	0	2	1	3	23		0	0	2	15
Febrero	Tem Max	0	3	0	0	0	0	0	0	6		0	11	7	15	13
	Tem min	0	0	0	0	0	0	8	3	6		0	0	0	2	0
Marzo	Tem Max	0	3	1	0	0	0	0	1	11	3	4	4	7	20	23
	Tem min	0	0	2	0	0	1	5	5	0	9	1	0	0	2	0
Abril	Tem Max	0	0	0	0	0	3	1	2	7	4	7	4	3	0	22
	Tem min	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	0	0	0	0	3	2	6	12	5	4	13	10	12	5	12
	Tem min	0	0	1	1	5	2	0	6	6	1	1	6	4	0	0
Junio	Tem Max	1	0	0	0	0	6	3	6	2	4	10	4	18	1	2
	Tem min	0	0	1	4	2	8	2	2	10	0	0	0	3	0	0
Julio	Tem Max	1	0	0	0	0	4	5	16	12	4	6	9	15	10	0
	Tem min	0	0	0	0	10	1	2	5	8	1	0	3	15	0	0
Agosto	Tem Max	0	0	0	0	0	5	0	10	10	0	7	20	13	4	0
	Tem min	0	0	0	2	9	0	2	9	18	4	2	21	11	0	0
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	2	7	11	11	11	4	1	11	9	4	0
	Tem min	0	0	0	0	15	6	1	4	5	1	1	5	0	0	0
Octubre	Tem Max	0	0	1	0	0	8	3	11	9	0	5	9	11	0	0
	Tem min	0	0	3	0	1	2	0	4	4	0	3	7	8	0	0
Noviembre	Tem Max	0	0	0	0	1	1	5	10	6	1	5	7	14	1	0
	Tem min	0	0	0	0	2	0	1	4	12	0	1	7	13	0	0
Diciembre	Tem Max	0	0	0	0	1	1	0	5	3	1		6	16	12	
	Tem min	0	0	0	0	3	1	0	2	10	0		5	13	0	

Tabla 14: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 6 Talismán, Tuxtla Chico.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	0	0	0	0	14	1	19	6	9	0	11	8	25	0
	Tem min	0	2	0	0	0	0	5	13	16	31	0	0	1	4	0
Febrero	Tem Max	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	15	5
	Tem min	1	1	0	0	0	0	14	24	15	5	5	0	0	3	0
Marzo	Tem Max	0	1	1		0	0	2	0	0	2	1	0	2	25	13
	Tem min	2	7	8		0	0	13	22	3	1	0	0	0	3	4
Abril	Tem Max	0	0	1	0	0	0	5	0	6	0	0	0	9	29	20
	Tem min	5	21	13	4	0	0	10	2	5	0	0	0	0	12	4
Mayo	Tem Max	0	0	0	0	2	0	0	0	10	0	0	0	14	18	9
	Tem min	14	15	6	8	0	0	0	0	4	0	0	0	1	9	6
Junio	Tem Max	0	0	0	0	5	0	0	0	7	0	0	0	15	11	11
	Tem min	18	22	18	17	1	0	0	0	8	0	0	0	0	6	7
Julio	Tem Max	0	0	0	1	16	0	0	4	2	0	0	0	8	17	7
	Tem min	8	4	8	9	1	0	0	3	11	0	0	0	0	9	0
Agosto	Tem Max	0	0	0	0	5	0	0	3	1	0	1	0	12	18	16
	Tem min	7	10	8	7	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	7
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	4	1	1	6	4	0	0	0	6	29	3
	Tem min	13	9	8	2	0	1	0	22	17	0	0	0	0	0	1
Octubre	Tem Max	0	0	0	0	9	3	0	10	10	0	2	5	16	0	0
	Tem min	9	3	9	2	0	7	0	14	25	0	5	3	3	2	0
Noviembre	Tem Max	0	0	0	0	13	14		9	18	1	3	5	4	1	0
	Tem min	4	0	0	0	0	9		0	26	0	0	26	4	0	0
Diciembre	Tem Max	0	0	0	0	9	2	2	0	19	4		13	11		
	Tem min	0	1	0	0	0	0	10	0	31	0	0	0	8		

Tabla 15: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 7 Malpaso, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	1	15	0	3	6	6	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	Tem min	3	1	8	3	1	5	4	6	9	4	0	0	1	0	0
Febrero	Tem Max	2	10	7	0	3	0	0	1	7	0		1	0	0	0
	Tem min	11	4	3	7	2	7	1	11	8	0		1	2	0	0
Marzo	Tem Max	0	6	9	0	5	1	2	1	17	0	0	0	0	0	0
	Tem min	4	4	7	1	2	2	0	6	10	2	0	0	0	4	0
Abril	Tem Max	2	7	6	11	16	6	12	3	23	0	3	1	0	5	9
	Tem min	5	12	8	9	5	12	6	5	9	5	0	2	0	1	0
Mayo	Tem Max	0	0	0	2	4	0	1	5	22	0	0	0	1	11	2
	Tem min	8	5	6	4	7	4	0	1	4	0	0	1	0	4	0
Junio	Tem Max	2	6	8	12	7	8	6	2	15	0	1	0	2	0	2
	Tem min	9	15	16	12	4	8	6	8	14	0	0	0	3	0	0
Julio	Tem Max	1	7	1	6	15	8	8	12	4	0	0	3	2	0	0
	Tem min	11	11	15	13	7	11	16	10	12	2	0	7	12	1	0
Agosto	Tem Max	0	6	1	4	5	2	6	15	6	0	4	0	3	1	1
	Tem min	9	11	10	14	14	28	12	7	5	4	3	4	7	3	0
Septiembre	Tem Max	0	6	1	0	7	2	4	2	2	0	0	2	2	0	0
	Tem min	8	5	3	1	2	12	10	8	11	2	0	0	2	0	0
Octubre	Tem Max	3	11	7	5	8	5	3	5	2	0	2	1	7	0	0
	Tem min	5	2	2	4	1	6	0	2	14	1	0	0	0	0	0
Noviembre	Tem Max	7	7	0	13	2	10	1	3	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	9	2	3	3	5	5	6	9	8	1	1	0	2	1	0
Diciembre	Tem Max	15	0	3	10	8	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	8	12	8	2	17	21	3	16	3	0	0	7	3	0	0

Tabla 16: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 8 Tapachula, Tapachula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	3	0	0	3	2	2	0	1	7	7	6	4	8	17	5
	Tem min	1	0	0	1	0	0	0	0	6	3	0	7	24	25	8
Febrero	Tem Max	0	4	2	2	2	0	5	4	10	0	1	13	1	6	9
	Tem min	1	2	0	1	0	0	0	0	4	0	1	15	19	22	15
Marzo	Tem Max	1	1	2	3	3	1	10	0	14	0	1	5	2	15	15
	Tem min	0	0	0	0	0	0	1	4	11	0	5	5	10	16	26
Abril	Tem Max	0	5	2	3	9	4	11	2	14	3	7	15	9	22	16
	Tem min	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	1	8	1	18	9
Mayo	Tem Max	0	2	0	2	7	0	1	6	18	3	1	4	4	6	10
	Tem min	0	1	0	0	1	0	0	3	12	4	4	12	17	19	13
Junio	Tem Max	0	3	2	4	2	1	0	2	11	3	1	11	4	0	8
	Tem min	0	0	0	3	0	1	0	0	10	1	5	8	9	13	9
Julio	Tem Max	0	1	3	2	6	1	1	13	4	5	4	3	5	3	0
	Tem min	0	0	0	0	1	0	0	10	2	3	7	12	18	18	10
Agosto	Tem Max	0	2	1	3	1	0	1	18	3	4	6	10	8	3	8
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8	8	8	12
Septiembre	Tem Max	0	2	0	5	6	2	5	7	6	0	0	2	6	4	7
	Tem min	0	0	0	0	1	0	0	5	11	2	5	14	11	19	16
Octubre	Tem Max	0	0	3	3	4	1	1	10	9	0	6	6	9	1	1
	Tem min	0	0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	12	12	14	9
Noviembre	Tem Max	0	0	1	2	1	3	2	8	6	4	6	9	8	6	8
	Tem min	0	0	1	0	0	0	2	3	1	4	14	6	13	23	15
Diciembre	Tem Max	1	0	0	2	1	1	1	1		4	7	3	17	5	4
	Tem min	0	1	0	1	0	1	0	8		1	11	17	23	2	14

Tabla 17: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 1 Cacahoatán, Cacahoatán.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.			
Periodo	mm		
1960-1989	4208.7		
1990-2004	4362.4		
Precipitación anual de 1990 a 2004.			
Año	mm	Año	mm
1990	5303.9	1998	3987.4
1991	3455.9	1999	4560.7
1992	4142.6	2000	4656.4
1993	3531.8	2001	3979.6
1994	4258.6	2002	3924.7
1995	5736.5	2003	4261.3
1996	4903.3	2004	4508.7
1997	4153		

Tabla 18: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 2 Finca Chicharras, Tapachula.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	4171.1			
1990-2004	4326.5			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	4364.1	1998	4016.8	
1991	3504.7	1999	5092	
1992	4031.8	2000	3945.2	
1993	4037.5	2001		
1994	3820.7	2002		
1995	5237	2003		
1996	5532.6	2004		
1997	4009			

Tabla 19: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 3 Medio Monte, Tuxtla Chico.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	3262.6			
1990-2004	3181.8			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	4207.9	1998	2341.1	
1991	2590.2	1999	2890	
1992	3316.7	2000	3779.8	
1993	2345.6	2001		
1994	2718.8	2002		
1995	3914.5	2003		
1996	4183.3	2004	3009.5	
1997	2828.2			

Tabla 20: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 4 San Jerónimo, Unión Juárez.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	4485.6			
1990-2004	3825.9			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	4022.7	1998	4287.6	
1991	2768.3	1999	5944.1	
1992	4204.4	2000	5217.9	
1993	1970.6	2001	4472.9	
1994	4048.5	2002	3651	
1995	3616.4	2003	3849.9	
1996	3044.9	2004	4016.1	
1997	2273.3			

Tabla 21: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 5 Santo Domingo, Unión Juárez.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	4753.1			
1990-2004	4557.6			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	4583.5	1998	4154.6	
1991	4027.9	1999	5206.8	
1992	4562.1	2000	4692.7	
1993	4532.9	2001	3978.2	
1994	4744.8	2002	4173.7	
1995	6347.2	2003	4356.6	
1996	4756.3	2004	3878.8	
1997	4369			

Tabla 22: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación Talismán, Tuxtla Chico.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	4128.6			
1990-2004	4305.8			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	5293.1	1998	3954.9	
1991	3529.4	1999	4328.4	
1992	4206.5	2000	4991.4	
1993	3683.3	2001	3660.3	
1994	4441.7	2002	3674.6	
1995	5087.2	2003	4131.9	
1996	4856.7	2004	4295.6	
1997	4211.8			

Tabla 23: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 7 Malpaso, Tapachula.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	3746.4			
1990-2004	3766.9			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	4914.5	1998	3625.8	
1991	3252.1	1999	4629.4	
1992	3516.5	2000	4453.5	
1993	3179.6	2001	2684.4	
1994	3604.1	2002	2823.5	
1995	4757.3	2003	3652.6	
1996	4250	2004	3283.6	
1997	3856.1			

Tabla 24: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 8 Tapachula, Tapachula.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.	
Periodo	mm
1960-1989	2271.8
1990-2004	1920.3

Precipitación anual de 1990 a 2004.			
Año	mm	Año	mm
1990	2619.5	1998	2305.8
1991	1602.9	1999	1803.4
1992	1995.5	2000	1809.9
1993	1897.5	2001	1578.4
1994	1565.6	2002	1935.5
1995	2385.3	2003	1614
1996	2078.5	2004	1844.7
1997	1752.7		

- **Anexo 2:** Tablas de resultados del análisis de clima del periodo actual 1990 – 2004 en Jitotol, Chiapas.

Tabla 25: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 1 Bochil, Bochil.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	5	8	1	2	0		0	7	3	3	5	8	4	8
	Tem min	12	8	7	1	1	0		5	13	0	3	1	3	2	11
Febrero	Tem Max	2	1	3	6	0	7	0	0	3	0	1	2	0	12	9
	Tem min	11	7	10	0	0	1		0	0	0	2	3	0	1	2
Marzo	Tem Max	0	6	2	2	5	3		0	0	0	3	3	2	3	0
	Tem min	1	2	3	0	1	16		0	0	0	0	0	0	1	0
Abril	Tem Max	0	7	5	5	2	0	0	0	1	5	5	0	1	6	3
	Tem min	2	9	3	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	2	5	2	4	11	0	0	0	2	8	2	1	3	7	0
	Tem min	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Junio	Tem Max	5	11	0	10	5	3	0	15	13	3	0	0	2	0	1
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	Tem Max	1	5	1	12	11	0	0	25	1	1	0	1	2	0	1
	Tem min	3	10	6	0	0	0	0	0	16	0	0	2	0	3	1
Agosto	Tem Max	4	2	0	0	6	0	0	18	5	0	0	0	2	0	0
	Tem min	11	8	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	0
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	16	0	0	14	2	0	1	1	2	0	0
	Tem min	9	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	1	3
Octubre	Tem Max	0	0	0	1	18	0	8	14	4	1	0	2	15	6	5
	Tem min	5	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	1	2	15
Noviembre	Tem Max	0	0	4	0	30	25	0	3	0	0	4	1	9	7	10
	Tem min	2	2	5	0	18	14	0	0	12	1	3	0	4	8	1
Diciembre	Tem Max	3	0	0	0	2	0	0	4	2	0	1	6	6	3	11
	Tem min	3	13	3	0	1	1	0	1	4	0	4	6	2	3	0

Tabla 26: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 2 Bonbana, Bochil.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	5	5	10	18	25	20	11	8	15					
	Tem min	14	25	4	5	0	0	0	0	0	1					
Febrero	Tem Max	0	2	2	10	18	18	15	7	8	5					
	Tem min	23	3	4	0	0	0	0	0	0	0					
Marzo	Tem Max	0	6	2	12	13	14	12	5	11	8					
	Tem min	24	14	12	5	5	0	0	0	0	0					
Abril	Tem Max	0	8	1	14	13	13	5	0	12	11					
	Tem min	10	9	0	2	0	0	0	0	0	0					
Mayo	Tem Max	0	1	1	11	10	9	0	0	20	11					
	Tem min	6	8	2	2	0	0	0	0	1	2					
Junio	Tem Max	0	6	11	9	14	14	3	12	23	10					
	Tem min	15	5	14	3	0	0	0	0	4	0					
Julio	Tem Max	0	6	5	13	19	16	4	6	13	8					
	Tem min	19	14	13	1	2	0	0	0	1	0					
Agosto	Tem Max	0	9	10	9	14	16	11	11	10	11					
	Tem min	13	3	2	1	0	0	0	0	1	0					
Septiembre	Tem Max	0	13	10	17	15	9	15	8	9						
	Tem min	11	0	1	3	0	0	0	0	1						
Octubre	Tem Max	0	6	6	12	20	10	8	11	4	5					
	Tem min	19	2	0	0	1	0	0	0	0	0					
Noviembre	Tem Max	0	7	12	16	30	20	7	7	6	10					
	Tem min	12	2	2	0	0	0	0	2	1	0					
Diciembre	Tem Max	0	5	6	15	26	18	1	7	3	5					
	Tem min	18	3	4	0	0	0	1	1	0	0					



Tabla 27: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 3 Chicoasén, Chicoasén.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0					
	Tem min	4	6	10	2	0	0	0	0	2	0					
Febrero	Tem Max	1	2	1	5	1	4	1	2	4	0					
	Tem min	2	2	3	0	0	0	0	1	4	0					
Marzo	Tem Max	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0					
	Tem min	0	7	2	0	0	2	0	3	1	0					
Abril	Tem Max	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	Tem min	1	12	0	0	0	0	0	0	1	1					
Mayo	Tem Max	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1					
	Tem min	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0					
Junio	Tem Max	0	2	0	6	4	0	0	0	4	1					
	Tem min	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0					
Julio	Tem Max	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0					
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Agosto	Tem Max	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0					
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0					
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Octubre	Tem Max	0	0	0	1	5	0	0	1	0	0					
	Tem min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Noviembre	Tem Max	0	0	1	0	5	0	0	2	0	0					
	Tem min	4	3	1	0	1	3	0	2	0	0					
Diciembre	Tem Max	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0					
	Tem min	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0					

Tabla 28: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 4 Simojovel de Allende, Simojovel de Allende.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	0	0	25	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0
	Tem min	0	9	0	5	0	0	0	0	1	0	27	1	10	7	8
Febrero	Tem Max		0	1	16	1	0	1	0	0	0	1	4	0	1	4
	Tem min		3	1	1	0	0	0	0	0	0	27	3	9	24	5
Marzo	Tem Max	0	1	22	5	0	0	1	1	0			4	0	4	4
	Tem min	0	0	12	0	0	0	0	0	0			10	18	29	9
Abril	Tem Max	0	0	13	10	0	0	0	0	0		6	4	0	8	8
	Tem min	0	0	2	0	0	0	0	0	0		14	17	15	21	13
Mayo	Tem Max	0	0	5	5	0	0	0	0	1	6	0	3	13	6	6
	Tem min	0	0	1	0	0	0	0	0	2	13	17	18	19	21	
Junio	Tem Max	1	0	16	4	0	5	0	0	2	0	6	1	4	16	
	Tem min	0	0	4	0	0	0	0	0	2	22	10	14	15	23	
Julio	Tem Max	0	0	23	0	0	0	0	26	0	17	6	1	11	12	
	Tem min	0	0	11	0	0	0	0	16	16	18	23	28	27	26	
Agosto	Tem Max	0	0	30	0	0	0	0	28	0	4	10	9	16	18	
	Tem min	0	0	14	0	0	0	0	10	15	4	17	27	25	27	
Septiembre	Tem Max	0	2	29	0	0	0	0	19	0	11	7	5	17	9	
	Tem min	0	0	14	0	0	0	0	14	14	16	20	22	29	27	
Octubre	Tem Max	0	0	26	0	2	0	1	7	0	2	0	1	4	7	
	Tem min	0	0	10	0	0	0	0	7	17	6	19	29	13	25	
Noviembre	Tem Max	3	0	20	0	5	0	1	0	0	2	9	0	1	0	
	Tem min	0	0	9	0	0	0	0	0	4	19	17	3	16	10	
Diciembre	Tem Max	4	1	30	6	12	4	3	0	0	0	0	0	0	0	
	Tem min	4	5	2	0	0	0	0	0	3	23	2	4	7	1	

Tabla 29: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 5 Tapilula, Tapilula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max		9	10	12	2	4	3	8	6	7	4				
	Tem min		15	13	27	8	19	21	11	28	25	13				
Febrero	Tem Max		3	13	13	13	11	0	4	8	1	2				
	Tem min		13	20	27	7	7	17	19	26	23	18				
Marzo	Tem Max	5	18	9	0	13	9	9	0	6	1	4				
	Tem min	9	26	18	23	4	16	31	17	20	27	26				
Abril	Tem Max	0	11	5	0	3	2	7	2	2	4	1				
	Tem min	12	21	15	25	1	20	25	18	18	27	20				
Mayo	Tem Max	0	3	0	0	0	0	5	0	6	1	0				
	Tem min	18	19	7	10	1	3	17	12	24	20	20				
Junio	Tem Max	1	4	3	1	3	1	0	0	8	0	0				
	Tem min	6	12	19	5	4	2	16	13	27	17	11				
Julio	Tem Max	1	2	3	7	5	0	0	1	0	1					
	Tem min	6	13	14	1	8	29	8	11	19	22	19				
Agosto	Tem Max	6	7	4	9	2	1	0	0	1	0	1				
	Tem min	4	12	6	0	2	23	5	7	18	26	14				
Septiembre	Tem Max	0	0	1	13	1	0	8	0	6	0	2				
	Tem min	7	11	2	0	4	26	2	5	26	10	15				
Octubre	Tem Max	4	4	7	17	17	0	0	1	1	0	0				
	Tem min	5	10	8	0	8	27	4	15	22	6	10				
Noviembre	Tem Max	6	8	19	13	21	7	0	5	0	0	3				
	Tem min	7	12	22	1	21	22	11	21	28	2	17				
Diciembre	Tem Max	8	7	7	7	1	0	0	10	0						
	Tem min	9	11	27	0	10	18	9	15	19						

Tabla 30: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1960-1989, estación 6 Unión Zaragoza, Jitotol.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	1	7	1	2	0	0		5	1	0	8	0	6	0	0
	Tem min	4	1	2	1	0	0		2	0	0	0	0	0	1	0
Febrero	Tem Max	1	5	8	0	1	7	7	4	18	0	3	0	0	10	1
	Tem min	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	Tem Max		13	10	1	2	4	9	11	17	10	16	0	9	17	0
	Tem min		0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Abril	Tem Max	0	8	1	0	1	0	11	0	14	10	15	0	1	14	0
	Tem min	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Mayo	Tem Max	1	5	0	0	5	0	3	2	18	12	3	0	6	9	0
	Tem min	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Junio	Tem Max	1	3	1	10	4	0	10	1	10	1	0	3	2	0	0
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	Tem Max	6	1	3	1	6	0	6	3	3	0	1	0	1	4	5
	Tem min	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	Tem Max	7	11	3	0	0	1	4	13	10	0	0	0	0	2	18
	Tem min	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	Tem Max	5	9	0	3	2	0	14	8	2	1	1	0	7	0	5
	Tem min	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octubre	Tem Max	8	4	2	4	5	0	7	3	1	0	0	1	11	2	4
	Tem min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noviembre	Tem Max	0	3	1	0	8	1	0	3	2	0	0	0	2	2	8
	Tem min	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	Tem Max	4	0	0	0	0	0	2	8	2	8	0	2	1		
	Tem min	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabla 31: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 1 Bochil, Bochil.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	5	10	1	2	0	0	11	5	4	5	9	5	8	9
	Tem min	9	6	3	0	1	0		5	9	0	3	0	2	2	9
Febrero	Tem Max	4	1	4	6	1	7		2	4	1	2	2	0	13	11
	Tem min	11	8	11	0	0	1		3	0	0	4	3	0	2	2
Marzo	Tem Max	0	6	2	2	5	3		0	0	0	3	3	2	3	0
	Tem min	1	6	3	0	2	17		0	0	0	0	0	0	1	2
Abril	Tem Max	0	7	5	5	2	0	0	0	1	5	5	0	1	6	3
	Tem min	8	16	11	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	Tem Max	3	8	5	5	11	0	0	1	6	10	2	2	7	12	0
	Tem min	5	19	10	1	0	3	0	0	0	1	8	1	10	12	4
Junio	Tem Max	5	11	0	10	5	3	0	15	13	3	0	0	2	0	1
	Tem min	15	18	20	3	0	0	0	0	12	0	1	2	0	9	2
Julio	Tem Max	1	5	1	12	11	0	0	25	1	1	0	1	2	0	1
	Tem min	6	13	10	0	0	0	4	0	19	1	0	3	5	3	7
Agosto	Tem Max	5	3	0	0	10	0	0	19	6	3	2	4	8	1	0
	Tem min	14	13	2	0	0	0	0	0	11	0	1	0	1	6	5
Septiembre	Tem Max	0	0	0	0	23	0	0	17	6	0	1	5	7	1	1
	Tem min	18	2	0	0	0	0	0	0	25	7	9	4	9	7	14
Octubre	Tem Max	0	0	0	1	18	0	8	14	4	1	0	2	15	6	5
	Tem min	7	5	0	0	0	0	0	0	15	4	2	2	3	10	19
Noviembre	Tem Max	0	0	1	0	30	21	0	0	0	0	3	0	5	6	10
	Tem min	2	2	5	0	18	14	0	0	12	1	3	0	4	8	1
Diciembre	Tem Max	7	1	3	0	7	0	0	6	5	3	3	8	11	7	12
	Tem min	5	16	3	0	1	1	2	5	4	2	4	7	2	5	1

Tabla 32: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 2 Bonbana, Bochil.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	0	0	0	11	12	13	2	1	3					
	Tem min	14	25	4	5	0	0	0	0	0	1					
Febrero	Tem Max	0	1	0	1	12	13	6	1	5	1					
	Tem min	23	3	4	0	0	0	0	0	0	0					
Marzo	Tem Max	0	4	2	9	10	12	5	2	10	4					
	Tem min	24	14	12	5	5	0	0	0	0	0					
Abril	Tem Max	0	8	1	13	13	10	2	0	12	8					
	Tem min	24	24	9	9	0	0	0	0	0	0					
Mayo	Tem Max	0	1	0	9	10	8	0	0	19	10					
	Tem min	18	16	8	11	0	0	0	0	2	3					
Junio	Tem Max	0	2	4	7	7	8	0	7	13	1					
	Tem min	15	5	14	8	0	0	0	1	12	0					
Julio	Tem Max	0	3	2	9	14	9	1	2	7	4					
	Tem min	19	14	13	1	2	0	0	0	1	0					
Agosto	Tem Max	0	2	3	3	9	7	6	3	5	4					
	Tem min	22	10	10	1	0	0	0	0	1	0					
Septiembre	Tem Max	0	2	4	13	11	5	13	4	6						
	Tem min	26	9	6	12	0	0	0	0	2						
Octubre	Tem Max	0	1	1	8	19	6	4	8	1	2					
	Tem min	29	13	0	0	4	1	1	1	1	0					
Noviembre	Tem Max	0	2	0	4	24	12	3	1	0	0					
	Tem min	18	5	7	0	0	0	0	3	3	0					
Diciembre	Tem Max	0	0	2	7	18	16	0	4	1	1					
	Tem min	18	3	4	0	0	0	1	3	1	0					

Tabla 33: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 3 Chicoasén, Chicoasén.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	1	7	6	4	8	6	3	6	8	7					
	Tem min	9	10	10	5	1	0	0	0	4	0					
Febrero	Tem Max	2	4	3	6	6	7	7	4	5	0					
	Tem min	7	6	8	2	0	3	1	2	6	1					
Marzo	Tem Max	0	9	5	5	9	7	2	4	3	2					
	Tem min	0	10	6	1	1	3	0	4	1	0					
Abril	Tem Max	1	10	4	1	10	7	3	1	14	12					
	Tem min	4	18	5	0	0	1	0	0	2	5					
Mayo	Tem Max	0	2	0	6	5	11	0	1	8	8					
	Tem min	9	9	2	0	5	2	2	0	14	2					
Junio	Tem Max	0	9	2	7	7	5	0	1	11	1					
	Tem min	3	9	13	1	1	1	0	3	12	0					
Julio	Tem Max	0	4	1	1	13	6	2	4	5	0					
	Tem min	14	13	5	0	0	0	1	4	3	0					
Agosto	Tem Max	1	10	0	0	5	3	0	13	6	2					
	Tem min	11	9	5	0	0	0	0	5	7	0					
Septiembre	Tem Max	2	3	1	2	8	2	11	0	10	1					
	Tem min	4	2	0	0	0	0	2	1	0	0					
Octubre	Tem Max	5	2	2	5	16	0	5	7	4	0					
	Tem min	17	13	1	0	5	0	2	4	6	3					
Noviembre	Tem Max	4	2	9	5	11	5	2	5	0	0					
	Tem min	6	8	2	1	8	6	2	6	5	0					
Diciembre	Tem Max	10	4	9	6	10	7	1	8	0	3					
	Tem min	8	11	1	0	7	5	0	3	1	0					

Tabla 34: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 4 Simojovel de Allende, Simojovel de Allende.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	0	0	0	25	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0
	Tem min	0	17	0	10	0	0	0	0	1	0	28	1	10	8	9
Febrero	Tem Max		1	3	17	1	0	1	0	0	0	2	7	0	3	4
	Tem min		0	1	0	0	0	0	0	0	0	25	2	8	24	5
Marzo	Tem Max	0	2	25	7	0	0	1	1	0			5	1	8	8
	Tem min	0	0	12	0	0	0	0	0	0			10	18	29	9
Abril	Tem Max	0	0	18	13	0	2	1	0	0		10	9	0	15	15
	Tem min	0	0	5	0	0	0	0	0	0		14	20	17	21	13
Mayo	Tem Max	4	0	9	13	0	2	1	4	0	3	9	8	8	19	10
	Tem min	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	19	20	23	20	21
Junio	Tem Max	1	1	18	4	0	5	0	0	1	2	6	7	2	4	17
	Tem min	0	0	8	0	0	0	0	0	0	3	24	13	22	22	30
Julio	Tem Max	0	0	22	0	0	0	0	0	24	0	12	5	1	11	11
	Tem min	0	0	2	0	0	0	0	0	13	4	9	8	16	16	21
Agosto	Tem Max	0	0	26	0	0	0	0	0	26	0	1	6	3	11	11
	Tem min	0	0	10	0	0	0	0	0	3	11	1	13	22	21	23
Septiembre	Tem Max	0	0	24	0	0	0	0	0	15	0	7	5	2	12	3
	Tem min	0	0	9	0	0	0	0	0	3	3	6	14	13	25	19
Octubre	Tem Max	0	0	25	0	1	0	1		5	0	1	0	0	1	3
	Tem min	0	0	4	0	0	0	0		1	13	3	12	21	6	16
Noviembre	Tem Max	3	0	21	0	9	0	1	0	1	2	11	0	2	0	
	Tem min	0	0	9	0	0	0	0	0	4	19	17	3	16	10	
Diciembre	Tem Max	3	0	29	1	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tem min	7	5	5	0	0	0	0	0	3	23	3	4	7	1	

Tabla 35: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 5 Tapilula, Tapilula.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max		8	10	8	2	2	1	7	3	7	4				
	Tem min		3	3	11	0	0	9	1	14	13	2				
Febrero	Tem Max		1	10	9	10	9	0	3	7	0	0				
	Tem min		1	5	17	0	0	5	0	16	7	4				
Marzo	Tem Max	4	15	8	0	10	7	8	0	5	0	3				
	Tem min	2	13	1	0	0	1	14	0	10	6	7				
Abril	Tem Max	0	11	5	0	3	2	7	2	2	4	1				
	Tem min	2	9	1	0	0	0	1	1	12	15	2				
Mayo	Tem Max	8	10	1	0	3	2	11	1	13	4	0				
	Tem min	8	9	0	0	0	0	1	2	18	8	8				
Junio	Tem Max	2	12	8	5	8	3	0	0	14	1	0				
	Tem min	0	2	4	0	0	0	1	3	23	7	2				
Julio	Tem Max	3	4	4	11	8	0	2	0	2	0	2				
	Tem min	1	2	4	0	1	9	1	2	9	6	7				
Agosto	Tem Max	8	12	9	12	4	4	2	1	1	0	1				
	Tem min	2	3	2	0	0	12	1	3	14	10	3				
Septiembre	Tem Max	1	0	3	20	2	0	15	0	9	0	2				
	Tem min	2	1	1	0	0	17	0	0	23	2	6				
Octubre	Tem Max	4	4	7	17	17	0	0	1	1	0	0				
	Tem min	1	2	5	0	1	12	0	5	9	4	9				
Noviembre	Tem Max	2	7	13	8	16	3	0	2	0	0	1				
	Tem min	3	0	4	0	1	8	1	6	17	1	4				
Diciembre	Tem Max	8	7	9	14	1	2	1	11	4						
	Tem min	1	3	13	0	2	4	1	10	9						

Tabla 36: Número de días del periodo 1990-2004 que rebasan la Media (M) más una Desviación Estándar (DE) del periodo 1990-2004, estación 6 Unión Zaragoza, Jitotol.

Mes	Variable	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Enero	Tem Max	10	15	6	4	1	4		10	5	4	9	2	7	0	1
	Tem min	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0	1	0
Febrero	Tem Max	1	5	10	0	1	8	7	4	18	0	3	0	0	11	1
	Tem min	3	8	7	5	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Marzo	Tem Max		11	5	1	1	4	6	6	17	10	14	0	7	15	0
	Tem min		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Abril	Tem Max	1	11	2	0	3	0	13	0	16	16	19	0	2	16	0
	Tem min	14	20	7	1	0	2	0	2	3	2	1	0	0	12	3
Mayo	Tem Max	1	5	0	0	6	0	4	3	21	13	4	0	7	10	0
	Tem min	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0
Junio	Tem Max	3	8	4	10	5	1	13	1	12	1	0	5	2	2	0
	Tem min	26	10	3	2	6	2	0	0	0	1	0	0	1	7	0
Julio	Tem Max	13	6	4	2	9	0	17	6	3	1	2	1	3	15	9
	Tem min	12	17	6	9	2	0	0	1	0	0	1	0	0	9	3
Agosto	Tem Max	8	13	5	0	2	1	5	15	11	0	0	0	1	4	18
	Tem min	10	20	8	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	3
Septiembre	Tem Max	7	12	0	4	2	0	15	11	2	1	1	0	8	0	5
	Tem min	20	23	0	24	0	1	1	2	0	0	0	0	1	4	0
Octubre	Tem Max	15	10	2	7	10	1	13	5	1	0	1	1	18	9	10
	Tem min	13	12	1	14	1	0	0	1	0	0	0	0	9	8	3
Noviembre	Tem Max	4	6	3	0	8	6	3	7	4	0	0	0	5	4	13
	Tem min	5	15	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6	9
Diciembre	Tem Max	11	2	1	0	1	3	7	22	6	13	0	7	5		
	Tem min	7	10	3	1	7	0	2	3	0	1	0	0	1		

Tabla 37: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 1 Bochil, Bochil.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.			
Periodo	mm		
1960-1989	1196.9		
1990-2004	1223		
Precipitación anual de 1990 a 2004.			
Año	mm	Año	mm
1990	1114.1	1998	1431.8
1991	930.5	1999	1450.2
1992	1280.1	2000	1628.9
1993	1130.6	2001	1223.1
1994	740.9	2002	1438
1995	1264.2	2003	1168
1996	1575.3	2004	1280.7
1997	688.8		

Tabla 38: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 2 Bonbana, Bochil.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.			
Periodo	mm		
1960-1989	1107.2		
1990-2004	1092.1		
Precipitación anual de 1990 a 2004.			
Año	mm	Año	Año
1990	1188.6	1998	1162.8
1991	573.1	1999	1327.5
1992	855.8	2000	
1993	1536.4	2001	
1994	637.6	2002	
1995	1210.1	2003	
1996	1383.5	2004	
1997	1046		

Tabla 39: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 3 Chicoasén, Chicoasén.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	991.6			
1990-2004	975.9			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	859.4	1998	961.9	
1991	925.8	1999	1369.4	
1992	904.5	2000		
1993	1009.8	2001		
1994	590.7	2002		
1995	1150.1	2003		
1996	1099.1	2004		
1997	883.7			

Tabla 40: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 4 Simojovel de A., Simojovel de A.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	1666			
1990-2004	2339.5			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	1754.8	1998	2041.6	
1991	1840.5	1999	3280.5	
1992	2251.3	2000	2330	
1993	2320.8	2001	825.5	
1994	2707.5	2002	1793.5	
1995	4805.5	2003	1207.5	
1996	3713.8	2004	1240.1	
1997	2980.1			

Tabla 41: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 5 Tapilula, Tapilula.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	3109			
1990-2004	2567.5			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	2168.56	1998	1665.2	
1991	3155.1	1999	2822.2	
1992	2628.8	2000	3439.4	
1993	2078.2	2001		
1994	1915.8	2002		
1995	2796	2003		
1996	3549.1	2004		
1997	1962.6			

Tabla 42: Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004 y Precipitación anual de 1990 a 2004, estación 6 Unión Zaragoza, Jitotol.

Precipitación promedio de los periodos 1960-1989 y 1990-2004.				
Periodo	mm			
1960-1989	1687			
1990-2004	1516.5			
Precipitación anual de 1990 a 2004.				
Año	mm	Año	mm	
1990	1229.4	1998	1143.7	
1991	1511.9	1999	1402.1	
1992	1808.1	2000	1554	
1993	1546.6	2001	1374.1	
1994	1291.2	2002	1793.5	
1995	2156.9	2003	1457	
1996	2079.5	2004	1521	
1997	842.1			

- **Anexo 3:** Tablas de resultados del análisis de clima del periodo 2005 – 2020 basados en los GCM en Cacahoatán, Chiapas.

Tabla 43: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 1 Cacahoatán, Cacahoatán.

		Modelos de Circulación General					
Mes	Variable	Periodos		HadCM3		CGCM2	
		1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	32.66	32.49	32.97	33.08	32.7	32.84
	Tem Min	18.3	18.9	19.03	19.11	18.92	19.06
	Pcp	29.02	22.38	269.42	271.67	70.73	66.4
Febrero	Tem Max	33.22	33.12	32.91	33.03	32.62	32.76
	Tem Min	18.62	19.32	19.2	19.25	18.84	18.97
	Pcp	44.29	37.36	191.01	173.54	54.27	50.78
Marzo	Tem Max	33.85	33.67	33.03	33.16	32.92	33.05
	Tem Min	19.34	20.07	19.6	19.76	19.19	19.26
	Pcp	80.79	80.67	123.97	114.86	61.1	57.64
Abril	Tem Max	34.06	33.74	33.02	33.07	33.36	33.51
	Tem Min	20.19	20.79	20.22	20.23	19.73	19.8
	Pcp	233.13	267.83	141.02	155.98	84.15	82.4
Mayo	Tem Max	33.47	32.69	33.12	33.19	33.31	33.43
	Tem Min	20.68	20.85	20.32	20.32	20.24	20.32
	Pcp	530.84	541.45	394.74	324.23	259.93	259.49
Junio	Tem Max	32.27	31.86	32.93	32.98	33.27	33.26
	Tem Min	20.38	20.32	20.35	20.37	20.6	20.65
	Pcp	660.46	645.63	671.96	649.63	450.42	472.46
Julio	Tem Max	32.62	32.01	33.32	33.37	33.74	33.66
	Tem Min	20.07	20.34	20.38	20.49	20.57	20.75
	Pcp	495.7	493.63	339.03	371.11	338.23	366.14
Agosto	Tem Max	32.67	32.25	33.41	33.59	33.6	33.56
	Tem Min	20.05	20.53	20.47	20.62	20.67	20.79
	Pcp	591.4	612.22	303.25	303.58	337.64	381.07
Septiembre	Tem Max	31.85	31.33	33.29	33.49	33.2	33.33
	Tem Min	19.94	20.21	20.55	20.65	20.73	20.8
	Pcp	705.82	739.76	450.72	423.29	421.03	427.41
Octubre	Tem Max	32.07	31.41	33.21	33.38	33.17	33.16
	Tem Min	19.94	20.31	20.43	20.55	20.61	20.68
	Pcp	594.82	628.73	646.11	507.76	358.25	377.11
Noviembre	Tem Max	32.27	32.06	33.43	33.65	33.25	33.34
	Tem Min	19.56	20.37	20.07	20.24	20.03	20.05
	Pcp	200.8	242.36	392.38	337.78	177.9	174.1
Diciembre	Tem Max	32.6	32.13	33.26	33.28	33.01	33.01
	Tem Min	19.01	19.49	19.49	19.49	19.43	19.51
	Pcp	41.62	45.6	360.74	339.78	115.57	111.43

Tabla 44: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 2 Finca Chicharras, Tapachula.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	27.47	27.79	27.14	27.27	26.84	26.92
	Tem Min	16.02	15.28	16.2	16.35	16.42	16.47
	Pcp	43.37	46.48	353.72	332.07	237.83	281.65
Febrero	Tem Max	27.5	27.81	27.12	27.23	26.77	26.85
	Tem Min	16.21	15.25	16.34	16.49	16.29	16.41
	Pcp	47.69	48.54	250.89	228.68	186.83	191.94
Marzo	Tem Max	27.6	28.3	27.02	27.03	26.98	27.02
	Tem Min	16.83	15.59	16.79	16.91	16.62	16.71
	Pcp	104.56	111.04	179.42	164.77	275.62	22.55
Abril	Tem Max	27.3	28.23	26.71	26.74	27.16	27.25
	Tem Min	17.39	16.49	17.37	17.42	17.17	17.23
	Pcp	210.97	312.54	188.96	213.65	339.61	350.29
Mayo	Tem Max	26.8	27.45	26.75	26.86	27	27.08
	Tem Min	17.71	17	17.75	17.8	17.65	17.74
	Pcp	468.45	524.79	399.07	370.53	673.59	658.92
Junio	Tem Max	26.17	27.29	26.53	26.57	26.79	26.76
	Tem Min	17.56	17.02	17.79	17.86	17.94	18.01
	Pcp	667.29	650.41	739.81	703.96	829.2	980.52
Julio	Tem Max	26.63	27.63	26.89	26.89	27.17	27.1
	Tem Min	17.42	16.86	17.89	17.95	17.96	18.07
	Pcp	508.09	413.02	322.26	354.86	644.8	760.6
Agosto	Tem Max	26.47	27.07	27.01	27.11	27.03	26.94
	Tem Min	17.38	16.74	18.03	18.12	17.98	18.1
	Pcp	599.21	610.98	268.63	271.3	804.23	756.38
Septiembre	Tem Max	25.94	26.03	26.91	27.06	26.69	26.72
	Tem Min	17.24	16.67	18.1	18.2	17.99	18.1
	Pcp	731.12	691.47	484.75	430.6	933.55	991.58
Octubre	Tem Max	26.23	26.21	27.09	27.19	26.69	26.65
	Tem Min	17.15	16.49	17.94	18.07	17.81	17.91
	Pcp	540.1	579.62	685.03	568.84	857.53	877.89
Noviembre	Tem Max	26.72	26.92	27.35	27.55	26.98	26.99
	Tem Min	16.75	16.46	17.4	17.56	17.32	17.34
	Pcp	191.91	264.27	421.98	375.84	460.23	452.01
Diciembre	Tem Max	27.16	27.91	27.41	27.39	26.99	26.92
	Tem Min	16.29	15.8	16.68	16.72	16.84	16.86
	Pcp	58.41	73.34	401.54	390.34	273.49	367.16

Tabla 45: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 3 IMPA, Tuxtla Chico.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	60-89	A2	B2	A2	B2	
Enero	Tem Max	31.39	30.96	31.14	31.07	31.14	
	Tem Min	17.29	18.19	18.34	18.35	18.52	
	Pcp	32.2	274.24	283.7	170.31	177.63	
Febrero	Tem Max	31.94	31.05	31.26	30.95	31.1	
	Tem Min	17.71	18.47	18.59	18.25	18.39	
	Pcp	35.01	196.8	188.79	122.89	146.63	
Marzo	Tem Max	32.45	31.26	31.34	31.37	31.49	
	Tem Min	18.78	19.17	19.37	18.75	18.84	
	Pcp	75.64	162.9	164.72	177.22	173.21	
Abril	Tem Max	32.57	31.22	31.28	31.75	31.82	
	Tem Min	20.12	20.16	20.19	19.53	19.61	
	Pcp	212.97	192.76	209.05	269.9	260.99	
Mayo	Tem Max	31.5	31.32	31.43	31.65	31.75	
	Tem Min	20.76	20.41	20.43	20.39	20.52	
	Pcp	454.63	412.61	363.36	662.83	686.46	
Junio	Tem Max	30.3	31.05	31.15	31.41	31.44	
	Tem Min	20.49	20.51	20.6	20.84	20.97	
	Pcp	597.53	617.87	640.95	880.25	893.45	
Julio	Tem Max	30.68	31.57	31.63	31.54	31.58	
	Tem Min	19.7	20.52	20.67	20.72	21.02	
	Pcp	513.7	352.75	374.72	633.1	726.27	
Agosto	Tem Max	30.57	31.77	31.89	31.52	31.5	
	Tem Min	19.98	20.67	20.84	20.94	21.18	
	Pcp	629.44	309.18	306.82	680.4	741.7	
Septiembre	Tem Max	30.11	31.64	31.79	31.31	31.36	
	Tem Min	20.1	20.84	20.92	21.11	21.21	
	Pcp	715.79	467.85	422.81	786.76	817.74	
Octubre	Tem Max	30.44	31.42	31.6	31.45	31.39	
	Tem Min	19.89	20.53	20.65	20.9	21.02	
	Pcp	596.83	588.93	519.73	719.52	739.21	
Noviembre	Tem Max	30.62	31.42	31.66	31.56	31.56	
	Tem Min	19.03	19.81	19.99	19.87	19.97	
	Pcp	198.02	358.72	329.09	363.27	342.07	
Diciembre	Tem Max	30.99	31.19	31.29	31.41	31.34	
	Tem Min	17.94	18.83	18.89	19.09	19.17	
	Pcp	34.41	314.14	325.06	255.84	264.27	



Tabla 46: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 4 Medio Monte, Tuxtla Chico.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	31.57	32.02	31.21	31.31	31.37	31.39
	Tem Min	17.84	18.14	18.73	18.84	18.65	18.7
	Pcp	17.56	1.52	203.94	196.24	244.62	247.3
Febrero	Tem Max	31.88	32.69	31.17	31.25	31.27	31.32
	Tem Min	18.16	17.98	18.8	18.81	18.53	18.57
	Pcp	10.76	11.29	174.7	135.63	188.04	213.45
Marzo	Tem Max	32.42	34.04	31.22	31.27	31.48	31.53
	Tem Min	18.81	19.14	19.03	19.15	18.68	18.75
	Pcp	41.97	29.08	109.17	125.47	252.85	249.92
Abril	Tem Max	32.39	31.75	31.15	31.27	31.76	31.86
	Tem Min	19.72	19.88	19.58	19.53	19.2	19.22
	Pcp	132.08	135.46	146.42	173.81	377.06	350.63
Mayo	Tem Max	31.83	33.51	31.53	31.59	31.82	31.9
	Tem Min	20.05	20.34	19.89	19.8	19.87	19.88
	Pcp	377.71	299.58	318.21	301.15	660.71	631.22
Junio	Tem Max	31.17	32.59	31.69	31.73	31.75	31.77
	Tem Min	19.95	20.01	19.81	19.86	20.22	20.23
	Pcp	512.28	502.13	534.43	554.2	760.93	783.77
Julio	Tem Max	31.39	32.76	31.97	31.98	31.95	31.96
	Tem Min	19.78	19.93	19.76	19.8	20.12	20.23
	Pcp	446.36	395.68	292.37	294.13	626.69	714.22
Agosto	Tem Max	31.31	32.67	32.05	32.11	31.89	31.9
	Tem Min	19.71	19.84	19.77	19.77	20.11	20.23
	Pcp	494.77	485.79	269.32	256.6	726.74	794.32
Septiembre	Tem Max	31.91	31.87	32	32.05	31.65	31.71
	Tem Min	19.8	20.08	19.76	19.8	20.11	20.2
	Pcp	606.38	569	400.41	389.08	870.78	891.74
Octubre	Tem Max	31.13	31.67	31.89	31.98	31.62	31.61
	Tem Min	19.69	20.12	19.61	19.65	19.89	19.98
	Pcp	458.4	551.25	594.54	511.76	796.29	827.76
Noviembre	Tem Max	31.11	31.81	31.74	31.83	31.64	31.62
	Tem Min	19.14	19.81	19.41	19.45	19.37	19.42
	Pcp	141.58	176.69	343.28	298.18	448.8	466.63
Diciembre	Tem Max	31.22	31.84	31.5	31.52	31.53	31.51
	Tem Min	18.45	18.7	19.02	19.03	18.97	19.03
	Pcp	22.84	24.01	276.43	261.73	316.51	322.04

Tabla 47: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 5 San Jerónimo, Unión Juárez.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	32.36	31.87	33.5	33.5	33.18	33.23
	Tem Min	17.31	16.57	17.51	17.74	17.64	17.74
	Pcp	51.91	86.87	315.37	377.85	257.25	301.9
Febrero	Tem Max	32.85	31.86	33.6	33.6	33.09	33.2
	Tem Min	17.48	16.39	17.77	17.85	17.43	17.58
	Pcp	63.56	65.46	296.68	242.41	218.82	232.43
Marzo	Tem Max	33.4	31.85	33.7	33.8	33.41	33.43
	Tem Min	18.14	16.33	18.29	18.44	17.75	17.9
	Pcp	95.65	145.52	246.58	184.89	189.63	306.38
Abril	Tem Max	33.1	32.28	33.8	33.7	33.68	33.77
	Tem Min	18.77	17.26	18.91	18.98	18.35	18.44
	Pcp	251.52	242.23	216.82	258.94	297.61	385.09
Mayo	Tem Max	32.64	32.08	33.5	33.6	33.72	33.78
	Tem Min	19.22	17.39	19.13	19.28	18.88	18.97
	Pcp	530.36	405.35	442.26	399.62	454	542.44
Junio	Tem Max	32.03	31.43	33.5	33.5	33.72	33.69
	Tem Min	19.06	17.46	19.08	19.17	19.32	19.29
	Pcp	675.73	478.45	652.62	583.65	646.44	678.84
Julio	Tem Max	32.19	31.8	34.01	34.01	33.88	33.86
	Tem Min	18.71	17.57	19.12	19.28	19.38	19.46
	Pcp	533.9	415.93	355.89	348.16	529.52	587.8
Agosto	Tem Max	32.28	31.89	34.1	34.22	33.73	33.7
	Tem Min	18.85	17.65	19.32	19.48	19.35	19.4
	Pcp	617.58	493.63	337.59	270.24	529.4	697.8
Septiembre	Tem Max	31.74	31.41	33.9	34	33.49	33.53
	Tem Min	18.93	16.89	19.42	19.57	19.24	19.37
	Pcp	698.92	663.81	388.36	401.39	566.2	679.32
Octubre	Tem Max	31.85	31.47	33.7	33.89	33.56	33.54
	Tem Min	18.51	17.58	19.26	19.43	19.06	19.18
	Pcp	639.34	458.95	596.81	525.33	595.35	667.45
Noviembre	Tem Max	32.14	31.09	33.8	34.01	33.6	33.57
	Tem Min	18.04	16.92	18.86	19.08	18.7	18.69
	Pcp	251.58	289.6	419.33	412.18	352.2	503.49
Diciembre	Tem Max	32.31	31.64	33.6	33.71	33.45	33.37
	Tem Min	17.48	16.41	18.13	18.14	18.17	18.19
	Pcp	75.65	80.1	357.88	355.49	291.96	381.29

Tabla 48: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 6 Santo Domingo, Unión Juárez.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	28.76	27.38	28.45	28.55	28.77	28.98
	Tem Min	17.1	16.63	17.34	17.44	17.27	17.28
	Pcp	58.19	53.51	241.14	249.84	318.91	298.84
Febrero	Tem Max	28.81	27.56	28.51	28.62	28.69	28.96
	Tem Min	17	16.86	17.5	17.54	17.17	17.23
	Pcp	65.06	33.69	212.75	206.81	217.32	236.16
Marzo	Tem Max	29.32	27.86	28.93	28.99	28.88	28.97
	Tem Min	17.35	17.33	17.82	17.92	17.32	17.39
	Pcp	156.3	119.29	235.06	229.17	295.88	300.35
Abril	Tem Max	29.45	28.12	29.16	29.16	29.08	29.06
	Tem Min	17.95	16.73	18.29	18.25	17.71	17.75
	Pcp	274.85	309.98	328.54	330.59	325.04	384.62
Mayo	Tem Max	29.18	28.37	29.16	29.18	29.04	29.21
	Tem Min	18.24	16.82	18.39	18.42	18.12	18.19
	Pcp	552.61	561.77	577.66	537.79	550.07	547.89
Junio	Tem Max	28.69	28.32	29.11	29.22	29.25	29.23
	Tem Min	18.16	16.3	18.45	18.49	18.39	18.4
	Pcp	726.18	621.58	809.06	778.01	695.88	669.42
Julio	Tem Max	28.75	28.29	29.31	29.38	29.52	29.42
	Tem Min	18.05	16.51	18.46	18.52	18.31	18.4
	Pcp	564.83	484.29	490.9	526.9	581.84	600.6
Agosto	Tem Max	28.81	28.24	29.44	29.37	29.4	29.47
	Tem Min	18.01	16.72	18.53	18.56	18.32	18.37
	Pcp	663.89	587.93	469.1	462.32	693.66	691.48
Septiembre	Tem Max	28.23	28.08	29.38	29.31	29.45	29.44
	Tem Min	18.08	16.21	18.51	18.61	18.3	18.36
	Pcp	773.87	789.29	601.35	572.45	716.24	686.15
Octubre	Tem Max	28.36	27.96	29.02	29.07	29.43	29.46
	Tem Min	17.69	16.31	18.37	18.45	18.18	18.23
	Pcp	588.73	621.41	576.13	592.85	671.5	667.03
Noviembre	Tem Max	28.39	27.81	28.96	29.14	29.35	29.4
	Tem Min	17.68	16.74	18.09	18.14	17.84	17.8
	Pcp	255.34	286.19	408.77	378.73	440.62	500.7
Diciembre	Tem Max	28.3	27.47	28.77	28.7	29.11	29.2
	Tem Min	17.11	16.69	17.66	17.64	17.5	17.52
	Pcp	73.31	88.75	294.18	293.26	380.5	385.44

Tabla 49: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 7 Talismán, Tuxtla Chico.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	32.92	33.5	32.39	32.6	32.68	32.73
	Tem Min	18.15	19.14	18.89	19.07	19.17	19.21
	Pcp	19.39	15.21	243.79	253.35	224.85	246.44
Febrero	Tem Max	33.75	33.76	32.37	32.65	32.69	32.87
	Tem Min	18.62	19.21	19	19.12	18.93	19.03
	Pcp	32.4	23.68	190.57	190.31	192.59	198.49
Marzo	Tem Max	34.16	33.91	32.52	32.56	32.93	33.03
	Tem Min	19.54	19.33	19.44	19.56	19.26	19.38
	Pcp	64.41	93.01	155.36	161.99	226.15	218.5
Abril	Tem Max	34	33.39	32.31	32.43	33.15	33.16
	Tem Min	20.85	19.35	20.33	20.42	20.1	20.16
	Pcp	202.26	237.42	203.54	235.72	281.36	293.2
Mayo	Tem Max	32.68	33.21	32.63	32.84	32.64	32.75
	Tem Min	21.43	19.58	21.02	21.02	20.85	21.05
	Pcp	470.9	493.93	419.44	349.78	477.49	505.99
Junio	Tem Max	31.55	32.76	32.57	32.68	32.27	32.28
	Tem Min	21.06	19.37	21.26	21.3	21.45	21.46
	Pcp	626.88	628.4	652.04	641.24	657.29	662.74
Julio	Tem Max	31.8	32.88	33.15	33.12	32.67	32.52
	Tem Min	20.98	19.31	21.31	21.42	21.42	21.54
	Pcp	564.78	528.11	351.56	372.45	651.61	711.38
Agosto	Tem Max	31.66	32.92	33.34	33.42	32.45	32.46
	Tem Min	20.62	19.2	21.36	21.56	21.35	21.44
	Pcp	626.75	587.44	337.03	329.15	703.62	739.47
Septiembre	Tem Max	31.04	32.73	33.17	33.34	32.28	32.35
	Tem Min	20.73	19.31	21.4	21.51	21.28	21.47
	Pcp	723.03	734.18	490.78	431.15	710.14	736.97
Octubre	Tem Max	31.45	32.84	32.9	33.1	32.43	32.41
	Tem Min	20.52	19.56	20.98	21.12	20.94	21.12
	Pcp	567.01	673.37	597.92	565.17	677.91	719.39
Noviembre	Tem Max	31.82	33.27	32.77	33.01	32.74	32.73
	Tem Min	19.73	19.96	20.3	20.45	20.32	20.31
	Pcp	184.97	239.32	405.02	365.47	425	413.96
Diciembre	Tem Max	32.15	33.39	32.53	32.64	32.85	32.77
	Tem Min	18.55	19.53	19.52	19.61	19.77	19.72
	Pcp	45.84	51.68	346.09	324.53	291.55	329.07

Tabla 50: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 8 Malpaso, Tapachula.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	33.57	34.27	32.61	32.79	32.86	32.96
	Tem Min	16.74	16.81	17.9	18.07	18.12	18.22
	Pcp	18.56	10.76	237.61	229.17	200.35	222.39
Febrero	Tem Max	34.23	34.43	32.57	32.83	32.92	33.03
	Tem Min	17.44	17.08	18.22	18.33	17.9	18.04
	Pcp	27.37	21.79	201.16	184.89	155.6	176.7
Marzo	Tem Max	34.78	34.48	32.69	32.77	33.04	33.2
	Tem Min	18.78	18.5	18.97	19.16	18.35	18.55
	Pcp	57.2	60.53	205.98	204.07	237.83	218.82
Abril	Tem Max	34.33	34.54	32.38	32.58	33.17	33.29
	Tem Min	20.31	20.05	20.08	20.09	19.33	19.47
	Pcp	178.84	206.65	241.42	257.42	283.87	274.74
Mayo	Tem Max	33.09	33.48	32.86	33.04	32.67	32.74
	Tem Min	21.07	20.96	20.57	20.56	20.37	20.42
	Pcp	455.67	499.69	407.99	377.86	566.76	576.9
Junio	Tem Max	31.88	32.19	32.97	32.96	32.26	32.34
	Tem Min	20.85	20.63	20.77	20.79	20.98	21.06
	Pcp	578.04	570.31	590.27	601.62	740.93	708.15
Julio	Tem Max	32.18	32.16	33.72	33.69	32.81	32.7
	Tem Min	20.18	19.96	20.63	20.73	20.83	21.06
	Pcp	454.14	404.82	306.84	321.54	533.84	611.42
Agosto	Tem Max	32.1	32.2	34.02	34.12	32.7	32.63
	Tem Min	20.18	19.98	20.75	20.87	21.03	21.22
	Pcp	555.59	542.49	274.59	268.08	627.55	707.06
Septiembre	Tem Max	31.55	31.73	33.8	34.01	32.39	32.46
	Tem Min	20.44	20.32	20.96	21.05	21.22	21.39
	Pcp	733.25	692.09	431.68	388.74	200.29	766.12
Octubre	Tem Max	32.12	32.04	33.52	33.66	32.56	32.57
	Tem Min	20.09	20.08	20.58	20.66	20.88	21.08
	Pcp	545.53	547.4	527.93	483.78	701.64	780.06
Noviembre	Tem Max	30.76	33.23	33.22	33.54	32.99	32.96
	Tem Min	18.94	19.06	19.64	19.82	19.76	19.84
	Pcp	170.56	177.59	347.51	318.2	395.18	384.73
Diciembre	Tem Max	32.84	34.2	32.91	32.99	33.07	32.99
	Tem Min	17.46	17.39	18.62	18.66	18.82	18.95
	Pcp	28.91	32.86	277.07	274.92	276.17	284.64

Tabla 51: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 9 Tapachula, Tapachula.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	33.31	34.33	33.04	33.18	33.43	33.49
	Tem Min	16.21	20.13	17.17	17.28	17.27	17.23
	Pcp	5.16	3.94	76.03	83.89	68.64	67
Febrero	Tem Max	33.94	35.25	33.03	33.27	33.4	33.56
	Tem Min	16.76	20.71	17.31	17.38	17.11	17.13
	Pcp	8.63	3.23	64.27	60.47	49.82	64.83
Marzo	Tem Max	34.82	36.04	33.15	33.14	33.7	33.81
	Tem Min	17.83	22.03	17.7	17.87	17.24	17.41
	Pcp	26.56	8.98	64.78	60.32	87.14	79.64
Abril	Tem Max	34.87	36.3	32.93	33.04	33.99	33.05
	Tem Min	19.19	23.35	18.41	18.4	17.95	17.99
	Pcp	81.81	63.93	104.74	134.34	124.55	133.15
Mayo	Tem Max	33.73	34.75	33.25	33.4	33.6	33.64
	Tem Min	19.44	23.5	18.72	18.65	18.67	18.76
	Pcp	251.32	239.77	258.27	228.37	352.05	365.92
Junio	Tem Max	32.37	33.66	33.27	33.32	33.33	33.35
	Tem Min	18.92	22.96	18.53	18.57	18.99	19.1
	Pcp	403.14	299.12	398.7	372.02	456.84	473.66
Julio	Tem Max	32.86	33.94	33.74	33.77	33.72	33.62
	Tem Min	18.62	22.52	18.68	18.72	18.95	19.06
	Pcp	339.35	246.13	210.93	218.29	314.64	393.71
Agosto	Tem Max	32.7	33.87	34.02	34.02	33.58	33.57
	Tem Min	18.62	22.51	18.76	18.87	18.92	19
	Pcp	352.69	306.27	187.92	194.06	399.37	412.39
Septiembre	Tem Max	31.89	32.88	33.81	33.98	33.31	33.43
	Tem Min	18.64	22.51	18.76	18.83	18.79	18.91
	Pcp	442.9	400.95	291.24	279.17	456.29	506.77
Octubre	Tem Max	32.29	33.22	33.58	33.72	33.38	33.33
	Tem Min	18.53	22.48	18.54	18.53	18.68	18.66
	Pcp	285.17	226.8	358.29	299.13	430.92	467.97
Noviembre	Tem Max	32.53	33.71	33.43	33.65	33.63	33.67
	Tem Min	17.92	22.03	18.16	18.29	18.11	18.15
	Pcp	68.04	106.15	184.29	168.92	194.41	180.81
Diciembre	Tem Max	32.83	33.92	33.21	33.29	33.65	33.58
	Tem Min	16.77	20.86	17.62	17.64	17.71	17.71
	Pcp	7	15.01	117.67	111.7	97.14	122.05

- **Anexo 4** tablas de resultados del análisis de clima del periodo 2005 – 2020 basados en los GCM en Jitotol, Chiapas.

Tabla 52: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 1 Bochil, Bochil.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	24.47	24.6	24.45	25	25.04	25.18
	Tem Min	9.32	10.64	10.16	10.53	10.82	10.81
	Pcp	11.42	7.4	39.39	37.61	32.41	34.12
Febrero	Tem Max	26.33	26.03	24.96	24.99	25.49	26.05
	Tem Min	10.77	11.39	10.7	11.07	10.07	10.67
	Pcp	11	13.89	42.18	41.03	21.11	27.68
Marzo	Tem Max	29.12	28.92	26.05	26.35	27.06	27.13
	Tem Min	12.98	12.78	12.03	12.17	11.35	11.61
	Pcp	12.63	16.99	57.87	64.01	39.99	43.3
Abril	Tem Max	30.83	30.71	28.06	28.33	29.7	29.32
	Tem Min	15.16	14.95	13.42	13.65	13.68	13.44
	Pcp	29.18	42.94	93.43	98.04	67.61	66.38
Mayo	Tem Max	31.28	30.59	30.5	30.13	30.99	31.02
	Tem Min	16.26	16.01	15.91	15.55	16.59	16.45
	Pcp	86.52	103.77	126.5	124.18	154.04	161.79
Junio	Tem Max	29.41	29.12	31.77	31.88	30.7	30.79
	Tem Min	16.49	16.2	16.99	17.09	17.44	17.74
	Pcp	233.12	225.2	204.93	196.22	228.9	221.58
Julio	Tem Max	29.09	28.69	31.88	31.68	30.4	30.46
	Tem Min	16.15	15.99	16.92	16.91	17.19	17.47
	Pcp	178.57	155.6	175.06	179.71	165.65	174.31
Agosto	Tem Max	29.11	28.49	31.6	31.59	30.29	30.59
	Tem Min	16.18	15.85	17.15	17.2	17.8	18.06
	Pcp	223.63	195.49	181.64	172.46	199.46	215.76
Septiembre	Tem Max	28.3	27.54	30.96	31.15	29.8	29.92
	Tem Min	16.07	15.73	17.51	17.57	17.49	17.74
	Pcp	248.37	251.48	197.87	188.25	230.92	247.63
Octubre	Tem Max	27.34	26.99	28.66	29.48	29.03	29.05
	Tem Min	15.03	15.18	16.45	16.64	16.42	16.82
	Pcp	103.92	125.11	152.69	157.82	208.92	221.26
Noviembre	Tem Max	25.97	25.53	27.52	27.64	27.15	27.12
	Tem Min	12.74	13.55	14.05	14.18	13.64	13.5
	Pcp	37.35	59.97	85.86	93.86	87.06	87.54
Diciembre	Tem Max	25.1	24.04	25.52	25.67	26.24	26.04
	Tem Min	10.69	11.14	11.44	11.47	12.18	12.02
	Pcp	21.21	25.18	49.12	56.35	56.34	44.93

Tabla 53: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 2 Bonbana, Bochil.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	26.17	28.35	23.79	24.57	25.77	25.94
	Tem Min	15.94	16.12	15	15.35	15.04	15.15
	Pcp	8.67	2.37	17.39	15.72	30.38	30.9
Febrero	Tem Max	27.57	29.94	24.13	24.12	25.18	26.05
	Tem Min	16.23	16.09	15.64	15.8	14.39	14.92
	Pcp	9.77	12.77	10.91	14.1	17.59	20.92
Marzo	Tem Max	30.18	31.07	25.18	25.56	27.13	27.11
	Tem Min	17.91	17.47	16.8	17.1	15.66	15.83
	Pcp	8.83	4.35	18.41	16.81	24.36	28.82
Abril	Tem Max	31.53	32.12	28.07	28.42	29.11	28.47
	Tem Min	19.52	19.28	18.45	18.48	17.47	17.2
	Pcp	25.22	18.5	44.3	46.64	42.28	40.68
Mayo	Tem Max	31.62	31.75	31.28	30.62	30.03	30.2
	Tem Min	20.3	19.43	19.57	19.41	19.36	19.48
	Pcp	89.39	74.57	148.62	141.55	126.43	137.48
Junio	Tem Max	29.13	30.56	32.7	32.63	31.22	31.32
	Tem Min	19.91	19.35	20.15	20.22	20.33	20.46
	Pcp	221.74	235.2	271.41	245.17	181.99	188.87
Julio	Tem Max	28.48	29.66	32.26	31.87	30.43	30.71
	Tem Min	19.17	18.53	20.33	20.38	19.48	19.84
	Pcp	196.04	165.37	215.26	202.87	92.62	118.02
Agosto	Tem Max	28.5	29.65	31.64	31.46	29.79	30.16
	Tem Min	19.4	18.61	20.46	20.57	20.03	20.25
	Pcp	198.26	231.07	205.11	177.44	144.51	157.48
Septiembre	Tem Max	27.86	29.39	30.52	30.6	30.55	30.64
	Tem Min	19.54	18.77	20.3	20.53	20.38	20.63
	Pcp	221.83	205.84	225.67	200.68	234.76	225.54
Octubre	Tem Max	27.07	28.84	27.45	28.46	29.08	29.22
	Tem Min	18.84	18.38	19.09	19.43	19.84	20
	Pcp	86.4	90.7	128.83	134.91	205.06	202.03
Noviembre	Tem Max	26.52	28.69	26.69	26.7	27.39	27.16
	Tem Min	17.45	17.4	17.74	17.91	17.37	17.36
	Pcp	26.43	38.31	53.05	54.63	75.35	77.39
Diciembre	Tem Max	26.23	27.97	24.72	25.11	26.85	26.5
	Tem Min	16.55	16.4	15.95	15.97	16.27	16.1
	Pcp	14.65	13.09	23.73	28.34	43.47	52.01

Tabla 54: Promedio de Precipitación, Temperatura Máxima y mínima del periodo 1960 – 1989, periodo Actual 1990 – 2004 y los GCM 2005 – 2020, estación 3 Chicoasén, Chicoasén.

		Modelos de Circulación General					
		Periodos		HadCM3		CGCM2	
Mes	Variable	1960-1989	1990-2004	A2	B2	A2	B2
Enero	Tem Max	30.84	29.58	29.07	29.83	29.93	29.96
	Tem Min	18.2	18.27	17.21	17.78	18.41	18.51
	Pcp	3.68	2.26	12.74	13.92	6.53	6.46
Febrero	Tem Max	32.05	31.46	29.67	29.54	29.39	30.19
	Tem Min	18.95	18.86	18.09	18.45	17.71	18.45
	Pcp	7.37	7.32	14.56	15	2.55	5.28
Marzo	Tem Max	35.17	33.48	30.81	31.18	31.43	31.35
	Tem Min	21.08	20.18	19.91	20.44	19.16	19.35
	Pcp	5.5	2.19	22.6	21.99	6.14	6.78
Abril	Tem Max	36.78	35.62	33.67	33.9	33.71	33.1
	Tem Min	23.32	22.87	22.51	22.63	21.46	21
	Pcp	21.64	15.98	51.2	61.27	24.71	14.36
Mayo	Tem Max	37.1	35.66	36.44	35.88	35.3	35.33
	Tem Min	24.48	23.18	24.49	24.39	24.06	23.98
	Pcp	81.73	78.3	184.88	167.75	132.86	149.04
Junio	Tem Max	34.52	33.62	37.69	37.78	36.59	36.63
	Tem Min	23.64	22.45	24.84	25.06	25.19	25.51
	Pcp	212.67	253.97	305.68	309.51	277.48	257.48
Julio	Tem Max	33.51	31.9	37.24	36.95	35.31	35.6
	Tem Min	22.92	21.69	25.36	25.47	24.61	24.95
	Pcp	188.41	154.08	226.11	231.56	113.47	114.67
Agosto	Tem Max	33.6	32.09	36.77	36.64	34.65	35.1
	Tem Min	22.95	21.72	25.6	25.79	24.82	25.11
	Pcp	188.9	183.6	218.64	212.86	145.99	191.8
Septiembre	Tem Max	32.9	31.5	35.71	35.86	35.52	35.71
	Tem Min	22.77	21.71	25.27	25.57	24.84	25.1
	Pcp	197.51	148.82	245.32	239.3	240	266.15
Octubre	Tem Max	32.09	30.45	32.66	33.68	34.17	34.39
	Tem Min	21.57	20.81	23.61	24.11	23.97	24.32
	Pcp	58.62	82.93	156.06	177.92	259.62	262.54
Noviembre	Tem Max	31.69	29.76	31.99	32.01	31.78	31.62
	Tem Min	19.91	19.46	21.39	21.77	21.17	21.1
	Pcp	16.57	34.03	64.27	66.17	50.2	43.34
Diciembre	Tem Max	30.84	28.81	29.93	30.31	31.1	30.74
	Tem Min	18.65	18.28	18.69	18.8	19.97	19.6
	Pcp	9.01	11.96	21.06	23.17	15.22	16.22