



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

“ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LOS INCENDIOS FORESTALES Y EL EFECTO  
DEL FENÓMENO ENOS EN EL CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO  
MÉXICO”

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

**ALMA ROSA ESPINOZA JIMÉNEZ**

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA. FFyL

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. NOVIEMBRE, 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## ***Dedicatoria***

*A mi madre, el ser más hermoso de este Universo. Gracias por tu fortaleza, tu valentía y tu constancia. Eres mi ejemplo de vida, eres la persona que con hechos me ha demostrado que rendirse no es opción. Te amo infinitamente*

*A mi padre por darme el mejor de los regalos: la vida. Gracias por todo lo compartido, por todas tus enseñanzas, por acompañarme cada día. Mi amor por ti traspasa tiempo y espacio.*

*A mis hermanos Mariana, Hugo, Lidia y Jose Juan. Gracias por este tiempo compartido, por crear juntos bonitos recuerdos y gracias por esos pequeños seres humanos que han llegado a este mundo a alegrarnos la vida: Avril y Jose Antonio. Los amo*

*A la música y al canto por permitirme ser uno con el universo. “(...) cantamos porque creemos en la gente y porque venceremos la derrota” M. Benedetti*

*A mis entrañables amigos. Gracias por transitar este camino conmigo y gracias por todos los momentos compartidos, por los viajes y aventuras. Especialmente al Dr. Ernesto Pirsch Vidal por todo el apoyo en la revisión de este escrito.*

*A todos mis grandes maestros de la escuela y de la vida. Los recuerdo siempre con gran cariño y admiración.*

*A Moisés por SER y ESTAR. Gracias por apoyarme de mil maneras. Que placer coincidir contigo en esta vida. Te amo todos mis días.*

*“Se acercó y me dio la mano. De todas aquellas manos, la suya era la única que transmitía vida” M. Benedetti*

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por la formación académica, cultural, profesional y personal. Gracias por ser un pilar fundamental en mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de Posgrado.

A mi asesora la Dra. Leticia Gómez Mendoza y mis sinodales: Dra. Guadalupe Rebeca Granados Ramírez, Dr. Ernesto dos Santos Caetano Neto, Mtro. Germán Raúl Vera Alejandre y al Mtro. Enrique Muñoz López, por sus valiosas aportaciones y el tiempo para la revisión de este escrito. Asimismo, al Mtro. Muñoz y a la CAT-CGCRB-CONABIO por todo el apoyo otorgado para la realización del trabajo de campo.

Al Proyecto PAPIIT–DGAPA, UNAM: Consolidación de la Red Fenológica Comunitaria en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Clave IN226717. Responsable: Dra. Leticia Gómez Mendoza.

Al Proyecto de Investigación de la Facultad de Filosofía y Letras–UNAM: Seminario de Investigación Clima, Biodiversidad y Salud. Clave: SEM 01\_007\_2019. Responsable: Dra. Leticia Gómez Mendoza.



## ÍNDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Marco de Referencia</b> .....	<b>3</b>
1.1. Variabilidad climática: El Niño Oscilación del Sur (ENOS).....	3
1.2. Los incendios forestales. Antecedentes en el Corredor Biológico Mesoamericano México. 10	
1.3. El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM).....	15
1.4. El Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) .....	22
<b>2. Aspectos Metodológicos</b> .....	<b>31</b>
2.1. Trabajo de campo. Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos .....	31
2.2. Análisis del fenómeno ENOS a nivel CBMM .....	33
2.3. Análisis de los incendios forestales a escala nacional, estatal, municipal, CBMM y en los sistemas productivos sostenibles de los corredores biológicos .....	33
<b>3. Diagnóstico</b> .....	<b>37</b>
3.1. Trabajo de campo en la región Calakmul Sur, Campeche. Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos .....	37
3.2. Análisis de la evidencia empírica.....	37
3.2.1. Sistemas productivos sostenibles .....	39
3.2.2. Los fenómenos climáticos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la sequía .....	40
3.2.3. Incendios forestales.....	49
<b>4. Resultados</b> .....	<b>59</b>
4.1. Análisis del fenómeno ENOS a nivel CBMM .....	59
4.1.1. Eventos La Niña .....	68
4.1.2. Eventos El Niño .....	74
4.2. Análisis regional de los incendios forestales en el CBMM .....	89
4.2.1. Incendios forestales en los estados que conforman el CBMM .....	89
4.2.2. Incendios forestales en Chiapas .....	91
4.2.3. Incendios forestales en Oaxaca .....	96
4.2.4. Incendios forestales en Quintana Roo .....	102
4.2.5. Incendios forestales en Yucatán .....	107
4.2.6. Incendios forestales en Campeche y Tabasco .....	111
4.2.7. Tendencia de los incendios forestales en el CBMM .....	117
4.3. Estrategias de gestión ambiental para la reducción de incendios forestales en el CBMM .	134
<b>Discusión y conclusiones</b> .....	<b>145</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>151</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>158</b>

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Intensidad de eventos ENOS a partir de los valores del Índice Oceánico El Niño (ONI) en la región Niño 3.4 del Océano Pacífico ecuatorial Centro-Este
- Tabla 2. Eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS), periodo 1950–2016
- Tabla 3. Informes anuales históricos de los incendios forestales en México
- Tabla 4. Sección 2. ¿Para usted qué es el fenómeno de El Niño?
- Tabla 5. Sección 2. ¿Cómo afecta a su trabajo este fenómeno?
- Tabla 6. Sección 2. ¿Para usted qué es una sequía?
- Tabla 7. Sección 2. ¿Qué meses son los más lluviosos en Calakmul Sur?, ¿Qué meses son los más calurosos?
- Tabla 8. Intervalo de los meses más lluviosos y los meses más calurosos en Calakmul Sur
- Tabla 9. Sección 2. ¿Ha observado disminución de las lluvias?
- Tabla 10. Sección 2. ¿Ha observado un aumento de la temperatura?
- Tabla 11. Sección 2. ¿Desde cuándo se dio cuenta que sucedían estas condiciones?
- Tabla 12. Sección 2. ¿A qué cree que se deba esta situación?
- Tabla 13. Sección 2. ¿Qué hace cuando se presentan estas condiciones?
- Tabla 14. Sección 2. ¿Cómo le afecta a sus actividades que no llueva o que haga mucho calor?
- Tabla 15. Sección 3. ¿Se presentan incendios frecuentemente?
- Tabla 16. Sección 3. ¿En qué meses se presentan los incendios?
- Tabla 17. Sección 3. En Calakmul Sur ¿qué áreas son afectadas?
- Tabla 18. Sección 3. ¿Qué parte de la vegetación afectan más los incendios?
- Tabla 19. Sección 3. ¿Cómo previenen los incendios forestales?
- Tabla 20. Sección 3. ¿Tienen un calendario de quemas?
- Tabla 21. Sección 3. ¿En qué fecha pueden quemar?
- Tabla 22. Sección 3. ¿Quién los apoya en esta actividad?
- Tabla 23. Sección 3. ¿Reciben algún tipo de información sobre la temporada de lluvias, la temporada de sequías o la temporada de huracanes?
- Tabla 24. Sección 3. ¿Quién les proporciona esta información?
- Tabla 25. Sección 3. ¿Con qué otro tipo de información le gustaría contar?
- Tabla 26. Lista de estaciones empleadas por el North American Drought Monitor para calcular el SPI en la región del Corredor Biológico Mesoamericano (CBMM)
- Tabla 27. Estadísticos descriptivos
- Tabla 28. Estandarización de variables
- Tabla 29. Valores y categorías del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) empleados en México
- Tabla 30. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 1995–1996
- Tabla 31. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 1998–2001
- Tabla 32. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 2007–2008
- Tabla 33. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 2010–2011/La Niña 2011–2012
- Tabla 34. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 1994–1995
- Tabla 35. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 1997–1998
- Tabla 36. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2002–2003
- Tabla 37. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2004–2005
- Tabla 38. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2006–2007
- Tabla 39. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2009–2010
- Tabla 40. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2014–2016
- Tabla 41. Condiciones predominantes durante inviernos bajo influencia de eventos La Niña
- Tabla 42. Condiciones predominantes durante veranos bajo influencia de eventos La Niña
- Tabla 43. Condiciones predominantes durante inviernos bajo influencia de eventos El Niño
- Tabla 44. Condiciones predominantes durante veranos bajo influencia de eventos El Niño
- Tabla 45. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014.
- Tabla 46. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014

- Tabla 47. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014
- Tabla 48. Tipo de incendios forestales en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014
- Tabla 49. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014
- Tabla 50. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014
- Tabla 51. Tipo de incendios forestales en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014
- Tabla 52. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014
- Tabla 53. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014
- Tabla 54. Tipo de incendios forestales en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014
- Tabla 55. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014
- Tabla 56. Registro de incendios forestales por ecosistema en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014
- Tabla 57. Registro de incendios forestales por tipo de causa en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014
- Tabla 58. Incendios forestales y superficie siniestrada en los nueve corredores que conforman el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014
- Tabla 59. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014
- Tabla 60. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los nueve corredores biológicos que conforman el CBMM, periodo 2005-2014
- Tabla 61. Registro de incendios forestales por ecosistema en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Costa de Yucatán, Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla - Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco
- Tabla 62. Registro de incendios forestales por ecosistema en los corredores biológicos Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Sierra Madre del Sur
- Tabla 63. Tipo de incendios forestales en los nueve corredores biológicos que conforman el CBMM, periodo 2005-2014
- Tabla 64. Registro de incendios forestales por tipo de causa en los nueve corredores biológicos del CBMM, periodo 2005-2014
- Tabla 65. Corredores Biológicos asociados a los sistemas productivos sostenibles y a las categorías de gestión territorial
- Tabla 66. Sistemas productivos sostenibles distribuidos en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax, Sierra de Tabasco y Sierra Madre del Sur
- Tabla 67. Porcentaje de incendios forestales en los Sistemas productivos sostenibles de los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax, Sierra de Tabasco y Sierra Madre del Sur
- Tabla 68. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Calakmul-Bala'an K'aax
- Tabla 69. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Oaxaca
- Tabla 70. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Selva Maya Zoque
- Tabla 71. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sian Ka'an-Bala'an K'aax
- Tabla 72. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sierra de Tabasco
- Tabla 73. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sierra Madre del Sur

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Regiones El Niño del Océano Pacífico ecuatorial Centro-Este. Fuente: Department of Atmospheric and Oceanic Sciences–UCLA, 2015.
- Figura 2. Evolución del Índice Oceánico El Niño (ONI) en la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W), periodo 1994–2016. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service-Center for Weather and Climate Prediction (NOAA, 2017). Círculos: eventos La Niña, círculos punteados: eventos El Niño.
- Figura 3. Distribución de eventos El Niño en el periodo comprendido entre 1994–2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service-Center for Weather and Climate Prediction (NOAA, 2017).
- Figura 4. Total de incendios forestales en México, periodo 1995-2014. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de los informes históricos de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal, 2015a.
- Figura 5. Total de incendios forestales y superficie siniestrada para los estados mayormente afectados, periodo 1995-2014. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de los informes históricos de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal, 2015a.
- Figura 6. Estructura Institucional de la Iniciativa CBM. Fuente CCAD, 2000. Además de las instituciones mencionadas en la lista, también hay muchas organizaciones nacionales y locales que contribuyen a la consolidación del CBM.
- Figura 7. Distribución del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) y sus nueve corredores biológicos. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 8. Distribución del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) y las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales comprendidas en esta región. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 9. Distribución de los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Costa de Yucatán, así como de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales en la península de Yucatán. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 10. Distribución de los corredores biológicos Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta, Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Sierra de Tabasco, Selva Maya Zoque y Sierra Madre del Sur, así como de las ANP Federales declaradas en este territorio. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 11. Distribución del corredor biológico Oaxaca, así como de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales declaradas en los estados de Oaxaca y Puebla. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 12. Esquema metodológico
- Figura 13. Localización de la región Calakmul Sur y las localidades donde residen los participantes. Fuente: elaborado con base en la CAT-CONABIO, 2016.
- Figura 14. Dendrograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos). Combinación de clúster de distancia re-escalada.
- Figura 15. Distribución de los clústeres (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3, Grupo 4) en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b. y la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.
- Figura 16. Relación entre el SPI a 3 meses y las anomalías de la precipitación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 1994-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos del International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute. Columbia University (IRI-Columbia), 2017.
- Figura 17. Veranos bajo la influencia de eventos La Niña en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.
- Figura 18. Veranos bajo la influencia de eventos El Niño en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.
- Figura 19. Inviernos bajo la influencia de eventos La Niña en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.

- Figura 20. Inviernos bajo la influencia de eventos El Niño en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.
- Figura 21. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en los estados que conforman el CBMM, periodo 1995-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015a.
- Figura 22. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el CBMM durante los periodos 1994-2014 y 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015a y CONAFOR, 2015b.
- Figura 23. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los estados que conforman el CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 24. Total de incendios forestales en el estado de Chiapas, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 25. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 26. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 27. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 28. Total de incendios forestales en el estado de Oaxaca, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 29. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 30. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 31. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 32. Total de incendios forestales en el estado de Quintana Roo, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 33. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 34. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 35. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 36. Total de incendios forestales en el estado de Yucatán, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 37. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 38. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 39. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 40. Total de incendios forestales en el estado de Campeche, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 41. Total de incendios forestales en el estado de Tabasco, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 42. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 43. Tipo de incendios forestales en estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 44. Total de incendios forestales en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 45. Registro de incendios forestales por mes en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

- Figura 46. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 47. Superficie siniestrada por estrato de vegetación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 48. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 49. Registro de incendios forestales por mes en los nueve corredores biológicos del CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 50. Incendios forestales en el corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 51. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 52. Incendios forestales en el corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 53. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 54. Incendios forestales en el corredor biológico Oaxaca Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 55. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Oaxaca. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 56. Incendios forestales en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Costa de Yucatán. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 57. Incendios forestales fuera de los polígonos de los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Costa de Yucatán. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 58. Incendios forestales en los corredores biológicos Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 59. Incendios forestales fuera de los polígonos de los corredores biológicos Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 60. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Calakmul Bala'an K'aax. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 61. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Oaxaca. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 62. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 63. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sian Ka'an-Bala'an K'aax. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 64. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.
- Figura 65. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes y planteamiento del problema

El incremento de los incendios forestales en el Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) se observó a partir del año 1998. Desde ese tiempo se identificó que los años 2003, 2005, 2008, 2009 y 2013 presentaron un considerable número de incendios coincidiendo a nivel nacional con esa tendencia, ya que superaron el promedio de ocho mil incendios forestales que la CONAFOR (2013) establece anualmente.

Igualmente, resulta que en el periodo 1995-2014 tres de las seis entidades que conforman el corredor biológico (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán) se encontraron entre los estados mayormente siniestrados a escala nacional. Así, Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo representaron 26% del total de superficie siniestrada en México con 1,519,330 ha afectadas.

Por otro lado, se observa que la mayor incidencia de incendios se intensifica en años El Niño y La Niña (El Niño Oscilación del Sur, ENOS). Si bien la literatura indica que la principal causa de los incendios forestales en México es el factor antrópico, su ocurrencia parece también responder a la variabilidad climática. De acuerdo con la NOAA (2017), los años 1998, 2003, 2005, 2008 y 2009 mostraron una anomalía del Índice Oceánico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) en el umbral de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región El Niño 3.4. El intervalo de estas anomalías se registró de  $-1.64$  a  $2.38^{\circ}\text{C}$  y, en este lapso se presentaron siete eventos El Niño y cinco eventos La Niña.

El CBMM forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano y es una importante región biológica que alberga aproximadamente 10% de la biodiversidad del planeta (Miller et al., 2001 cit. por Díaz et al., 2008), específicamente a 38 mil especies entre hongos, flora y fauna (CONABIO, 2012). Acorde con la CONABIO (2012), los incendios forestales, la expansión de la agricultura, la ganadería y la industria,

generan un desequilibrio importante en los ecosistemas del corredor y, por ende, el aislamiento de las especies provoca la disminución de la conectividad biológica de las Áreas Protegidas y aumenta su vulnerabilidad frente a los efectos de los eventos extremos como el fenómeno de ENOS.

## **Justificación**

Realizar un estudio sobre los incendios forestales en el CBMM y darlo a conocer representa en sí mismo una estrategia de conservación de la biodiversidad y de mitigación y adaptación frente a los impactos de la variabilidad climática. Este estudio de los procesos antropogénicos y eventos ENOS contribuye a identificar la magnitud e intensidad de estas perturbaciones y sus posibles consecuencias a nivel biológico, con impacto económico y sociocultural en la región. Propone opciones para la sustentabilidad de los recursos naturales y el desarrollo de las comunidades locales presentes y se basa en la Estrategia Nacional de Cambio Climático respondiendo a las afectaciones de los eventos climáticos extremos en México.

## **Hipótesis y objetivos**

### *Hipótesis*

El incremento de los incendios forestales en el CBMM en el periodo 1995–2014 está asociado al inadecuado manejo del fuego a través de actividades antropogénicas como las prácticas agrícolas de tumba, roza y quema, el cambio de uso de suelo y por la expansión de la agricultura y la ganadería. Si bien, estos eventos se presentan con mayor frecuencia durante los meses más calurosos (marzo, abril y mayo), los eventos extremos como el fenómeno de El Niño y La Niña influyen considerablemente en la intensidad, frecuencia y magnitud de los incendios.



## Objetivos

Objetivo general: Analizar los efectos de la variabilidad climática en el número de incendios forestales que se presentan en el Corredor Biológico Mesoamericano México.

Objetivos particulares:

- Evaluar los efectos del fenómeno ENOS en el CBMM (anomalías de la precipitación a nivel regional) durante los años 1995-2014
- Identificar el ciclo anual de los incendios forestales en el CBMM entre 1995-2014, así como sus características (número, localización, extensión, frecuencia, tipo de incendio, tipo de ecosistema y vegetación afectada y causas que los originaron)

## 1. Marco de Referencia

### 1.1. Variabilidad climática: El Niño Oscilación del Sur (ENOS)

El fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es una perturbación interanual del sistema climático, oceánico y atmosférico. Con el término “El Niño” se hace referencia a la componente oceánica, y con el concepto “Oscilación del Sur” a la componente atmosférica (McPhaden, 1993; Zebiak, 1999). El conocimiento popular sugiere que pescadores peruanos fueron los primeros en observar la aparición periódica de aguas cálidas a lo largo de su costa con el océano Pacífico alrededor de la Navidad, durante el verano en el hemisferio Sur, que corresponde al invierno en el hemisferio Norte, condición que permanecía durante algunos meses; por ello denominaron a este evento como “El Niño” (concretamente, “El Niño Jesús”) (Arntz, 1996; Capel, 1999; Glantz, 1996; Magaña et al., 1998; Zebiak, 1999; Zebiak et al., 2015). Asimismo, los mismos pescadores han reconocido que las aguas cálidas periódicas afectan su captura de anchoa y en general, su actividad pesquera. Simultáneamente, los agricultores peruanos notaron que la presencia del agua

cálida se asociaba al incremento de la precipitación en esa región (Zebiak et al., 2015).

De acuerdo con Zebiak (1999), la Oscilación del Sur consiste en el intercambio de energía a nivel del mar entre las áreas del Pacífico occidental y oriental. La combinación entre la reducción o expansión de las aguas cálidas en el Pacífico Oriental y los cambios impetuosos de la Oscilación del Sur contribuyeron a definirlo como El Niño Oscilación del Sur (ENOS o ENSO por sus siglas en inglés). Esta Oscilación fue identificada por el físico británico *Sir Gilbert Walker (Walker's Southern Oscillation)*, quien estudió la relación entre el monzón de la India y las condiciones meteorológicas en otros lugares alrededor del mundo, estableciendo el primer indicio científico de la conectividad entre las condiciones climáticas en partes distantes del Pacífico tropical (Zebiak et al., 2015).

A este respecto, el fenómeno ENOS consiste en una oscilación entre una fase cálida (El Niño) y una fase fría (La Niña) que se manifiestan principalmente a través de un calentamiento o enfriamiento anormal de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el océano Pacífico ecuatorial, central y oriental. Este ciclo se desarrolla en forma aperiódica, ya que su aparición se presenta a intervalos irregulares que oscilan aproximadamente entre los 3 y 7 años (IRI, 2002; Avaria et al., 2004; Magaña 2004).

Dado que la comprensión de los fenómenos naturales siempre ha estado relacionada a sus impactos sociales, en las últimas décadas el fenómeno ENOS ha sido objeto de diversos estudios y observaciones. La investigación sobre este fenómeno de escala planetaria ha sido significativa, tanto en término de su comprensión y de la interacción que existe entre la atmósfera, el océano y el clima, como de las implicaciones que representa para la sociedad en general.

Para analizar al fenómeno ENOS a nivel oceánico se desarrolló el Índice Oceánico El Niño (ONI, *Oceanic Niño Index*), uno de los índices primarios utilizados para monitorear las anomalías de la TSM. Se calcula mediante el promedio de presencia de estas anomalías con base en el periodo 1971–2000, y un promedio de tres meses sucesivos (la anomalía del mes, la anomalía del mes que le antecede y la

del mes que le sigue) durante cinco periodos consecutivos en un área del Océano Pacífico ecuatorial Centro-Este denominada región de El Niño 3.4 (5°N a 5°S; 170°W a 120°W) (NOAA, 2017). Por ello, si las anomalías de la TSM son iguales o superiores a +0.5°C son indicativas de la fase cálida (El Niño), mientras que las anomalías inferiores o iguales a -0.5°C se asocian con condiciones de la fase fría (La Niña) (Dahlman, 2009; NCEI, 2017). De esta manera, estas anomalías determinan la fuerza de un evento ENOS, como se presenta a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Intensidad de eventos ENOS a partir de los valores del Índice Oceánico El Niño (ONI) en la región Niño 3.4 del Océano Pacífico ecuatorial Centro-Este

Evento	Débil	Moderado	Fuerte	Muy fuerte
<b>El Niño</b>	0.5° – 0.9°C	1.0° – 1.4°C	1.5° – 1.9°C	> 2.0°C
<b>La Niña</b>	-0.5° – -0.9°C	-1.0° – -1.4°C	-1.5° – -1.9°C	< -2.0°C

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del National Centers for Environmental Information (NCEI, 2017)

Cabe señalar, que el monitoreo de las condiciones de ENOS también se lleva a cabo en tres regiones geográficas más del océano Pacífico ecuatorial por medio de un sistema de boyas denominado TAO (*Tropical Atmosphere Ocean Array*): Área Niño 1+2, Área 3 y Área 4 (Figura 1). Cada región tiene una implicación diferente para la probabilidad de ENOS. Por ejemplo: el área NIÑO 1+2 puede ser la primera en calentarse durante un episodio El Niño; el área NIÑO 3 experimenta la mayor variabilidad de temperatura; el área NIÑO 3.4 captura la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM), como los cambios de precipitación fuertes que generan la mayoría de las predicciones acerca de cómo los eventos ENOS pueden afectar la variabilidad del clima global y los patrones de precipitación y, el área NIÑO 4 funge como un indicador de las condiciones de precipitación sobre Indonesia (IRI, 2017).

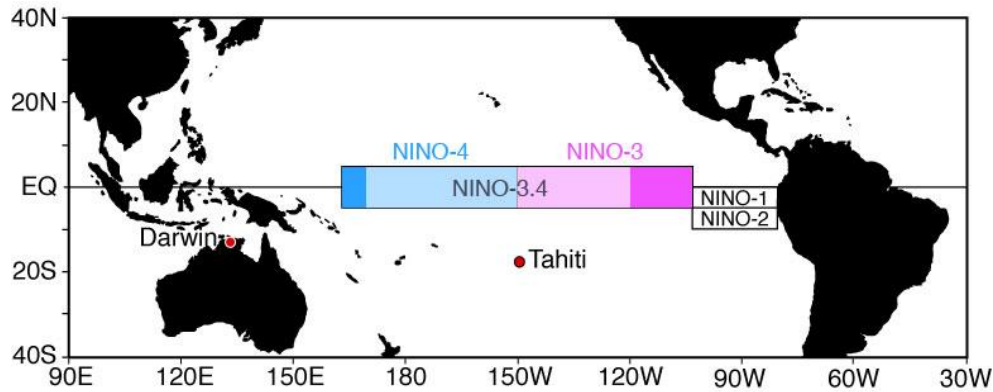


Figura 1. Regiones El Niño del Océano Pacífico ecuatorial Centro-Este. Fuente: Department of Atmospheric and Oceanic Sciences–UCLA, 2015.

A nivel atmosférico, el Índice de la Oscilación Sur (SOI, por sus siglas en inglés) es la medida de las anomalías de la presión a nivel del mar que afectan la fuerza y dirección de los vientos alisios en el Pacífico occidental y sureste, entre Tahití (Polinesia Francesa) y Darwin (Norte de Australia) (Arntz, 1996; Capel, 1999; Glantz, 1996; Magaña et al., 1998, McPhaden, 1993; Zebiak, 1999).

Con base en la NOAA (2017), se identificaron 33 eventos ENOS entre el año 1950 y 2014: 20 corresponden a eventos El Niño (EN) y 13 a eventos La Niña (LN) (Tabla 2). El periodo de análisis de esta investigación (1995–2014) comprende sólo 12 de estos eventos (siete eventos El Niño y cinco, La Niña), entre ellos los más significativos para México en términos ambientales y sociales: 1997–1998 (EN) y 2014–2016 (EN) (Tabla 2; Figura 2).

Tabla 2. Eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS), periodo 1950–2016

No. Evento	Periodo	Episodio	No. Evento	Periodo	Episodio
1	1950-1951	La Niña	18	1984-1985	La Niña
2	1951-1952	El Niño	19	1986-1988	El Niño
3	1953-1954	El Niño	20	1988-1989	La Niña
4	1954-1956	La Niña	21	1991-1992	El Niño
5	1957-1959	El Niño	22	1994-1995	El Niño
6	1963-1964	El Niño	23	1995-1996	La Niña
7	1964-1965	La Niña	24	1997-1998	El Niño
8	1965-1966	El Niño	25	1998-2001	La Niña
9	1967-1968	La Niña	26	2002-2003	El Niño
10	1968-1970	El Niño	27	2004-2005	El Niño
11	1970-1972	La Niña	28	2006-2007	El Niño
12	1972-1973	El Niño	29	2007-2008	La Niña

13	1973-1976	La Niña	30	2009-2010	El Niño
14	1976-1977	El Niño	31	2010-2011	La Niña
15	1977-1978	El Niño	32	2011-2012	La Niña
16	1979-1980	El Niño	33	2014-2016	El Niño
17	1982-1983	El Niño			

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). National Weather Service-Center for Weather and Climate Prediction (NOAA, 2017).

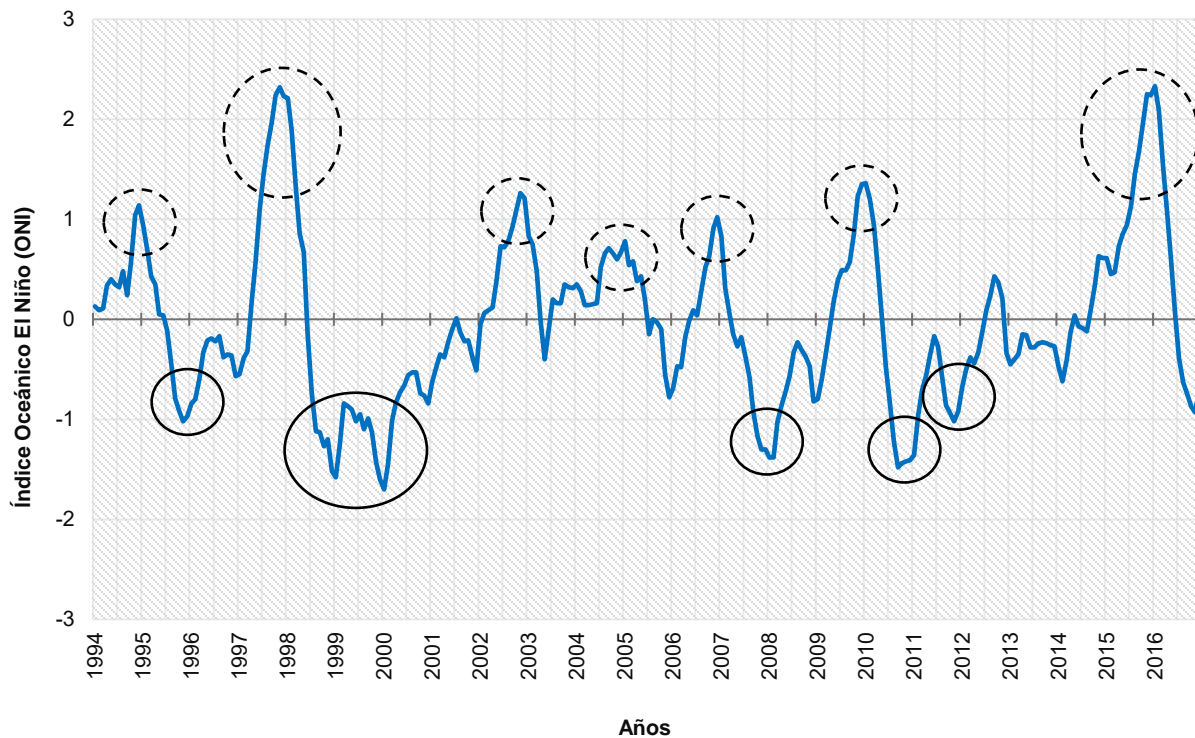


Figura 2. Evolución del Índice Oceánico El Niño (ONI) en la región Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W), periodo 1994–2016. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service-Center for Weather and Climate Prediction (NOAA, 2017). Círculos: eventos La Niña, círculos punteados: eventos El Niño.

El evento 1997–1998 (El Niño), fue considerado el más intenso y anómalo del siglo XX, abarcó 13 meses, de mayo de 1997 a mayo de 1998 y registró la máxima anomalía en noviembre de 1997 (2.32 unidades por arriba del promedio base). El título se le atribuyó por tres características: 1) por la gran intensidad y la cobertura espacial que mostró hacia finales del año 1997, 2) por haber iniciado su gestación

meses antes que todos los eventos El Niño registrados anteriormente y 3) por la magnitud de las teleconexiones, es decir, por los distintos fenómenos influidos directamente por el ENOS (Reyes y Troncoso, 2001). Este evento provocó fuertes anomalías climáticas a nivel mundial. En América del Sur se registraron intensas precipitaciones (incluso inundaciones) y simultáneamente, déficit de precipitación (inclusive sequías). El superávit fue observado en el curso del invierno y la primavera austral de 1997 en la parte central de Chile, así como en sectores costeros del norte de Perú y el sur de Ecuador y en el verano y el otoño de 1998 en las cuencas de los ríos Paraná y Uruguay; mientras que, el déficit de precipitación fue reportado también en otoño de 1998 pero en Colombia, Venezuela, las Guayanas y en el sector norte de la cuenca Amazónica y el noreste de Brasil (Aceituno, 1998). En México, generó durante el año 1998 un incremento importante en el número de incendios forestales y produjo el desabasto de agua para riego en gran parte del territorio mexicano e incluso para consumo humano; asimismo, el sector pesquero tuvo una pérdida significativa de volumen; en este sentido, las pérdidas acumuladas por los efectos directos del fenómeno de El Niño se estimaron en aproximadamente de 17,000 millones de pesos (Delgadillo et al., 1999).

El evento 2014–2016 (El Niño) abarcó de noviembre de 2014 a mayo de 2016. En este evento existió un periodo por debajo del promedio que incluyó a febrero y marzo de 2015 (0.47 y 0.45 del ONI, respectivamente). Descartando estos meses el evento tuvo una duración de 17 meses, haciendo de este evento el más intenso del último siglo. La máxima anomalía se registró en enero del año 2016 (2.33 ONI). Este evento superó los pronósticos que se habían formulado con eventos anteriores, empezó a finales del año 2014 y alcanzó su máxima anomalía al final del año 2015 y principio del 2016, comportamiento contrario a los eventos anteriores que empezaron en el segundo trimestre de cada año y alcanzaron su máxima anomalía en los meses siguientes (Figura 3). Los principales efectos de este evento se relacionan con las sequías e inundaciones más intensas y de mayor duración en América Latina. El Niño intensificó la variación en el régimen de la precipitación y provocó sequías que afectaron a 3.5 millones de personas e inundaciones que afectaron a 15,000 familias aproximadamente (PNUD, 2017). En el Guatemala,

Honduras, Nicaragua y Salvador, la sequía afectó principalmente los cultivos de maíz y frijol, granos básicos para la seguridad alimentaria de la región; se estimó que más de 33% de la población agrícola perdió entre 50 y 90% de sus cosechas (FAO, 2016). En México, se observaron precipitaciones superiores al promedio y fuertes tormentas asociadas al huracán Patricia que generaron graves inundaciones y severas pérdidas en la agricultura, principalmente en los cultivos de papaya y plátano (40,469 hectáreas aproximadamente), así como daños a diversas estructuras en los estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero. Bajo este escenario, los daños preliminares del huracán Patricia se estimaron en más 5 mil millones de pesos (NOAA, 2015a; CIIFEN, 2017). En Colombia la influencia de El Niño en las altas montañas manifestó una disminución en la precipitación en 57% en el Parque Nacional Natural Los Nevados y 37% en el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de El Cocuy y un aumento de la temperatura ambiente de 47% y 24%, respectivamente. Asimismo, se registró la disminución del espesor de varios glaciares. El glaciar de Santa Isabel en el Parque Nacional Natural Los Nevados (PNNV) disminuyó su espesor en 7.6 metros (Ceballos, Peña y Nocua, 2016), pero fue durante la fase fuerte (noviembre de 2015 a marzo de 2016) cuando se presentó el mayor derretimiento (5 metros), lo cual representó un aporte líquido al ecosistema de Páramo de  $1.305 \times 10^6 \text{m}^3$  de agua líquida. El glaciar Conejeras en el PNNV perdió 33% de su volumen durante este fenómeno, que significó una disminución de su espesor de 14 metros, en tanto que el glaciar Ritacuba Blanco (Parque Nacional Natural El Cocuy) a diferencia del glaciar Conejeras, fue impactado en la fase fuerte de El Niño (noviembre de 2015 a marzo de 2016) con una disminución de su espesor de hielo de 3.3 metros en la parte baja del glaciar (4,872–5,001 metros de altitud) (Ceballos, Peña y Nocua, 2016).

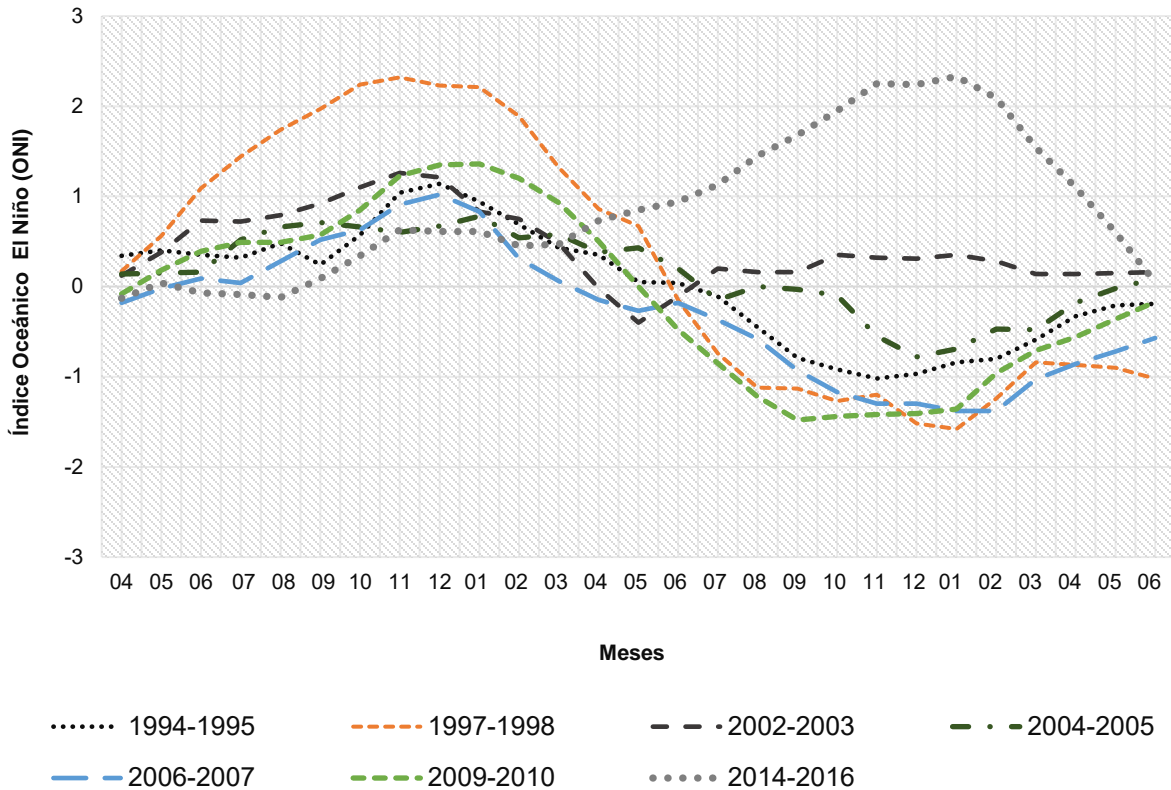


Figura 3. Distribución de eventos El Niño en el periodo comprendido entre 1994–2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration. National Weather Service-Center for Weather and Climate Prediction (NOAA, 2017).

## 1.2. Los incendios forestales. Antecedentes en el Corredor Biológico Mesoamericano México.

Un incendio forestal es definido como un fuego violento que se desarrolla sin control en un espacio abierto y que se propaga de una forma no controlada ni programada, afectando superficie vegetal que no estaba destinada a arder (Aguilera, 2015; Arnaldos, Navalón, Pastor, Planas y Zárate, 2004; Vélez y Mérida, 2000). Este fuego se produce cuando convergen tres elementos que constituyen el llamado “triángulo del fuego”: combustible, energía de activación (calor) y comburente o agente oxidante (oxígeno), y se clasifica en función del combustible vegetal que genera el incendio o bien por la intensidad y velocidad del fuego y la superficie que afecta. A partir del tipo de combustible vegetal o tipo de vegetación, los incendios forestales



se catalogan de la siguiente manera (Aguilera, 2015; Arnaldos et al., 2004; CONAFOR, 2010):

❖ Incendios subterráneos o de suelo.

Este tipo de incendio se propaga bajo el suelo y consume la materia orgánica acumulada que se localiza entre la superficie y la capa mineral del suelo compuesta de hojarasca, raíces, residuos en descomposición, humus y turba. Generalmente, son de propagación lenta por la escasez de oxígeno y se detectan por la emisión de humo porque no produce llamas. Pueden llegar a estratos de vegetación superiores y lograr mantenerse por varios días o semanas.

❖ Incendios de superficie o superficiales.

Estos incendios se propagan de forma horizontal sobre la superficie del terreno y consumen todo tipo de materia sobre el suelo y por debajo de las copas de los árboles, ya sea combustibles vivos y/o muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, matorrales, troncos, humus, entre otros.

❖ Incendios de copa

Los incendios de copa se originan por la transmisión del fuego del estrato arbustivo del suelo al estrato arbóreo, es decir, las llamas avanzan sobre la superficie del suelo y se propagan por continuidad vertical hacia las copas de los árboles. Son característicos de los bosques de coníferas y se encasillan como los incendios más peligrosos, destructivos y difíciles de controlar debido a que el fuego consume toda la vegetación.

Es importante señalar que las tres clases de incendios pueden presentarse combinados (incendio subterráneo-incendio superficial, incendio superficial-incendio de copas) o simultáneamente en un mismo evento (incendio subterráneo-superficial-copas) afectando a todos los estratos de un sistema vegetal. A este tipo de incendio forestal Arnaldos et al. (2004), lo denomina como “incendio integral”.

Los incendios forestales representan un peligro potencial para el medio ambiente y las sociedades a nivel mundial. Su origen está asociado a causas naturales y antropogénicas. Si bien, el fuego ha estado presente desde el origen del planeta, las actividades humanas intervienen claramente en el número de eventos y en la extensión que alcanza cada fenómeno (superficie siniestrada). Entre las causas naturales se enlistan la radiación solar, las descargas eléctricas y la actividad volcánica, mientras que los incendios por causas antropogénicas pueden ser iniciados de manera accidental (rupturas de líneas eléctricas o accidentes automovilísticos, ferroviarios o aéreos), intencional (tala ilegal, quema por conflictos entre personas o comunidades o por litigios de tierras) o por negligencia (quemadas agropecuarias no controladas, limpieza de vías en carretera, quema de basura, fogatas por excursionistas o fuego iniciado por fumadores, entre otras actividades) (CONAFOR, 2013).

En cada caso, los incendios se generan bajo los mismos supuestos: presencia de grandes cantidades de combustible, calor y oxígeno. Sin embargo, el peligro por este fenómeno también está definido por condiciones que influyen en su origen y desarrollo; tales como las condiciones permanentes (composición de los combustibles forestales, tipo de especies vegetales y la topografía) y las condiciones transitorias (temperatura, humedad, precipitación y velocidad y dirección de los vientos). Mediante las condiciones permanentes se define la probabilidad de que el fuego se produzca y por medio de las condiciones transitorias se estiman los alcances del incendio (CONAFOR, 2010; Myers, 2002; Baker, 1993; Kushlany Ripple, 1997 cit. por González, 2005). Actualmente se ha identificado que la presencia del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur) interviene en el régimen de precipitación mundial. En México, esta tiende a disminuir durante veranos bajo la influencia de eventos El Niño, generando condiciones para sequías severas en la mayor parte del país y, por tanto, mayor disponibilidad de combustible orgánico seco (Magaña y Morales, 2004).

En este sentido, los incendios forestales en la República Mexicana han aumentado en número y magnitud. Queman principalmente pastizales y arbustos (70–90%), los

primeros se recuperan en los primeros días de la temporada de lluvia y los segundos, tardan desde una semana hasta un par de años (CONAFOR, 2010). Las temporadas más severas se han registrado en los años 1998, 2011 y 2013. De modo que el número de incendios forestales sumó 36,964 y el área siniestrada, 2,219,261 ha; esto es, 22% y 38% del total de eventos y superficie quemada a nivel nacional ocurridos entre los años 1995 y 2014 (Figura 4).

En este periodo, los estados que presentaron mayor número de incendios forestales en el país fueron México, Ciudad de México, Michoacán, Chihuahua, Jalisco, Puebla, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Tlaxcala, y entre las entidades con mayor superficie siniestrada se encontraron Oaxaca, Chiapas, Chihuahua, Durango, Baja California, Jalisco, Quintana Roo, Guerrero, Michoacán y México. En ambos registros, se localizaron tres de los seis estados que forman parte del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM). Su número de incendios representa 10% del total nacional y 31% del total de la superficie siniestrada. De este modo, destaca que no necesariamente los estados que presentan mayor número de incendios exponen grandes cantidades de superficie quemada y viceversa (Figura 5). Este hecho puede responder a diversas cuestiones. Por un lado, al tipo de vegetación o al tipo de incendio que se desarrolló en el área (subterráneo, superficial o de copa) y por el otro, a la capacidad de respuesta de cada entidad, desde los recursos materiales y humanos con los que cuenta (brigadas contra incendios, técnicos especializados en el manejo del fuego y equipo adecuado para el manejo y mitigación del fuego), hasta sus recursos institucionales (Comités de Protección contra Incendios Forestales y Consejos Estatales Forestales).

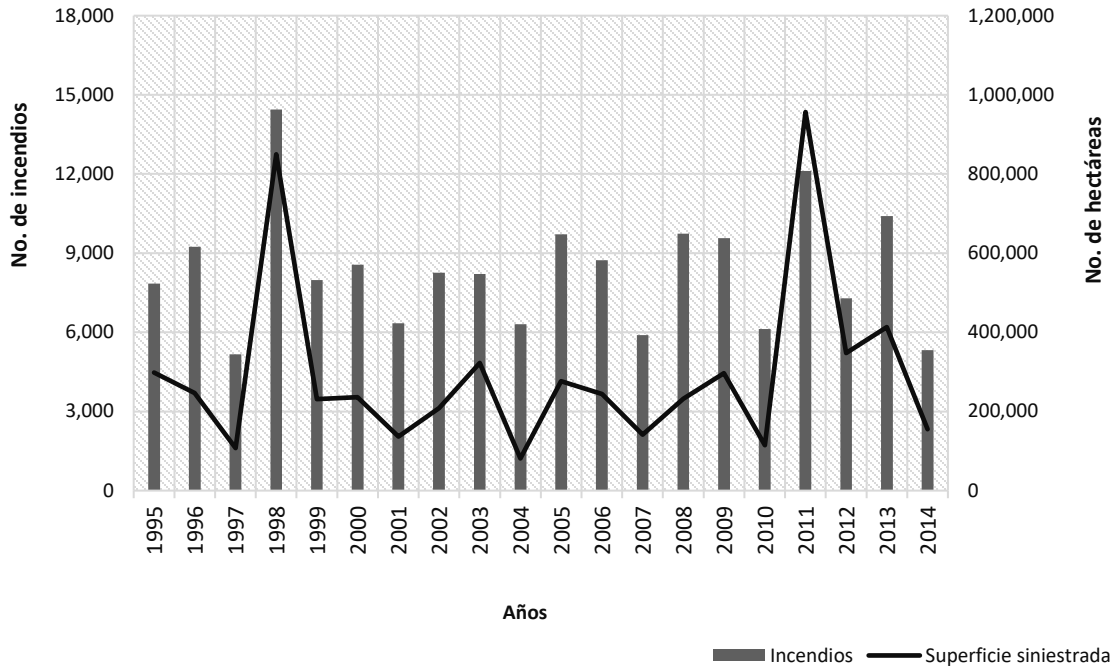


Figura 4. Total de incendios forestales en México, periodo 1995-2014. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de los informes históricos de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal, 2015a.

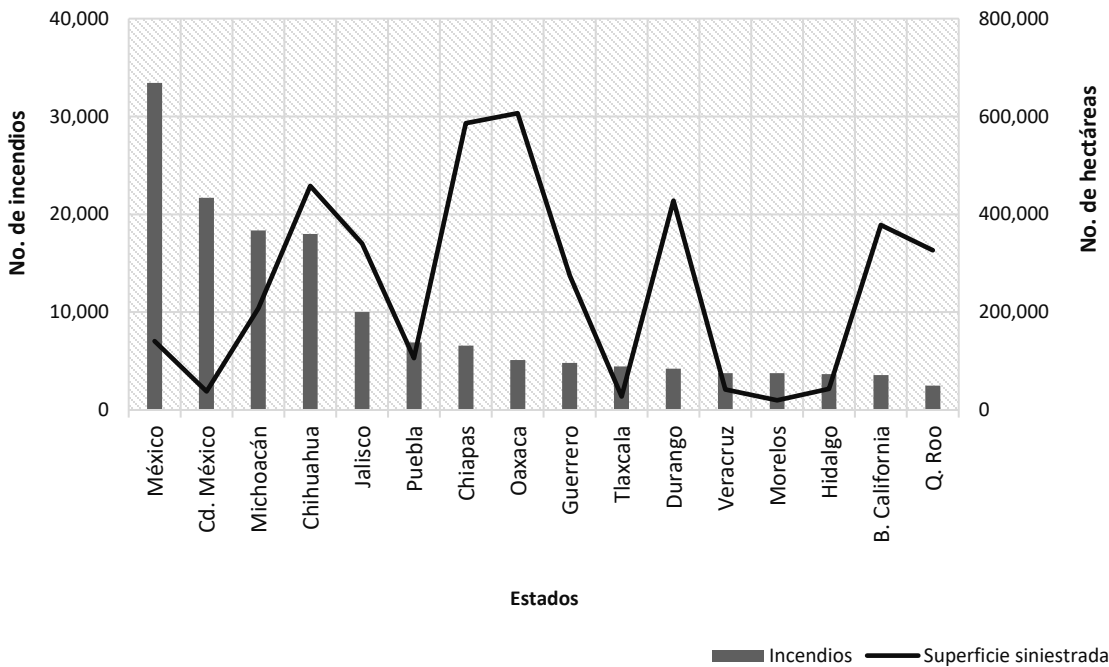


Figura 5. Total de incendios forestales y superficie siniestrada para los estados mayormente afectados, periodo 1995-2014. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de los informes históricos de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal, 2015a.

### 1.3. El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)

Los corredores biológicos son territorios conformados por áreas, paisajes y zonas de enlace, ya sean terrestres, costeras o marinas, con alto valor de provisión de servicios ecosistémicos (Álvarez, 2013). El requisito indispensable para estas zonas es mantener la conectividad entre dos o más regiones para evitar la fragmentación de los hábitats y el aislamiento de las poblaciones. Bajo este esquema, los corredores toman relevancia para la conservación de la naturaleza con la observación de la disminución del número de especies en zonas aisladas al identificar que las Áreas Protegidas que quedan incomunicadas en el paisaje rodeadas por desarrollos agrícolas, pecuarios o urbanos, pierden especies y resulta inminente mantener la conectividad (grado de movimiento de las especies y continuidad de los procesos biológicos) entre estas zonas a través de los corredores biológicos (CONABIO, 2017).

La iniciativa del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) surgió ante la necesidad de desarrollar un enfoque regional integrado para afrontar los problemas ambientales presentes en Mesoamérica posteriores a los conflictos civiles de la década de los años noventa. Este proyecto busca la reversión de la degradación ambiental y la conservación de la biodiversidad a largo plazo mediante la protección de áreas desde el sureste de México hasta Panamá utilizando corredores de hábitats naturales y restaurados, al tiempo que se basa en la convicción de que esto sólo puede ser posible si se trabaja en la reducción de la pobreza rural y en el fortalecimiento de la viabilidad económica de los países de la región (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá) (Miller, Chang y Johnson, 2001; CCAD, 2002). La propuesta de corredor biológico fue respaldada y signada por los jefes de Estado involucrados en la creación del CBM en la XIX Cumbre de Presidentes de Centroamérica celebrada en 1997, después de una serie de consultas promovidas por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2002).

En esta declaración conjunta se definía al CBM de la siguiente manera:

*“... es un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión, organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos”.*

Posteriormente, la CCAD presentaría una propuesta financiera al Global Environmental Facility (GEF) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ, por sus siglas en alemán) para implementar el proyecto designado como “Establecimiento de un Programa para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano (PCCBM)” e integrar y fortalecer un conjunto de esfuerzos locales, nacionales y regionales dedicados a la construcción del corredor, en el marco del desarrollo económico sostenible y social de la región (CCAD, 2002; Ramírez, 2003; CCAD, 2005a). La financiación se aprobó en 1999 y el proyecto inició operaciones formalmente en abril del año 2000, albergado dentro de los ministerios de Ambiente y Recursos Naturales de cada país (Miller, Chang y Johnson, 2001; CCAD, 2002) (Figura 6).

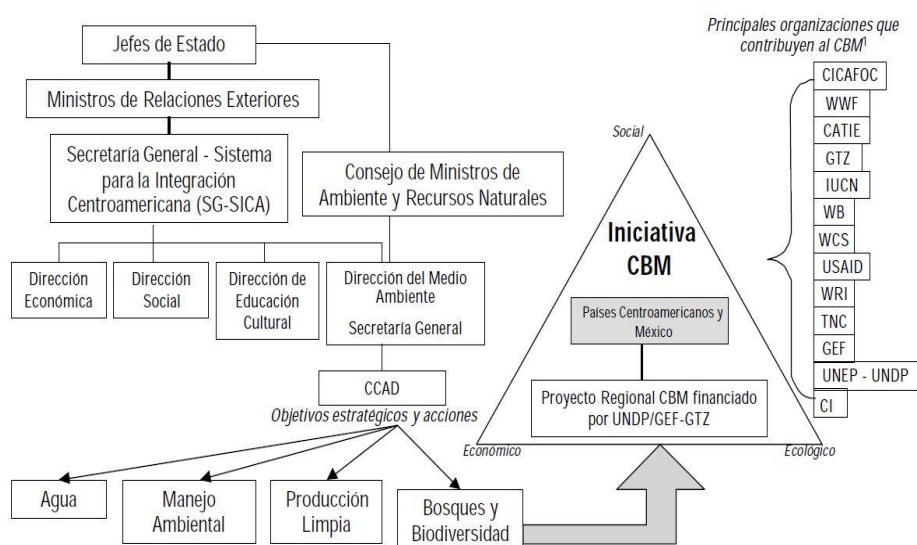


Figura 6. Estructura Institucional de la Iniciativa CBM. Fuente CCAD, 2000. Además de las instituciones mencionadas en la lista, también hay muchas organizaciones nacionales y locales que contribuyen a la consolidación del CBM.

Puesto que la visión del CBM está proyectada a largo plazo, se han desarrollado un conjunto de instrumentos o mecanismos políticos, institucionales, económico-financieros, sociales y científico-técnicos a partir de las capacidades de las naciones que lo suscriben y de sus recursos humanos y materiales. Estos instrumentos para la gestión y consolidación del corredor se definen de acuerdo con las siguientes categorías y niveles de actuación (CCAD, 1999; CCAD, 2005a; CCAD, 2005b; CCAD, 2009; CCAD, 2014; Miller, Chang y Johnson, 2001):

❖ Planes regionales rectores para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano

Los planes regionales otorgan una visión estratégica y un enfoque orientador de las acciones vinculadas a la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad regional. Paralelamente promueven la integración regional, la participación de los actores clave, el reconocimiento y rescate de las prácticas tradicionales e innovaciones tecnológicas desarrolladas por los grupos originarios, la distribución equitativa de los beneficios de la diversidad biológica y, por tanto, la transversalidad en materia ambiental a través de programas y proyectos locales, nacionales, regionales y multinacionales y estrategias para promover la gestión ambiental. A continuación, se enlistan los principales planes para la consolidación y gestión del corredor:

- Plan Ambiental de la Región Centroamericana, PARCA (PARCA I, 2000-2004; PARCA II, 2005-2010; PARCA III, 2010-2014)
- Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (PACAGIRH)
- Plan de Acción EMSA 2013-2016
- Plan Director CBM-2020: Gestión territorial sostenible en el Corredor Biológico Mesoamericano

#### ❖ Programas regionales bajo la coordinación de la CCAD

Los programas estratégicos regionales (PER) constituyen una herramienta de planificación estratégica cuyo propósito es suministrar un marco lógico integrado y articulado para cada una de las grandes áreas temáticas, cada programa es revisado, aprobado y refrendado por los países miembros de la CCAD. Asimismo, los PER se establecen como los instrumentos fundamentales para la implementación del Plan Ambiental de la Región Centroamericana (PARCA) que insta la visión para la gestión ambiental regional y orienta las actividades operativas de la CCAD en un marco de tiempo de cinco años. De esta forma, los principales PER relacionados con la implementación del CBM son:

- Programa Estratégico Regional de Trabajo en Áreas Protegidas (PERTAP)
- Programa Estratégico Regional para la Conectividad (PERCON)
- Programa Estratégico Regional de Monitoreo y Evaluación de la Biodiversidad (PROMEBIO)
- Programa Estratégico Regional para el Manejo de los Ecosistemas Forestales (PERFOR)
- Programa para la Reducción de la Vulnerabilidad por Degradación Ambiental (PREVDA)
- Programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitadas en Centroamérica y República Dominicana (REDD-CARD)

#### ❖ Programas y proyectos locales y nacionales

Comprende aquellos programas y proyectos locales y nacionales que son ejecutados dentro de la jurisdicción territorial de un sólo país y tienen dentro de sus objetivos contribuir a la construcción y consolidación del CBM o de sus corredores biológicos, o fortalecer los sistemas de áreas protegidas de la nación. La relevancia de estos proyectos radica en el hecho de que proporcionan a las instituciones nacionales capacidades y fortalezas adicionales para participar y contribuir a los



esfuerzos regionales de Centroamérica en materia ambiental. Por ejemplo, los corredores biológicos nacionales apoyados por GEF-BM en Panamá (Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño, CBMAP), Nicaragua (Corredor Biológico del Atlántico, CBA) y México (Corredor Biológico Mesoamericano México, CBMM).

❖ Proyectos regionales específicos con diferentes esquemas de financiamiento y ejecución

Los proyectos regionales específicos engloban aquellas acciones que han sido llevadas a cabo por diversas agencias de cooperación bilateral, instituciones financieras y organizaciones internacionales bajo diferentes modalidades, dado que financian y ejecutan proyectos plenamente regionales en varios niveles geográficos relacionados con la gestión y consolidación del CBM, desde proyectos de conservación en áreas protegidas hasta programas de producción limpia y certificación ecológica. A la fecha se encuentran en ejecución varios proyectos que se vinculan estrechamente con los objetivos del corredor y que en su mayoría involucran a los países miembros de la CCAD como se enlista enseguida:

- El Proyecto Regional de Manejo Integrado de Ecosistemas en Comunidades Indígenas de Centroamérica (PMIE)
- Gestión Participativa (Proyecto UE-UICN)
- El Proyecto del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM)  
*“Manejo y Conservación del Sistema Mesoamericano de Arrecifes de Coral”*, financiado por The Nature Conservancy, World Wildlife Fund y University of Rhode Island
- El Programa Ambiental Regional para Centroamérica-Componente de Áreas Protegidas y Mercadeo Ambiental (PROARCA/APM)  
*“Actividades para Fortalecer el Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas (SICAP)”*, financiado por la United States Agency for International Development (USAID)
- Sistema de Información Ambiental Mesoamericano-Sistema Regional de Visualización y Monitoreo de Mesoamérica (SIAM-SERVIR)

❖ Proyectos multinacionales que involucran a dos o más países para objetivos específicos

Los proyectos multinacionales establecen diferentes esquemas de cooperación y colaboración binacional y trinacional. Fomentan la cooperación entre comunidades locales y autoridades fronterizas, el intercambio de mejores prácticas, la armonización de prácticas de manejo de áreas protegidas y el desarrollo colaborativo de opciones económicas sostenibles. Entre las experiencias representativas que se han desarrollado en la región se encuentran:

- El acuerdo trinacional para el manejo en la Selva Maya entre México, Belice y Guatemala
- El convenio para el manejo del Parque Internacional Trifinio entre Guatemala, Honduras y El Salvador
- El acuerdo para el manejo y conservación de los ecosistemas del Golfo de Fonseca entre El Salvador, Honduras y Nicaragua
- El proyecto de la Reserva de la Biosfera Binacional del Corazón del Corredor, entre Honduras y Nicaragua
- El proyecto para el manejo y conservación de la cuenca del Río San Juan, entre Costa Rica y Nicaragua
- El acuerdo para el manejo del Parque Internacional de La Amistad y la ecorregión Talamanca, entre Costa Rica y Panamá

❖ Estrategias para promover la gestión ambiental y el desarrollo socioeconómico regional

Las estrategias son el marco para facilitar la cooperación y coordinación de acciones políticas, técnicas e institucionales encaminadas a la conservación y al uso sostenible de la biodiversidad regional, por ello, estas estrategias constituyen un ejercicio participativo desde el nivel local hasta el nivel regional (actores clave, estados, países, entre otros) y se desarrollan de forma transversal entre planes, programas y proyectos para asegurar la alineación de actividades en el CBM.

- Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Mesoamérica (ERB)
- Estrategia Forestal Centroamericana (EFCA)
- Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA)
- Estrategia Regional Agroambiental y de Salud (ERAS)
- Estrategia Centroamericana de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (ECAGIRH)
- Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC)
- Estrategia Regional Ambiental Marco 2015-2020

❖ Convenciones y convenios derivados de acuerdos internacionales en materia de conservación

En este contexto, el Corredor Biológico Mesoamericano constituye un compromiso al más alto nivel político y responde a los acuerdos internacionales en materia de medio ambiente primordialmente de las siguientes convenciones y convenios:

- Convención de Derechos del Mar
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación
- Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)
- Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC)
- Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Mar Caribe (Convención de Cartagena)
- Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)

Asimismo, el corredor propone un abordaje distinto, apropiado y enraizado en la historia y experiencia de sus comunidades para conservar su patrimonio natural y

cultural, reducir la vulnerabilidad socioambiental y mejorar la calidad y expectativas de vida. Desde el punto de vista político e institucional el corredor representa un esfuerzo multilateral para la integración y consolidación transfronteriza, incrementa las capacidades nacionales y regionales para el cumplimiento de los acuerdos ambientales e incide en materia de política de desarrollo económico.

En materia ambiental y científico-técnica, combina esfuerzos de conservación *in situ*, restaura e incrementa la conectividad biológica y promueve patrones de uso de la tierra favorables a la conectividad. En el aspecto socioeconómico, contribuye a generar empleo, incrementar el ingreso familiar, reducir la pobreza rural por medio de nuevas opciones productivas (productos sostenibles y amigables para la biodiversidad) y fomenta la participación social a escala local y nacional y, por tanto, la actuación de mujeres, jóvenes, campesinos, comunidades rurales e indígenas, productores y empresarios (CCAD, 2005b).

#### 1.4. El Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM)

En México, el Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) se ha constituido en un instrumento de política pública para la conservación de la riqueza natural del país bajo criterios que aseguran el bienestar de las comunidades rurales establecidas en ellos y, en el eje de una estrategia ante los efectos del Cambio Climático que permite la apropiación social de la biodiversidad por los dueños y poseedores de la riqueza natural existente en estos territorios (Álvarez, 2013). Este corredor se localiza en seis estados del sureste de la República Mexicana: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, y actualmente está conformado por 839 municipios que representan 17% del territorio nacional (34 millones de ha, aproximadamente), donde habitan más de 16 millones de habitantes (INAFED, 2017). Asimismo, está integrado por nueve corredores, tres en la **Península de Yucatán**: Calakmul-Bala'an K'aax, Costa de Yucatán y Sian Ka'an-Bala'an K'aax; tres en **Tabasco**: Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco; dos en **Chiapas**:

Selva Maya Zoque y Sierra Madre del Sur, y uno en el estado de **Oaxaca**, denominado con el mismo nombre (Figura 7).

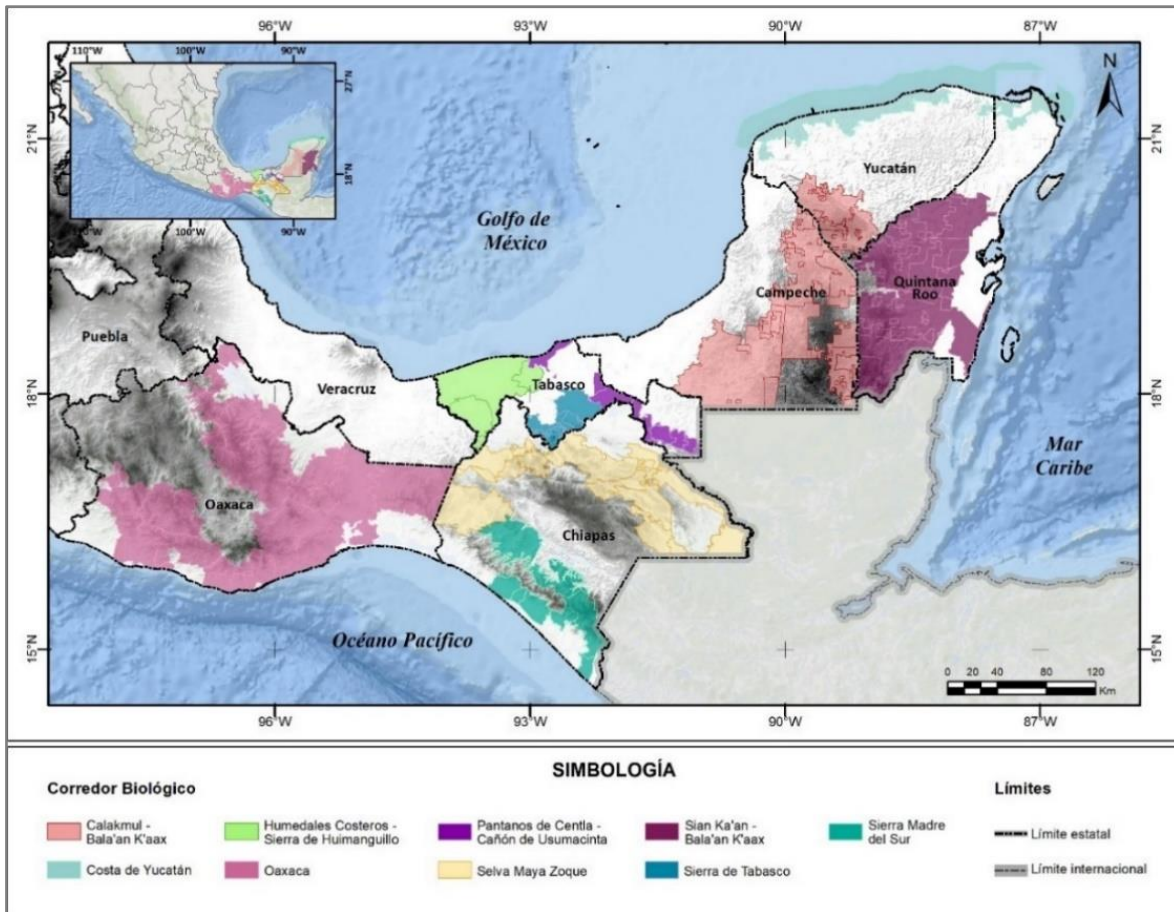


Figura 7. Distribución del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) y sus nueve corredores biológicos. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.

De esta manera, los corredores biológicos conectan diversas Áreas Naturales Protegidas (ANP) como Reservas de la Biosfera (17), Parques Nacionales (7), Áreas de Protección de Flora y Fauna (10), Santuarios (4), Monumentos Naturales (3) y un Área de Protección de Recursos Naturales (Figura 8).

En la Península de Yucatán los corredores **Calakmul-Bala'an K'aax** y **Sian Ka'an-Bala'an K'aax** unen la Reserva de la Biosfera (RB) de Calakmul y la RB Sian Ka'an (una de ellas campechana y la otra quintanarroense). Al mismo tiempo, el corredor **Sian Ka'an-Bala'an K'aax** conecta la RB Sian Ka'an, la RB Arrecifes de Sian Ka'an

y parte de la RB Caribe Mexicano (distribuida en las costas de los municipios Isla Mujeres, Benito Juárez, Puerto Morelos, Solidaridad, Tulum, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco) con las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF): Uaymil, Bala'an K'aax y el Parque Nacional (PN) Arrecifes de Xcalak. Por su parte, el corredor **Costa de Yucatán** enlaza las Reservas de la Biosfera Ría Lagartos, Ría Celestún, Los Petenes, Tiburón Ballena y la parte norte de la RB Caribe Mexicano; además de conectar el Santuario de la playa adyacente a la localidad Río Lagartos, las APFF Yum Balam y Manglares de Nichupté, los Parques Nacionales Isla Contoy, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Arrecifes de Puerto Morelos y el Santuario Playa de la Isla Contoy (Figura 9).

En Tabasco el corredor **Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta** vincula la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos con el APFF Cañón de Usumacinta. Los corredores **Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo** y **Sierra de Tabasco** se suman a esta área y se unen con el corredor **Selva Maya Zoque** al sur de su territorio (Figura 10).

En Chiapas el corredor **Sierra Madre del Sur** conecta la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná, la RB La Encrucijada, la RB El Triunfo, el Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana y la RB La Sepultura. En esta área natural protegida, los dos corredores del estado se unen y el corredor **Selva Maya Zoque** enlaza la Selva Lacandona con la RB Selva El Ocote, pasando por la zona zoque que incluye la Reserva de la Biosfera Montes Azules, la RB Lacan-Tun, el Monumento Natural (MN) Bonampak, el MN Yaxchilán y las Áreas de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin, Nahá, Metzabok y Cascada de Agua Azul (Figura 10).

Por último, el corredor **Oaxaca** vincula siete Áreas Naturales Protegidas. Entre ellas se encuentran un monumento natural (Yagul), una reserva de la biosfera (RB Tehuacán-Cuicatlán), dos santuarios (Playa de Escobilla y Playa de la Bahía de Chacahua) y tres parques nacionales (PN Benito Juárez, PN Huatulco y PN Lagunas de Chacahua) (Figura 11).

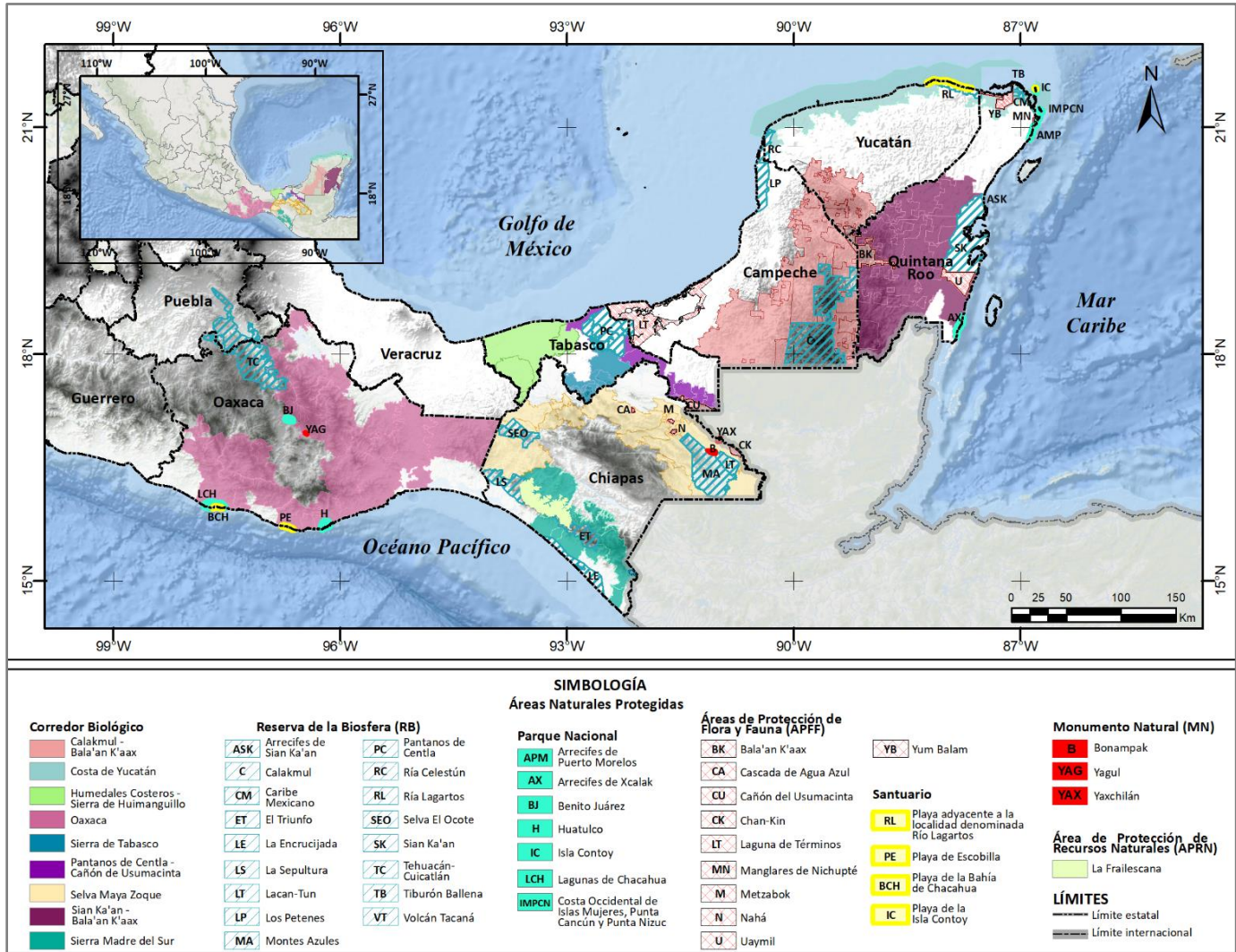


Figura 8. Distribución del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) y las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales comprendidas en esta región. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.









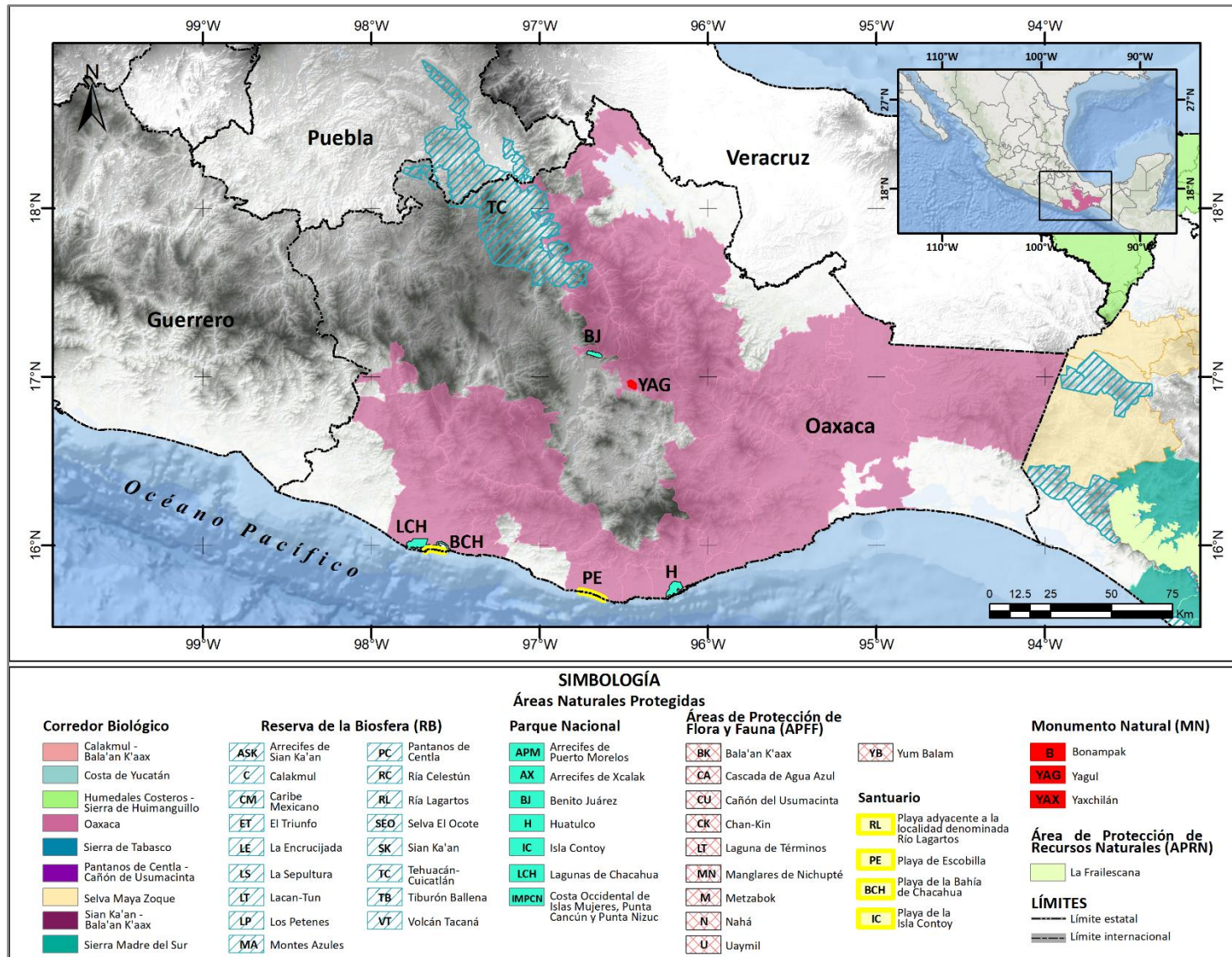


Figura 11. Distribución del corredor biológico Oaxaca, así como de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales declaradas en los estados de Oaxaca y Puebla. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.

El proyecto del corredor biológico comenzó a operar en la República Mexicana desde el año 2002, y en 2009, el Banco Mundial como agencia de implementación del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) designó a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) como agencia ejecutora del proyecto con el fin de impulsar a los corredores biológicos como una nueva herramienta de conservación en el país (CONABIO, 2017; Ramírez, 2003). Sus principales objetivos son frenar la fragmentación, mejorar la conectividad biológica, conservar la biodiversidad y promover formas de desarrollo económico y social sostenible que mejoren la calidad de vida de las comunidades locales (CONABIO, 2012; CONABIO, 2017; Miller, Chang y Johnson, 2001). En su operación interna el corredor tiene un Consejo Nacional y cuatro Consejos Estatales integrados por representantes de los diferentes sectores de la sociedad que apoyan la implementación del corredor y revisan el cumplimiento de los Planes Operativos Anuales, también cuenta con una Unidad Técnica y dos Unidades Técnicas Regionales, la primera ubicada en la Península de Yucatán y la segunda en el estado de Chiapas (Ramírez, 2003).

Para coadyuvar en el fortalecimiento de los alcances del CBMM, la CONABIO a través de la Coordinación General de Corredores y Recursos Biológicos implementó el proyecto Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad (SPSB) del año 2013 a 2017 (Álvarez, 2013; Banco Mundial, 2012). El proyecto apoyó a grupos y asociaciones de productores que viven en el área del CBMM a través de la introducción de prácticas de gestión y producción amigables con la biodiversidad, de la identificación de negocios y/o el aumento de la cuota del mercado de bienes y servicios amigables con la biodiversidad y, en el mejoramiento de habilidades de gestión técnica, empresarial y de comercialización (Banco Mundial, 2012), por tanto, los SPSB se caracterizaron por desarrollar formas de uso patrimonial natural que no degradan la capacidad productiva de los ecosistemas a partir de actividades productivas o de manejo. Entre estas actividades se encuentran principalmente la caficultura sostenible, cacaocultura sostenible, apicultura sostenible, ganadería silvopastoril, silvicultura y ecoturismo (CONABIO, 2020).

A partir del año 2013, la CONABIO tenía registrados en las Áreas de Trabajo (AT) del CBMM 420 proyectos, convenios o acciones apoyadas y financiadas por instituciones nacionales e internacionales de la iniciativa tanto pública como privada, con el propósito de mejorar la calidad de vida de las poblaciones por medio de sistemas productivos sostenibles (CAT-CGCRB-CONABIO, 2014). No obstante, en el periodo 2004–2012 se llegaron a documentar hasta 1,500 proyectos productivos aproximadamente, concentrados en las Áreas de Trabajo denominadas: Agua Blanca, Área forestal (Bosque mesófilo de montaña), Maravilla Tenejapa, Marqués–Benemérito, Naha–Metzabok, Proyecto forestal DECOFOS, REDD+, Sierra de Tabasco, Sierra del Soconusco, SPSB (café y ecoturismo) y Zoque (CAT-CGCRB-CONABIO, 2014; CAT-CONABIO, 2015). Las AT se caracterizan por ser zonas de atención prioritaria debido su alta biodiversidad y por la presencia de instituciones nacionales como internacionales que brindan apoyo a los proyectos en estas localidades como fortalecer a los agentes locales (pueblos indígenas y comunidades forestales) y contribuir a la conservación de sus ecosistemas mediante la gobernanza, valoración y gestión sustentable (CONABIO, 2012).

Bajo este aspecto, se observa que el proyecto involucra a todos los sectores de la sociedad: gobiernos federal, estatal y municipal; organizaciones de la sociedad civil (antes ONGs); organizaciones sociales; iniciativa privada e instituciones académicas. Además, colaboran con el corredor dependencias federales tales como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Educación Pública (SEP), Secretaría de la Reforma Agraria (SRA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Salud (SS) y el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) (Ramírez, 2003).



## **2. Aspectos Metodológicos**

Existen diversos sistemas y metodologías (índices, modelos, sistemas de predicción, métodos y antecedentes en la historia del fuego) para estudiar la ocurrencia, el comportamiento y los efectos de los incendios forestales tanto a nivel internacional como nacional (Espinoza, 2015). En este trabajo se utilizó el Índice de Precipitación Estandarizado, SPI (un índice de sequía) debido a que funciona como un indicador de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, y permite identificar condiciones de déficit o exceso a corto y largo plazo (NOAA, 2015b). Dado que los efectos del fenómeno ENOS en diversas regiones del mundo se manifiestan a través del aumento o disminución de la precipitación y la temperatura (Océano Pacífico central), así como por los cambios en la presión atmosférica, este índice permite identificar la anomalía de precipitación a nivel regional.

Esta investigación se basó en un análisis multiescalar debido a la escala espacial y temporal en que cada fenómeno se manifiesta y puede registrarse. Por un lado, el fenómeno ENOS se presenta a escala planetaria y la disponibilidad de información permite realizar un estudio a nivel CBMM a través del SPI y del ONI, para el periodo 1995–2014; por otro lado, la información de incendios forestales en México se encuentra disponible a escala nacional, estatal y municipal. El periodo de análisis de los incendios a nivel nacional y estatal se ubicó entre 1995–2014 y a nivel municipal entre 2005–2014. Si bien las escalas temporales son distintas, la escala espacial permite el análisis regional en el CBMM.

2.1. Trabajo de campo. Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos

Para analizar los efectos de la variabilidad climática en la región del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) e identificar su relación con los incendios forestales, se realizó un diagnóstico en la región Calakmul Sur, Campeche a través de un cuestionario exploratorio (Anexo) con el fin de conocer la percepción de los habitantes de esta región sobre los fenómenos climáticos El Niño Oscilación del Sur

(ENOS), la sequía y sus efectos, los cuales impactan sus actividades económicas (sistemas productivos sostenibles). El área de estudio fue seleccionada de acuerdo con los siguientes criterios: disponibilidad de los actores clave, accesibilidad al territorio (seguridad y distancias) y a recursos materiales (transporte y hospedaje).

Existen diversas conceptualizaciones sobre el término diagnóstico. Sin embargo, en esta investigación se basará en la definición de Arteaga y González (2001):

*“El diagnóstico es un proceso que permite, a partir del análisis de la información y datos sobre una situación-problema de una determinada realidad, establecer la naturaleza y relaciones causales de los fenómenos que en ella se dan, para así estar en posibilidad de identificar y correlacionar las principales necesidades y problemas, jerarquizándolos de acuerdo a ciertos criterios y determinando a su vez los recursos existentes y disponibles: todo ello con la finalidad de establecer un pronóstico que fundamente y diseñe las alternativas y estrategias que estructuren un determinado plan de acción. (p.89)”*

En este sentido, el diagnóstico es entendido como una técnica de medición e interpretación que posibilita obtener conocimiento certero de algún ambiente, contexto o escenario y de los fenómenos que en él se estén desarrollando. Es importante tener en cuenta que el diagnóstico requiere de la realización de investigaciones empíricas sustentadas en un sistema teórico-metodológico cuyos resultados proporcionen: a) una visión orgánica y dinámica de los procesos sociales y las determinaciones de éstos, para esclarecer la naturaleza y magnitud de los problemas que se pretenden atender; b) una caracterización de los grupos sociales que estén siendo afectados por el problema de interés, así como elementos que permitan el análisis de la posible evolución desde la situación inicial hasta la situación futura y; c) una ubicación de los espacios estratégicos para la acción (Arteaga y González, 2001).

El cuestionario se basó en la metodología de Aylwin, Jiménez y Quesada de Greppi (2008) a partir de la operacionalización de variables a través de seis matrices (1. Matriz de congruencia de preguntas, objetivos e hipótesis, 2. Matriz de hipótesis y variables, 3. Matriz de variables y conceptos teóricos, 4. Matriz de categorías, dimensiones y características, 5. Matriz de operacionalización de la categoría de

análisis, 6. Matriz de variables y reactivos), es decir, las variables fueron definidas gradualmente para que pudieran ser medidas y/o interpretadas. La primera matriz corresponde a las preguntas que dieron origen al trabajo de campo. Estas preguntas determinaron un objetivo general, varios objetivos específicos y a su vez, tres hipótesis. En la segunda matriz se retomaron las hipótesis y se puntualizaron las variables (independiente y dependiente). Posteriormente, en la tercera matriz cada variable fue definida teóricamente, para que en la cuarta matriz se definieran sus principales características de acuerdo con la categoría o dimensión de análisis que ocupaban y en la quinta matriz, se especificó su importancia en un contexto socioambiental. Por último, en la sexta matriz se retomaron las variables y se definieron 26 reactivos de respuesta breve. El cuestionario se organizó en tres secciones: sistemas productivos sostenibles, fenómenos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la sequía e incendios forestales.

## 2.2. Análisis del fenómeno ENOS a nivel CBMM

Para estudiar el fenómeno ENOS se analizaron aquí dos variables: la precipitación y la temperatura superficial del mar (TSM). La precipitación a través del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) desde el año 1995 hasta el año 2014, utilizando una escala temporal de tres meses, porque provee una estimación estacional de la precipitación (Méndez, 2010) y la TSM con el Índice Oceánico El Niño (ONI) (NOAA, 2017), que se trata de un indicador a nivel mensual que refleja las anomalías de la temperatura que superan el umbral  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y permite identificar los eventos La Niña y El Niño en este estudio.

## 2.3. Análisis de los incendios forestales a escala nacional, estatal, municipal, CBMM y en los sistemas productivos sostenibles de los corredores biológicos

En este apartado de la investigación la variable de análisis fueron los incendios forestales, específicamente las características que registra la CONAFOR para cada evento con base en los informes anuales históricos de los incendios forestales en México (Tabla 3) (CONAFOR, 2015a).

Tabla 3. Informes anuales históricos de los incendios forestales en México

Informe final de Incendios Forestales 1995	Informe final de Incendios Forestales 2005
Informe final de Incendios Forestales 1996	Informe final de Incendios Forestales 2006
Informe final de Incendios Forestales 1997	Informe final de Incendios Forestales 2007
Informe final de Incendios Forestales 1998	Informe final de Incendios Forestales 2008
Informe final de Incendios Forestales 1999	Informe final de Incendios Forestales 2009
Informe final de Incendios Forestales 2000	Informe final de Incendios Forestales 2010
Informe final de Incendios Forestales 2001	Informe final de Incendios Forestales 2011
Informe final de Incendios Forestales 2002	Informe final de Incendios Forestales 2012
Informe final de Incendios Forestales 2003	Informe final de Incendios Forestales 2013
Informe final de Incendios Forestales 2004	Informe final de Incendios Forestales 2014

Fuente: Comisión Nacional Forestal, 2015a.

Con base en los informes, se capturó y sistematizó la información (revisión, corrección y estandarización), posteriormente se diseñó una base de datos a escala nacional cuyos campos son los siguientes: estado, número de incendios forestales y superficie siniestrada por año, de 1995 al 2014.

La base de datos a nivel estatal y municipal se construyó a partir de la información proporcionada a través del acuerdo institucional entre la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2015a) por medio de la solicitud 2787, vía la Coordinación de Análisis Territorial de Corredores Biológicos, CONABIO (Coordinador de la CAT Enrique Muñoz López) y la Gerencia Estatal de Quintana Roo, CONAFOR (jefe del Departamento de Protección José Javier May Chan). La información obtenida comprendió el periodo 2005–2014, los datos se revisaron, corrigieron y estandarizaron para construir seis bases de datos de los estados que albergan el CBMM (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán) y nueve bases de datos de los corredores biológicos que conforman el CBMM (Calakmul-Bala'an K'aax, Costa de Yucatán, Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Oaxaca, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax, Sierra de Tabasco, Sierra Madre del Sur). Las bases de datos a escala estatal y municipal incluyeron los siguientes campos: año, estado,



municipio, número de incendios forestales, estrato de vegetación afectado en hectáreas (renuevo, arbolado adulto, matorral arbustivo y pastizal), ecosistema afectado, mes en que se presenta el incendio, tipo de incendio y causa que originó el incendio, mientras que las bases de datos a escala corredor biológico los siguientes campos: año, estado, coordenadas geográficas X/Y, número de incendios forestales, estrato de vegetación afectado en hectáreas (renuevo, arbolado adulto, matorral arbustivo y pastizal), ecosistema afectado, mes en que se presenta el incendio, tipo de incendio y causa que originó el incendio. Asimismo, las bases de datos a escala corredor biológico se emplearon en el análisis geoespacial (área de influencia de 1 km) de la incidencia de incendios en los sistemas productivos sostenibles del CBMM. La información de los sistemas productivos se obtuvo de dos bases de datos: el Atlas de naturaleza y sociedad (CONABIO, 2015) y Portal de Geoinformación de la CONABIO (2020).

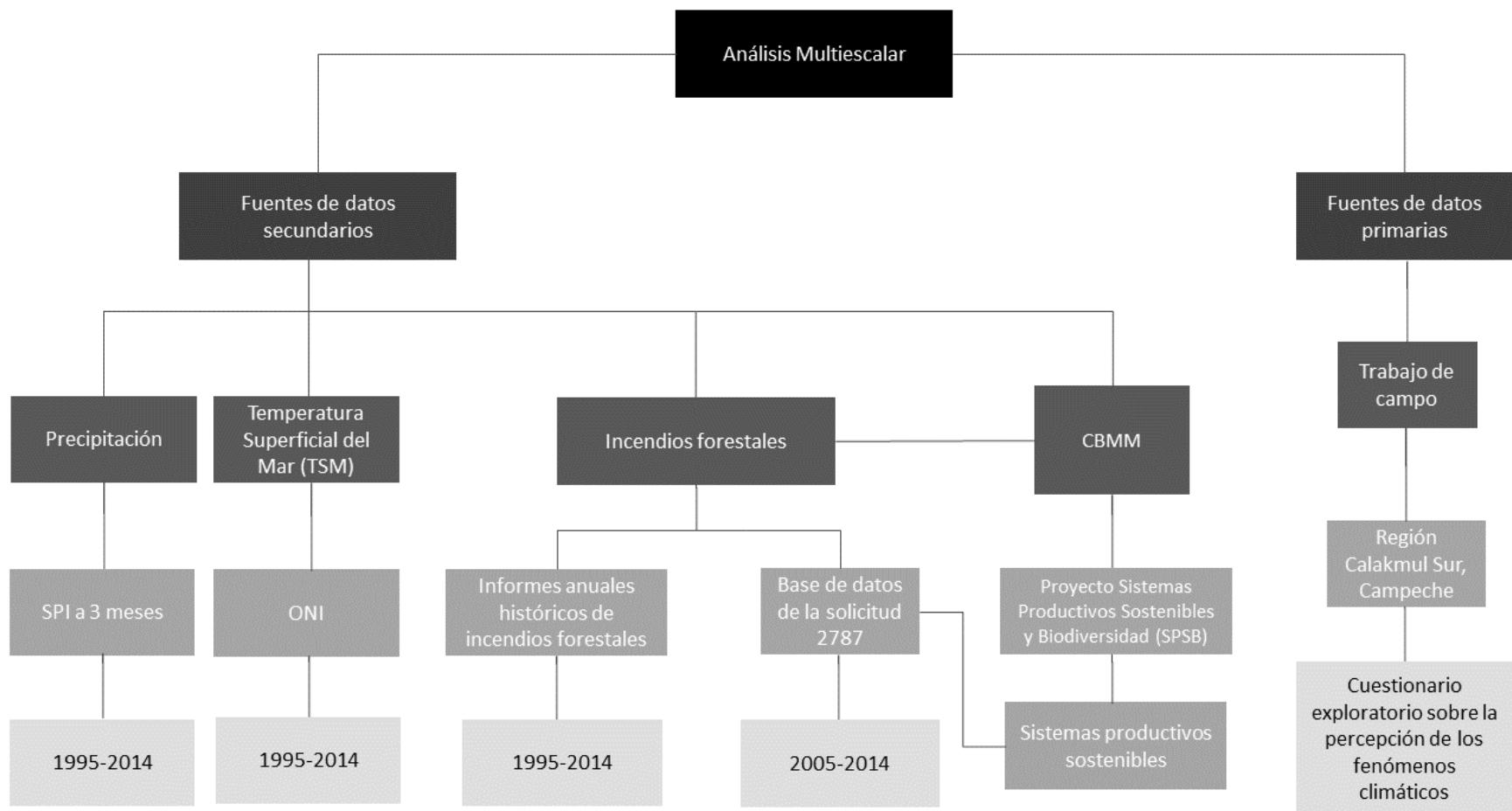


Figura 12. Esquema metodológico

### **3. Diagnóstico**

#### **3.1. Trabajo de campo en la región Calakmul Sur, Campeche. Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos**

El trabajo de campo se llevó a cabo del 3 al 7 de abril del 2016, durante el desarrollo de los talleres de la Coordinación de Análisis Territorial de Corredores y Recursos Biológicos de la CONABIO (CAT–CONABIO) “Análisis de las tendencias de conservación en la región Calakmul Sur: causas de la deforestación, actividades productivas y dinámica de cobertura de suelo”. Las entrevistas semiestructuradas se realizaron a los ejidatarios asistentes a los talleres. Asimismo, se realizaron dos exposiciones sobre los incendios forestales y el efecto del fenómeno ENOS en el CBMM, donde se trató el tema de los incendios forestales a escala nacional y en los corredores biológicos y los efectos del fenómeno de El Niño y La Niña en la región. La primera exposición se llevó a cabo el lunes 4 de abril durante la sesión con los ejidatarios en la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR), Xpujil, Campeche. La segunda, el 7 de abril en la reunión con José Javier May Chan, jefe del Dpto. de Protección de la Gerencia Estatal de Quintana Roo, CONAFOR.

#### **3.2. Análisis de la evidencia empírica**

Posterior al proceso de recolección de la evidencia empírica, es decir, el resultado de la aplicación de entrevistas semiestructuradas se reagrupó y redujo la información obtenida para construir conceptualmente categorías que permitieran sustentar los conceptos que se establecieron con anterioridad. De esta forma la palabra y discurso de los sujetos que participaron en las entrevistas, fundamentaron las categorías al brindar significado en el espacio que habitan, en este caso las localidades que constituyen la región de Calakmul Sur.

La presentación de los resultados se muestra a partir de las secciones que comprenden el cuestionario (sistemas productivos sostenibles, los fenómenos climáticos El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y la sequía y los incendios forestales) con base a los elementos teórico-conceptuales que se utilizaron para construir las

categorías, tablas de codificación, memorandos y por supuesto en la información aportada por los sujetos participantes.

Por lo anterior, los hallazgos son resultado de dos fases de análisis: la primera, es la reducción de evidencia empírica que permite sustentar las categorías previamente establecidas y representativa para los participantes (razón por la cual se presentan respuestas de diversos entrevistados en cada pregunta) y, la segunda, a partir de la información recolectada mediante las entrevistas (25 entrevistas) interpretar la relación de cada uno los elementos que conforman los sistemas productivos sostenibles, los fenómenos climáticos ENOS y la sequía y los incendios forestales.

En un primer momento es conveniente contextualizar el espacio en el cual se obtuvo la evidencia empírica, para identificar de esta forma el lugar en el que se realizan las actividades que posteriormente se interpretaron (Figura 13). De esta forma el trabajo de campo adquiere un carácter singular de los sujetos involucrados en su propio contexto, debido a que es ahí donde construyen su cotidianidad. Los ejidos (localidades) donde habitan los participantes son:

- ❖ Bécan
- ❖ Carlos A. Madrazo
- ❖ General Álvaro Obregón
- ❖ Ley de Fomento Agropecuario
- ❖ Nuevo Bécal
- ❖ Ricardo Flores Magón
- ❖ Unidad y Trabajo
- ❖ Valentín Gómez Farías

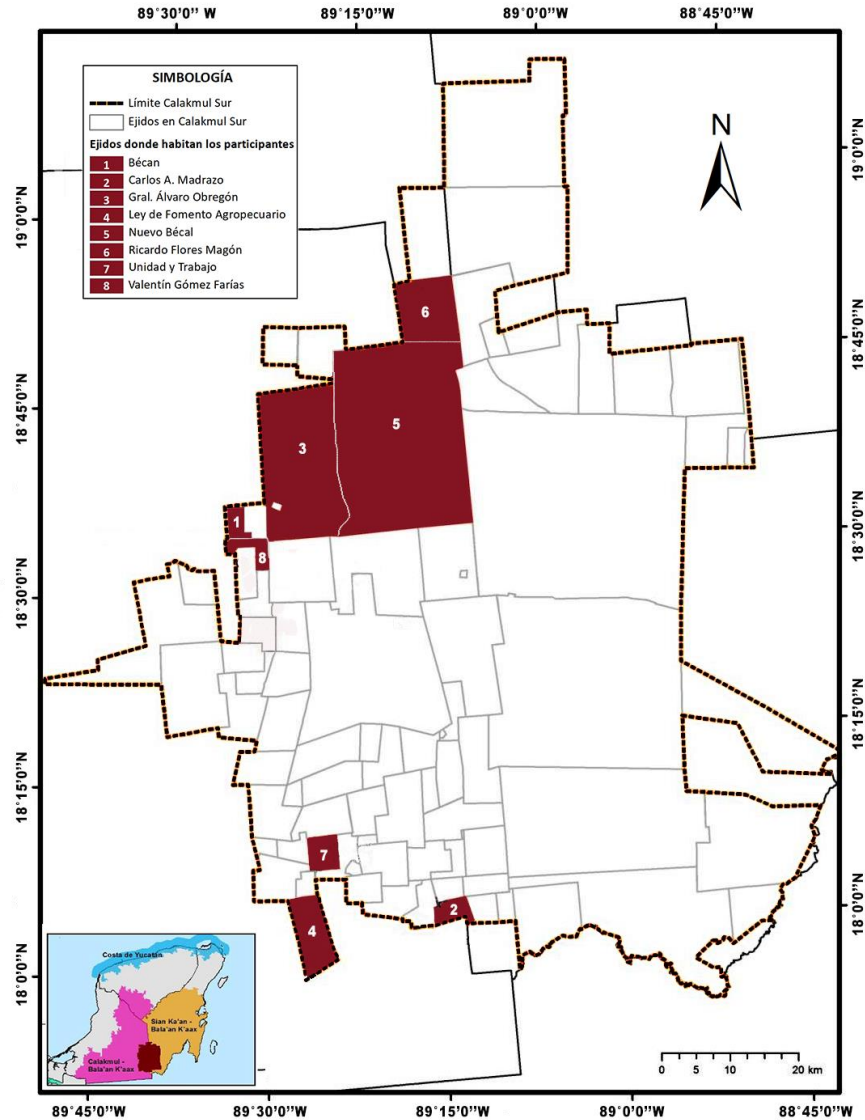


Figura 13. Localización de la región Calakmul Sur y las localidades donde residen los participantes. Fuente: elaborado con base en la CAT-CONABIO, 2016.

### 3.2.1. Sistemas productivos sostenibles

La categoría que se presenta a continuación es la que determina el conjunto de actividades productivas desarrolladas en la región con el fin de obtener bienes o servicios. Por lo tanto, es necesario conocer qué tipo de actividades realizan y cómo las definen desde su propia experiencia.

Las actividades productivas que refieren los entrevistados son:

- Agricultura: camote, chile picante, frijol, maíz, plátano, yuca y zapote
- Apicultura: producción de miel
- Forestal: maderable y no maderable
  - Maderable: bayo, caoba, catalex, cedro, chechen, machiche, tzalam y producción de carbón vegetal
  - No maderable: manejo forestal
- Ganadería: avicultura, porcicultura y silvopastoril

De acuerdo con lo anterior, las principales actividades se concentran en:

- Agricultura
- Apicultura
- Ganadería
- Forestal

Cabe mencionar que las actividades no son referidas específicamente a la producción, sino también al autoconsumo de los sujetos entrevistados.

### 3.2.2. Los fenómenos climáticos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la sequía

La información que corresponde a esta categoría permite identificar los significados que atribuye la población a cada uno de los conceptos abordados y conocer su contexto ante la presencia y los efectos de ENOS y la sequía.

Con respecto a los conocimientos que tienen los entrevistados sobre el fenómeno del Niño o la Niña, existen tres categorías:

- Si
- No
- Tal vez (poco)

Es necesario contrastar las respuestas anteriores con la siguiente pregunta:

Tabla 4. Sección 2. ¿Para usted qué es el fenómeno de El Niño?

Entrevistado	Respuesta
E1	Huracán (dicen en la tele)
E2	Huracanes, sequía
E4	Cambio climático (llueve mucho)
E5	Lo he escuchado, pero no sé qué es
E7	Cuando llueve mucho (huracanes)
E8	Asuntos climáticos variables no estables
E9	Variantes y cambios de temperatura en las diferentes regiones
E15	Es un fenómeno que ocurre mayormente en la temporada navideña cuando aumenta la temperatura del agua
E17	El tiempo de sequía
E24	Fenómenos que ocasionan desastres, huracanes o sequías

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

En términos generales, los participantes asocian el fenómeno del Niño con las siguientes categorías:

1. Fenómenos hidrometeorológicos (lluvia intensa, huracanes) que generan desastres (así referidos por los participantes)
2. Fenómenos relacionados con el cambio climático (eventos extremos), cambios de temperatura (mucho calor) y precipitación (llueve mucho o no llueve). También lo relacionan con el tiempo de sequía a consecuencia de la variabilidad climática
3. Lo han escuchado sin embargo no saben qué es

Por otra parte, la principal fuente de información de los sujetos, son los medios de comunicación, específicamente: la televisión y la radio, a través de las noticias y reportajes que ahí presentan.

Posteriormente, la forma en que afecta su trabajo es la siguiente

Tabla 5. Sección 2. ¿Cómo afecta a su trabajo este fenómeno?

Entrevistado	Respuesta
E2	Sequía no hay problema. Huracán se pierden árboles, incrementa trabajo porque tapa todo
E4	Porque no hay floración y la agricultura no se da
E5	Mucho, no se da la cosecha de todo
E6	No llueve a su tiempo, se atrasa o se adelanta

E7	Se inunda
E8	No hay cosecha
E9	Afecta a la producción
E11	No podría sembrar maíz
E12	No se puede cosechar con tanto calor
E14	No son los mismos tiempos de cosecha, ganadería y miel
E15	Que la temperatura aumenta, interrumpiendo así la producción agrícola
E20	En gran magnitud, no se puede cosechar
E23	No llegan las lluvias a tiempo, falta agua

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las repuestas se pueden reunir en dos fenómenos diferentes:

1. Lluvia: lo relacionan con huracanes, se pierden árboles, incrementa trabajo porque tapa todo (inunda), no hay floración y la agricultura no se da (afecta mucho la producción); no llueve a tiempo (se atrasa o se adelanta).
2. Sequía: no hay problema/ si hay problemas; no se puede cosechar con tanto calor, la temperatura aumenta interrumpiendo la producción agrícola, no llegan las lluvias a tiempo, falta agua.

En ambos casos se modifican los tiempos de cosecha, miel y ganadería.

Con respecto al conocimiento y significado que le otorgan a la sequía se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6. Sección 2. ¿Para usted qué es una sequía?

Entrevistado	Respuesta
E1	Trae fuego, falta agua
E2	Cuando no llueve en la temporada de siembra
E3	No llueve
E4	Cuando no llueve
E5	Que llueve poco
E6	Es cuando no llueve por largos meses
E7	Cuando no llueve
E8	Que no llueve mucho
E9	Escasez de lluvia
E10	La falta de agua
E11	No llueve en la temporada de siembra
E12	Todo está seco, las tierras. No se puede hacer nada
E13	No llueve
E14	Es un tiempo donde no llueve
E15	Es cuando las temperaturas abundan haciendo que no haya lluvias
E16	Temporada en que llueve menos, el tiempo de preparar los terrenos para la milpa
E17	Mucho calor, falta de agua, se ha secado la laguna
E18	Es cuando no hay lluvias y no se produce nada
E20	Fenómeno duro de pobreza y hambre donde no se cosecha y hay mucha plaga



E21	No hay producción
E22	Cuando no hay cosecha
E23	Falta de lluvia
E24	Mucho sol y no llueve

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Esta información se puede dividir en dos categorías, la primera entendida como una etapa usual de la variabilidad climática “fenómeno de sequía” y la segunda, como los efectos que produce este fenómeno y sus consecuencias:

- I. La sequía la relacionan con la falta de agua (en temporada de siembra) no llueve (por largos meses) o llueve poco (escasez de lluvia); por otra parte,
- II. Durante dicho proceso, no se puede hacer nada (trabajar, la tierra está seca, les afecta porque durante la temporada para preparar los terrenos para la milpa no se puede trabajar) y no se produce nada (no hay producción).

En este sentido, los pobladores perciben más calor (la temperatura aumenta), presencia de incendios forestales, desecación de la laguna y aumento de plagas. De tal forma que asocian la sequía con pobreza debido a que no hay producción agrícola.

Para reducir la evidencia empírica y mostrar los resultados se concentraron dos categorías en la siguiente tabla (los meses más lluviosos y meses más calurosos por región en Calakmul Sur).

Tabla 7. Sección 2. ¿Qué meses son los más lluviosos en Calakmul Sur?, ¿Qué meses son los más calurosos?

Ejido	Meses lluviosos	Meses calurosos
Álvaro Obregón	Junio, julio, agosto, septiembre Junio, julio, agosto, septiembre Agosto, septiembre, noviembre Agosto, septiembre, noviembre Mayo, junio Abril, mayo	Marzo, abril, mayo Marzo, abril, mayo Abril, mayo, junio Abril, mayo, junio Enero, febrero, marzo Todo el año
Bécán	Septiembre, octubre Agosto, septiembre, noviembre Septiembre	Abril, mayo, junio Julio, agosto Abril, mayo
Carlos A. Madrazo	Julio, septiembre (+), octubre Noviembre Abril, mayo	Abril, mayo, junio Abril, mayo
Ley de Fomento Agropecuario	Mayo, junio Agosto, septiembre, octubre	Marzo, abril Mayo, junio

<b>Nuevo Béal</b>	Septiembre, noviembre Mayo, enero Marzo, abril, mayo, junio	Abril, julio Marzo, mayo Marzo, julio
<b>Ricardo Flores Magón</b>	Mayo, octubre Agosto, septiembre, octubre Agosto, octubre Abril, agosto, septiembre, octubre	Febrero, abril Marzo, abril, mayo Marzo, abril Marzo, abril, mayo
<b>Unidad y Trabajo</b>	Agosto, septiembre, octubre Septiembre, julio, agosto	Marzo, abril, mayo Abril, mayo
<b>Valentín Gómez Farías</b>	Junio – noviembre Julio – diciembre	Enero – mayo Marzo-mayo

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

La perspectiva que se tiene de los meses más calurosos y lluviosos cambia dependiendo de la región en la que habita el entrevistado y se resume de la siguiente forma:

Tabla 8. Intervalo de los meses más lluviosos y los meses más calurosos en Calakmul Sur

<b>Ejido</b>	<b>Meses lluviosos</b>	<b>Meses calurosos</b>
<b>Álvaro Obregón</b>	Junio - septiembre	Marzo - mayo
<b>Bécan</b>	Septiembre - octubre	Abril - agosto
<b>Carlos A. Madrazo</b>	Abril - noviembre	Abril - junio
<b>Ley de Fomento Agropecuario</b>	Mayo - octubre	Marzo - junio
<b>Nuevo Béal</b>	Marzo – noviembre	Marzo - julio
<b>Ricardo Flores Magón</b>	Agosto - octubre	Febrero - mayo
<b>Unidad y Trabajo</b>	Agosto - septiembre	Marzo - mayo
<b>Valentín Gómez Farías</b>	Junio - noviembre	Enero - mayo

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Por otra parte, respecto a la disminución de lluvias:

Tabla 9. Sección 2. ¿Ha observado disminución de las lluvias?

<b>Entrevistado</b>	<b>Respuesta</b>
<b>E1</b>	Si, bastante, desde el 94
<b>E5</b>	En los noventa más selva, había más lluvia y menos plaga, en el 2000 la lluvia ya era menos
<b>E11</b>	Si, más o menos (cuatro meses abril-diciembre)
<b>E14</b>	Si está invertido

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

En general, los entrevistados coinciden al percibir una disminución de las lluvias en la región, refieren la década de los noventa como el inicio de la disminución argumentando que había más selva, lo que concuerda con asociar los cambios hidrometeorológicos con la deforestación, inclusive refieren la existencia de un

aumento de plagas y, para el año 2000 una cantidad menor de lluvias; para los entrevistados ha aumentado el calor y disminuido la lluvia.

En complemento con la pregunta anterior se deduce que la disminución de la precipitación se confirma y mantiene una relación estrecha con el aumento de temperatura en la región:

Tabla 10. Sección 2. ¿Ha observado un aumento de la temperatura?

Entrevistado	Respuesta
E1	Si, bastante
E2	Si (cuando no llueve)
E5	Ha aumentado la temperatura regularmente
E18	Un poco
E20	Si mucho calor, viene aire caliente

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las respuestas a la pregunta ¿desde cuándo se dio cuenta que sucedían estas condiciones? Se obtuvieron las siguientes respuestas:

Tabla 11. Sección 2. ¿Desde cuándo se dio cuenta que sucedían estas condiciones?

Entrevistado	Respuesta
E1	Desde el 94 con huracán Roxana, tumbaron puentes
E2	2000
E3	Desde hace dos años
E4	Desde el año 2000
E5	2000
E6	10 años
E7	2011
E8	Aproximadamente como 11 años
E9	Los cambios drásticos en los últimos 10 años
E10	Como tres años
E11	Más o menos diez años
E13	Como tres años
E14	En la región como cuatro años
E15	Hace cuatro años por las variaciones del clima
E17	Dos a tres años
E18	Más o menos hace dos años
E19	Desde el año pasado que estuvo muy fuerte el calor
E20	3 - 4 años para acá
E21	Desde hace años
E23	Desde hace 10 años
E24	Hace 15 años aproximadamente
E25	Hace 5 años

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Por tanto, las condiciones de aumento de la temperatura y disminución de la precipitación se conjuntan en dos temporalidades:

- 1) Perciben que el inicio de estos cambios comenzó a principios del siglo XXI, es decir a partir del año 2000 (aproximadamente hace diez años) y,
- 2) aproximadamente hace cinco años, lo cual implica una variación de tiempo corta.

Así, las dos preguntas anteriores coinciden y se complementan, sí existe menor cantidad de lluvias y un aumento de la temperatura y esto se encuentra asociado con la variabilidad climática.

De acuerdo con las causas de la problemática, los entrevistados mencionaron lo siguiente:

Tabla 12. Sección 2. ¿A qué cree que se deba esta situación?

Entrevistado	Respuesta
E1	Provocado por el desmonte, en la ciudad va aumentando la contaminación y no cuidan el monte
E2	Disminuye la vegetación problemas con el clima
E3	Contaminación
E4	Cambio climático
E5	Más gente, se ha tumbado la selva
E6	Devastación de monte
E7	Desconoce
E8	Calentamiento global
E9	Actividades antropogénicas
E10	Cambio de clima
E11	Cambio climático
E12	Cambio de uso del suelo
E13	Al cambio climático
E14	Al cambio climático afectado
E17	Deforestación
E18	Pienso que es cambio climático
E19	Al cambio climático o también a la contaminación
E20	A la deforestación, se están acabando el bosque
E21	Por la deforestación
E22	Quemas en el campo
E23	A la deforestación e incendios
E24	Contaminación y deforestación de selvas
E25	Por la deforestación

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las causas que han originado la situación actual se conjugan en dos categorías:

- I. Actividades antropogénicas (crecimiento de la ciudad, aumento de la población “más gente”, deforestación “desmonte, se ha tumbado la selva, se ha talado el bosque: cambio de uso de suelo”, quemas en el campo “incendios” y por la contaminación)
- II. Cambio climático (problemas con el clima, calentamiento global, cambio de clima)

De qué forma actúan los entrevistados con respecto a la situación problemática:

Tabla 13. Sección 2. ¿Qué hace cuando se presentan estas condiciones?

Entrevistado	Respuesta
E1	No hay cosecha y migra la gente, no hay trabajo
E2	Buscar una solución interna, autoconsumo y autoempleo
E4	Nada
E5	Siembra igual, pero espero bajas cosechas y plagas
E6	Esperar las lluvias
E7	No cosechamos
E8	Afrontarla ¿qué vamos a hacer?
E9	Concientización para programas
E11	No se siembra
E12	En sequía no se puede hacer nada, no hay riego
E13	Realizar reforestación
E14	Tratar de adaptarse
E15	Tratar de adaptarse al tiempo
E18	Si no llueve no siembran
E19	Recolectamos agua de lluvia
E21	Trabajar en otras actividades, para mantenimiento de la familia
E22	No se puede trabajar
E23	Nada

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las respuestas recurrentes se agruparon en cuatro categorías:

- No hay trabajo
- No se puede sembrar y consecuentemente no se cosecha
- Se realizan otras actividades para la manutención de la familia
- En ocasiones la población migra

Por otra parte, la población practica diversas estrategias de adaptación para afrontar la problemática lo cual denominan solución interna, esto se refiere al autoconsumo

y autoempleo; sin embargo, esperan cosechas bajas y el aumento de plagas; buscan la concientización para la ejecución de programas que les permitan afrontar la situación, por ejemplo, reforestar, captar agua de lluvia y de esta forma en palabras de ellos, adaptarse al tiempo. Por último, refieren no hacer nada y esperar que la situación mejore cuando las lluvias regresen para retomar sus actividades cotidianas (Tabla 14).

Tabla 14. Sección 2. ¿Cómo le afecta a sus actividades que no llueva o que haga mucho calor?

Entrevistado	Respuesta
E1	No hay cosecha
E2	Agrícola y ganadería es el sustento
E3	En las semillas no da fruta
E4	Las cosechas no se dan
E6	Afecta en la economía
E7	Se secan los cultivos
E8	En lo económico
E9	Inaccesibilidad a las localidades de trabajo, no hay buenas producciones
E11	Afecta el cultivo de la milpa
E12	No siembra
E13	Pérdida de milpa
E14	Afecta la producción
E15	Afecta la producción agrícola
E18	El calor afecta a la siembra, si llueve demasiado afecta a la apicultura, no hay flores
E19	No hay floración y la abeja no produce miel
E21	No tienen para su consumo
E22	No hay producción
E23	La siembra no nace
E24	No hay miel por la falta de floración
E25	No da la producción, escasez de agua

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

El análisis de las respuestas muestra lo siguiente: no se siembra, no hay cosecha, afecta a las actividades agrícolas que son el sustento de los pobladores, por lo tanto, afecta en la economía de la región. En otras palabras, la falta de lluvia y el aumento en la temperatura afectan directamente la agricultura, la ganadería y la apicultura, esta última actividad porque no se presenta la floración y las abejas no producen miel.

### 3.2.3. Incendios forestales

La tercera sección pretende interpretar la información que tienen los participantes con respecto a los incendios forestales que se presentan en la región de Calakmul sur. De acuerdo con lo anterior, se presentan los resultados obtenidos de la siguiente pregunta:

Tabla 15. Sección 3. ¿Se presentan incendios frecuentemente?

Entrevistado	Respuesta	Entrevistado	Respuesta
E1	No	E14	No
E2	No, una ocasión en 1999	E15	No
E3	No	E16	No
E4	No	E17	No
E5	No, hay equipo y guardaraya	E18	No
E6	Desde hace diez años no hay incendios	E19	No
E7	No	E20	Muy poco
E8	No	E21	No
E9	No	E22	No
E10	No	E23	No
E11	No	E24	No
E12	No hay incendios	E25	No hay casi incendios forestales
E13	No		

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Los participantes refieren que no se presentan incendios frecuentemente en la zona, pero si se presenta algún incendio, cuentan con equipo para combatirlos. A pesar de que los entrevistados refieren la nula o poca existencia de incendios, ellos coinciden que “mayo” es el mes en el que se presentan con mayor medida (referido anteriormente como un mes caluroso) (Tabla 16). Cabe mencionar que los incendios son controlados de acuerdo con la ley de quemas y las asambleas comunitarias.

Tabla 16. Sección 3. ¿En qué meses se presentan los incendios?

Entrevistado	Respuesta
E1	Se controla el incendio por ley, cada quien cuida de acuerdo a asamblea
E2	Mayo
E5	Año 85-86 fue el último y empezó en área agrícola
E6	Abril y mayo

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

En cuanto qué áreas llegan a ser afectadas, identificaron las siguientes:

Tabla 17. Sección 3. En Calakmul Sur ¿qué áreas son afectadas?

Entrevistado	Respuesta
E2	No sabe
E4	No sabe
E5	Acahual
E6	Acahual y selva, caña brava
E11	La reserva Calakmul
E14	No hay
E20	Por el rumbo de Nuevo Bécál y Flores Magón
E23	La zona limítrofe con los helechales
E25	Otros ejidos, Canaan

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Con respecto a las respuestas, estas varían entre la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC), otros ejidos, con el tipo de vegetación que ha sido dañada y, por último, los que desconocen la zona de afectación.

1. El rumbo de Nuevo Bécál y Flores Magón
2. Otros ejidos, por ejemplo: Canaán
3. Acahual, selva, caña brava y la zona limítrofe con los helechales
4. No sabe

En complemento con la pregunta anterior, la vegetación más afectada por los incendios es la siguiente: el pastizal, el acahual y la vegetación alta, la selva, áreas agrícolas y potreros (Tabla 18).

Tabla 18. Sección 3. ¿Qué parte de la vegetación afectan más los incendios?

Entrevistado	Respuesta
E2	Pastizal, acahual y vegetación alta (selva)
E6	Todas las plantas
E11	Toda la vegetación
E13	Selva
E20	Todo
E22	Áreas agrícolas
E23	Toda la vegetación
E25	Potreros

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)



En la prevención de incendios los participantes refirieron lo siguiente:

Tabla 19. Sección 3. ¿Cómo previenen los incendios forestales?

Entrevistado	Respuesta
E1	Cada uno cuida de acuerdo con su asamblea
E2	Guarda raya, horario de quemar. Organización de la parcela con ayuda de vecinos
E3	Brechas corta fuegos y permiso de quemas
E4	Brecha corta fuegos
E5	Guardarrayas y están al pendiente
E6	Haciendo guardarrayas, quemas controladas y brigadas
E7	Guardarraya, quemar con franjas
E9	Integrar brigadas comunitarias. Vigilar y monitorear. Recorridos de vigilancia
E10	Con brigadas, con equipos para combate de incendios
E11	Con brechas corta fuegos
E12	Guardarraya, brecha corta fuego
E13	Con capacitación a productores
E14	Con brechas corta fuego, brigadas contra incendios
E15	Por medio de las brechas corta fuego
E20	Guardarrayas y vigilando las quemas
E21	Guardarrayas
E22	Guardarrayas
E23	Pláticas, brechas corta fuegos
E24	Brechas cortafuego
E25	Brechas cortafuegos, guardarrayas, vigilancia y brigadas

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Para la prevención de incendios se identifican tres prácticas recurrentes con dicha actividad y una estrategia (equipo y capacitación):

- 1) De acuerdo con la asamblea (permiso de quemas y horario de quemas)
- 2) Guardarrayas o brechas cortafuego
- 3) Integran brigadas comunitarias y vecinales que realizan recorridos de vigilancia de las quemas
- 4) Equipos para combate contra incendios y la capacitación para productores agrícolas

Calendario de quemas:

Tabla 20. Sección 3. ¿Tienen un calendario de quemas?

Entrevistado	Respuesta	Entrevistado	Respuesta
E1	Si	E13	Protección civil, municipio
E2	Si (ayuntamiento)	E14	Si, se solicita al municipio
E3	Si	E15	Si

<b>E4</b>	Si	<b>E16</b>	Si
<b>E5</b>	Si	<b>E17</b>	Si
<b>E6</b>	Si	<b>E19</b>	Si
<b>E7</b>	Si	<b>E20</b>	Si
<b>E8</b>	Si	<b>E21</b>	Si
<b>E9</b>	Si	<b>E22</b>	Si
<b>E10</b>	Si	<b>E23</b>	Si
<b>E11</b>	Si	<b>E24</b>	Si
<b>E12</b>	30 de abril con permiso de protección civil	<b>E25</b>	Si

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Sí cuentan con un calendario de quemas y el permiso se solicita al ayuntamiento (municipio-protección civil). Las fechas calendarizadas para realizar quemas:

Tabla 21. Sección 3. ¿En qué fecha pueden quemar?

<b>Entrevistado</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Entrevistado</b>	<b>Respuesta</b>
<b>E1</b>	Comienza en abril hasta el 15 de mayo	<b>E14</b>	En los meses de más calor
<b>E2</b>	15 abril - 15 mayo	<b>E15</b>	Finales de abril
<b>E3</b>	19 abril 7 mayo	<b>E16</b>	Abril-mayo
<b>E4</b>	30 de abril a 30 de mayo	<b>E17</b>	Abril - mayo (pide permiso a protección civil)
<b>E5</b>	30 abril a 30 de mayo (quemadas agrícolas)	<b>E18</b>	Aproximadamente marzo
<b>E6</b>	Ley de quemadas 30 de abril a 30 de mayo	<b>E19</b>	Aproximadamente marzo
<b>E7</b>	Mayo- abril	<b>E20</b>	Abril-mayo
<b>E8</b>	1o a 30 de mayo	<b>E21</b>	30 de abril a 30 de mayo
<b>E9</b>	30 de abril a 30 de mayo	<b>E22</b>	30 d abril a 30 de mayo
<b>E10</b>	30 abril - 30 mayo	<b>E23</b>	30 de abril a 30 de mayo
<b>E11</b>	30 de abril al 30 de mayo	<b>E24</b>	30 de abril a 30 de mayo
<b>E12</b>	Nada más el 30 de abril	<b>E25</b>	30 de abril a 30 de mayo
<b>E13</b>	Abril-mayo		

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las fechas en las que se pueden realizar las quemadas coinciden en la mayoría de los casos. Estas se encuentran en los meses de abril y mayo y existe una variación si la temporada de quemadas comienza a principios o finales de abril, sin embargo, concuerdan con el mes, de igual forma sucede con la finalización de quemadas entre el 5, 15 o 30 de mayo, de acuerdo con la ley de quemadas. Con base en lo anterior, refieren que las quemadas se realizan en los meses de mayor calor.

A la pregunta: Quién los apoya en las quemas. Los entrevistados respondieron lo siguiente:

Tabla 22. Sección 3. ¿Quién los apoya en esta actividad?

Entrevistado	Respuesta
E1	No, solos los vecinos, solo si se pasa el fuego
E2	Ayuntamiento y protección civil
E3	Protección civil
E4	El municipio
E5	Nadie
E6	Colindante del ejido, protección civil
E7	Protección civil
E8	CONAFOR
E9	Ejidatarios cuando hay fuera de control, protección civil. Brigadistas
E10	Hay una brigada que apoya a la quema
E11	Protección civil
E12	Protección civil
E13	Protección civil (municipio)
E14	CONAFOR – SEMARNAT
E15	Protección civil
E16	Protección civil y CONAFOR, SEMARNAT y con brigadas con el fuego sale de control
E17	Protección civil, CONAFOR, SEMARNAT
E18	Protección civil
E19	Protección civil
E20	Protección civil
E21	Protección civil municipal
E22	Comunidad
E23	Protección civil en coordinación con el municipio
E24	La comunidad, protección civil (ayuda contra incendios)
E25	CONAFOR, el municipio, protección civil

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

El apoyo para la realización de las quemas calendarizadas acorde a la Ley de Quemadas fluctúa entre el apoyo institucional y la organización de los pobladores:

- Apoyo institucional. Ayuntamiento (municipio), Comisión Nacional forestal (CONAFOR), Protección civil y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Apoyo comunitario: ejidatarios, brigadista y/o vecinos

Cabe mencionar que el apoyo comunitario se realiza cuando las quemas salen de control, es entonces cuando los vecinos y ejidatarios participan.

Respecto a si reciben información o no sobre la temporada de lluvias, huracanes o sequías, existe discrepancia, toda vez que existen respuestas que niegan recibir información a través de cursos, asambleas o juntas, como se presenta a continuación:

Tabla 23. Sección 3. ¿Reciben algún tipo de información sobre la temporada de lluvias, la temporada de sequías o la temporada de huracanes?

Entrevistado		Respuesta	Entrevistado		Respuesta
E1	Si		E13	Si	
E2	"Si, protección civil (huracanes). Movimiento de luna (probabilidad de lluvia). Sequía (noticias). Si canta el zaraguato (lluvia y frío). Si la chachalaca canta (hay probabilidad de lluvia). Cabañuelas (ahora hay variación)"		E14	No	
			E15	Si	
E3	Si, cursos		E16	Si	
E4	Solo huracanes		E17	Si	
E5	Protección civil y del municipio		E18	No sé	
E6	Si, protección civil, por juntas		E19	Si	
E7	Si		E20	Si	
E8	No		E21	Si	
E9	Información sobre los huracanes		E22	No	
E10	Si		E23	Si	
E11	Si		E24	No	
E12	Si		E25	Si	

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

La información se centraliza solamente en la temporada de huracanes y esta es proporcionada a través de protección civil (municipal). Contrario a la información de sequías, en la que refieren informarse a través de las noticias (lo que confirma que la principal fuente de información son los medios de comunicación, específicamente la televisión). Cabe mencionar que los pobladores también se rigen a través de los saberes tradicionales, por ejemplo: el movimiento de luna significa la probabilidad de lluvia, el canto del saraguato o la chachalaca indica también la probabilidad de que llueva, aunque el primero además denota que hará frío y, por último, las cabañuelas, a las que refiere el entrevistado número 2 (E2) en las que actualmente existe variación.

Por otra parte, existen entrevistados que niegan recibir información (cuatro), pareciera resultar poco representativa con respecto a las demás respuestas, sin embargo, al considerar el número total de entrevistas es importante ya que no es una investigación que cuantifique datos o números de respuestas, por lo tanto, la percepción que tienen los entrevistados de “no recibir” información puede ser comprendida como la falta de apoyo institucional.

Tabla 24. Sección 3. ¿Quién les proporciona esta información?

Entrevistado	Respuesta
E1	En la televisión
E3	Protección civil
E4	Protección civil municipal
E5	Si se puede hacer quemas. El municipio avisa sobre eventos extremos
E6	Si, protección civil
E7	Protección civil
E9	Información sobre los huracanes
E10	Por medio de protección civil y medios de comunicación
E11	Protección civil del municipio
E12	Protección civil
E13	Protección civil y CONAFOR
E15	Protección civil
E16	Protección civil, por medio de radio, mediante los comisarios (as)
E17	Protección civil
E19	Las autoridades
E20	Protección civil
E21	Municipio
E22	Municipio
E23	Protección civil, medios de comunicación
E24	No
E25	Protección civil (incendios forestales)

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

Las fuentes de información son: Protección Civil municipal (entendidas como autoridad) a través de los comisarios(as), CONAFOR y los medios de comunicación masiva (radio y televisión).

Por último, la información con la que quisieran contar los entrevistados:

Tabla 25. Sección 3. ¿Con qué otro tipo de información le gustaría contar?

Entrevistado	Respuesta
E1	Si, para cambiar calendarios de siembra
E2	Más servicio de internet para ver datos. Estación meteorológica
E3	Si, para los que no saben
E4	Mapas de pronósticos de lluvias, sequías
E5	Como evitar en fracasar con los cultivos para saber el tiempo preciso para la siembra y actividades agrícolas
E6	Sobre la temporada de poca lluvia
E7	Si, información en general
E8	Si, saber si es más lluvioso o seco
E9	Manejo de acahuales, manejo de recursos
E10	Contar con una estación meteorológica
E11	Capacitación para prevención de incendios. Contar con equipo adecuado para combatir los incendios
E12	Si cambio climático. En tres años no se ha dado el maíz. Llueve en temporada de quema y por lo tanto no se puede quemar y en temporada de lluvia no ha llovido bien
E13	Conocimientos sobre curso de combates de incendios
E14	Huracanes, lluvias y sequías
E15	Con información de siembra y aprovechamiento
E16	Capacitación para apicultura
E17	Sobre el cuidado de las abejas
E21	Sobre los programas de apoyo
E22	Pronóstico que sea proporcionado por el municipio
E23	Es suficiente
E24	Saber más para prevenir
E25	Si, más talleres sobre manejo de la agricultura y ganadería y apicultura

Fuente: Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos (Anexo)

La información que refieren necesitar los participantes fluctúa en tres categorías amplias: variabilidad climática, capacitación e información.

- **Variabilidad climática:** **a)** cambiar calendarios de quema (llueve en temporada de quemas), **b)** aumentar servicio de internet para ver datos, **c)** contar con una estación meteorológica (pronósticos de lluvias, huracanes y sequías) **y d)** cambio climático.
- **Información general:** **a)** que haya más información para los que no saben **y b)** Información en general.

- **Capacitación:** **a)** capacitación para prevención de incendios, **b)** información sobre el tiempo de siembras y actividades agrícolas, **c)** capacitación para apicultura (sobre el cuidado de las abejas), **d)** manejo de acahuales y recursos **y e)** programas de apoyo

La percepción que tienen los participantes acerca del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) está relacionada directamente con los efectos que esta perturbación interanual del sistema climático, oceánico y atmosférico genera en sus actividades productivas, al reconocer que afecta principalmente la agricultura (el periodo de siembra, los cultivos y los tiempos de cosecha) y la apicultura (alteraciones en el periodo de floración en las especies de flora de la selva). No obstante, la información que tienen sobre ENOS es reducida, sólo 8% (E9, E15) de los entrevistados, asoció el fenómeno con la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) en diferentes regiones del planeta; esto es, la asociación radicó en las principales características del fenómeno ENOS “[...] consiste en una oscilación entre una fase cálida (El Niño) y una fase fría (La Niña) que se manifiesta principalmente a través de un calentamiento o enfriamiento anormal de la TSM en el océano Pacífico ecuatorial, central y oriental” y no en los sistemas meteorológicos particulares de ENOS pero que no son exclusivos del fenómeno en sí, ya que también podrían responder a los principales sistemas que definen la dinámica atmosférica en México: sistemas meteorológico de latitudes medias (Nortes) en el invierno o sistemas de tropicales en el verano (Zona Inter-tropical de Convergencia (ZITC), monzón mexicano, ondas del este y los huracanes en el Pacífico, Caribe y el Golfo de México (Magaña et al. 2004).

En el caso de la sequía, el fenómeno es mejor comprendido y lo asocian con el déficit de precipitación (sequía meteorológica) y por tanto con la disminución de la disponibilidad de agua (lagunas) (sequía hidrológica) y con las afectaciones en la ganadería y cultivos (sequía agrícola). Asimismo, relacionan el fenómeno de sequía con la deforestación de la selva y el cambio climático e identifican el primer trimestre anual como el más caluroso y seco, y, el segundo semestre como el más lluvioso. También, perciben que el déficit de precipitación y el aumento de temperatura se ha

presentado en los últimos años, varios entrevistados (E2, E4, E5, E24 y E25) indican que desde el año 2000, mientras que otros afirman que la problemática es más reciente (E3, E6, E8, E9, E10, E11, E13, E14, E15, E17, E18, E19, E20 y E25).

En cuanto a los incendios forestales, los participantes refirieron que no son frecuentes en sus localidades, incluso que son “escasos” y que en caso de que se presente un incendio, cuentan con equipo para combatirlos y capacitación para los productores agrícolas. Asimismo, tienen diversas prácticas para prevenirlos: permiso de quemas que se solicita al departamento de protección civil del ayuntamiento o del municipio correspondiente [de acuerdo con el calendario de quemas (entre los meses de marzo y mayo, dependiendo del calendario de quemas de cada estado) y el horario de quemas], guardarrayas o brechas cortafuego y brigadas comunitarias (que realizan constantes recorridos de las quemas). De esta forma, afirmaron que los incendios forestales se presentan generalmente en el mes de mayo y afectan principalmente la selva, los pastizales y los acahuales. Entre las áreas más siniestradas o quemadas, mencionaron a la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC), la localidad de Nuevo Bécál y los ejidos Ricardo Flores Magón y Nuevo Canaán.

Por último, los participantes señalaron que la principal fuente de información sobre la temporada de lluvias y/o huracanes es el departamento de protección civil, mientras que a través de los medios de comunicación (específicamente la televisión “noticieros”) obtienen información sobre la temporada de sequías. No obstante, refirieron necesitar más información sobre la variabilidad climática (pronósticos de lluvia, huracanes, sequías y el cambio climático), así como acceso a los medios de comunicación particularmente medios digitales como computadoras, teléfonos celulares para informarse por cuenta propia.



## 4. Resultados

### 4.1. Análisis del fenómeno ENOS a nivel CBMM

Para estudiar el fenómeno ENOS se analizaron dos variables: la precipitación y la temperatura superficial del mar (TSM). La precipitación a través del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) del North American Drought Monitor, NADM (NOAA, 2015b) desde el año 1995 hasta el año 2014 por evento ENOS, utilizando rangos a tres meses que provee una mejor estimación del periodo estacional de la precipitación (Méndez, 2010). La TSM con el Índice Oceánico El Niño (ONI), un indicador mensual que refleja las anomalías de la temperatura que superan el umbral  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  e indican eventos ENOS ( $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ : eventos El Niño;  $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ : eventos La Niña) (NOAA, 2017).

El SPI permite identificar condiciones de déficit y exceso de precipitación a corto y largo plazo. Los valores negativos indican un déficit, mientras que los positivos muestran un exceso. En este análisis se utiliza el SPI debido a que funciona como un indicador de la variabilidad de la precipitación, pues los efectos del fenómeno ENOS en diversas regiones del mundo se manifiestan a través del aumento o disminución de la precipitación y la temperatura.

El Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) en cooperación con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) calculan el SPI a partir de un conjunto de estaciones de la Base de Datos Climatológica Mexicana, denominadas “estaciones de referencia” que cumplen los siguientes requisitos:

- 1) contar con una serie larga (mayor a 30 años),
- 2) tener menos del 20% de datos faltantes, y
- 3) que reporten información de manera continua

El número de estaciones de referencia puede variar por la pérdida de estaciones de largo período o por la incorporación de aquellas que cumplen con los requisitos establecidos (SMN, 2015). Así, el NADM utiliza 132 estaciones de referencia para calcular el Índice Estandarizado de Precipitación en la República Mexicana, de éstas

25 se localizan en la región del CBMM dispuestas de la siguiente manera: cuatro en Campeche, siete en Chiapas, ocho en Oaxaca, una en Quintana Roo, dos en Tabasco y tres en Yucatán (Tabla 26).

Tabla 26. Lista de estaciones empleadas por el North American Drought Monitor para calcular el SPI en la región del Corredor Biológico Mesoamericano (CBMM)

Estado	Estación meteorológica	Latitud	Longitud
<b>Campeche</b>	Campeche	19.84	-90.53
	Candelaria	18.18	-91.05
	Chamotón	19.36	-90.72
	Hopelchén	19.75	-89.94
<b>Chiapas</b>	El Boquerón	16.65	-93.15
	Las Flores	16.69	-93.56
	Tapachula	14.93	-92.27
	Talismán	14.96	-92.15
	Villa Flores	16.03	-93.27
	Tuxtla Gutiérrez	16.75	-93.12
	Comitán	16.25	-92.13
<b>Oaxaca</b>	Ixtepec	16.55	-95.08
	Jacatepec	17.87	-96.2
	Oaxaca	17.07	-96.73
	Ostuta	16.5	-94.44
	Puerto Ángel	15.68	-96.48
	Tehuantepec	16.33	-95.23
	Temascal	18.25	-96.4
	Huajuapán de León	17.8	-97.76
<b>Quintana Roo</b>	Chetumal	18.5	-88.33
<b>Tabasco</b>	Teapa	17.55	-92.95
	Villahermosa	17.98	-92.93
<b>Yucatán</b>	Mérida	20.97	-89.6
	Progreso	21.27	-89.62
	Valladolid	20.7	-88.22

Fuente: NOAA, 2015b.

A partir de la información proporcionada por el NADM se elaboró una base de datos y posteriormente, se empleó el método de análisis clúster o análisis de conglomerados para agrupar el conjunto de estaciones de referencia y realizar un análisis a nivel grupal. Este método de técnicas multivariantes permite clasificar objetos desde las características que poseen y mediante el cálculo de las distancias

o similitudes de los valores de diversas variables o casos. De esta manera, los conglomerados resultantes presentan un alto grado de homogeneidad interna dentro del conglomerado y un alto grado de heterogeneidad externa en el mismo. Es decir, los objetos tienden a ser similares entre sí y se agrupan, pero a su vez, los grupos resultan ser diferentes y se alejan. Por consiguiente, si la agrupación es correcta, los objetos dentro del clúster estarán muy próximos cuando se representan gráficamente y los diferentes grupos estarán muy alejados (Hair et al., cit. por Bornemann, 2004; Quintín y Cabero, 2007; Nadif y Govaert, 2009). El análisis clúster se pueden realizar mediante dos procedimientos: jerárquico y K-medias. Es preciso mencionar que, cada uno de estos procedimientos emplea un algoritmo distinto en la creación de conglomerados y contiene opciones que no están disponibles en otros.

En este trabajo se analizaron cinco variables (latitud, longitud, altitud, temperatura media mensual y precipitación normal anual acumulable) en función de 23 estaciones de referencia que comprenden la región del CBMM. La latitud, longitud y altitud corresponden a las características espaciales (posición geográfica y/o coordenadas geográficas) de cada estación y la temperatura y precipitación a datos climatológicos calculados para las normales climatológicas del periodo 1981-2010.

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011), las normales climatológicas se calculan tomando como referencia períodos consecutivos de 30 años, sin embargo, en algunos casos también se pueden calcular normales climatológicas provisionales cuando se carece de un periodo de 30 años y se cuenta al menos con un periodo de 10 años consecutivos. Cuando las normales climatológicas se utilizan como referencia no existen ventajas claras que justifiquen la actualización frecuente de dichas normales, salvo si una actualización proporciona normales relativas a muchas estaciones. Por esta razón, se utilizaron las normales climatológicas del periodo 1981-2010 debido a que 23 de 25 estaciones de referencia contaban con esta actualización y las estaciones Puerto Ángel, Oax. y Progreso, Yuc. fueron descartadas del análisis clúster. Antes de someter las variables al análisis clúster, se estandarizaron los datos mediante

valores z o puntuaciones z ( $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma_i}$ ) para que la información pudiera analizarse en el mismo plano y así aplicar el análisis clúster (Tablas 27 y 28).

Tabla 27. Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Estadístico
<b>Latitud</b>	23	14.93	20.97	405.46	17.6287	0.34595	1.65913	2.753
<b>Longitud</b>	23	-88.22	-97.76	2135.76	92.8591	0.54883	2.63208	6.928
<b>Altitud (msnm)</b>	23	10	1630	7931	344.83	111.189	533.244	284349.332
<b>Precipitación media</b>	23	739.1	4472.7	36975.8	1607.643	216.1844	1036.7841	1074921.353
<b>Temperatura media</b>	23	19.8	28.5	591.3	25.709	0.476	2.2827	5.211
<b>N Válido</b>	23							

Tabla 28. Estandarización de variables

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PRECIPITACIÓN MEDIA	TEMPERATURA MEDIA
1.27856	-1.10906	-0.45913	-0.41633	-0.83615
-0.58988	0.11051	0.291	-0.62187	0.12761
-0.56578	0.26628	0.25349	-0.63614	-0.04762
-1.62657	-0.22383	-0.32785	0.41152	0.74091
-1.60849	-0.26942	-0.00905	2.76341	0.25903
-0.96357	0.1561	0.39227	-0.40987	-0.22285
-0.52961	0.09911	0.42227	-0.6238	0.04
-0.83098	-0.27702	2.4101	-0.48095	-2.58844
-0.65016	0.84377	-0.51726	-0.70578	0.87234
0.14544	1.26929	-0.55852	2.42563	-0.00381
-0.33674	1.47065	2.34259	-0.78642	-1.62468
-0.68029	0.60062	-0.57727	-0.28863	1.09137
-0.78276	0.90076	-0.56977	-0.66932	1.2228
0.37448	1.34527	-0.58102	0.89851	0.12761
0.10325	1.86197	2.32384	-0.83773	-2.41321
0.52516	-1.72074	-0.62603	-0.28544	0.69711
-0.04743	0.03452	-0.55102	1.57695	0.17142
0.21174	0.02693	-0.60165	0.35182	0.69711
2.01389	-1.23823	-0.62603	-0.31332	0.25903
1.85115	-1.76253	-0.60352	-0.4905	0.6533

El análisis presentó 22 etapas en las cuales se formaron sólo cuatro conglomerados (Figura 31). El primer clúster se constituyó en la 1°, 2°, 3°, 4° y 5° etapa. En la primera etapa las estaciones Boquerón y Tuxtla Gutiérrez se unieron y en la segunda etapa, la estación Villaflores se suma a este grupo. En la tercera y cuarta etapa se forma un grupo por separado (Ixtepec, Tehuantepec y Ostuta), pero en la

15° etapa se unen al conjunto principal y consecutivamente, en la 16° etapa se incorpora un último elemento al clúster: la estación Tapachula.

El segundo clúster se integró en la 6° (Mérida y Valladolid), 7° (Campeche y Champotón) y 9° (Candelaria y Villahermosa) etapas. En un principio estas estaciones formaron grupos aislados, sin embargo, en la 10° etapa se agruparon las dos primeras etapas (6° y 7°) y en la etapa 11° y 13°, dos elementos más se añadieron a éstas (Chetumal y Hopelchén, respectivamente). La última etapa de este conglomerado se observó en la 17°, cuando Candelaria y Villahermosa se incorporaron al grupo inicial formado por Mérida, Valladolid, Campeche, Champotón, Chetumal y Hopelchén.

Finalmente, los dos últimos clústeres se caracterizaron por contar con pocos elementos (estaciones de referencia). El tercer conglomerado sólo tuvo tres, agrupados a partir de la 8° y 18° etapas; mientras que el cuarto conglomerado se conformó por cuatro elementos durante la etapa 12°, 14° y 19°. Bajo esta lógica, el “corte” se realizó en la etapa 19° debido a que el número de conglomerados recomendados por diversos autores (Quintín y Cabero, 2007; Nadif y Govaert, 2009) debe estar entre el tercero y octavo agrupamientos en función de la métrica (enlace promedio entre grupos) y al seguir avanzando en las etapas el número se reducía. Por tanto, las estaciones de referencia quedaron agrupadas de la siguiente manera (Figuras 14 y 15):

- Grupo 1 (G1): El Boquerón, Tuxtla Gutiérrez, Las Flores, Villaflores, Ixtepec, Tehuantepec, Ostuta y Tapachula.
- Grupo 2 (G2): Mérida, Valladolid, Campeche, Champotón, Chetumal, Hopelchén, Candelaria y Villahermosa.
- Grupo 3 (G3): Oaxaca, Huajuapán y Comitán
- Grupo 4 (G4): Jacatepec, Teapa, Temascal y Talismán

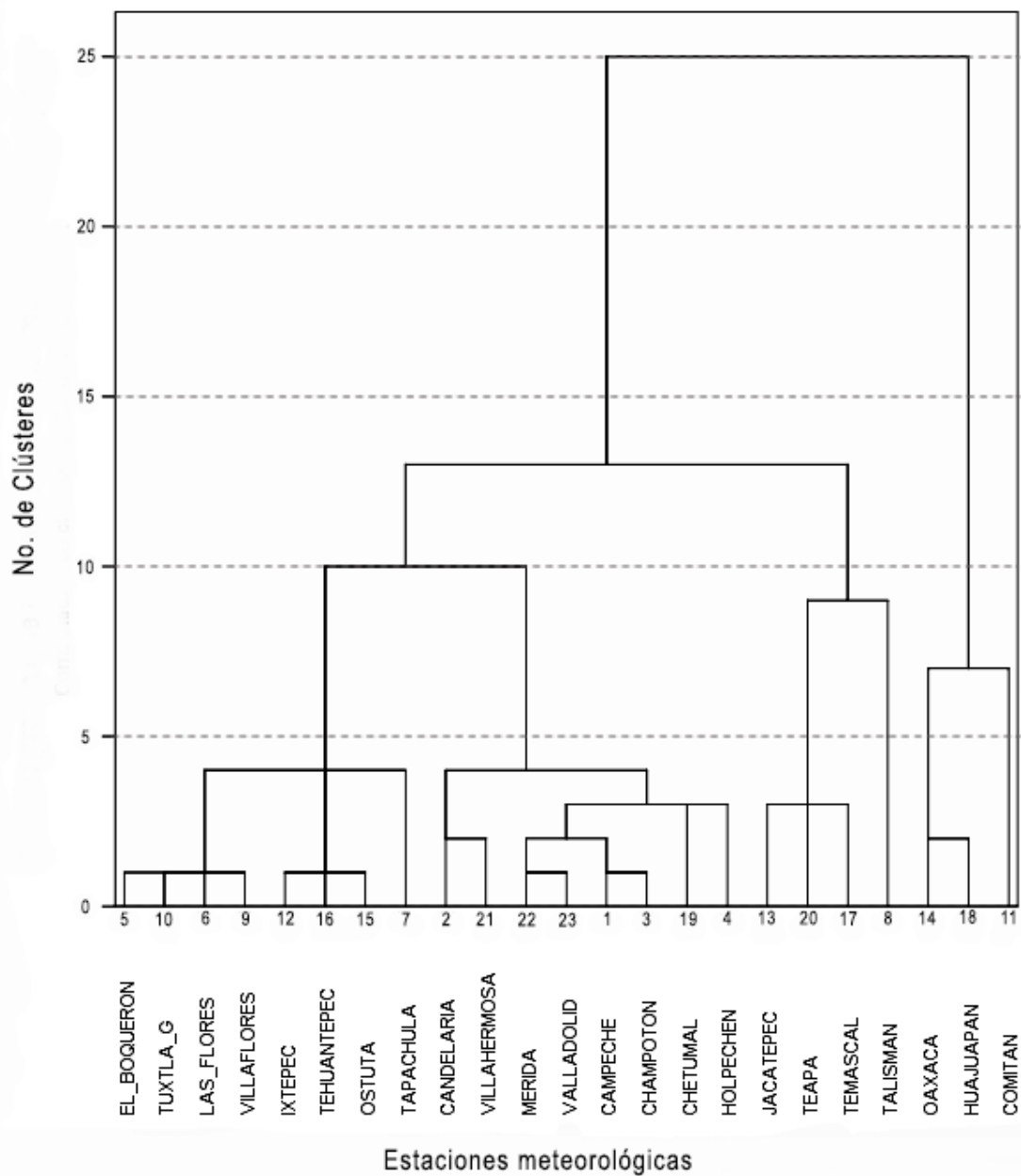


Figura 14. Dendrograma que utiliza un enlace promedio (entre grupos). Combinación de clúster de distancia re-escalada.

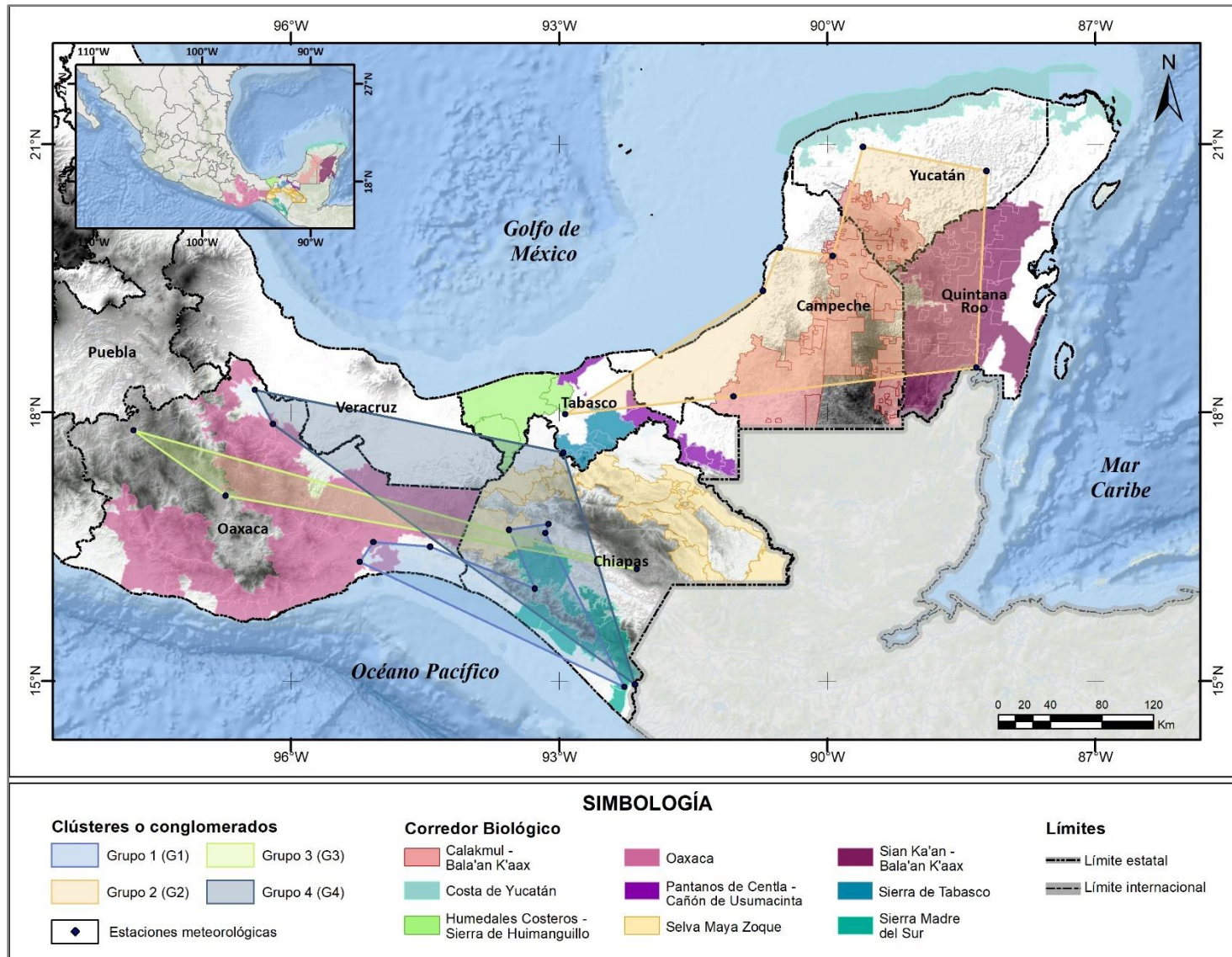


Figura 15. Distribución de los clústeres (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3, Grupo 4) en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b. y la CAT-CONABIO, 2015 y CONABIO, 2017.

Estos grupos permitieron realizar un análisis del SPI en la región del CBMM durante los eventos ENOS que comprendieron esta investigación. Conforme al valor registrado del SPI se caracterizó la condición de humedad, desde excepcionalmente húmedo [ $SPI \geq 2$ ] hasta excepcionalmente seco (sequía extrema) [ $SPI \leq -2$ ] para describir las condiciones de humedad prevalecientes en el CBMM (superávit de precipitación o déficit) (Tabla 29).

Tabla 29. Valores y categorías del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) empleados en México

Valor del SPI	Condición
$\geq 2.0$	Excepcionalmente húmedo
1.60 a 1.99	Extremadamente húmedo
1.30 a 1.59	Muy húmedo
0.80 a 1.29	Moderadamente húmedo
0.51 a 0.79	Ligeramente húmedo
-0.50 a 0.50	Cercano a lo normal
-0.79 a -0.51	Ligeramente seco
-1.29 a -0.80	Moderadamente seco
-1.59 a -1.30	Muy seco
-1.99 a -1.60	Extremadamente seco
$\leq -2$	Excepcionalmente seco

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2015)

En los últimos 20 años se han presentado cinco eventos La Niña (1995-1996, 1998-2001, 2007-2008, 2010-2011 y 2011-2012) y siete eventos El Niño (1994-1995, 1997-1998, 2002-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2009-2010 y 2014-2016) varios de ellos han influido en el régimen de precipitación de la región como se observa en la siguiente gráfica (Figura 16).



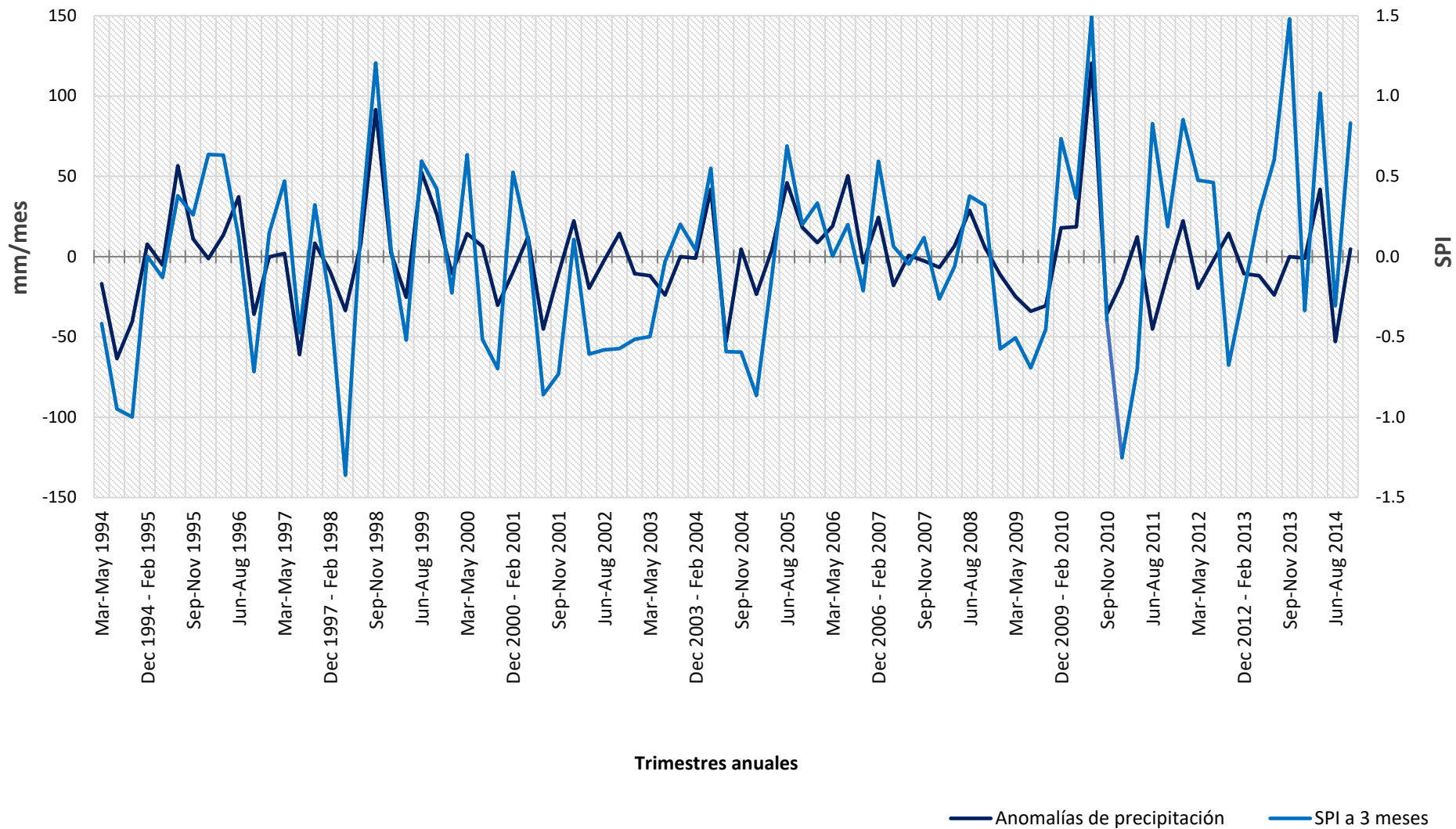
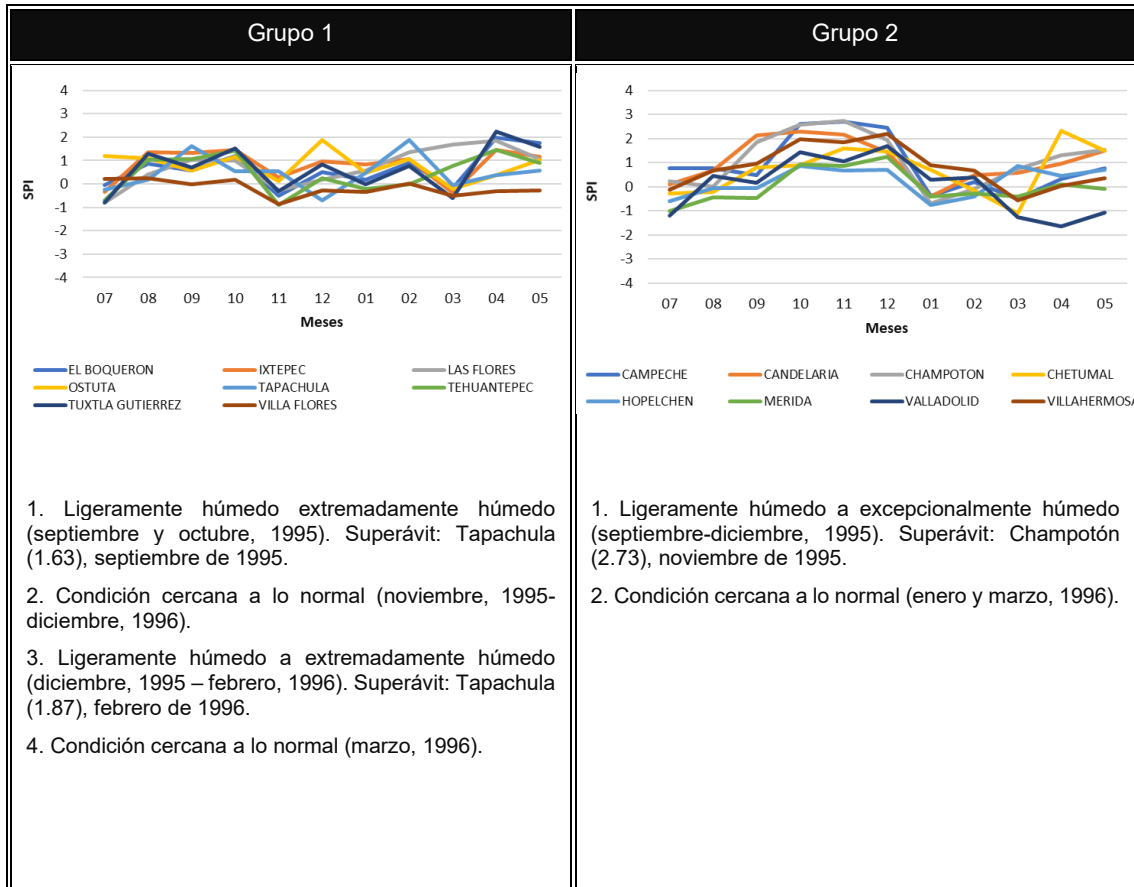


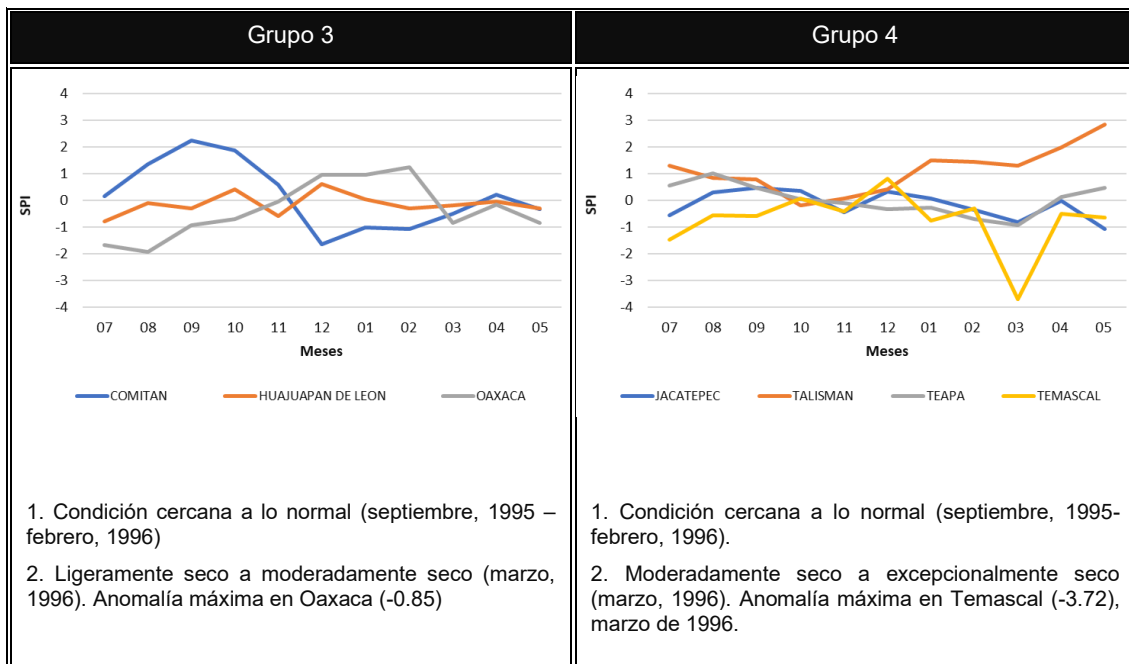
Figura 16. Relación entre el SPI a 3 meses y las anomalías de la precipitación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 1994-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos del International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute. Columbia University (IRI-Columbia), 2017.

#### 4.1.1. Eventos La Niña

La Niña 1995–1996, comprendió del mes de septiembre de 1995 al mes de marzo de 1996 (siete meses). Un mes antes de que el evento se formalizara los valores indicaron una condición húmeda en el grupo 1 (G1) y cercana a lo normal en el grupo 2 (G2). Esta condición permaneció en la etapa inicial e intermedia de La Niña en estos grupos y en la etapa final sus gráficas expusieron una condición húmeda en el G1 “ligeramente húmedo a extremadamente húmedo” y valores cercanos a lo normal en el G1 y G2. Caso contrario de los grupos tres (G3) y cuatro (G4) que antes del evento no contaron con una condición definida, pues cada estación mostró un comportamiento diferente y en el G3 esta situación se extendió a la última etapa del evento, pero el G4 primero reveló una condición cercana a lo normal y consecutivamente, una tendencia hacia el déficit de precipitación. De tal manera que un mes después del evento, el G1 y G2 manifestaron una tendencia hacia el exceso de precipitación, el G3, valores cercanos a lo normal y el G4, ninguna condición (Tabla 30).

Tabla 30. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 1995–1996





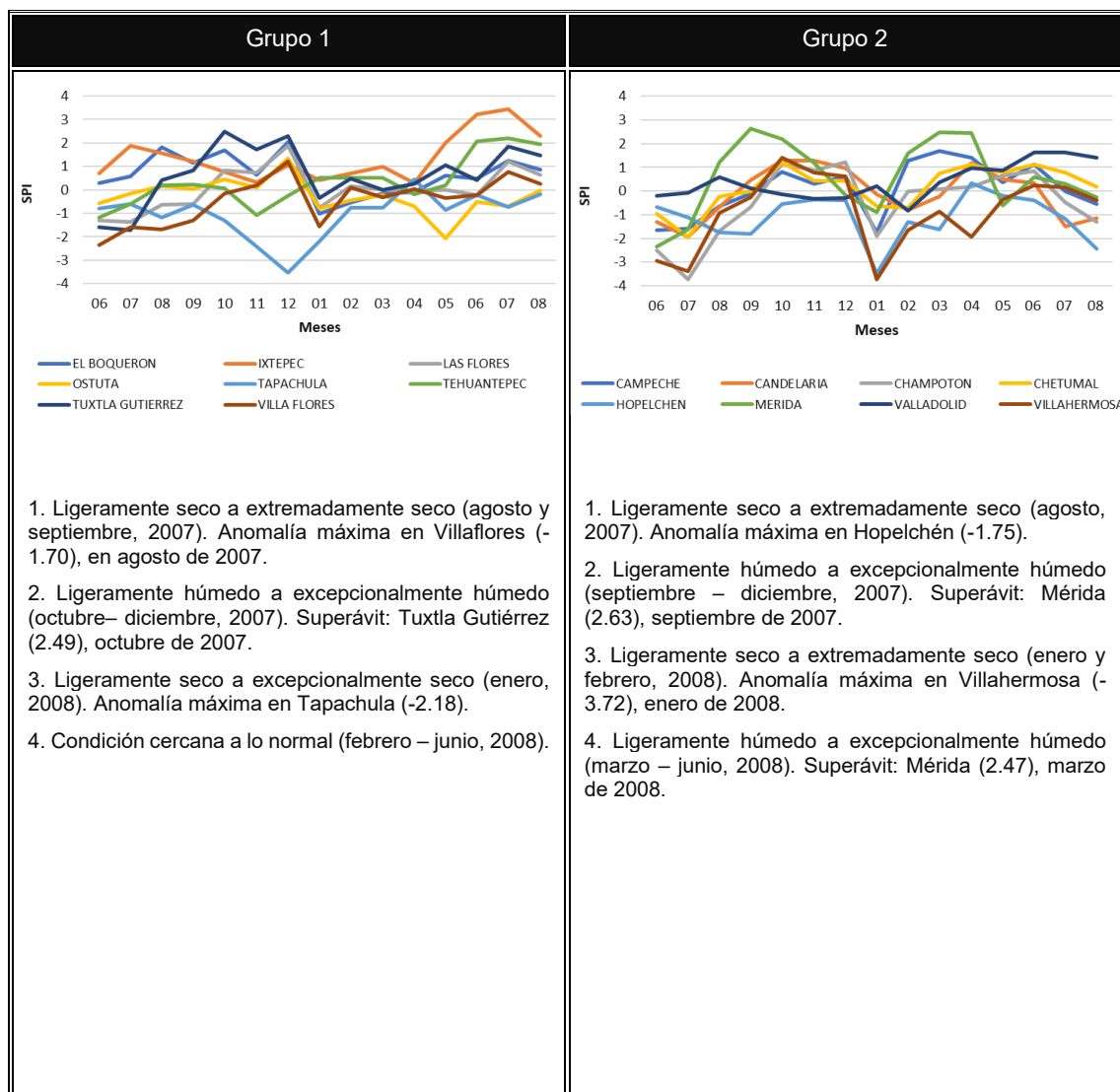
El siguiente evento La Niña 1998–2001 aconteció de julio de 1998 a enero de 2001 (31 meses). Antes de que el fenómeno iniciara los datos establecieron una condición de déficit de precipitación en los cuatro grupos, posteriormente, se observaron tres tendencias predominantes. En la fase inicial del evento, una tendencia hacia el exceso de precipitación “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo”, en la fase intermedia, una tendencia de déficit de precipitación “ligeramente seco a excepcionalmente seco” e inmediatamente una tendencia húmeda que persistió hasta la fase final de La Niña en G1, G3 y G4 “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo”. Cabe señalar que en esta fase también se presentó déficit de precipitación en los grupos 2 y 3, no obstante, en los grupos 1 y 4 no imperó ninguna condición en los últimos meses del evento (Tabla 31).

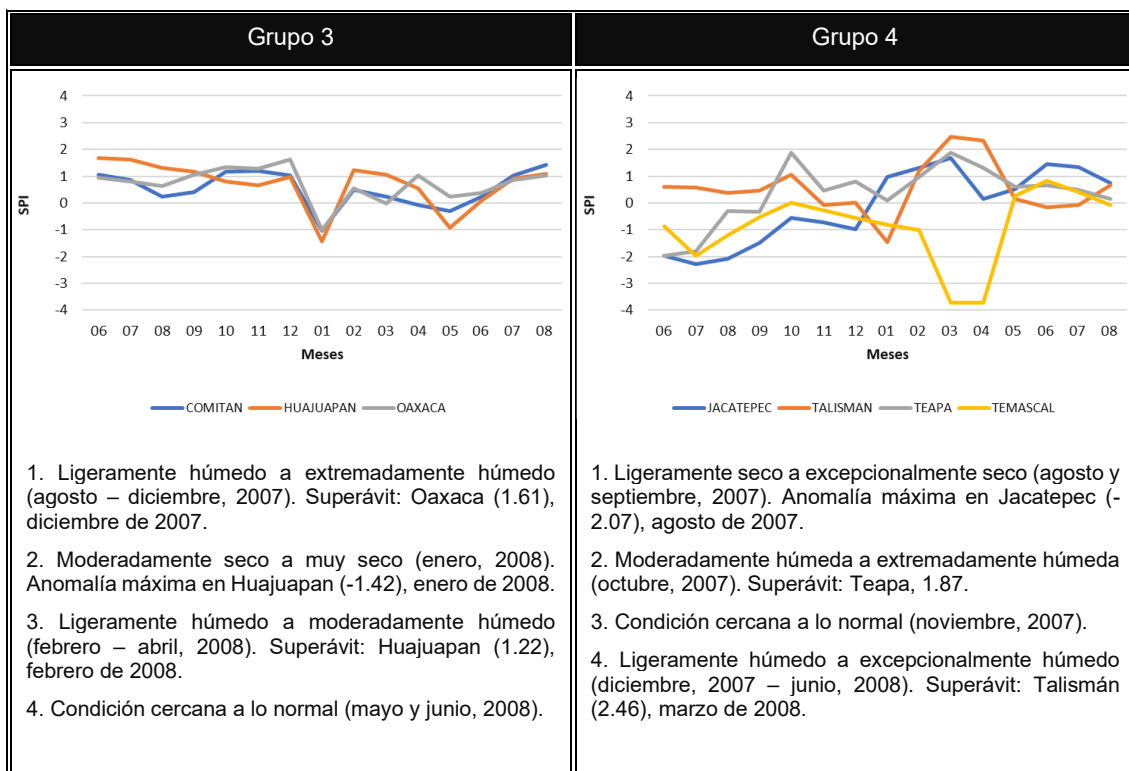
Tabla 31. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 1998–2001



La Niña 2007–2008, se presentó del mes de agosto del 2007 al mes de junio del 2008 (11 MESES). Un mes antes de iniciado el evento, se registró déficit de precipitación en tres de los cuatro grupos (G1, G2 y G4) y se prolongó hasta los primeros meses de la etapa inicial del episodio “ligeramente seco a excepcionalmente seco”. Igualmente, esta etapa mostró exceso de precipitación en todos los grupos “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” y en la etapa intermedia, una condición seca en G1, G2 y G3 “ligeramente seco a excepcionalmente seco” y enseguida una condición húmeda en G2, G3 y G4 “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” que concluyó en última etapa de La Niña. Las estaciones Tapachula (G1), Hopelchén (G2) y Temascal (G4) mostraron continuo déficit de precipitación en este evento y las estaciones Ixtepec y Tehuantepec (G1) constante exceso (Tabla 32).

Tabla 32. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 2007–2008



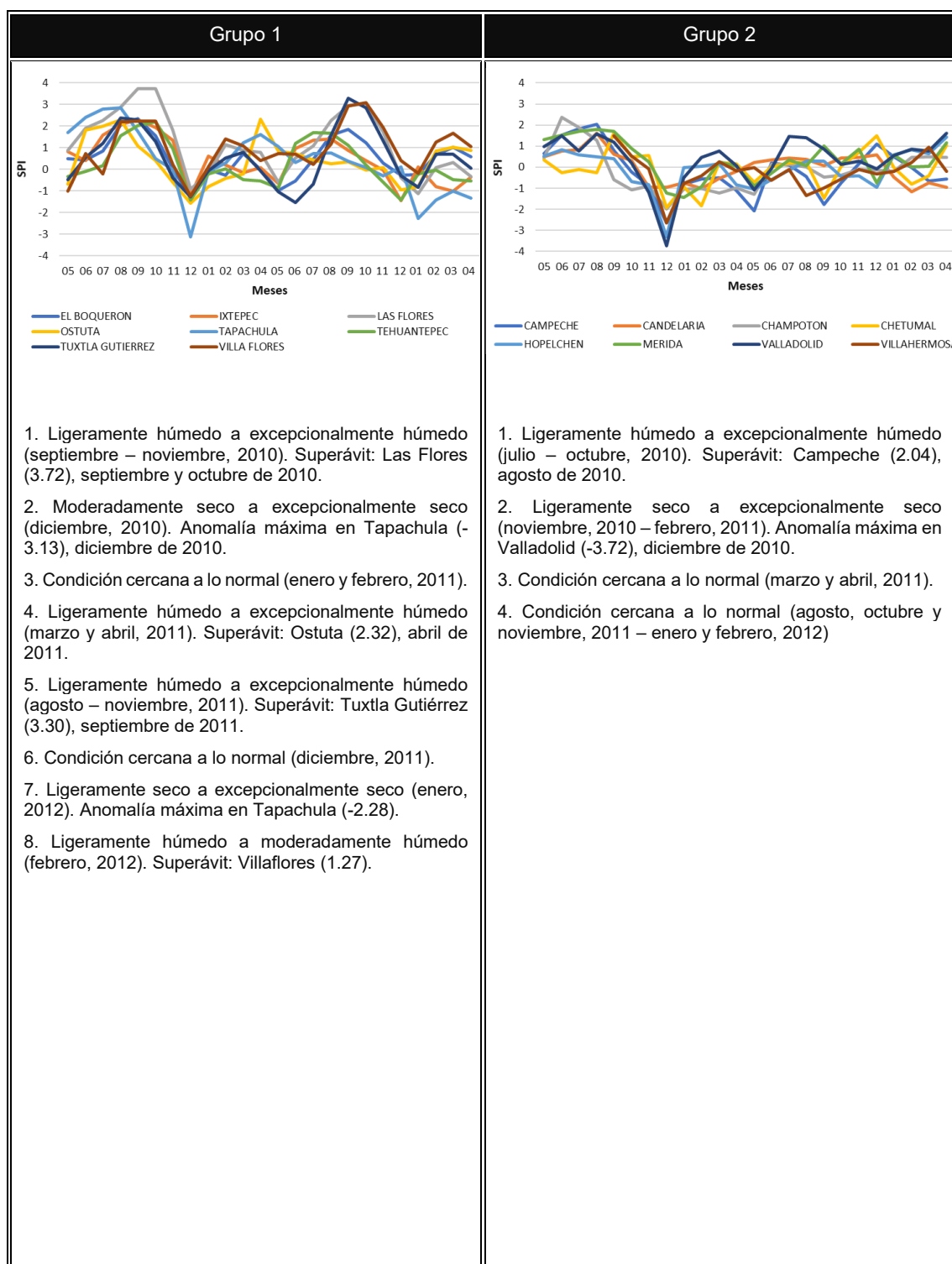


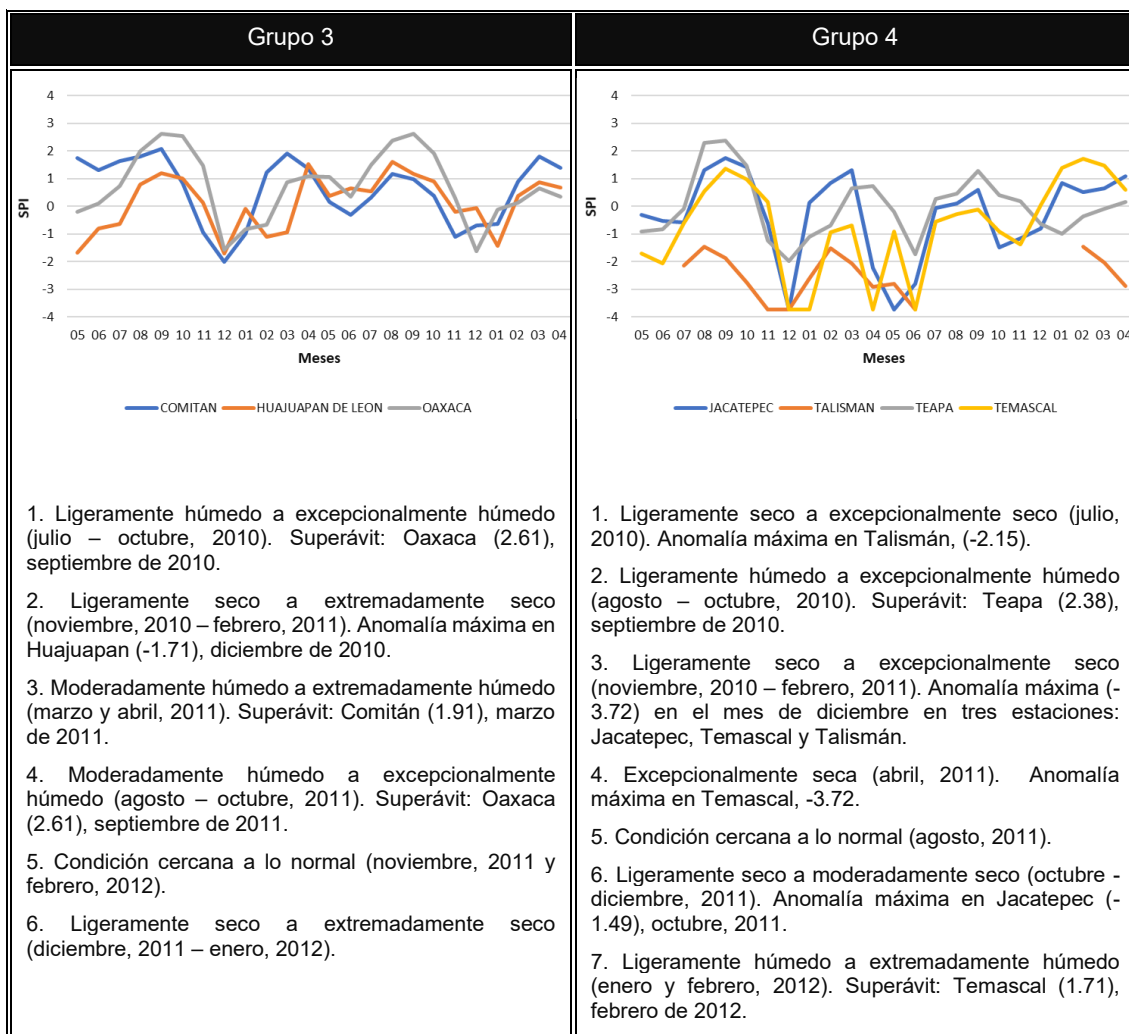
La Niña 2010–2011, abarcó de julio, 2010 a abril, 2011 (10 meses). Anterior a la formalización del evento no prevaleció ninguna tendencia. En la fase inicial los valores definieron una condición húmeda en los cuatro grupos “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” y en las fases intermedia y final cuatro tendencias: primero, déficit de precipitación en G1, G2, G3 y G4 “ligeramente seco a extremadamente/excepcionalmente seco”, segundo, una condición cercana a lo normal en G1 y G2, tercero, una condición húmeda en G1 y G3 “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” y cuarto, una condición excepcionalmente seca en el grupo 4 que continuó en tres grupos (G1, G2 y G4) un mes después de finalizado el evento (Tabla 33).

Tres meses después de La Niña 2010-11 se identificó otro episodio, La Niña 2011-12, de agosto de 2011 a febrero de 2012 (7 meses). En la fase inicial los datos exhibieron un escenario húmedo en G1 y G3 “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” y una condición cercana a lo normal en G2 y G4. En la fase intermedia y final, se observaron varios escenarios: cercano a lo normal en G1 y G3, seco en G1, G2 y G4 “ligeramente seco a excepcionalmente seco” y húmedo en G1 y G4 “ligeramente húmedo extremadamente húmedo”. Es

importante mencionar que en el grupo 2 no prevaleció ninguna condición en los meses de septiembre y diciembre y que en el grupo 4, la estación Talismán fue descartada del análisis debido a la insuficiencia de registros para el segundo semestre de 2011 y primer semestre de 2012 (Tabla 33).

Tabla 33. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento La Niña 2010–2011/La Niña 2011–2012





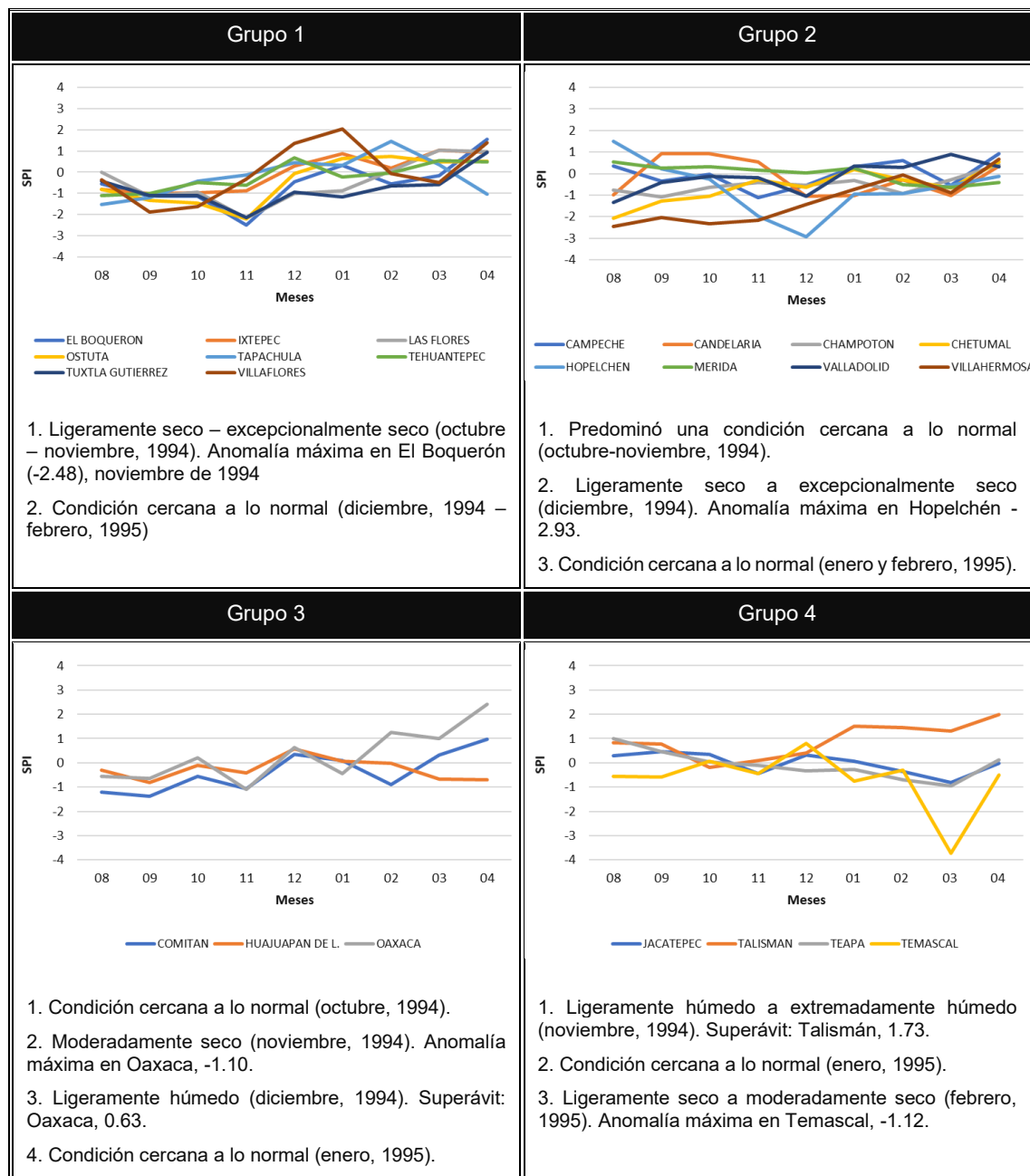
#### 4.1.2. Eventos El Niño

El Niño 1994–1995 comprendió del mes de octubre de 1994 al mes de febrero de 1995 (cinco meses). Previo al inicio del evento (30 días), se observó una tendencia de déficit de precipitación en tres de los cuatro grupos (G1, G3 y G4) que sólo continuó en el grupo 1 en la etapa inicial de este evento. Las gráficas para este episodio también revelaron que en la etapa inicial en los grupos 2 y 3 destacó una condición cercana a lo normal y moderadamente seca para G3; mientras que en el grupo 4 una condición húmeda “ligeramente húmedo a extremadamente húmedo”. En la etapa intermedia y final del episodio el G1 presentó nuevamente una condición cercana a lo normal, el G2, una condición seca e inmediatamente una condición cercana a lo normal, el G3 una condición ligeramente húmeda y posteriormente, una condición cercana a lo normal y, por último, el G4, una condición cercana a lo normal y después una condición de



déficit de precipitación. Cabe mencionar que en el transcurso de este episodio varias estaciones exhibieron constante déficit de precipitación: Tuxtla Gutiérrez (G1), Champotón, Chetumal y Villahermosa (G2) y dos meses (Tabla 34).

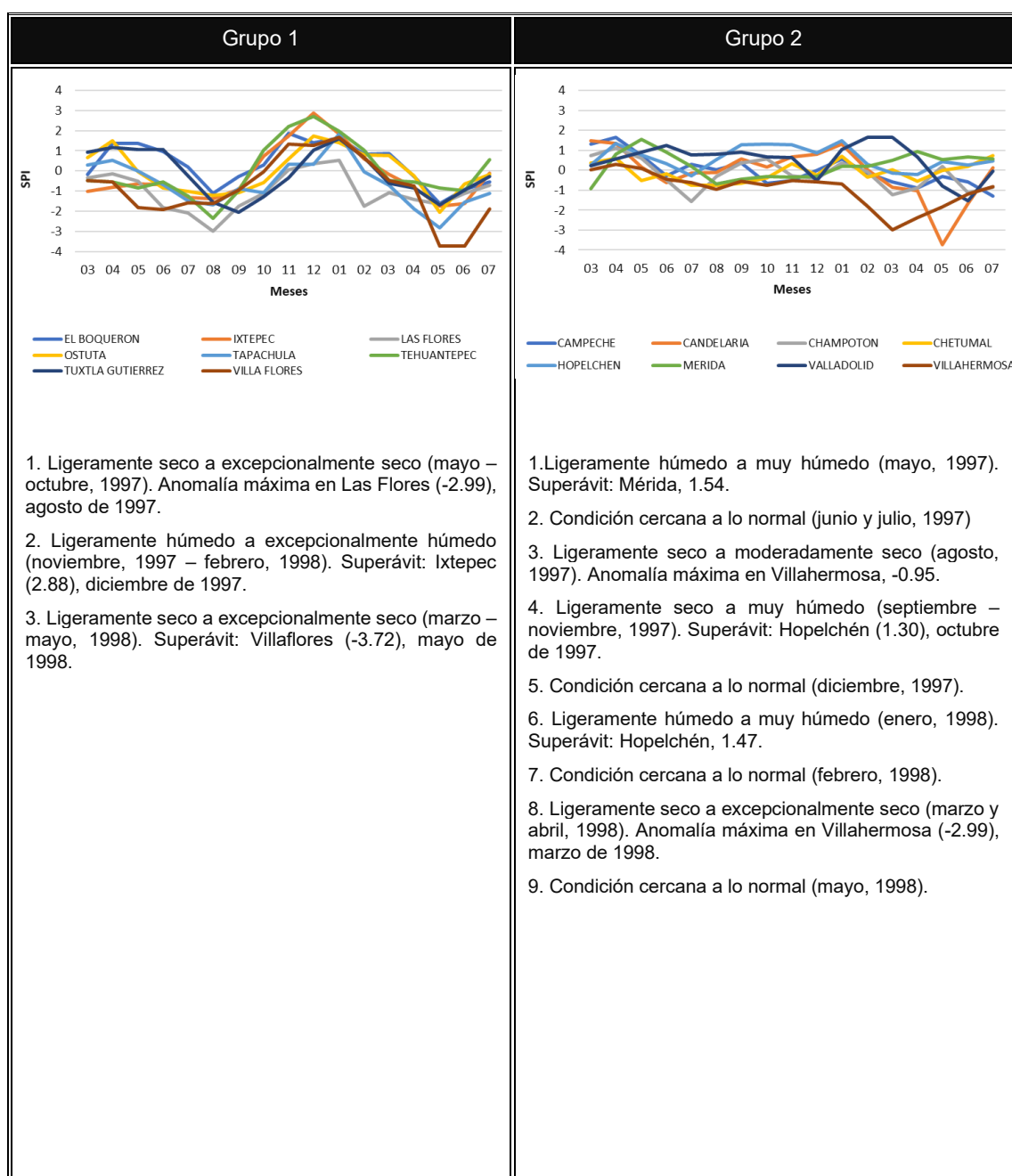
Tabla 34. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 1994–1995

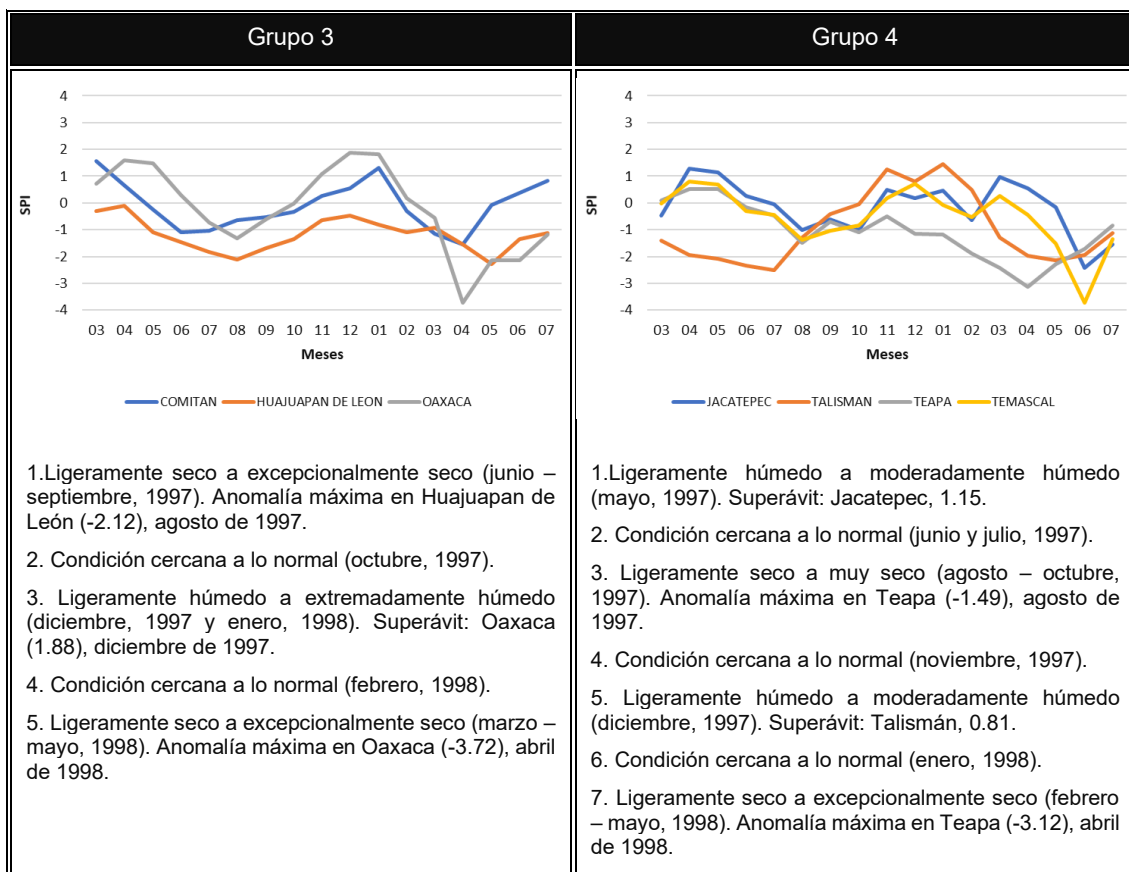


El Niño 1997–1998, abarcó de mayo de 1997 a mayo de 1998, es decir, 13 meses. En la fase inicial de este evento prevaleció en los grupos una condición seca, de ligeramente seco a excepcionalmente seco, además se observaron condiciones cercanas a lo normal en G2, G3 y G4. No obstante, días antes de

iniciado el evento, el escenario mostraba una situación distinta, los valores exhibían una tendencia húmeda en todos los grupos. En la fase intermedia, se hizo presente una condición húmeda de ligeramente húmedo hasta excepcionalmente húmedo, asimismo, en G2 y G4 se registraron condiciones cercanas a los normal y, en la fase final, sobresalió una condición seca “ligeramente seco a excepcionalmente seco” (que se postergó hasta un mes después de terminado el evento) y valores cercanos a la normal en G2 y G3 (Tabla 35).

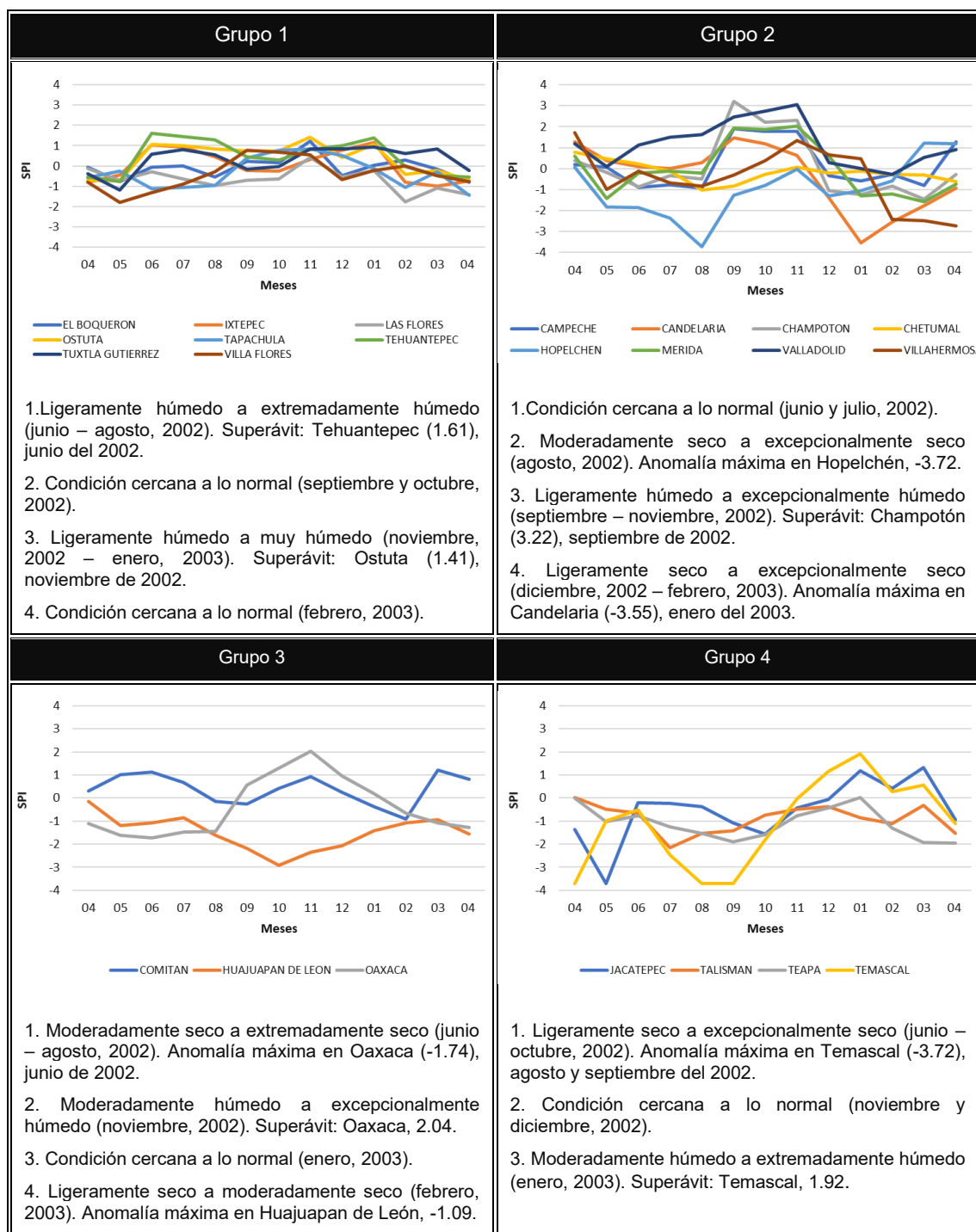
Tabla 35. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 1997–1998





El Niño 2002–2003, se desarrolló del mes de junio del 2002 al mes de febrero del 2003 (9 meses). En la etapa inicial del episodio las gráficas indicaron un déficit considerable de precipitación en G2, G3 y G4 y un exceso en G1, la tendencia de déficit había sido registrada desde mayo de 2002 en tres de los cuatro grupos, G1, G3 y G4. En las etapas intermedia y final, los datos expusieron un exceso de precipitación de ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo y una condición cercana a lo normal en G1, G3 y G4 y sólo una condición seca en G2 y G3. A este respecto, se observaron tres estaciones con constante déficit de precipitación en todo el evento, Villaflores (G1), Hopelchén (G2) y Huajuapán de León (G3) (Tabla 36).

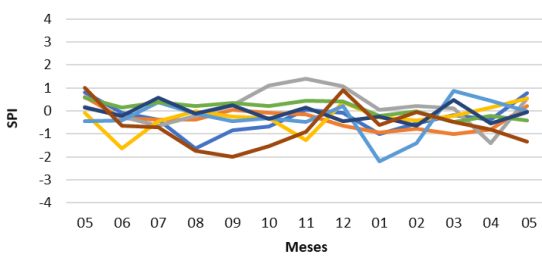
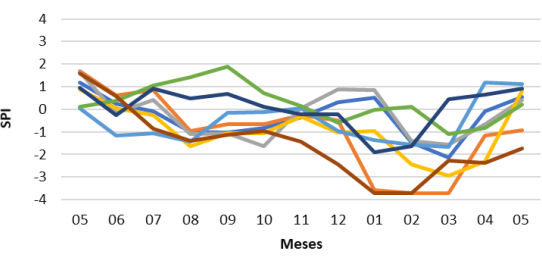
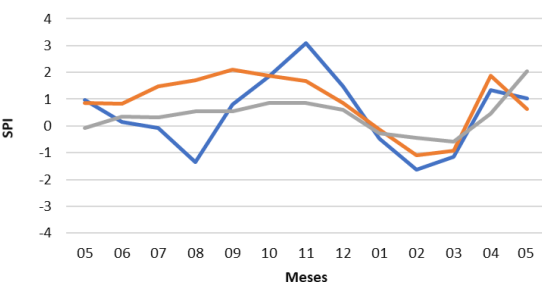
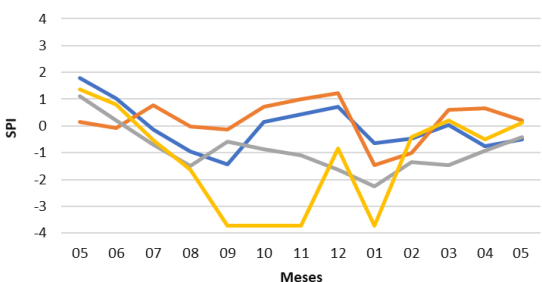
Tabla 36. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2002–2003



El Niño 2004–2005 evolucionó entre julio del 2004 y marzo del 2005 (9 meses). Un mes antes de iniciado el evento predominó una condición cercana a lo normal en G1, G2 y G3 que persistió en los grupos 1 y 3. En el G1 hasta diciembre (fase inicial e intermedia) y en G3 en julio (fase inicial) que después cambió a un exceso de precipitación (fase intermedia). En el resto de los grupos el escenario

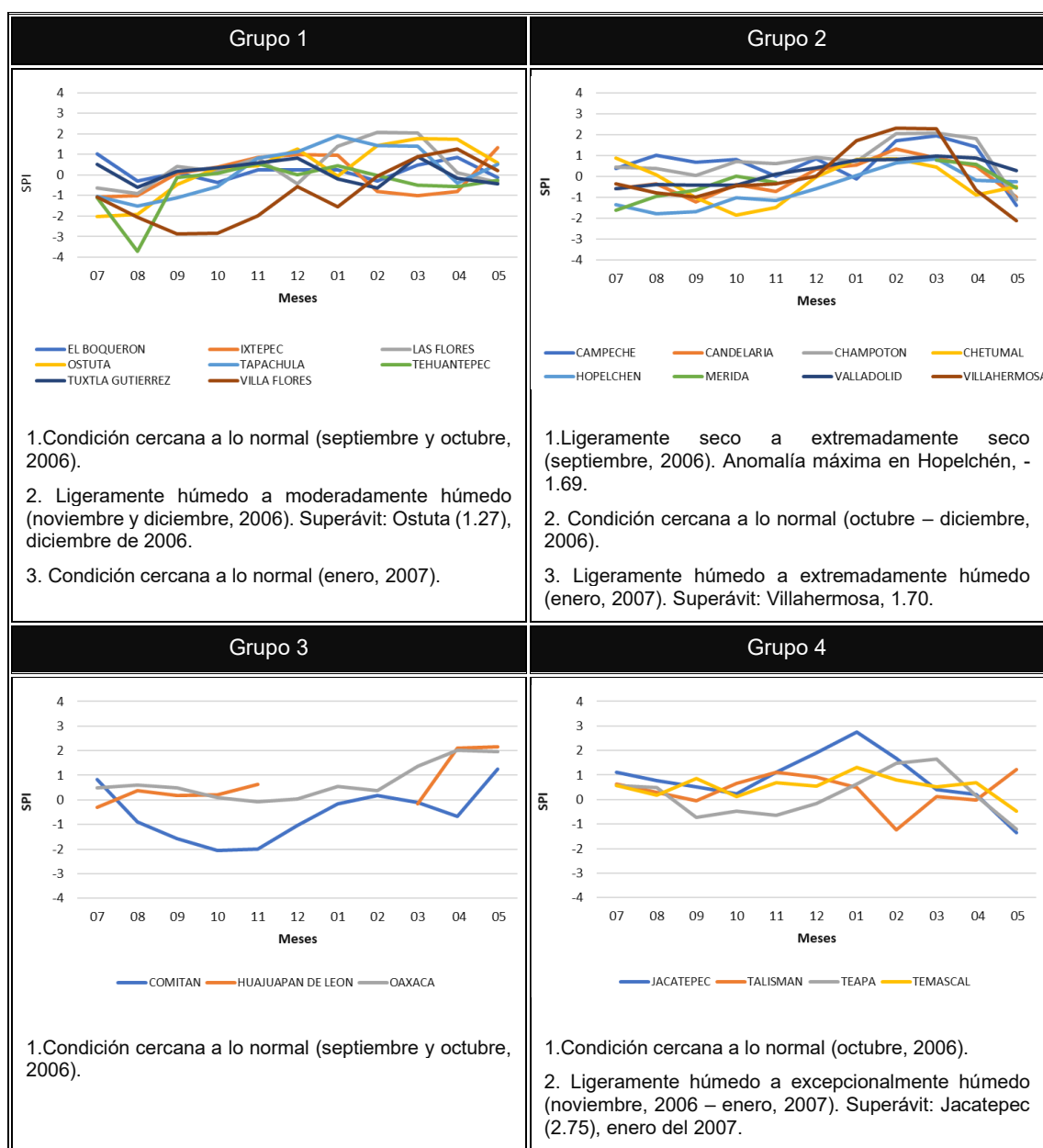
fue distinto, los datos mostraron exceso de precipitación, déficit y una condición normal en el G2 (fase inicial e intermedia) y sólo déficit en G4 (fase inicial). En la fase final, el déficit de precipitación imperó en los cuatro grupos “ligeramente seco a excepcionalmente seco” y en el último mes, una condición cercana a lo normal en el G1 y G3 (Tabla 37).

Tabla 37. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2004–2005

Grupo 1	Grupo 2
 <p>1. Condición cercana a lo normal (julio – diciembre, 2004).</p> <p>2. Ligeramente seco a excepcionalmente húmedo (enero y febrero, 2005). Anomalía máxima en Tapachula (-2.21), enero de 2005.</p> <p>3. Condición cercana a lo normal (marzo, 2005).</p>	 <p>1. Moderadamente húmedo (julio, 2004). Superávit: Mérida, 1.04.</p> <p>2. Ligeramente seco a extremadamente seco (agosto – octubre, 2004). Anomalía máxima en las estaciones Chetumal (agosto) y Champotón (octubre), -1.63.</p> <p>3. Condición cercana a lo normal (noviembre, 2004).</p> <p>4. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (diciembre, 2004 – marzo, 2005). Anomalía máxima (-3.72) presente en dos estaciones, Villahermosa y Candelaria en los meses de enero y febrero y febrero y marzo, respectivamente.</p>
Grupo 3	Grupo 4
 <p>1. Condición cercana a lo normal (julio, 2004).</p> <p>2. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (agosto – diciembre, 2004). Superávit: Comitán (3.08), noviembre del 2004.</p> <p>3. Condición cercana a lo normal (enero, 2005).</p> <p>4. Ligeramente seco a extremadamente seco (febrero y marzo, 2005). Anomalía máxima en Comitán (-1.62), febrero del 2005.</p>	 <p>1. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (julio – septiembre, 2004). Anomalía máxima en Temascal (-3.72), septiembre de 2004,</p> <p>2. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (enero y febrero, 2005). Anomalía máxima en Temascal (-3.72), enero del 2005.</p> <p>3. Condición cercana a lo normal (marzo, 2005).</p>

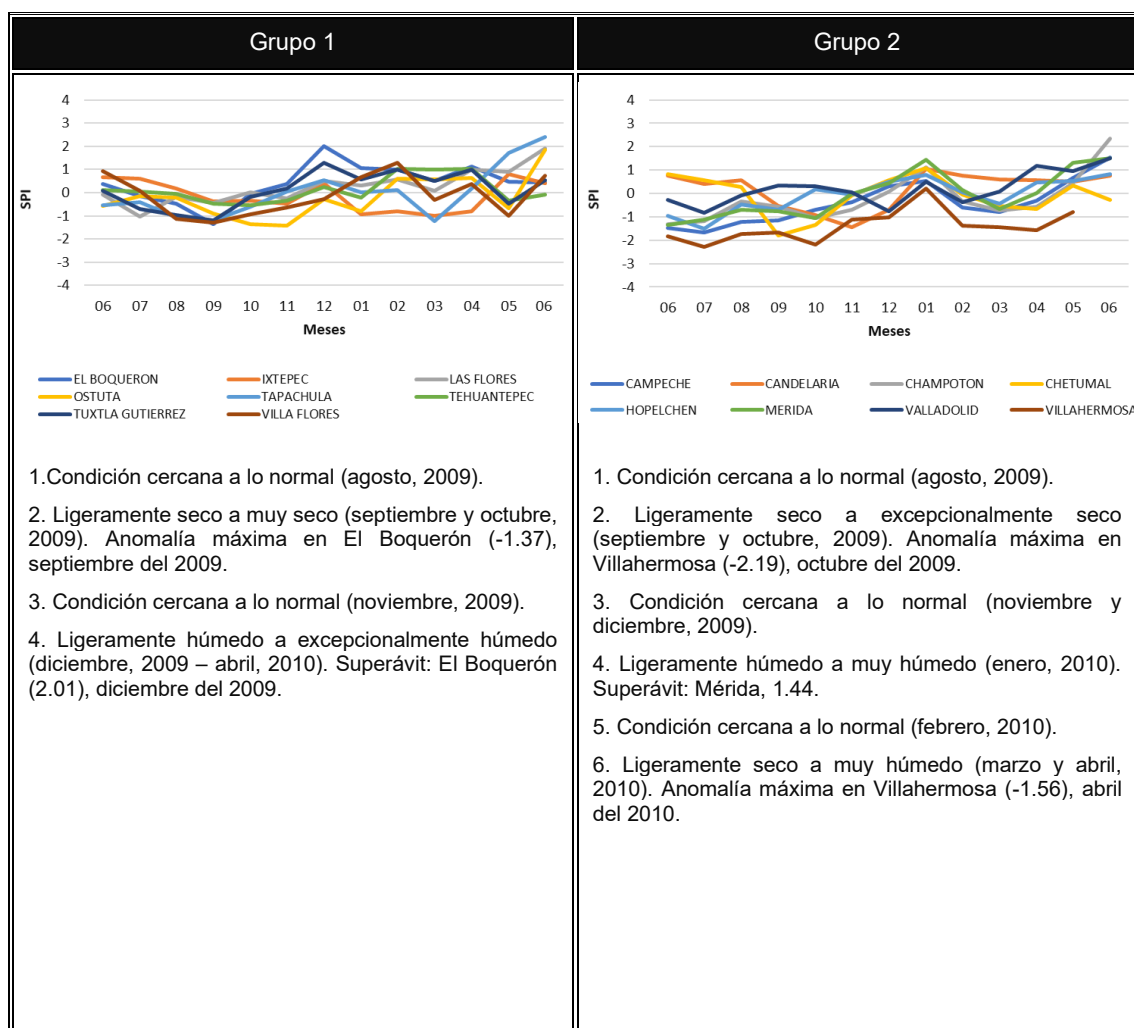
El Niño 2006–2007 se registró de septiembre del 2006 a enero del 2007 (5 meses). En la etapa inicial tres de los grupos exhibieron una condición cercana a lo normal (G1, G3 y G4) y el último grupo, un déficit de precipitación de ligeramente seco a extremadamente seco. Consecutivamente, en la etapa intermedia y final destacó una condición cercana a lo normal en el grupo 2 y exceso de precipitación en los grupos 1, 2 y 4 que se prolongó un mes más al concluir el fenómeno (Tabla 38).

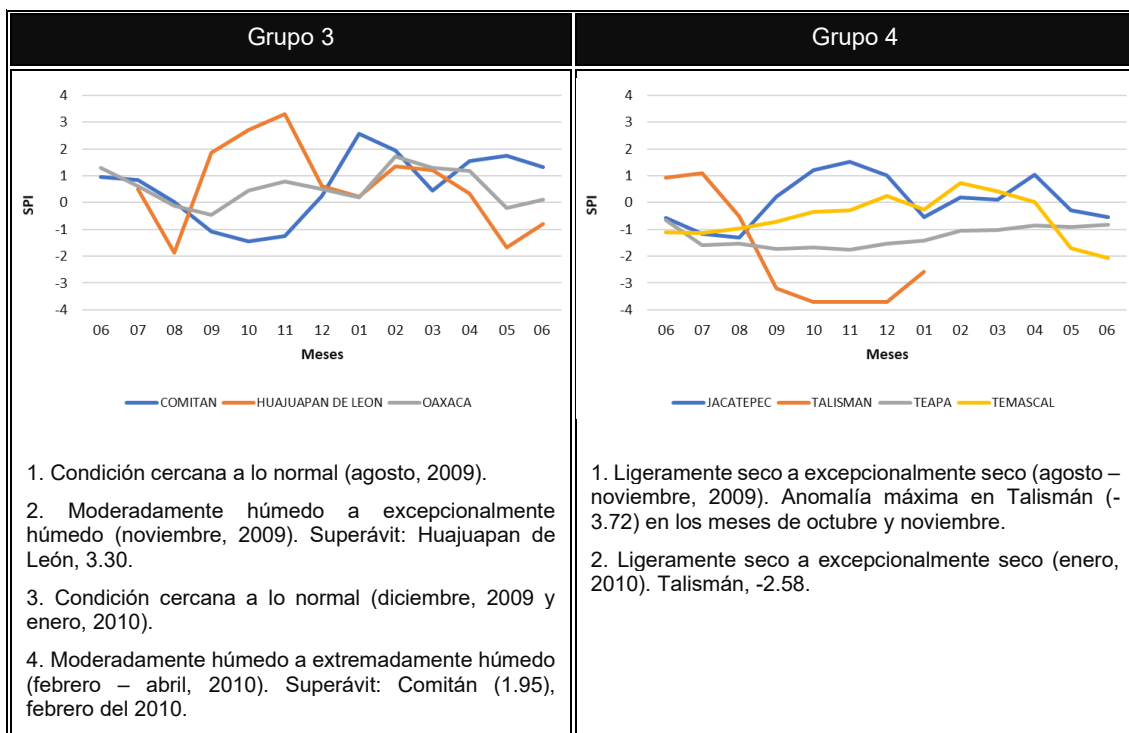
Tabla 38. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2006–2007



El Niño 2009–2010 aconteció del mes de agosto, 2009 al mes de abril, 2010 (9 meses). Las gráficas de los grupos 1 y 2 compartieron un desarrollo similar. Primero una condición cercana a lo normal, consecutivamente, déficit de precipitación (fase inicial), nuevamente una condición cercana a lo normal y finalmente exceso de precipitación (fase intermedia y final). Empero, el grupo 2 además expuso en la fase final una condición cercana a lo normal y déficit de precipitación. El G3 coincidió con los grupos anteriores en la condición cercana a lo normal (fase inicial e intermedia) y el exceso de precipitación en la fase final y el G4, con el déficit de precipitación de la fase inicial. En este evento dos estaciones manifestaron persistente déficit de precipitación, Villahermosa (G2) y Teapa (G4) y la estación Talismán no contó con todos los registros para este evento (información de la última fase), por ello, a partir de febrero no predominó ninguna condición (Tabla 39).

Tabla 39. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2009–2010



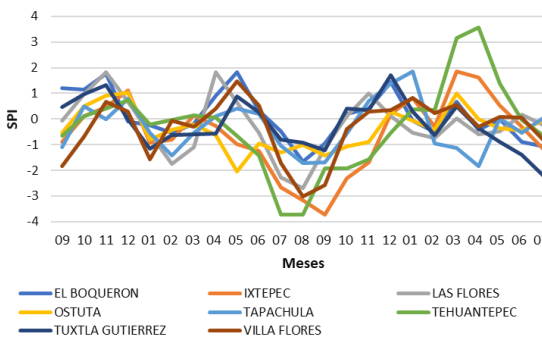
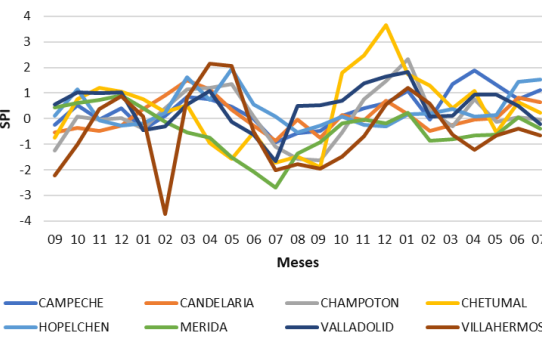
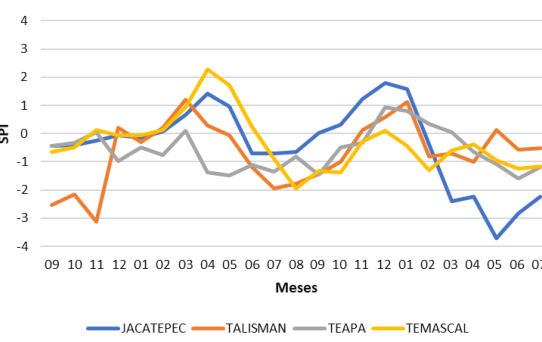


El Niño 2014–2016 se desarrolló de noviembre del año 2014 a mayo del año 2016 (19 meses). Treinta días previos al inicio del episodio se identificó exceso de precipitación en el G1, G2 y G3 (ligeramente húmedo a moderadamente húmedo) y una condición cercana a lo normal en el G4. La condición húmeda “ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo” continuó y destacó en la etapa inicial del episodio (noviembre, 2014 – mayo, 2015), sin embargo, también se observaron condiciones cercanas a lo normal de noviembre a abril (G4: noviembre – febrero; G2: noviembre, enero y febrero; G3: enero y febrero; G1: marzo - abril) y de déficit de precipitación de enero a febrero “ligeramente seco a extremadamente seco” (G1). En la etapa intermedia del episodio (junio – noviembre, 2015), los registros establecieron déficit de precipitación de “ligeramente seco a excepcionalmente seco” en la mayor parte este periodo en el G1, G2 y G4 y una condición cercana a lo normal al final de este en el G2 y G4. En el G3 sólo se observó déficit de precipitación en el mes de agosto e imperó una condición cercana a lo normal. En la etapa final del episodio (diciembre, 2015 – mayo, 2016) se definieron dos condiciones húmedas (ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo) de diciembre a enero en el G2, G3 y G4 y entre marzo y mayo en el G1, G2 y G3 y valores cercanos a lo



normal en G1 (diciembre-enero), G2 (febrero-marzo) y G3 (febrero) y déficit de precipitación en G1 (febrero) y G4 (febrero-mayo.) (Tabla 40).

Tabla 40. Condiciones predominantes durante el desarrollo del evento El Niño 2014–2016

Grupo 1	Grupo 2
 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ligeramente húmedo a extremadamente húmedo (noviembre y diciembre, 2014). Superávit: Las Flores (1.83), noviembre del 2014.</li> <li>2. Ligeramente seco a extremadamente seco (enero y febrero, 2015). Anomalía máxima en Las Flores (-1.76), febrero del 2015.</li> <li>3. Condición cercana a lo normal (marzo y abril, 2015).</li> <li>4. Ligeramente húmedo a extremadamente húmedo (mayo, 2015). Superávit: El Boquerón, 1.83.</li> <li>5. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (junio – noviembre, 2015). Anomalía máxima (-3.72) en las estaciones Ixtepec (septiembre) y Tehuantepec (julio y agosto).</li> <li>6. Condición cercana a lo normal (diciembre, 2015 – enero, 2016).</li> <li>7. Ligeramente seco a moderadamente seco (febrero, 2016). Anomalía máxima en Tapachula, -0.94.</li> <li>8. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (marzo, 2016). Superávit: Tehuantepec, 3.16.</li> <li>9. Condición cercana a lo normal (abril y mayo, 2016).</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Condición cercana a lo normal (noviembre, 2014).</li> <li>2. Moderadamente húmedo (diciembre, 2014). Superávit: Chetumal, 1.06.</li> <li>3. Condición cercana a lo normal (enero y febrero, 2015).</li> <li>4. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (marzo – mayo, 2015). Superávit: Villahermosa (2.15), abril del 2015.</li> <li>5. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (junio – septiembre, 2015). Anomalía máxima en Mérida (-2.70), julio del 2015.</li> <li>6. Condición cercana a lo normal (octubre y noviembre, 2015).</li> <li>7. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (diciembre, 2015 – enero, 2016). Superávit: Chetumal (3.65), diciembre del 2015.</li> <li>8. Condición cercana a lo normal (febrero y marzo, 2016).</li> <li>9. Ligeramente húmedo a extremadamente húmedo (abril, 2016). Superávit: Campeche, 1.87.</li> <li>10. Condición cercana a lo normal (mayo, 2016).</li> </ol>
Grupo 3	Grupo 4
 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Moderadamente húmedo a excepcionalmente húmedo (noviembre y diciembre, 2014). Superávit: Oaxaca (2.15), diciembre del 2014.</li> <li>2. Condición cercana a lo normal (enero y febrero, 2015).</li> </ol>	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Condición cercana a lo normal (noviembre, 2014 – febrero, 2015).</li> </ol>

<p>3. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (marzo – mayo, 2015). Superávit: Huajuapán de León (2.30), abril del 2015.</p> <p>4. Condición cercana a lo normal (julio, 2015).</p> <p>5. Moderadamente seco a excepcionalmente seco (agosto, 2015). Anomalía máxima en Comitán, -2.16.</p> <p>6. Condición cercana a lo normal (septiembre – diciembre, 2015).</p> <p>7. Moderadamente húmedo (enero, 2016). Superávit: Comitán, 1.05.</p> <p>8. Condición cercana a lo normal (febrero, 2016).</p> <p>9. Ligeramente húmedo a muy húmedo (marzo – mayo, 2016). Superávit: Huajuapán de León (1.42), marzo del 2016.</p>	<p>2. Ligeramente húmedo a excepcionalmente húmedo (marzo – mayo, 2015). Superávit: Temascal (2.28), abril del 2015.</p> <p>3. Ligeramente seco a extremadamente seco (junio – octubre, 2015). Anomalía máxima en Talismán (-1.95), julio del 2015.</p> <p>4. Condición cercana a lo normal (noviembre, 2015).</p> <p>5. Ligeramente húmedo a extremadamente húmedo (diciembre, 2015 – enero, 2016). Superávit: Jacatepec (1.79), diciembre del 2015.</p> <p>6. Ligeramente seco a excepcionalmente seco (febrero – mayo, 2016). Anomalía máxima en Jacatepec (-3.72), mayo del 2016.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

En general cada evento La Niña y El Niño influyó de manera diferente en la dinámica atmosférica de esta región. El análisis de las condiciones predominantes del SPI en los cuatro grupos fue similar, sin embargo, la duración de una condición predominante varió en cada grupo, es decir, en un grupo duró un mes, pero en otro grupo duró hasta tres meses, asimismo, existieron condiciones que se presentaban en un grupo, pero en otro no. En ese sentido, se buscó identificar periodos de déficit de precipitación que incidieran en las condiciones para el desarrollo de un incendio forestal acorde con lo establecido por Magaña et al. (2004) y Magaña y Morales (2004): el fenómeno ENOS es un modulador de la dinámica atmosférica que influye en gran medida en el régimen de la precipitación en México. En veranos bajo influencia de El Niño existe un déficit de precipitación en la mayor parte del territorio mexicano (a excepción de la península de Baja California y la península de Yucatán) que genera con frecuencia condiciones de sequía. En veranos La Niña, la precipitación es cercana a lo normal e incluso anómalamente intensa de igual forma en la mayor parte de México. En inviernos con presencia de El Niño hay aumento de la precipitación en la zona norte y centro del país, así como en la península de Yucatán y en inviernos La Niña se registra déficit de precipitación.

A nivel regional (CBMM), bajo influencia de un evento La Niña se esperaba déficit de precipitación en el invierno (diciembre-marzo), no obstante, cada evento influyó de manera diferente en la dinámica atmosférica (Tabla 41).

Tabla 41. Condiciones predominantes durante inviernos bajo influencia de eventos La Niña

<b>Eventos La Niña</b>	<b>Condiciones predominantes</b>
<b>1995-1996</b>	en diciembre (1995) se observó una tendencia hacia el superávit de precipitación, en enero, febrero y marzo (1996) una condición cercana a lo normal
<b>1998-2001</b>	en diciembre (1998) y enero (1999) se identificó superávit y en marzo una condición cercana a lo normal
	de diciembre (1999) a marzo (2000) una condición cercana a lo normal
	de diciembre (2000) a enero (2001) una condición cercana a lo normal
<b>2007-2008</b>	en diciembre (2007) se observó superávit, en enero (2008) déficit y de febrero a marzo (2008) una condición cercana a lo normal
<b>2010-2011</b>	en diciembre (2010) y enero (2011), déficit de precipitación y de febrero a marzo (2011), condición cercana a lo normal
<b>2011-2012</b>	en general se observó una condición cercana a lo normal de diciembre (2011) a marzo (2012)

En veranos (junio-septiembre) bajo influencia de un evento La Niña se esperaba superávit de precipitación. El superávit fue identificado en prácticamente todos los eventos, pero también se observó déficit de precipitación en julio de 1998 del evento La Niña 1998-2001 y condiciones cercanas a lo normal en los otros eventos (Tabla 42).

Tabla 42. Condiciones predominantes durante veranos bajo influencia de eventos La Niña

<b>Eventos La Niña</b>	<b>Condiciones predominantes</b>
<b>1998-2001</b>	en julio (1998), déficit de precipitación, en agosto (1998) condición cercana a lo normal y en septiembre (1998), superávit
	de junio a agosto (1999), condición cercana a lo normal y en septiembre (1999), superávit
	en junio (2000) superávit y de julio a septiembre (2000), condición cercana a lo normal
<b>2007-2008</b>	de agosto a septiembre (2007) condición cercana a lo normal
<b>2010-2011</b>	de julio a septiembre (2010), superávit
<b>2011-2012</b>	de agosto a septiembre (2011), superávit

En inviernos (diciembre-marzo) bajo influencia de un evento El Niño se esperaba superávit de precipitación. El superávit fue identificado en los eventos 1997-1998, 2006-2007, 2014-2016, no obstante, también existió presencia de una condición cercana a lo normal y déficit de precipitación en los eventos 1997-1998, 2002-2003 y 2004-2005 (Tabla 43).

Tabla 43. Condiciones predominantes durante inviernos bajo influencia de eventos El Niño

<b>Eventos El Niño</b>	<b>Condiciones predominantes</b>
<b>1994-1995</b>	de diciembre (1994) a febrero (1995), condición cercana a lo normal
<b>1997-1998</b>	en diciembre (1997) y enero (1998), superávit de precipitación, en febrero (1998) condición normal y en marzo, abril y mayo (1998) déficit
<b>2002-2003</b>	en diciembre (2002) y enero (2003), condición cercana a lo normal, en febrero (2003), déficit
<b>2004-2005</b>	diciembre (2004) condición cercana a lo normal y en enero, febrero y marzo (2005) déficit
<b>2006-2007</b>	diciembre (2006), condición cercana a lo normal y en enero (2007), superávit
<b>2009-2010</b>	diciembre (2009) a marzo (2010) condición cercana a lo normal
<b>2014-2016</b>	diciembre (2014), superávit y enero, febrero y marzo (2015), condición cercana a lo normal
	diciembre (2015) y enero (2016), superávit y de febrero a marzo condiciones cercanas a lo normal

En veranos (junio-septiembre) bajo influencia de un evento El Niño se esperaba déficit de precipitación, excepto de la península de Yucatán (estaciones que conforman el Grupo 2; donde se esperaba superávit de precipitación, sin embargo, en este grupo se identificó de una condición normal al déficit de precipitación en todos los eventos El Niño). El déficit fue identificado, pero al mismo tiempo una condición cercana a lo normal en todos los eventos El Niño (Tabla 44).

Tabla 44. Condiciones predominantes durante veranos bajo influencia de eventos El Niño

<b>Eventos El Niño</b>	<b>Condiciones predominantes</b>
<b>1997-1998</b>	junio (1997) condición cercana a lo normal y en julio, agosto y septiembre (1997) déficit
<b>2002-2003</b>	junio (2002) condición cercana a lo normal y julio y agosto (2002) déficit y en septiembre (2002) condición cercana a lo normal
<b>2004-2005</b>	julio a septiembre (2004) condición cercana a lo normal
<b>2009-2010</b>	agosto y septiembre (2009) déficit
<b>2014-2016</b>	junio (2015) condición normal y julio, agosto y septiembre (2015) déficit

Lo establecido por Magaña et al. (2004) y Magaña y Morales (2004), se verificó para varios eventos. En veranos bajo influencia de un evento La Niña (cerca

a lo normal - superávit de precipitación) para los eventos 1998-2001, 2007-2008, 2010-2011 y 2011-2012 (Figura 17) y en veranos bajo influencia de un evento El Niño (déficit de precipitación) para los eventos: 1997-1998, 2002-2003, 2009-2010 y 2014-2016. Cabe mencionar que en meses posteriores se identificó una condición cercana a lo normal (Figura 18).

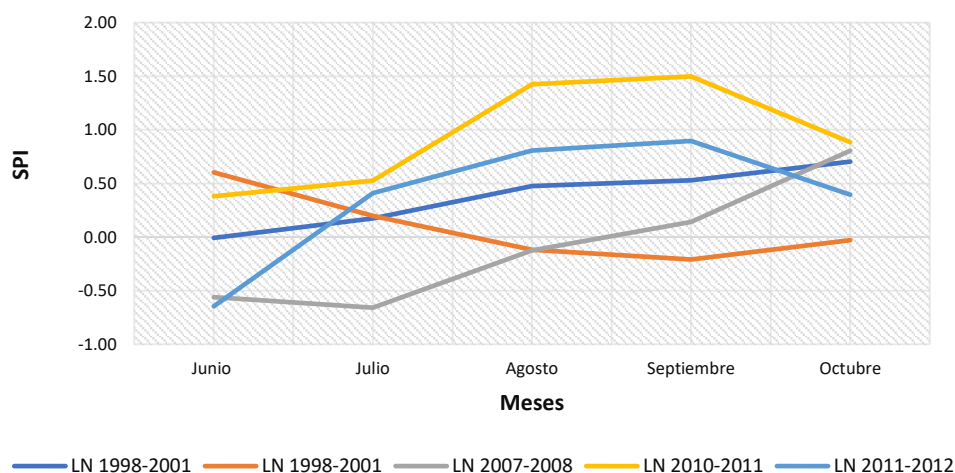


Figura 17. Veranos bajo la influencia de eventos La Niña en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.

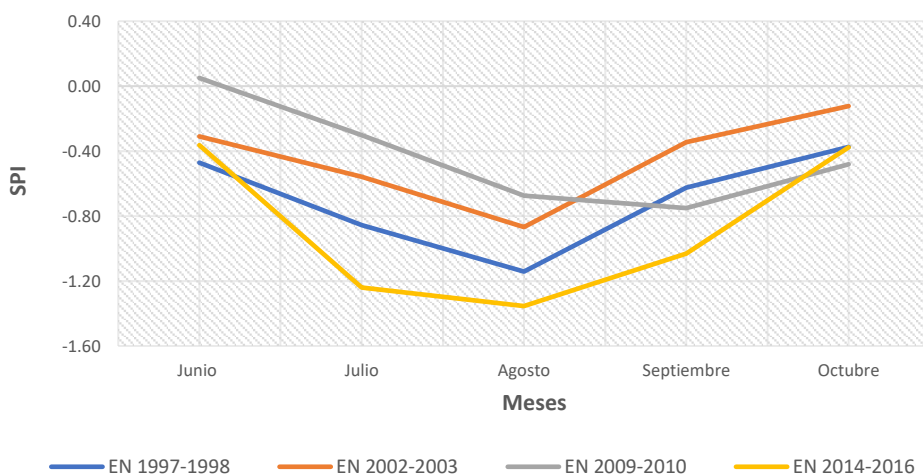


Figura 18. Veranos bajo la influencia de eventos El Niño en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.

En inviernos bajo influencia de La Niña (déficit de precipitación) para el evento 2010-2011 (Figura 19) y en inviernos bajo influencia El Niño (superávit de precipitación) para el evento 1997-1998, 2006-2007 y 2014-2016 (Figura 20).

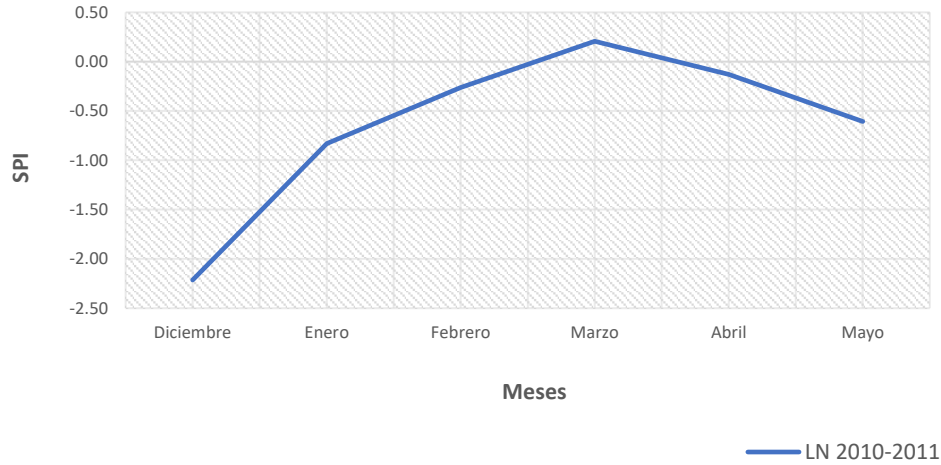


Figura 19. Inviernos bajo la influencia de eventos La Niña en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.

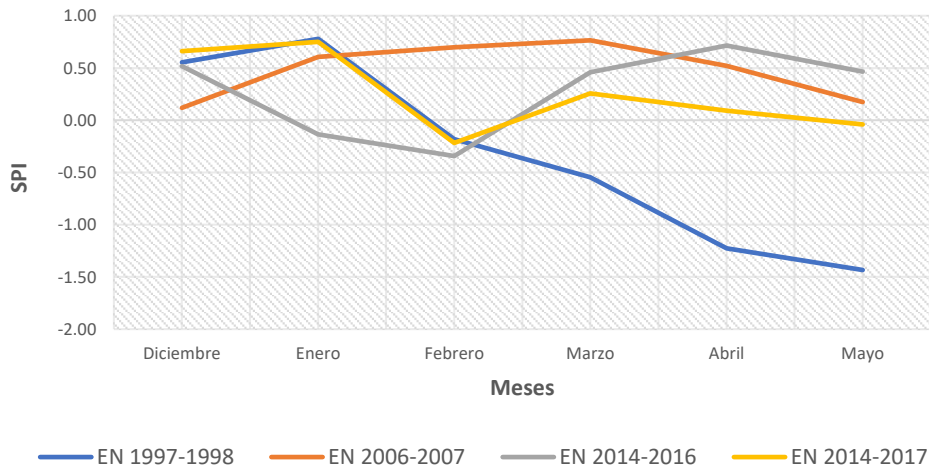


Figura 20. Inviernos bajo la influencia de eventos El Niño en la región del CBMM. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la NOAA, 2015b.

Bajo este escenario, la identificación de los inviernos (diciembre-marzo) con déficit de precipitación eran de suma importancia porque generarían las condiciones para el desarrollo de un incendio forestal en los meses más cálidos (marzo, abril y mayo), condición que no predominó en los inviernos La Niña y al analizar la causa de los incendios forestales, las condiciones de origen natural no serían representativas de la región.

## 4.2. Análisis regional de los incendios forestales en el CBMM

### 4.2.1. Incendios forestales en los estados que conforman el CBMM

A nivel corredor biológico los estados de Chiapas y Oaxaca presentaron el mayor número de incendios forestales de la región, asimismo, las cifras más altas de superficie siniestrada en el periodo 1995-2014. De esta manera, las dos entidades constituyeron 72% del total de incendios y 69% de la superficie total incendiada. De forma contraria, Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco sumaron 28% de la cifra total de eventos y 31% de la superficie siniestrada total (Figura 21).

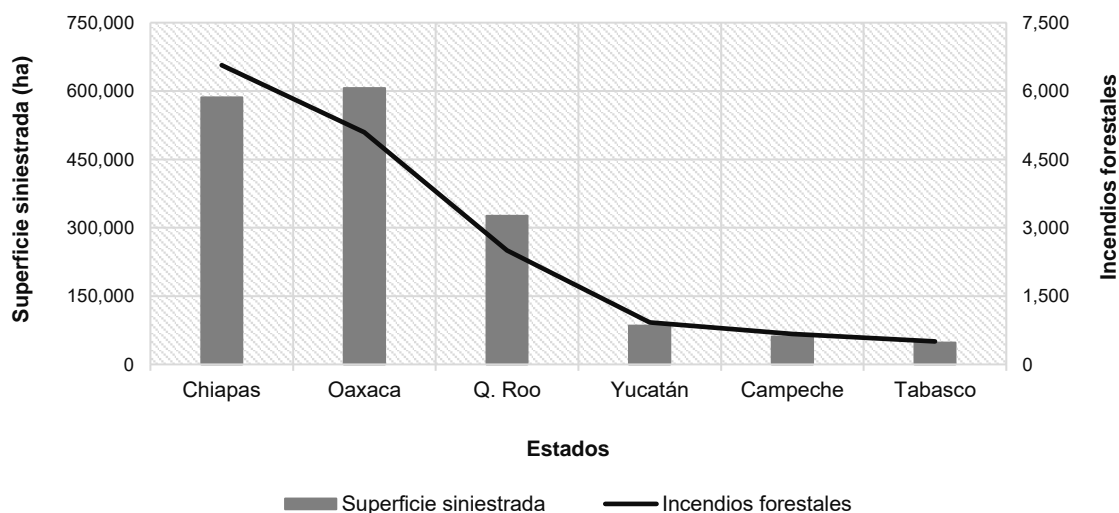


Figura 21. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en los estados que conforman el CBMM, periodo 1995-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015a.

Al realizar el análisis a escala municipal (2005-2014) a partir de la información proporcionada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2015b) (solicitud 2787), el número de incendios se redujo notablemente, así como las cifras de superficie siniestrada. En primer lugar, por el periodo comprendido en que se encontraban disponibles los datos y, en segundo lugar, por la información incompleta, errónea o mal capturada. En este análisis, el número de incendios ascendió a 8,882 y la superficie afectada a 628,997.68 hectáreas, es decir, 55% del total de eventos registrados entre 1995-2014 y 37% del total de superficie reportada en este periodo (Figura 22).

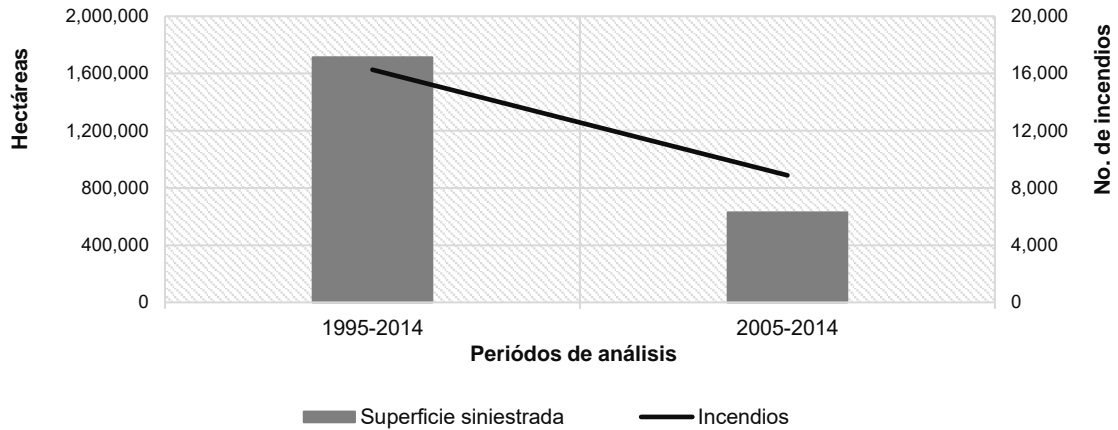


Figura 22. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el CBMM durante los periodos 1994-2014 y 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015a y CONAFOR, 2015b.

Cabe señalar, que entre los años 2005 y 2011 la vegetación afectada se clasificó en cuatro estratos: renuevo, arbolado adulto, matorral arbustivo y pastizal; posteriormente, entre 2012 y 2014 se omitió pastizal y se agregaron tres categorías nuevas: herbáceo, hojarasca y suelo orgánico. Con base en lo anterior, el estrato de vegetación más afectado fue el matorral arbustivo con 297,364 ha; en segundo lugar, se encontró el pastizal (136,448 ha) y en tercer lugar el arbolado adulto (102,358 ha). El renuevo quemado sumó 4% del total de vegetación afectada y los estratos herbáceo, hojarasca y suelo orgánico 11% (Figura 23).

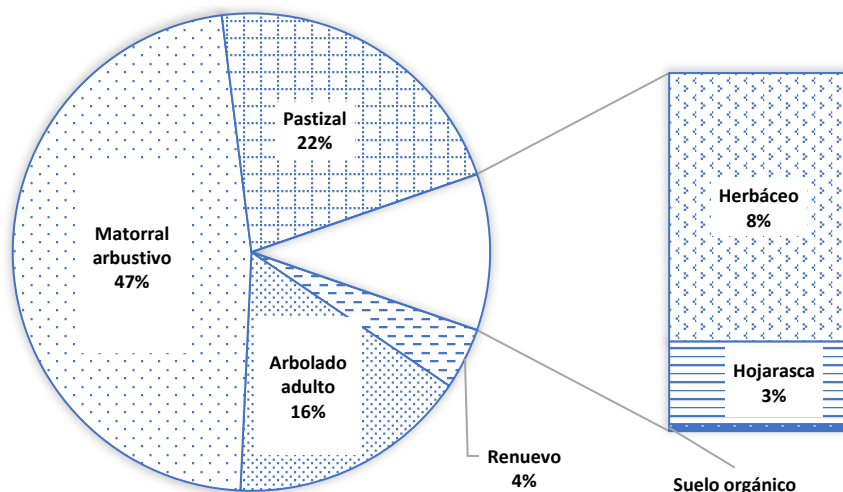


Figura 23. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los estados que conforman el CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



#### 4.2.2. Incendios forestales en Chiapas

De esta forma, el análisis municipal del estado de Chiapas registró con 3,466 incendios, es decir, sólo 53% del total de incendios registrados entre 1995 y 2014. De los 124 municipios que conforman el estado, 120 registraron al menos un incendio forestal a excepción de El Parral, Mezcalapa, Capitán Luis Ángel Vidal y Rincón Chamula San Pedro. Los primeros dos municipios fueron creados en noviembre de 2011 y los últimos dos en agosto de 2017 (Gutiérrez, 2017), es por ello por lo que la cartografía actual no tiene definidos estos territorios y siguen agregados a los municipios a los que pertenecían (Villa Corzo, Tecpatán, Siltepec y Pueblo Nuevo Solistahuacán, respectivamente).

Entre los municipios mayormente siniestrados se ubicaron: Villa Corzo, Cintalapa, La Concordia, Jiquipilas, Villaflores y Tuxtla Gutiérrez. Las estadísticas de los incendios van de los 389 eventos a 1 evento en municipios como Aldama, Amatán, Cacahoatán, Catazajá, Chapultenango, por citar algunos (Figura 24). Bajo este esquema se puede afirmar que los incendios se concentraron en la parte suroeste del estado.

La superficie reportada como siniestrada sumó 122,634.41 ha, que se distribuyeron de la siguiente manera: renuevo, 3,314.05 ha; arbolado adulto, 5,816.00 ha; matorral arbustivo, 23,755.19 ha; pastizal, 62,775.94 ha; herbáceo, 17,442.73 ha; hojarasca, 8,831.00 ha y; suelo orgánico, 699.50 ha (Figura 25). Por tanto, el estrato de vegetación más afectado fue el pastizal; mientras que, el bosque templado fue el ecosistema que presentó el mayor número de reportes por incendio y, dentro de esta clasificación, los bosques mixtos de pino y encino, así como el de coníferas y el de pino. Otros ecosistemas siniestrados, pero en menor medida fueron las selvas húmedas y selvas secas, el matorral desértico, el manglar y el chaparral (Tabla 45).

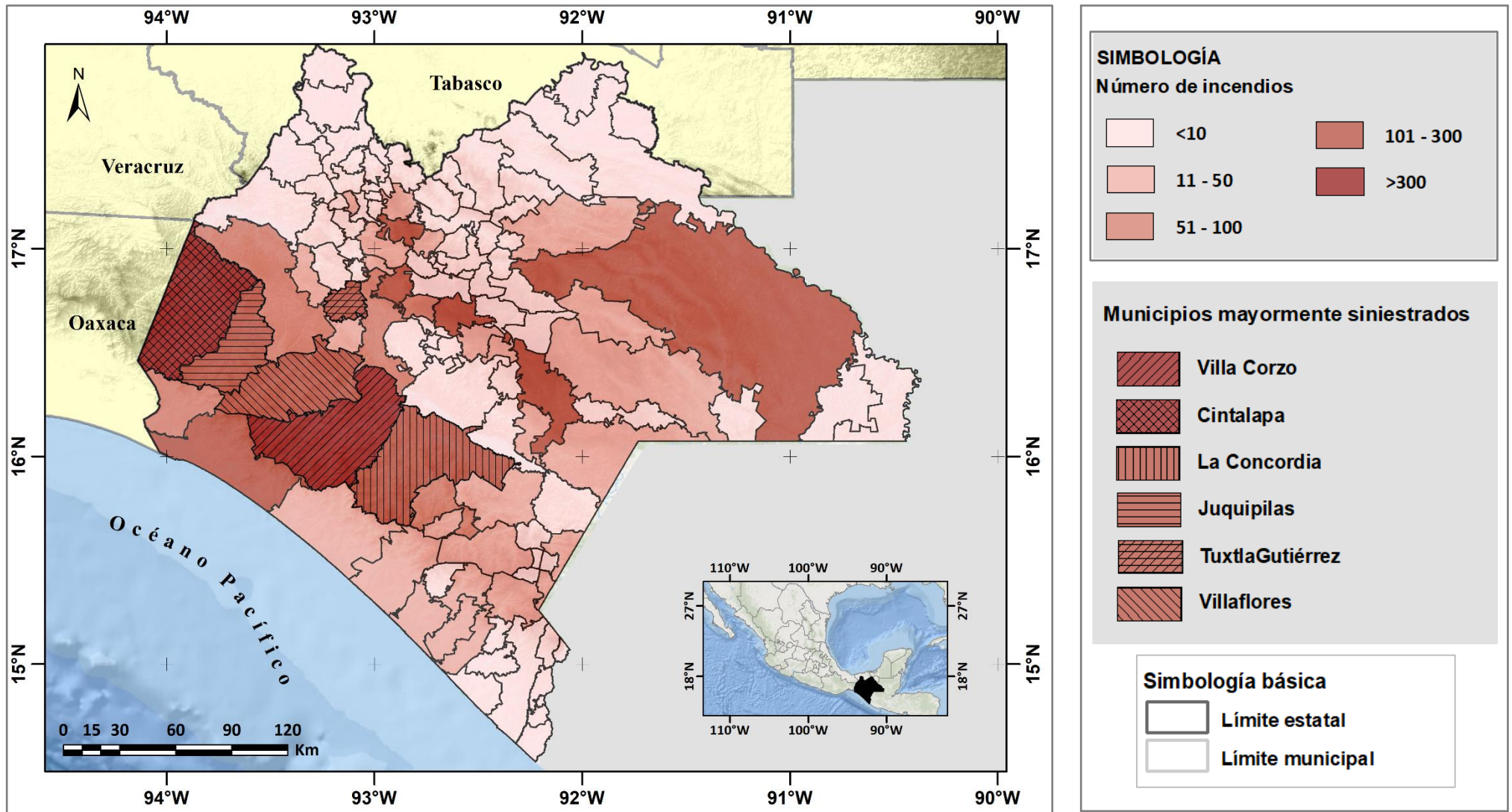


Figura 24. Total de incendios forestales en el estado de Chiapas, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

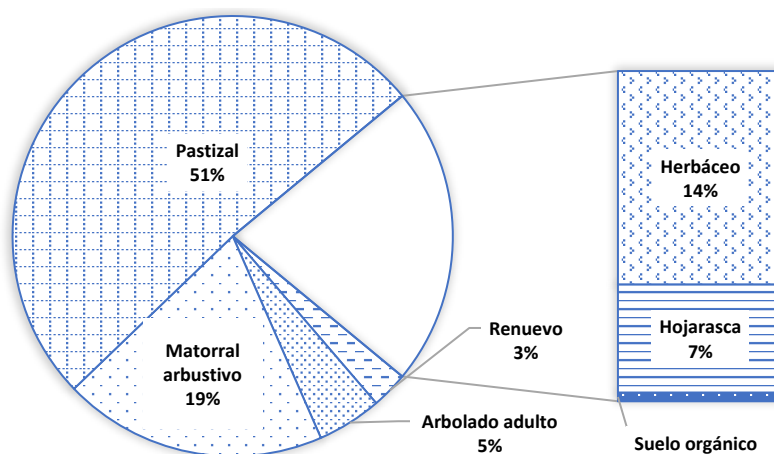


Figura 25. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 45. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014.

ECOSISTEMA	Detalle de incendios forestales	
<b>Bosque</b> 2,571 reportes (76%)	Bosque templado (27%)	Bosque mixto de pino y encino (11%) Bosque de coníferas (7%) Bosque de pino (6%) Bosque de encino (3%) Bosque de Galería (0.09%) Bosque de ayarín (0.03%)
	Bosque nublado (0.15%)	Bosque mesófilo de montaña (0.15%)
	No definida (49%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "templado frío (bosques)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de bosque corresponde.	
<b>Selva</b> 790 reportes (23%)	Selva húmeda (1%)	Selva mediana perennifolia (0.40%) Selva baja perennifolia (0.23%) Selva mediana subperennifolia (0.20%) Palmar natural (0.15%) Selva alta perennifolia (0.10%)
	Selva seca (5%)	Selva baja caducifolia (3%) Selva baja subcaducifolia (1%) Selva mediana subcaducifolia (0.44%) Selva mediana caducifolia (0.06%) Selva baja subperennifolia (0.03%)
	No definida (17%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Selva, Tropical selva", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde.	
<b>Matorral</b> 16 reportes (0.50%)	Matorral desértico (0.40%) Chaparral (0.10%)	
<b>Humedal</b> 12 reportes (0.40%)	Manglar (0.40%)	
<b>Vegetación inducida</b> 1 reporte (0.03%)	Bosque inducido (0.03%)	

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los incendios forestales en el estado de Chiapas se registraron en mayor medida en los años 2005, 2007, 2009 y 2013. La suma de estos eventos ascendió a 1,758 (51% del total de incendios) y su superficie quemada a 69,079 hectáreas (56% del total de superficie siniestrada). En promedio cada año se presentaban 347 incendios y se quemaron más de 12,000 ha (Figura 26). Los eventos se concentraron entre el mes de enero y el mes de mayo de cada año; de modo que coincidieron con la primera temporada de incendios en el país (que corresponde con las zonas centro, norte, noreste, sur y sureste) (CONAFOR, 2010) y, en conjunto, los meses de marzo, abril y mayo registraron 85% del total de eventos registrados. Cabe mencionar que, a partir de junio, el número de registros descendió a 0.40% e incluso, los meses de julio, agosto y octubre no contaron con ningún reporte (Figura 27). De este modo, el tipo de incendios predominantes fueron los incendios superficiales (93%) (3,181 registros) y en menor medida se manifestaron incendios subterráneos (1%), de copa o aéreos (1%) y mixtos (superficial-copa, subterráneo-superficial, subterráneo-superficial-copa) (5%).

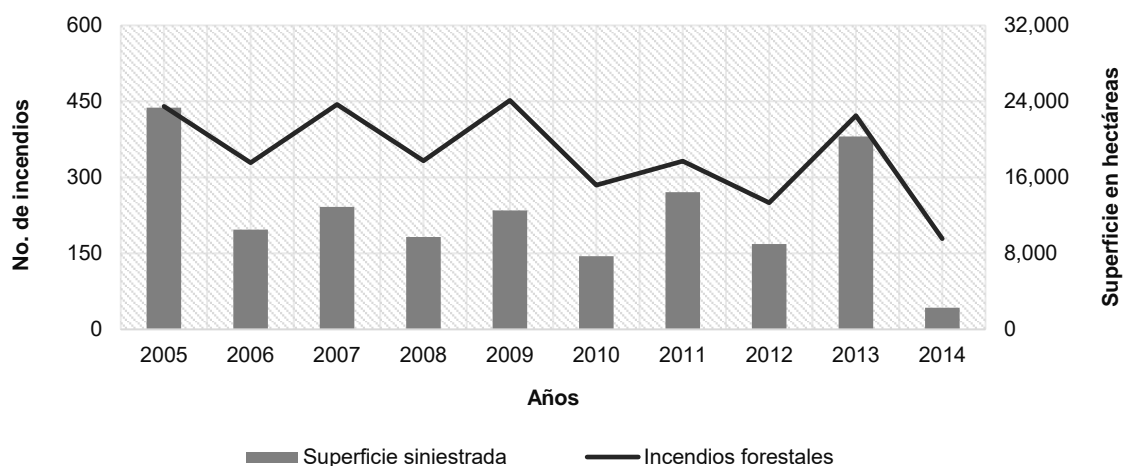


Figura 26. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

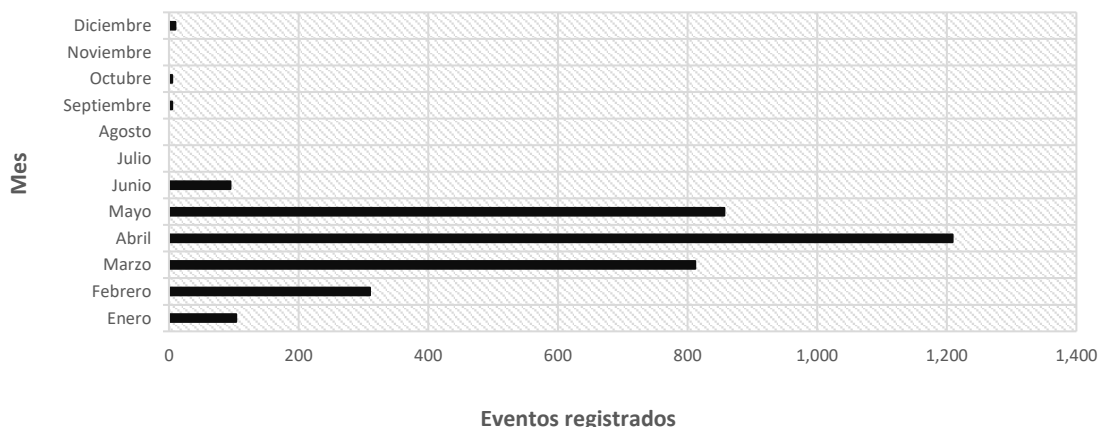


Figura 27. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Por consiguiente, estos eventos se originaron por causas humanas en un 82%. De los cuales, 75% de los incendios son por negligencia, específicamente por el desarrollo de actividades agropecuarias, 7% por causas intencionales como rencillas, litigios, vandalismo o para obtener autorizaciones de aprovechamiento forestal y, 0.15% por accidentes del transporte y líneas eléctricas. Sin embargo, un porcentaje importante (16%) no especifica el origen de los incendios y sólo el 1% corresponde a incendios por causas naturales (Tabla 46).

Tabla 46. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Chiapas, periodo 2005-2014

CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES	NEGLIGENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra y/o introducción de ganado) (55%)</li> <li>• Fumadores (8%)</li> <li>• Cazadores furtivos (6%)</li> <li>• Quema de basureros (2%)</li> <li>• Otras actividades productivas (industria, maquinaria) (2%)</li> <li>• Fogatas de paseantes (1%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (1%)</li> <li>• Actividades forestales (0.30%)</li> <li>• Festividades y rituales (0.15%)</li> </ul>
	INTENCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rencillas (5%)</li> <li>○ Vandalismo (1%)</li> <li>○ Litigios (1%)</li> <li>○ Para autorización de aprovechamiento forestal (0.30%)</li> <li>○ Cultivos ilícitos (0.10%)</li> </ul>
	NATURAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas eléctricas (rayo) (1%)</li> </ul>
	ACCIDENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transportes y línea eléctrica (0.15%)</li> </ul>
	NO DETERMINADO	Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas" (16%)

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

#### 4.2.3. Incendios forestales en Oaxaca

En el caso del estado de Oaxaca, los incendios forestales registrados entre 2005 y 2014 ascendieron a 3,052 y la superficie siniestrada a 178,205.64 hectáreas. En términos comparativos, el número de incendios representa 60% de los eventos registrados en el periodo 1995-2014; mientras que la superficie quemada, sólo 29% del total de superficie siniestrada. Es importante mencionar que en este periodo los 570 municipios que conforman el estado de Oaxaca registraron incendios forestales. Los municipios más afectados fueron Santa María Chimalapa (126), San Miguel Chimalapa (91), Santa Catarina Juquila (86), H. C. Tlaxiaco (75) y Oaxaca de Juárez (70). En conjunto estos municipios representan 15% del total de incendios (Figura 28).

La superficie siniestrada fue registrada en siete categorías de acuerdo con el estrato de vegetación quemado al igual que en el estado de Chiapas. Por un lado, los estratos más afectados fueron el matorral arbustivo (69,763.04 ha), el pastizal (45,827.75 ha) y el estrato herbáceo (22,982.98 ha) y, por el contrario, el arbolado adulto, el renuevo, la hojarasca y el suelo orgánico aportaron conjuntamente 39,631.87 ha (Figura 29).

El ecosistema que presentó mayor número de reportes de incendios fue el bosque (77%), dónde específicamente el bosque de encino y el bosque mixto de pino y encino representaron 29% del total de reportes. En segundo lugar, se ubicó la selva (18%); la selva húmeda sumó 3%, la selva seca 7% y 8% restante no contó con la información necesaria para definir a qué tipo de selva correspondía. Los tipos de selva más afectados fueron la selva baja caducifolia, la selva mediana perennifolia, selva mediana caducifolia y la selva mediana subcaducifolia.

Otros ecosistemas con presencia de fuego fueron el matorral (4%) y el pastizal natural (0.40%), el matorral desértico fue el más afectado con 81 reportes por incendio. Por último, es importante mencionar que existieron dos reportes por incendio en la zona urbana, no obstante, no se especifica en que localidades se desarrollaron (Tabla 47).



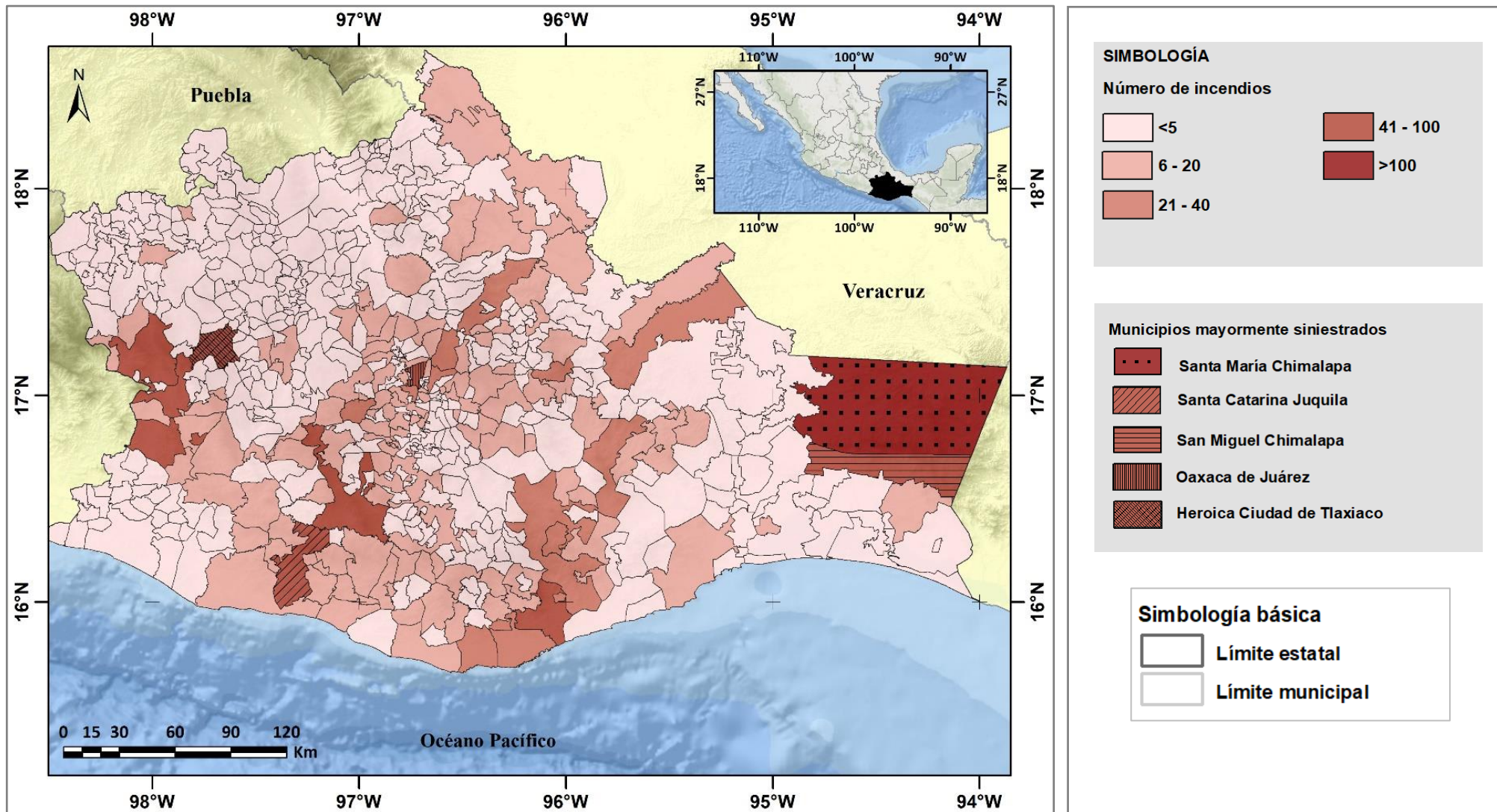


Figura 28. Total de incendios forestales en el estado de Oaxaca, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

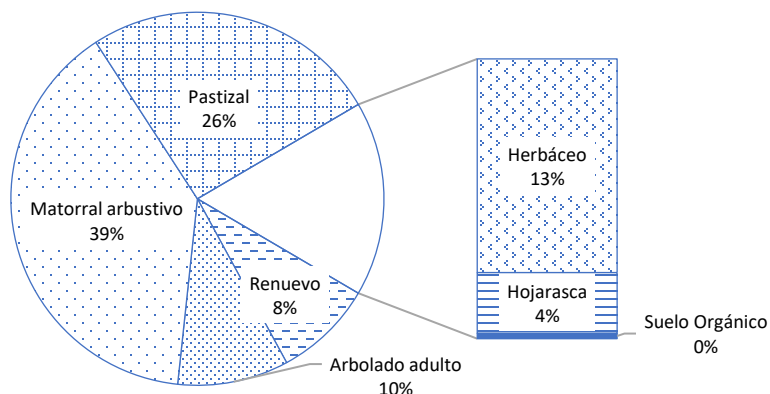


Figura 29. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 47. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014

ECOSISTEMA	Bosque mixto de pino y encino (15%)	
Bosque 1,939 reportes (77%)	Bosque templado (29%)	Bosque de encino (14%) Bosque de pino (0.30%) Bosque de táscate (0.04%)
	No definida (48%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Templado frío (bosques)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de bosque corresponde.	
Selva 467 reportes (18%)	Selva húmeda (3%)	Selva mediana perennifolia (2%) Selva mediana subperennifolia (0.50%) Selva alta perennifolia (0.40%) Selva baja perennifolia (0.30%) Selva alta subperennifolia (0.10%) Palmar natural (0.04%)
	Selva seca (7%)	Selva baja caducifolia (4%) Selva mediana caducifolia (1%) Selva mediana subcaducifolia (1%) Selva baja subcaducifolia (1%) Selva baja subperennifolia (0.20%) Selva baja espinosa caducifolia (0.10%)
	No definida (8%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde.	
Matorral 96 reportes (4%)	Matorral desértico (3%) Matorral de coníferas (0.30%) Matorral crasicaule (de tallos carnosos) (0.12%) Matorral desértico rosetófilo (de hojas en forma de roseta) (0.10%) Matorral sarco-crasicaule (de tallos carnosos) (0.04%) Mezquital (0.10%)	
Pastizal 11 reportes (0.40%)	Pastizal natural (0.40%)	
Zona Urbana 2 reportes (0.10%)	Zona urbana (0.10%)	

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



Los años con mayor presencia de incendios en el estado fueron 2005, 2009, 2011 y 2013, en conjunto estos años sumaron 56% del total de incendios (1,694 eventos) y 53% del total de superficie quemada (95,011 ha). En este periodo se presentaron en promedio 305 incendios y más de 17,000 ha de superficie quemada cada año (Figura 30).

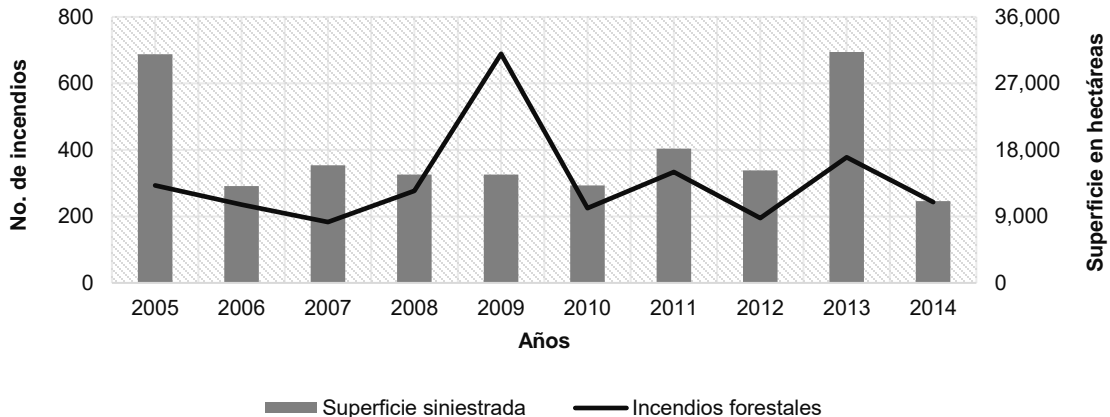


Figura 30. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los eventos se agruparon entre los meses de enero y junio y, a partir de julio las cifras de incendios disminuyeron considerablemente, incluso varios meses no registraron ningún evento. Al igual que en estado de Chiapas, los meses de marzo, abril y mayo registraron el mayor número de incendios (81%), por tanto, los eventos se presentaron durante la primera temporada de incendios en México (Figura 31).

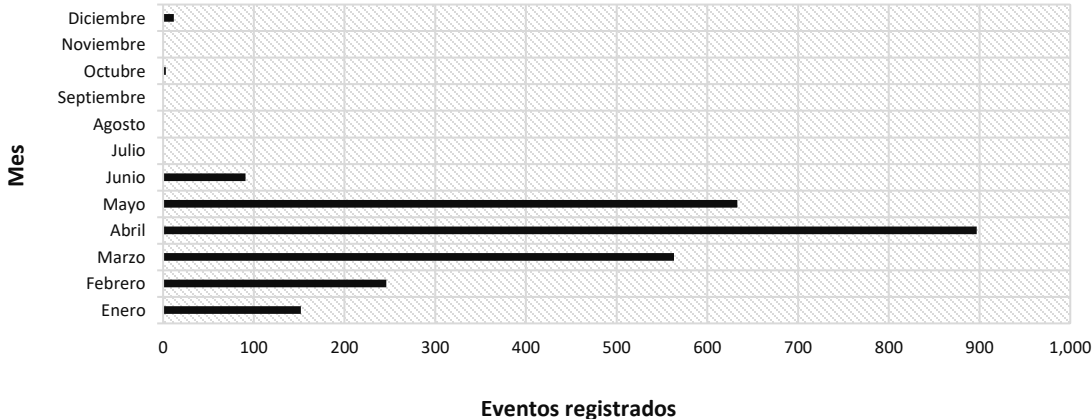


Figura 31. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Bajo este escenario, se definió que los incendios superficiales predominaron con 85% y en menor medida se observaron incendios mixtos (10%), subterráneos y de copa (5%) (Tabla 48). Asimismo, los datos indicaron que 69% de los incendios forestales fueron producto de actividades humanas, específicamente 0.20% por accidentes, 30% por causas intencionales y 39% por negligencia. No obstante, los incendios por causas naturales sólo sumaron 3% del total de eventos (Tabla 49).

Los incendios por accidentes tuvieron su origen en una falla de ferrocarril y de varias líneas eléctricas, en tanto que los incendios por causas intencionales fueron originados principalmente por rencillas y quemas para obtener autorizaciones de aprovechamiento forestal y, los incendios por negligencia, actividades agropecuarias que involucraron la siembra e introducción de ganado y por la quema de basureros y debido a los fumadores y cazadores furtivos.

Cabe señalar que un porcentaje considerable (28%) no contó con la información suficiente para definir el origen de los incendios, mientras que 3% de los datos sólo fueron capturados con la leyenda “intencional” y 1.30% con la leyenda “natural”. En ambos casos la información fue insuficiente, pero representa un número importante de eventos (Tabla 49).

Tabla 48. Tipo de incendios forestales en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014

Tipo de incendio	No. eventos reportados
Superficiales	2,177
Mixtos (superficial-copa, subterráneo-superficial, subterráneo-superficial-copa)	251
subterráneos	119
De copa o aéreos	15

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 49. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Oaxaca, periodo 2005-2014

<b>CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES</b>	<p><b>Negligencia</b> 1,026 reportes (39%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra, introducción de ganado) (24%)</li> <li>• Fumadores (5%)</li> <li>• Quema de basureros (4%)</li> <li>• Cazadores furtivos (3%)</li> <li>• Fogatas de paseantes (1.40%)</li> <li>• Otras actividades productivas (industria, maquinaria) (1.20%)</li> <li>• quema de pasto (0.50%)</li> <li>• Actividades forestales (0.30%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (0.20%)</li> </ul>
	<p><b>Intencional</b> 779 reportes (30%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rencillas (23%)</li> <li>○ Para obtener autorizaciones de aprovechamiento forestal (2%)</li> <li>○ Litigios (1%)</li> <li>○ Cultivos ilícitos (0.50%)</li> <li>○ Intencional (3%).</li> </ul> <p>Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Intencional", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de causa intencional corresponde.</p>
	<p><b>Natural</b> 66 reportes (3%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas eléctricas (rayo) (1.30%)</li> <li>• Natural (1.30%). Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Natural", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de causa natural corresponde.</li> </ul>
	<p><b>Accidental</b> 5 reportes (0.20%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transportes (ferrocarril) y línea eléctrica</li> </ul>
	<p><b>No determinada</b> 720 reportes (28%)</p>	<p>Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas"</p>

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

#### 4.2.4. Incendios forestales en Quintana Roo

En el caso de Quintana Roo, el estado registró en el periodo 2005–2014 1,182 incendios que impactaron aproximadamente 232,137 ha. La cifra de incendios representó 47% del total de eventos registrados entre 1995 y 2014, en tanto que la superficie quemada reunió 71% de hectáreas siniestradas en el mismo periodo, ocupando así el 3° lugar a nivel corredor por mayor presencia de incendios forestales en la región.

Hasta el año 2014 el estado estaba conformado por 10 municipios: Bacalar, Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas, Othón P. Blanco, Solidaridad y Tulum; sin embargo, en noviembre de 2015 fue creado el 11° municipio bajo el nombre de Puerto Morelos, cuya disposición entró en vigor el 6 de enero de 2016 (CGC, 2015); es importante mencionar esta definición político-administrativa ya que en la base de datos analizada no existe ningún registro para este municipio no así en los insumos cartográficos utilizados en esta investigación, por esta razón la estadística de incendios para este municipio es presentada en ceros.

Bajo este escenario, se establece que todos los municipios del estado presentaron incendios forestales en el periodo 2005-2014 y, el municipio que mostró la cifra más significativa fue Othón P. Blanco (414, 35%), mientras que los municipios Benito Juárez, Felipe Carrillo Puerto, Lázaro Cárdenas, José María Morelos y Solidaridad en conjunto sumaron 55% del total de incendios inventariados en el estado y el resto de los municipios (Bacalar, Isla Mujeres, Tulum y Cozumel) sólo 10% (Figura 32).

El ecosistema más afectado fue la selva con 99% del total de los reportes registrados; así, la selva húmeda presentó 25%, la selva seca 4%, empero, el 70% de los reportes restantes no contaron con la información suficiente para definir a qué tipo de selva correspondían. Otros ecosistemas siniestrados fueron los humedales (0.22%), específicamente el tular y el manglar y, los matorrales (0.11%), concretamente el matorral desértico (Tabla 50). Por un lado, los estratos de vegetación más quemados fueron el matorral arbustivo (165,997 ha), el arbolado

adulto (47,220 ha), el pastizal (16,401 ha) y el renuevo (2,517 ha) y, por el otro, los estratos herbáceo, hojarasca y suelo orgánico no contaron con ningún registro (Figura 33).

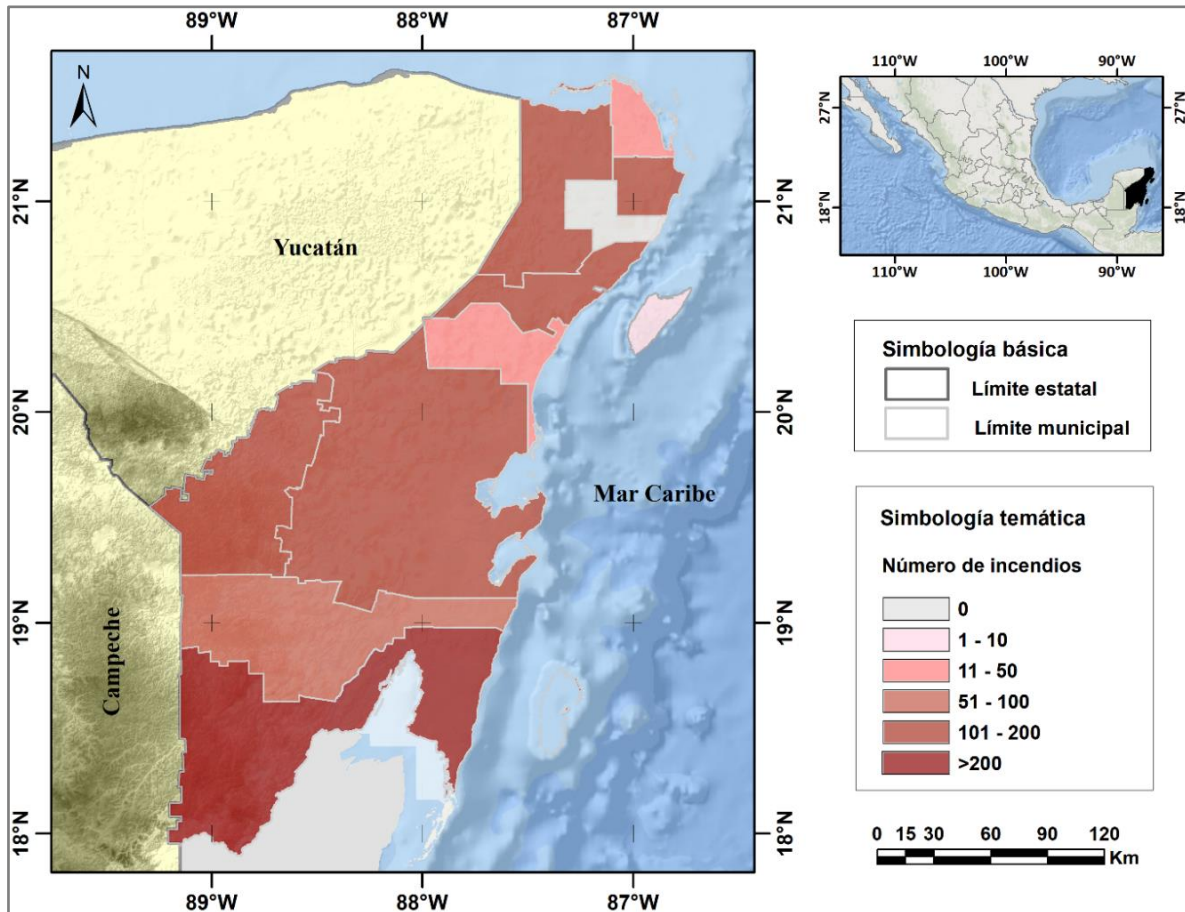


Figura 32. Total de incendios forestales en el estado de Quintana Roo, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 50. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014

ECOSISTEMA		
Selva 924 reportes (99%)	Selva húmeda (25%)	Selva mediana subperennifolia (24%) Selva alta subperennifolia (0.40%) Selva mediana perennifolia (0.20%) Palmar natural (0.11%)
	Selva seca (4%)	Selva baja subperennifolia (2%) Selva baja espinosa (1%) Selva mediana subcaducifolia (0.40%) Selva baja caducifolia (0.11%) Selva baja subcaducifolia (0.11%)
	No definida (70%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde.	
Humedal 2 reportes (0.22%)	Tular (0.11%)	
	Manglar (0.11%)	
Matorral (0.11%) 1 reporte	Matorral desértico (0.11%)	

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

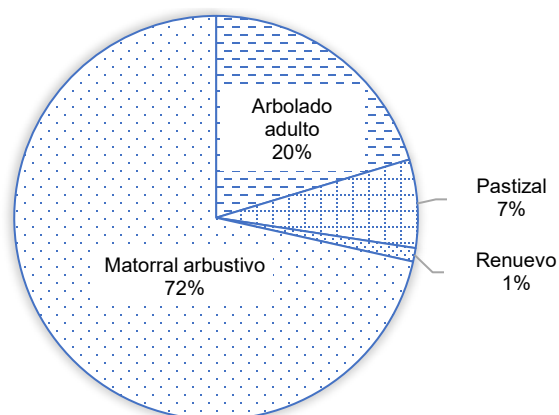


Figura 33. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los incendios se concentraron en los años 2005, 2006, 2008, 2009 y 2011. En términos generales estos años reunieron 72% de los eventos que se presentaron en el periodo 2005-2014 (851 incendios) y 86% de la superficie quemada (198,564 ha); asimismo, anualmente se registraron en promedio 118 incendios y más de 23,000 ha quemadas (Figura 34). Si bien la presencia de los incendios se observó desde el mes de febrero hasta el mes de septiembre de cada año, los eventos se agruparon en los meses de marzo, abril y mayo al igual que en los estados de Chiapas y Oaxaca (1,080 incendios: 93% del total de eventos), mientras que los meses de octubre, noviembre y diciembre no contaron con ningún registro (Figura

35). Cabe mencionar, que el tipo de incendios que predominaron fueron los incendios superficiales (97%), seguidos en menor medida por los incendios mixtos (subterráneo-superficial) (2%) y los incendios subterráneos (1%) (Tabla 51).

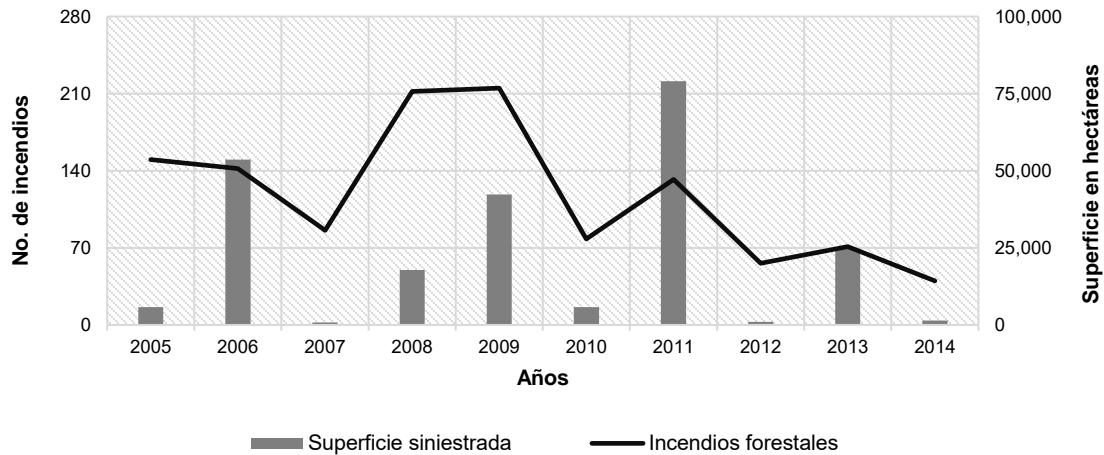


Figura 34. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

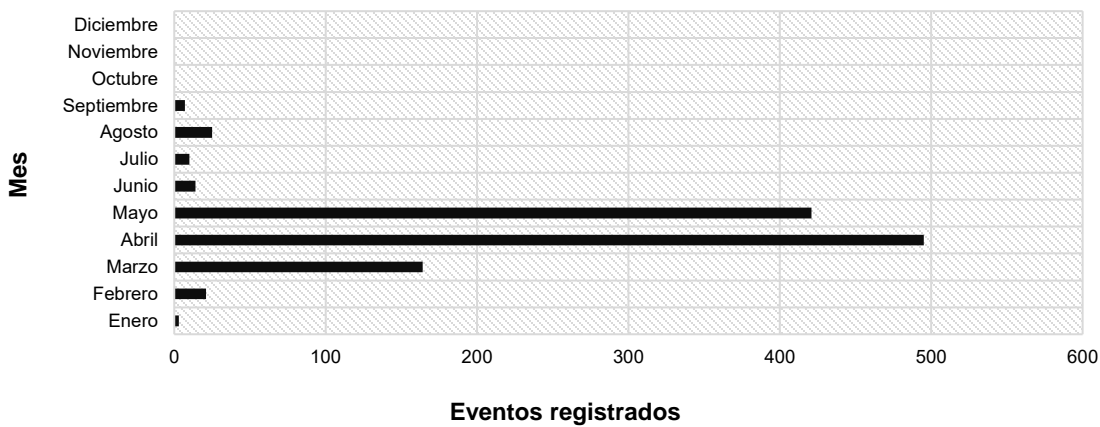


Figura 35. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 51. Tipo de incendios forestales en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014

Tipo de incendio	No. Eventos reportados
Superficiales	752
Mixtos	12
subterráneos	6

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Las causas que dieron pie a estos eventos fueron principalmente de origen humano (87%), entre las cuales se enlistan las causas por negligencia (83%) e intencionales (5%). Por negligencia, las actividades agropecuarias (siembra de cultivos e introducción de ganados, 45%) lideran la lista junto con los incendios provocados por los cazadores furtivos (13%), fumadores (9%) y por la quema de basureros (7%); en cambio, los incendios intencionales se suscitaron primordialmente por litigios (3%), no obstante, un porcentaje importante (2%) no cuenta con la información suficiente para definir a qué tipo de incendio intencional se referían. Es importante señalar que los eventos por causas naturales no tuvieron un peso relevante ya que sólo existen 3 reportes que especifican que su origen fue por descargas eléctricas o rayos (Tabla 52).

Tabla 52. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Quintana Roo, periodo 2005-2014

<b>CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES</b>	<b>Negligencia</b> 780 reportes (83%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra, introducción de ganado) (45%)</li> <li>• Cazadores furtivos (13%)</li> <li>• Fumadores (9%)</li> <li>• Quema de basureros (7%)</li> <li>• Otras actividades productivas (industria, maquinaria) (4%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (4%)</li> <li>• Actividades forestales (0.50%)</li> <li>• Fogatas de paseantes (0.40%)</li> </ul>
	<b>Intencional</b> 43 reportes (5%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Litigios (3%)</li> <li>○ Para obtener autorizaciones de aprovechamiento forestal (0.32%)</li> <li>○ Intencional (2%).</li> </ul> <p>Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Intencional", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de causa intencional corresponde.</p>
	<b>Natural</b> 3 reportes (0.32%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas eléctricas (rayo)</li> </ul>
	<b>No determinada</b> 114 reportes (12 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas"</li> </ul>

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



#### 4.2.5. Incendios forestales en Yucatán

En Yucatán la cifra de incendios forestales ascendió a 633 eventos y más de 52,405 hectáreas quemadas, es decir, 69% del total de incendios registrados entre 1995 y 2014 y 62% del total de superficie siniestrada reportada en el mismo periodo. Del año 2005 al año 2014, los 106 municipios que conforman el estado presentaron incendios forestales; 92 de ellos entre 1 y 10 incendios, 13, entre 11 y 40 y sólo un municipio presentó 82 eventos (Tizimín) (Figura 36). Especialmente los eventos no presentaron un patrón definido, no obstante, destaca que los municipios mayormente siniestrados corresponden con los municipios con mayor extensión territorial como es el caso de Tizimín (3,746.97 km<sup>2</sup>), Mérida (883.40 km<sup>2</sup>), Umán (349.56 km<sup>2</sup>), Chemax (1,348.34 km<sup>2</sup>), Abalá (293 km<sup>2</sup>), Tixkokob (172.26 Km<sup>2</sup>), Progreso (430.32 Km<sup>2</sup>) e Izamal (459.61 Km<sup>2</sup>) (INAFED, 2018).

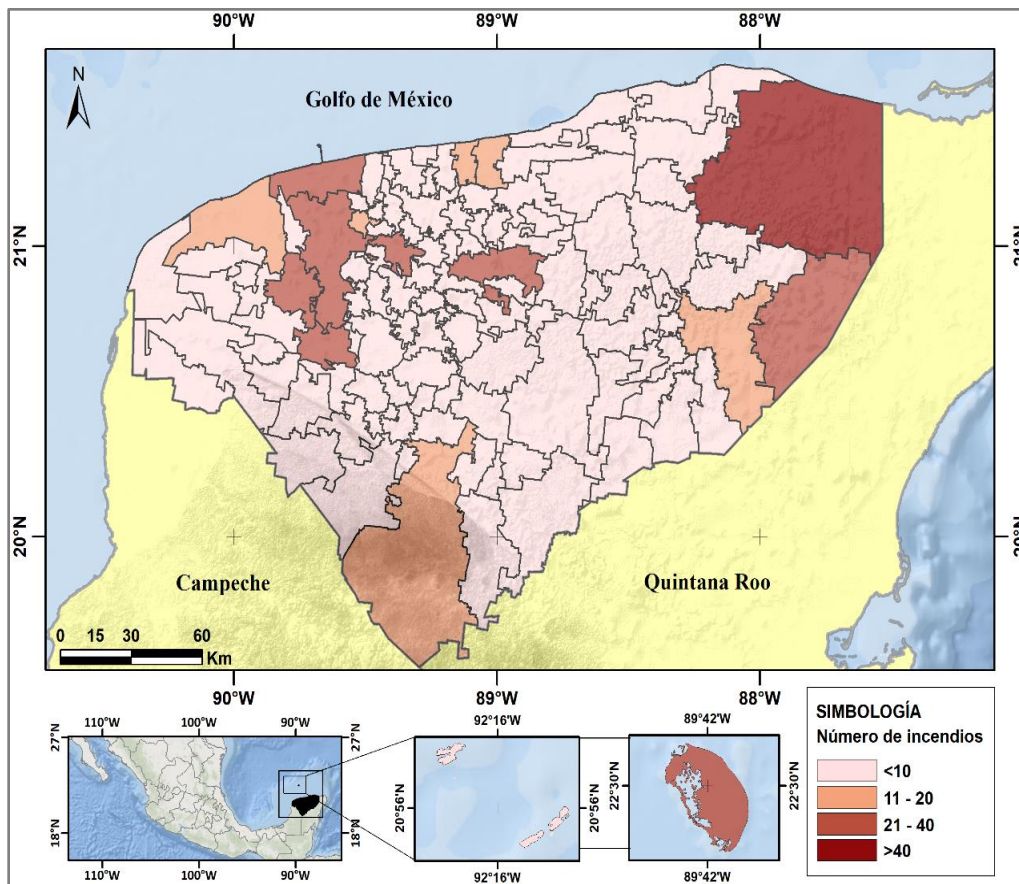


Figura 36. Total de incendios forestales en el estado de Yucatán, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los incendios en esta región afectaron principalmente a la selva (99%), sin embargo, la mayor parte de los reportes no especificaron si la selva húmeda o seca había sido siniestradas. En menor medida el humedal (0.60%) y la sabana (0.20%) también presentaron incendios, pero el número de reportes no es comparable con la cifra para la selva (Tabla 53). Así, los estratos matorral arbustivo (25,128 ha) y arbolado adulto (17,450 ha) fueron la vegetación más quemada, seguida por el pastizal (7,970 ha) y el estrato herbáceo (1,324 ha) y, en menor medida por el renuevo (533 ha) (Figura 37). Cabe mencionar que el estrato hojarasca y suelo orgánico no sumaron superficie siniestrada lo que denota que los incendios subterráneos no son frecuentes, aseveración que se confirma con la información sobre los tipos de incendios que se presentaron en el periodo de análisis, puesto que los incendios superficiales representan 95%, mientras que los incendios de copa y los incendios mixtos en conjunto sumaron sólo 5% (Tabla 54).

Tabla 53. Registro de incendios forestales por ecosistema en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014

ECOSISTEMA	Selva húmeda (1%)	Selva mediana subperennifolia (1%)
Selva 528 reportes (99%)	Selva seca (23%)	Selva mediana subcaducifolia (9%) Selva baja caducifolia (8%) Selva baja subcaducifolia (5%) Selva mediana caducifolia (1%) Selva baja espinosa (0.20%) Selva baja subperennifolia (0.20%)
	No definida (75%) Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde.	
	Tular (0.20%)	
Humedal 3 reportes (0.60%)	Manglar (0.40%)	
	Sabana natural (0.20%)	
Pastizal o sabana 1 reporte (0.20%)		

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

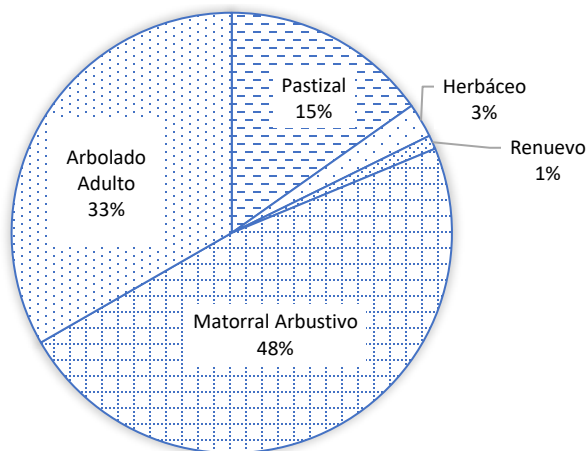


Figura 37. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b

Tabla 54. Tipo de incendios forestales en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014

Tipo de incendio	No. eventos reportados
Superficiales	513
De copa o aéreos	25
Mixtos	1

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los años que registraron mayor número de incendios fueron 2005, 2006, 2008 y 2009. En general, el número de incendios forestales representa en el estado 64% del total de eventos inventariados entre 2005 y 2014 y 66% de la superficie siniestrada en el mismo periodo. Es importante mencionar que el promedio de incendios por año fue de 63 eventos, mientras que la superficie siniestrada anualmente superaba las 5,000 ha; en otras palabras, Yucatán presentó pocos incendios, pero el alcance del fuego en este periodo perjudicó 1.21% de la superficie del estado (Figura 38).

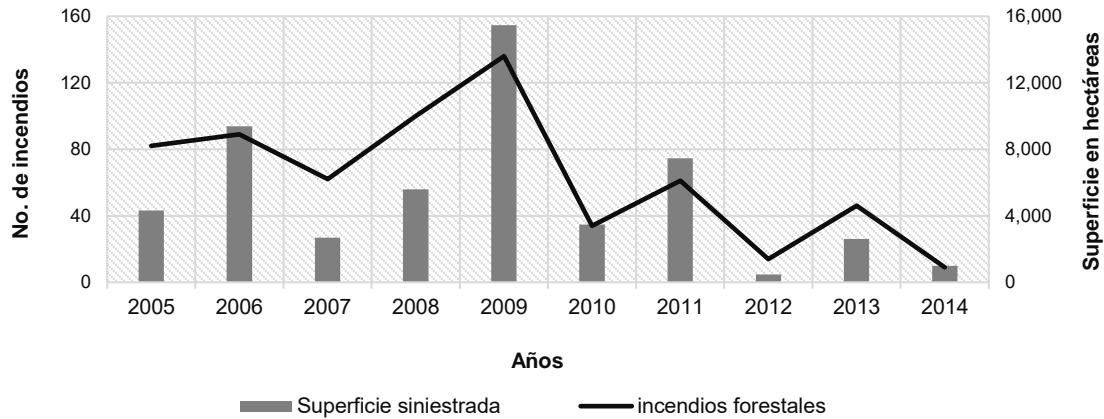


Figura 38. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los incendios en esta entidad se concentraron entre los meses de marzo, abril y mayo. En conjunto estos meses reunieron 86% del total de registros, mientras que en el segundo semestre anual el número de incendios se redujo notablemente y acumularon sólo 3% (Figura 39). Cabe señalar que los incendios en Yucatán fueron primordialmente de origen humano (90%) y que los incendios por causas naturales representan únicamente 0.20%. Entre las causas humanas se encuentran acciones por negligencia, especialmente por actividades agropecuarias (65%) y en menor medida, acciones intencionales como rencillas o litigios por tierras (0.60%) (Tabla 55).

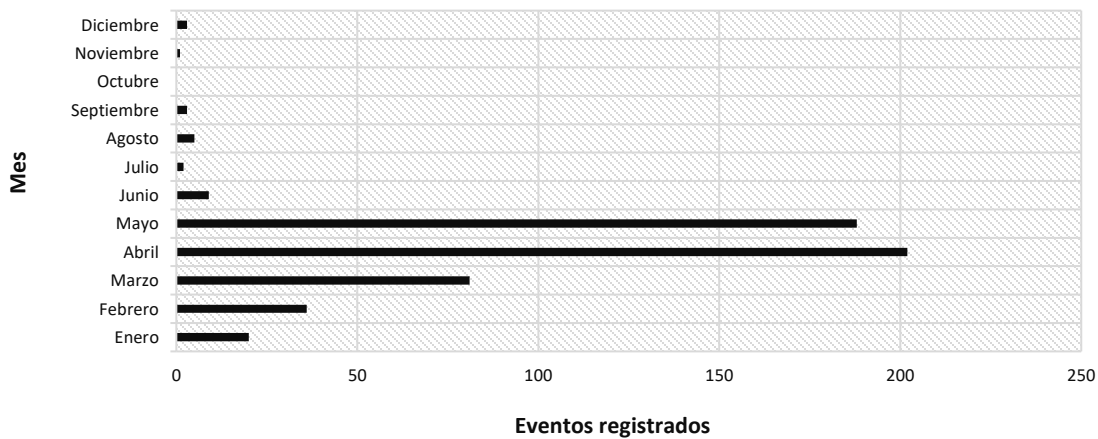


Figura 39. Registro de incendios forestales por mes en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 55. Registro de incendios forestales por tipo de causa en el estado de Yucatán, periodo 2005-2014

<b>CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES</b>	<b>Negligencia</b> 482 reportes (90%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra, introducción de ganado) (65%)</li> <li>• Fumadores (12%)</li> <li>• Cazadores furtivos (6%)</li> <li>• Quema de basureros (3%)</li> <li>• Fogatas de paseantes (1%)</li> <li>• Otras actividades productivas (industria, maquinaria) (1%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (1%)</li> <li>• Actividades forestales (0.50%)</li> </ul>
	<b>No determinada</b> 51 reportes (9%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas"</li> </ul>
	<b>Intencional</b> 3 reportes (0.60%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rencillas (0.40%)</li> <li>○ Litigios (0.20%)</li> </ul>
	<b>Natural</b> 1 reporte (0.20%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descargas eléctricas (rayo)</li> </ul>

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

#### 4.2.6. Incendios forestales en Campeche y Tabasco

Finalmente, en los estados de Campeche y Tabasco las cifras de incendios forestales y superficie siniestrada fueron similares. Por un lado, la primera entidad presentó 262 eventos y la segunda, 287 y, por el otro, el área quemada ascendió a 22,261 y 21,353 hectáreas, respectivamente; esto es, 39% y 57% del total de incendios forestales presentes de 1995 al 2014 y, 36% y 45% del total de superficie quemada.

En ambos casos, todos los municipios presentaron incendios. En Campeche un municipio registró más de 60 incendios (Calakmul), cinco municipios entre 11 y 60 eventos (Candelaria, Escárcega, Hopelchen, Champotón y Campeche) y otros cinco municipios, menos de 10 siniestros (Calkini, Carmen, Hecelchakan, Palizada y Tenabo). De forma análoga, las cifras para Tabasco mostraron un escenario semejante; un municipio con más de 50 incendios (Centla), cuatro, entre 11 y 50 eventos (Huimanguillo, Macuspana, Tenosique y Jonuta) y los doce municipios restantes, menos de 10 incendios (Balancan, Cárdenas, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Emiliano zapata, Jalapa, Jalpa de Méndez, Nacajuca, Paraiso, Tacotalpa y Teapa). En este punto destaca que los dos municipios más siniestrados

albergan a dos de los corredores biológicos más importantes del sureste mexicano: Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta (Centla) y Calakmul-Bala'an K'aax (Calakmul), asimismo, que los incendios forestales se concentran en la zona que comprenden estos y otros corredores biológicos como la Sierra de Tabasco y los Humedales costeros-Sierra de Huimanguillo (Figuras 40 y 41).

Al igual que las entidades de Quintana Roo y Yucatán, en estos estados la selva concentró más del 85% de los registros por incendios forestales en el periodo 1995-2014. Si bien la selva húmeda resultó ser el ecosistema más afectado, un porcentaje importante de reportes (Campeche, 76% y Tabasco, 85%) no definieron qué tipo de selva había sido siniestrada porque los reportes sólo fueron capturados con la leyenda "Tropical (selvas)". Otros ecosistemas con presencia de fuego fueron los humedales y los pastizales. En el caso de Tabasco también resultaron afectados el matorral y el bosque cultivado catalogado como vegetación inducida (Tabla 56).

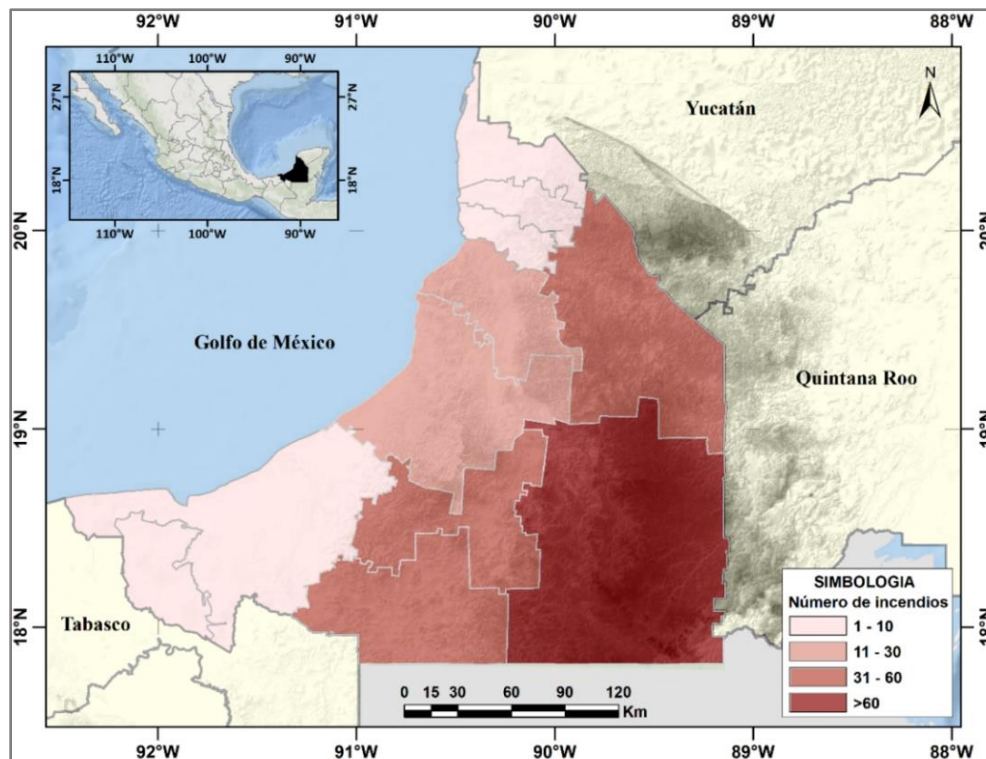


Figura 40. Total de incendios forestales en el estado de Campeche, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

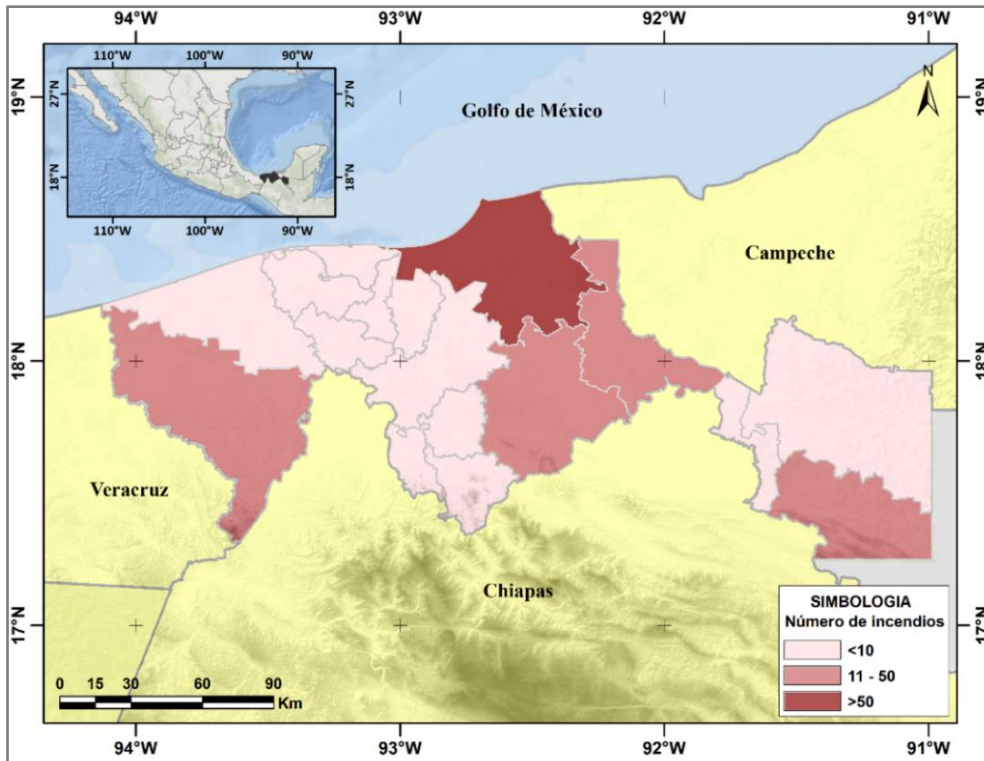
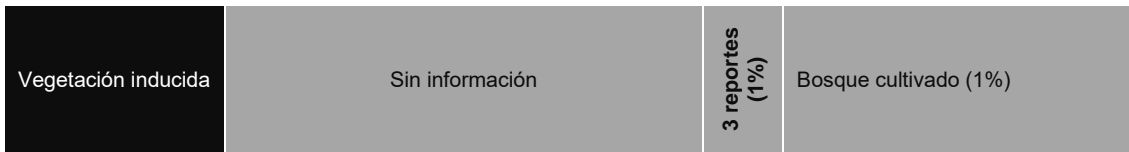


Figura 41. Total de incendios forestales en el estado de Tabasco, México. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 56. Registro de incendios forestales por ecosistema en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014

ECOSISTEMA	CAMPECHE		TABASCO	
Selva	241 reportes 94%	Selva húmeda (11.40%)	246 reportes 89%	Selva húmeda (4%)
		Selva mediana subperennifolia (11%) Selva baja perennifolia (0.40%)		Selva mediana perennifolia (2%) Selva baja perennifolia (1%) Selva alta perennifolia (0.40%) Selva alta subperennifolia (0.40%)
		Selva seca (6.40%)		
		Selva mediana subcaducifolia (3%) Selva baja subperennifolia (3%) Selva mediana caducifolia (0.40%)		
		No definida (76%)		No definida (85%)
Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde				
Humedal	7 reportes (3%)	Tular (2%)	3 reportes (1%)	Tular (1%)
		Manglar (0.40%)		
		Petén (0.40%)		
Pastizal o sabana	7 reportes (3%)	Sabana natural (3%)	1 reporte (0.40%)	Pastizal halófilo (0.40%)
Matorral		Sin información	24 reportes (9%)	Vegetación halófila (9%)



Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Bajo este escenario se identificó que los estratos de vegetación siniestrados discreparon en cada estado. En Campeche el arbolado adulto reunió 55% del total de superficie quemada, el renuevo 19% el pastizal 13%, el estrato herbáceo 9% y, por último, el matorral arbustivo 4%. Por el contrario, en Tabasco el estrato más quemado fue el matorral arbustivo con 56% del total de superficie siniestrada en el estado, seguido por el estrato herbáceo (28%), el arbolado adulto (11%) y en menor medida por el pastizal, el renuevo, la hojarasca y el suelo orgánico que en conjunto sumaron 4% del total de superficie quemada (Figura 42). Por tanto, el tipo de incendios más frecuentes fueron los incendios superficiales que concentraron más del 90% de reportes en ambos estados y en menor grado, se registraron incendios subterráneos e incendios mixtos (Figura 43). Sin embargo, es preciso mencionar que en el caso del estado de Campeche no existe información sobre superficie quemada en los estratos hojarasca y suelo orgánico, los cuales corresponderían a la categoría de los incendios forestales subterráneos.

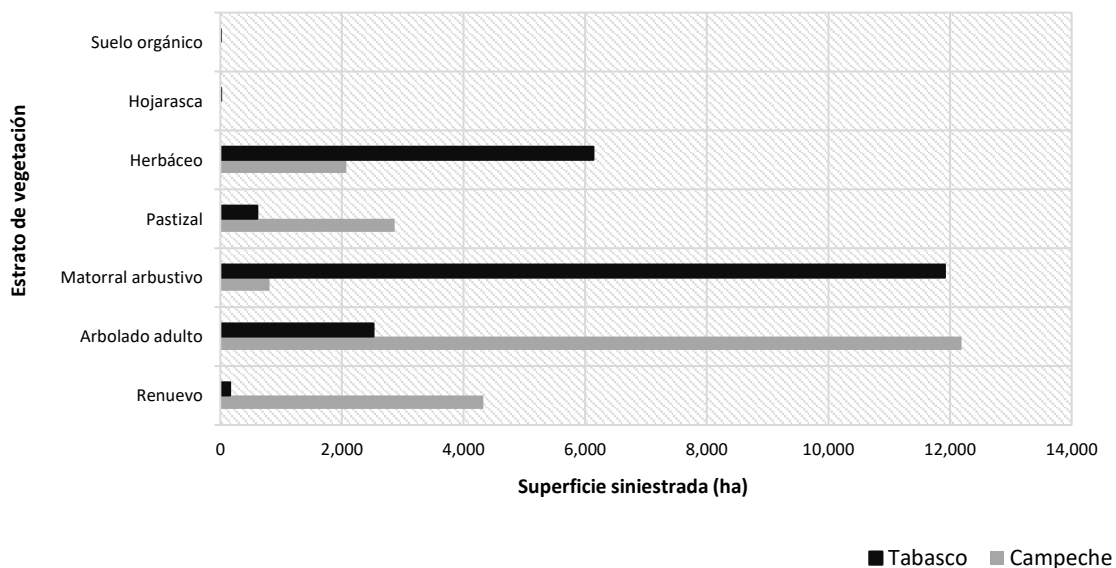


Figura 42. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.





Figura 43. Tipo de incendios forestales en estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

En el estado de Campeche se determinó que los años 2005, 2008, 2009 y 2011 presentaron el mayor número de incendios forestales y en Tabasco, los años 2005, 2008, 2009, 2010; coincidiendo en 2005, 2008 y 2009 e invirtiendo la cifra máxima durante 2010 y 2011. La suma de incendios de los años más siniestrados representa en Campeche 66% del total de eventos registrados entre 2005 y 2014 y 80% en Tabasco en el mismo periodo. En las dos entidades el promedio de incendios por año fue menor de 30 eventos y la superficie siniestrada ascendió a poco más de 2,000 ha anuales (Figura 44).

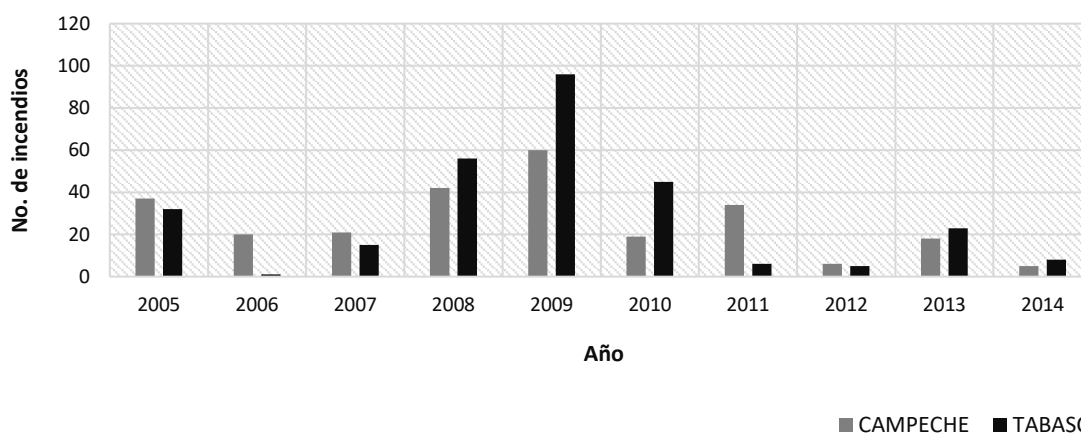


Figura 44. Total de incendios forestales en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Los incendios forestales en esta área se presentaron en el primer semestre anual, mostrando un auge en los meses de marzo, abril y mayo como en los estados analizados anteriormente. Estos meses concentraron 96% de los reportes en Campeche y 85% en Tabasco; mientras que las cifras para el segundo semestre fueron prácticamente nulas (Figura 45). Finalmente, los datos indicaron que en ambos estados las causas de los incendios forestales fueron

inminentemente de origen humano, específicamente por negligencia (97%, Campeche y 95%, Tabasco), en mayor medida por actividades agropecuarias (siembra y/o introducción de ganado) y en menor medida, por cazadores furtivos y fumadores. Cabe señalar que otros reportes indicaron que existieron incendios intencionales (4.40%), pero sólo en el estado de Tabasco, particularmente por rencillas y litigios (Tabla 57).

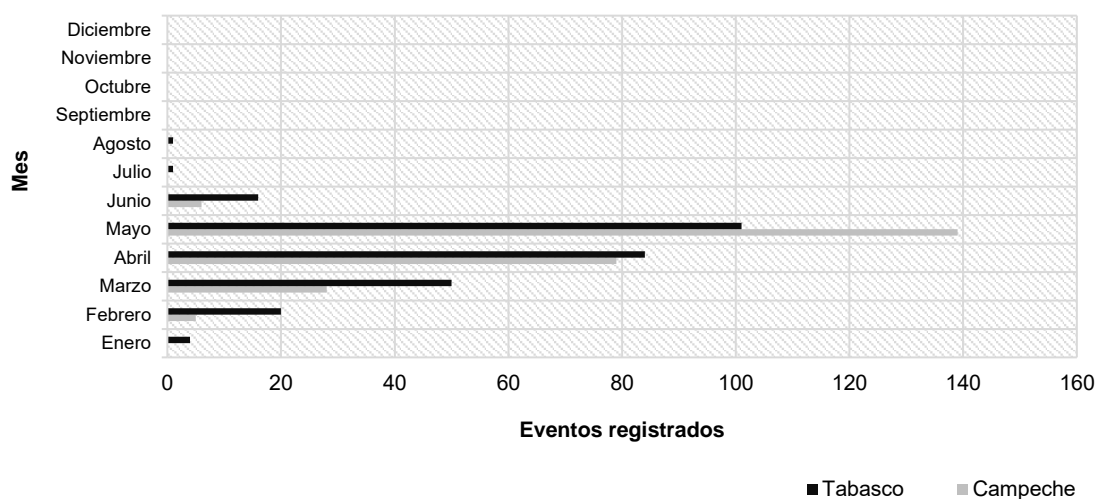


Figura 45. Registro de incendios forestales por mes en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 57. Registro de incendios forestales por tipo de causa en los estados de Campeche y Tabasco, periodo 2005-2014

CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES	CAMPECHE (257 reportes)		TABASCO (239 reportes)	
	<b>NEGLIGENCIA</b>			
	<b>97%</b>		<b>95%</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra y/o introducción de ganado) (68%)</li> <li>• Cazadores furtivos (27%)</li> <li>• Fumadores (1%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (1%)</li> <li>• Quema de basureros (0.40%)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra y/o introducción de ganado) (28%)</li> <li>• Cazadores furtivos (66%)</li> <li>• Fumadores (1%)</li> </ul>	
	<b>INTENCIONAL</b>			
-		<b>4.40%</b>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rencillas (3%)</li> <li>○ Litigios (0.40%)</li> <li>○ Intencional (1%).</li> </ul> <p>Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "intencional", no obstante, no existe información suficiente para definir a qué tipo de causa natural corresponde.</p>		
<b>No determinadas (2%)</b>		<b>No determinadas (0.40%)</b>		
Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas"				

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

#### 4.2.7. Tendencia de los incendios forestales en el CBMM

A escala Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM), en el periodo 2005–2014 los incendios forestales se concentraron en cuatro de los nueve corredores que lo conforman: corredor Oaxaca (28%), Selva Maya Zoque (25%), Sian Ka'an-Bala'an K'aax (18%) y Sierra Madre del Sur (18%) y su superficie siniestrada representó 87% (184,118 ha) del total de superficie quemada en el CBMM (Figura 46).

En términos comparativos, el número de incendios forestales y la superficie siniestrada en el CBMM representó 28% y 33% del total de eventos registrados (8,882) y de superficie siniestrada (628,996 ha) en los seis estados que albergan al corredor, si bien, el porcentaje no indica una cifra considerable debido a la limitada información con ubicación espacial (coordenadas geográficas), la distribución de los incendios permite identificar las áreas susceptibles de cada corredor biológico (Tabla 58).

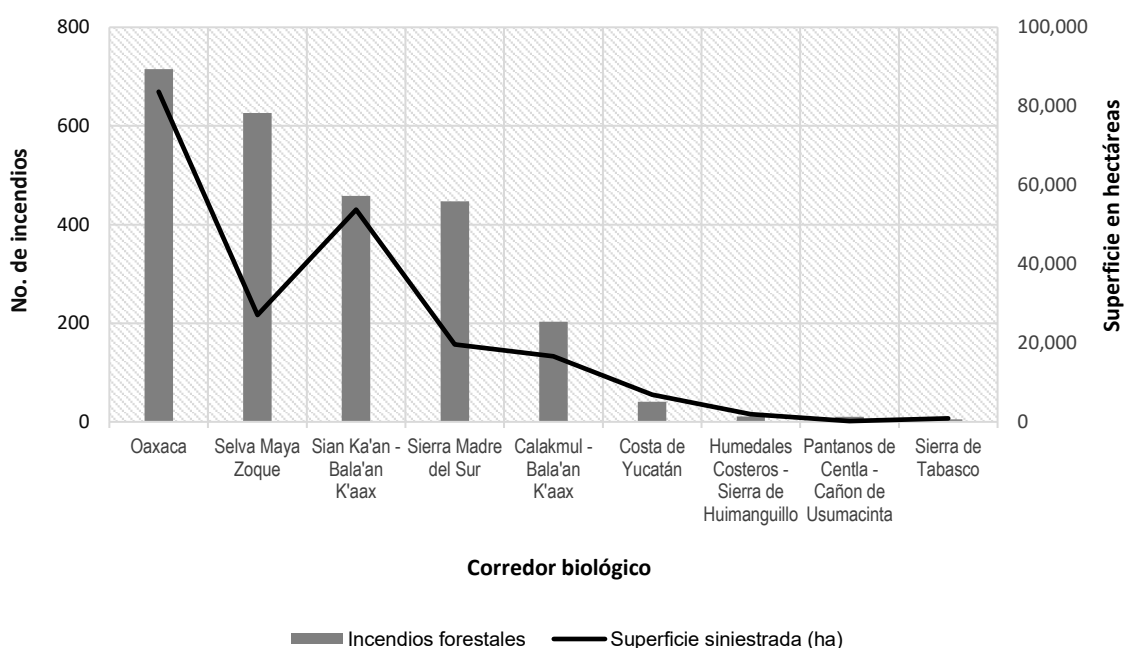


Figura 46. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 58. Incendios forestales y superficie siniestrada en los nueve corredores que conforman el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014

Corredor Biológico	Incendios forestales	Superficie siniestrada (ha)
Calakmul-Bala'an K'aax	203	16,624
Costa de Yucatán	41	6,873
Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo	11	1,929
Oaxaca	715	83,660
Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta	10	194
Selva Maya Zoque	626	27,061
Sian Ka'an-Bala'an K'aax	458	53,801
Sierra de Tabasco	5	844
Sierra Madre del Sur	447	19,596

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

De esta forma, se identificó que los estratos de vegetación más afectados fueron el pastizal (46%) y el matorral arbustivo (35%) y, en menor medida los estratos arbolado adulto (14%) y el renuevo (5%). El pastizal y el renuevo se quemaron principalmente en el corredor Oaxaca (56% y 45%, con respecto al total de superficie siniestrada por estrato de vegetación), en tanto que el mayor número de hectáreas quemadas de matorral arbustivo se registraron en el corredor Sian Ka'an-Bala'an K'aax (55%) y el arbolado adulto en el corredor Calakmul-Bala'an K'aax (36%) (Figura 47, Tablas 59 y 60).

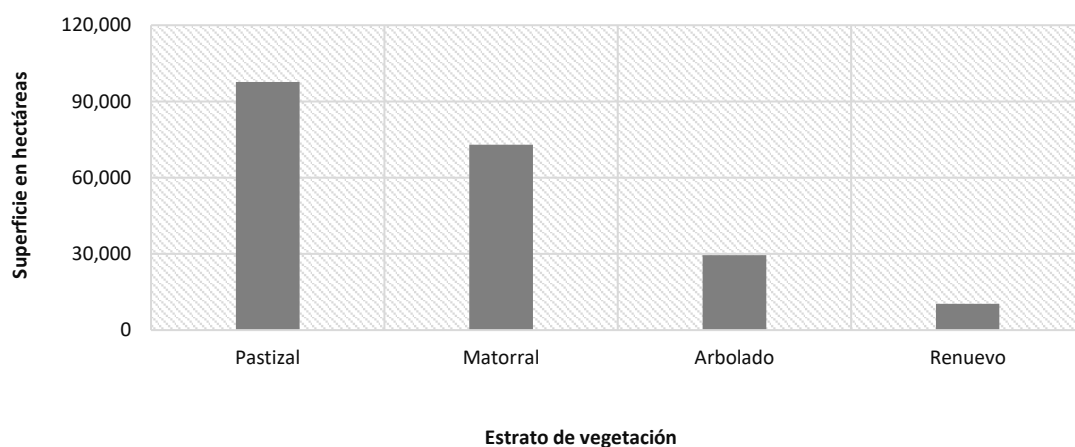


Figura 47. Superficie siniestrada por estrato de vegetación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 59. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en el Corredor Biológico Mesoamericano México, periodo 2005-2014

Estrato de vegetación	Superficie siniestrada (ha)
Pastizal	97,666
Matorral arbustivo	72,973
Arbolado adulto	29,565
Renuevo	10,378

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 60. Total de superficie siniestrada por estrato de vegetación en los nueve corredores biológicos que conforman el CBMM, periodo 2005-2014

Corredor Biológico	Renuevo (ha)	Arbolado adulto (ha)	Matorral arbustivo (ha)	Pastizal (ha)	Total (ha)
Calakmul - Bala'an K'aax	4,006	10,545	1,430	643	16,624
Costa de Yucatán	138	1,961	3,524	1,250	6,873
Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo	0	1,075	273	581	1,929
Oaxaca	4,687	4,957	19,693	54,323	83,660
Pantanos de Centla- Cañón de Usumacinta	0	5	150	39	194
Selva Maya Zoque	276	2,058	3,564	21,163	27,061
Sian Ka'an - Bala'an K'aax	84	8,185	40,471	5,061	53,801
Sierra de Tabasco	0	14	59	771	844
Sierra Madre del Sur	1,187	765	3,809	13,835	19,596
Total de superficie siniestrada (ha)	10,378	29,565	72,973	97,666	210,582

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Bajo este escenario se identificó que el ecosistema que presentó mayor número de reportes por incendios forestales fue el bosque (62%); no obstante 33% de estos reportes no especificaron de qué tipo de bosque se trataba debido a que la información sólo fue capturada con la leyenda "Templado frío (bosques)". De esta forma, los corredores que sumaron más reportes por afectación de bosque fueron Oaxaca (606), Selva Maya Zoque (554) y Sierra Madre del Sur (336).

Otro ecosistema afectado fue la selva, en total existieron 899 reportes por quemas (37%), de los cuales 5% correspondió a la selva húmeda, 6% a la selva seca y 26% no especificaron que tipo de selva fue siniestrada; los corredores más afectados fueron Sian Ka'an-Bala'an K'aax (368), Calakmul (198), Sierra Madre del Sur (109) y el corredor Oaxaca (100); cabe mencionar que en el caso de los dos primeros corredores, 99% del total de sus reportes fue por quemas en la selva como se especifica en las tablas 61 y 62.

Asimismo, se identificó que en menor medida fueron siniestrados el matorral (8%), los humedales (5%), los pastizales (4%) y los bosques cultivados (3%). El matorral en los corredores Oaxaca, Selva Maya Zoque y Sierra Madre del Sur; los humedales en Calakmul-Bala'an K'aax, Costa de Yucatán, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Sierra de Tabasco; los pastizales en Calakmul-Bala'an K'aax, Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo y Oaxaca y; el bosque cultivado en el corredor Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo (Tablas 61 y 62).

Tabla 61. Registro de incendios forestales por ecosistema en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Costa de Yucatán, Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla - Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco

<b>ECOSISTEMA</b>	<b>Calakmul - Bala'an K'aax (200 reportes)</b>	<b>Costa de Yucatán (39 reportes)</b>	<b>Humedales Costeros - Sierra de Huimanguillo (11 reportes)</b>	<b>Pantanos de Centla - Cañón de Usumacinta (10 reportes)</b>	<b>Sierra de Tabasco (5 reportes)</b>
<b>Selva</b>	<b>Selva húmeda (10.5%)</b> Selva mediana subperennifolia (10%) Selva baja perennifolia (0.5%)	<b>Selva húmeda (5%)</b> Selva mediana subperennifolia	-	<b>Selva húmeda (10%)</b> Selva mediana perennifolia	-
	<b>Selva seca (8.5%)</b> Selva mediana subcaducifolia (3.5%) Selva baja subperennifolia (3%) Selva baja subcaducifolia (1.5%) Selva mediana caducifolia (0.5%)	<b>Selva seca (13%)</b> Selva mediana subcaducifolia (5%) Selva mediana caducifolia (5%) Selva baja espinosa (3%)	-	-	-
	<b>No definida (80%)</b>	<b>No definida (77%)</b>	<b>No definida (64%)</b>	<b>No definida (90%)</b>	<b>No definida (80%)</b>
	Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde				
<b>Humedal</b>	<b>Tular (0.5%)</b>	<b>Manglar (5%)</b>	-	-	-
<b>Pastizal o sabana</b>	<b>Sabana natural (0.5%)</b>	-	<b>Pastizal Halófilo (9%)</b>	-	<b>Pastizal (20%)</b>
<b>Vegetación inducida</b>	-	-	<b>Bosque cultivado (27%)</b>	-	-

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 62. Registro de incendios forestales por ecosistema en los corredores biológicos Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Sierra Madre del Sur

ECOSISTEMA	Oaxaca (713 reportes)	Selva Maya Zoque (622 reportes)	Sian Ka'an - Bala'an K'aax (367 reportes)	Sierra Madre del Sur (447 reportes)
<b>Bosque</b>	<b>Bosque templado (43%)</b> Bosque mixto de pino y encino (23%) Bosque de encino (19%) Bosque de pino (1%)	<b>Bosque templado (33%)</b> Bosque mixto de pino y encino (14%) Bosque de pino (11%) Bosque de coníferas (7%) Bosque de encino (1%) Bosque de galería (0.30%)	-	<b>Bosque templado (37%)</b> Bosque mixto de pino y encino (17%) Bosque de coníferas (11%) Bosque de pino (5%) Bosque de encino (4%) Bosque de galería (0.20%)
	<b>No definida (42%)</b>	<b>No definida (56%)</b>	-	<b>Bosque nublado (0.20%)</b> Bosque mesófilo de montaña
	Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Templado frío (bosques)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de bosque corresponde			
<b>Selva</b>	<b>Selva húmeda (1%)</b> Selva baja perennifolia (0.7%) Selva mediana perennifolia (0.2%) Selva mediana subperennifolia (0.2%)	<b>Selva húmeda (1%)</b> Selva alta perennifolia (0.20%) Selva baja perennifolia (0.20%) Palmar natural (0.20%) Selva mediana perennifolia (0.20%) Selva mediana subperennifolia (0.20%)	<b>Selva húmeda (25%)</b> Selva mediana subperennifolia (24%) Selva alta subperennifolia (1%) Palmar Natural (0.30%)	<b>Selva húmeda (0.40%)</b> Palmar natural (0.20%) Selva mediana perennifolia (0.20%)
	<b>Selva seca (7%)</b> Selva baja caducifolia (3%) Selva baja subcaducifolia (2%) Selva mediana subcaducifolia (1%) Selva mediana caducifolia (0.4%) Selva baja subperennifolia (0.4%)	<b>Selva seca (1.80%)</b> Selva baja caducifolia (1.50%) Selva baja subperennifolia (0.30%)	<b>Selva seca (7%)</b> Selva baja subperennifolia (3%) Selva baja espinosa (2%) Selva mediana subcaducifolia (1%) Selva baja caducifolia (0.30%) Selva baja subcaducifolia (0.30%)	<b>Selva seca (9%)</b> Selva baja caducifolia (5%) Selva baja subcaducifolia (2%) Selva mediana subcaducifolia (2%) Selva mediana caducifolia (0.20%)
	<b>No definida (6%)</b>	<b>No definida (8%)</b>	<b>No definida (67%)</b>	<b>No definida (15%)</b>
Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Tropical (selvas)", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de selva corresponde				
<b>Humedal</b>	-	-	<b>Manglar (0.30%)</b>	
<b>Pastizal o sabana</b>	<b>Pastizal natural (0.30%)</b>	-		
<b>Matorral</b>	<b>Matorral (0.70%)</b> Matorral desértico (0.30%) Matorral de coníferas (0.30%) Matorral sarco-crasicaule (de tallos carnosos) (0.10%)	<b>Matorral desértico (0.20%)</b>		<b>Chaparral (0.40%)</b>

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



La información analizada mostró un ligero perfil ascendente (tendencia) en el número de incendios forestales y superficie siniestrada en los registros anuales durante todo el periodo de análisis (2005–2014); sin embargo, al excluir el año 2013 por registrar un número excepcional de incendios y superficie quemada, la serie presentó una tendencia descendente o negativa. Cabe mencionar, que las cifras no corresponden al total de información de las bases de datos puesto que en este apartado sólo se consideró la información con ubicación espacial (coordenadas geográficas) y la tendencia podría resultar diferente.

En este sentido, los años más afectados por incendios fueron 2013 (17%) y 2008 (12%) y, por superficie quemada nuevamente el año 2013 (35%) y 2011 (13%) (Figura 48). De la misma forma que en el análisis a escala estatal y municipal, los incendios forestales se presentaron entre los meses de marzo a mayo y predominaron los incendios superficiales (93%), el primer dato se asocia a la temporada seca, donde el fuego es utilizado generalmente en el manejo de prácticas agropecuarias (CONAFOR, 2010) (Figura 49 y Tabla 63).

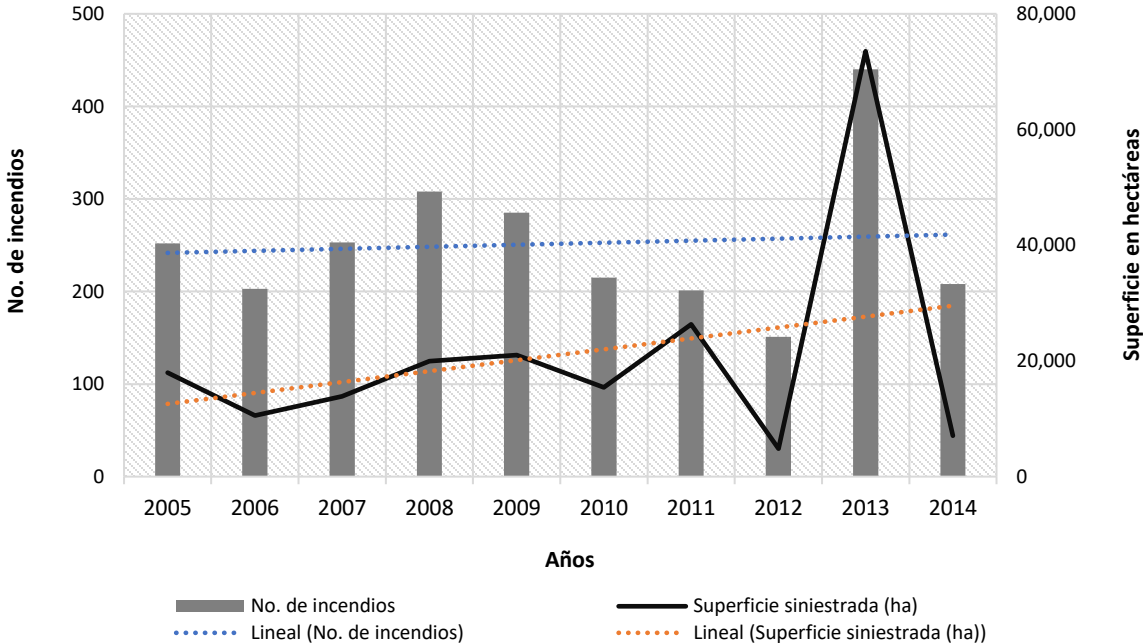


Figura 48. Total de incendios forestales y superficie siniestrada en el CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

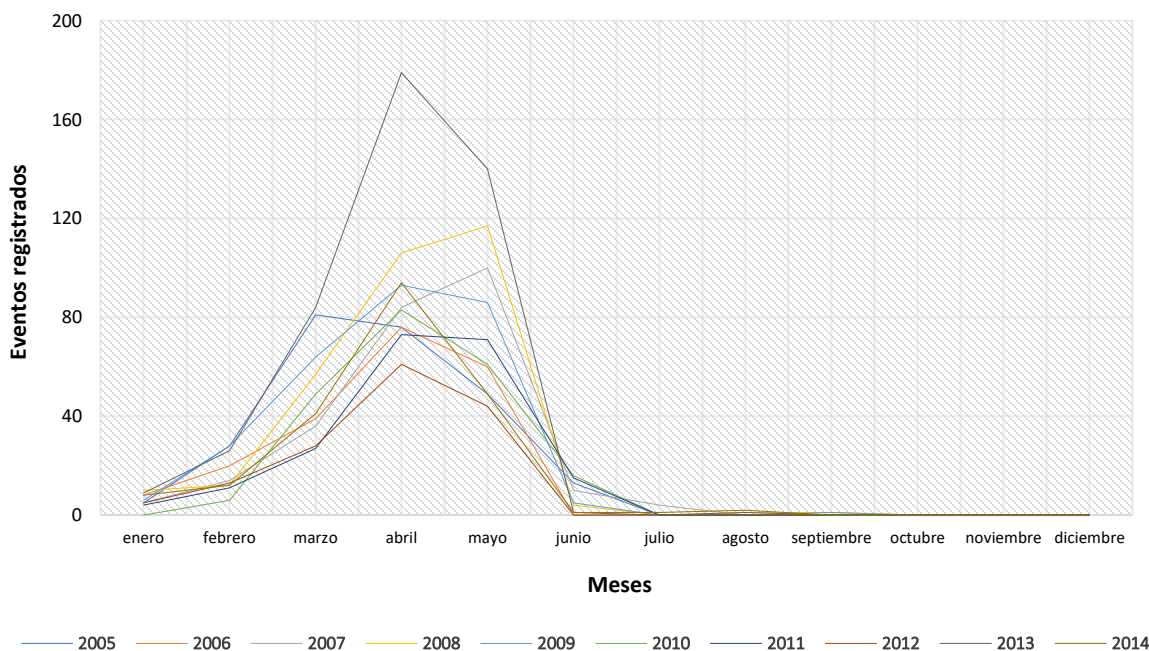


Figura 49. Registro de incendios forestales por mes en los nueve corredores biológicos del CBMM, periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 63. Tipo de incendios forestales en los nueve corredores biológicos que conforman el CBMM, periodo 2005-2014

Tipo de incendios	Total de reportes
Superficial	2220
Mixto (superficial-copa, superficial-subterráneo, superficial-copa-subterráneo)	118
Subterráneo	28
De copa	12

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Las causas que originaron los incendios forestales en los nueve corredores del CBMM fueron primordialmente por negligencia (68%), particularmente por actividades agropecuarias como la siembra e/o introducción de ganado. Otras causas fueron de origen intencional como las rencillas o de origen accidental por transporte o por fallas en líneas eléctricas. Las causas de origen natural sumaron 2% del total de reportes, 1% especificaba que los incendios fueron provocados por descargas eléctricas (rayo) y el otro 1% no precisa la causa concreta porque fue capturada con la leyenda "Natural". Es importante mencionar que 17% del total de

reportes no cuenta con la información necesaria para definir el tipo de causa que originó el incendio forestal (Tabla 64).

Tabla 64. Registro de incendios forestales por tipo de causa en los nueve corredores biológicos del CBMM, periodo 2005-2014

<b>CAUSAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES</b>	<b>NEGLIGENCIA</b> incendios (68%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades agropecuarias (siembra e/o introducción de ganado) (48%)</li> <li>• Cazadores furtivos (8%)</li> <li>• Fumadores (6%)</li> <li>• Quema de basureros (2%)</li> <li>• Otras actividades productivas (industria, maquinaria) (2%)</li> <li>• Fogatas de paseantes (1%)</li> <li>• Limpia de derechos de vía (1%)</li> <li>• Actividades forestales (0.30%)</li> </ul>
	<b>INTENCIONAL</b> incendios (12%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rencillas (7%)</li> <li>○ Litigios (1%)</li> <li>○ Para autorización de aprovechamiento forestal (1%)</li> <li>○ Cultivos ilícitos (0.20%)</li> <li>○ Intencional (3%). Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "intencional", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de causa intencional corresponde.</li> </ul>
	<b>NATURAL</b> incendios (2%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas eléctricas (rayo) (1%)</li> <li>• Natural (1%). Nota: la información sólo fue capturada con la leyenda "Natural", no obstante, no existe más información para definir a qué tipo de causa natural corresponde.</li> </ul>
	<b>ACCIDENTAL</b> incendios (0.20%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transportes y línea eléctrica (0.20%)</li> </ul>
	<b>NO DETERMINADO</b> incendios (17%)	Nota: esta información solo fue capturada con la leyenda "causas desconocidas o no determinadas"

Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

En síntesis, los incendios forestales en esta región se presentaron en el primer semestre anual, específicamente en marzo, abril y mayo y se concentraron en los estados de Chiapas y Oaxaca y, por ende, en los corredores biológicos Selva Maya Zoque y Oaxaca. Los años con mayor número de registros por incendios fueron 2005, 2008, 2009, 2011 y 2013. En tanto que los ecosistemas más afectados fueron el bosque templado en Chiapas y Oaxaca (corredores Oaxaca, Selva Maya Zoque y Sierra Madre del Sur), la selva húmeda en Campeche (corredor Calakmul), Quintana Roo (corredor Sian Ka'an-Bala'an K'aax) y Tabasco (Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta)] y la selva seca en Yucatán (corredor Costa de Yucatán). De esta manera, entre los estratos de vegetación más siniestrados se identificó al

matorral arbustivo en Oaxaca (corredor Oaxaca), Quintana Roo (corredor Sian Ka'an-Bala'an K'aax), Tabasco (corredor Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo) y Yucatán (corredor Costa de Yucatán), al pastizal en Chiapas (corredor Selva Maya Zoque) y al arbolado adulto en Campeche (corredor Calakmul).

Los incendios que predominaron fueron los de tipo superficial, estos incendios se propagan de forma horizontal sobre la superficie del terreno y consumen todo tipo de materia sobre el suelo y por debajo de las copas de los árboles, ya sea combustibles vivos y/o muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, matorrales, troncos, humus, entre otros (Aguilera, 2015; Arnaldos et al., 2004; CONAFOR, 2010). Además, el principal origen de los incendios fue por causas humanas, principalmente por actividades agropecuarias (siembra y/o introducción de ganado), mientras que el porcentaje de incendios por causas naturales fue de 3% en Oaxaca, 1% en Chiapas, 0.32% en Quintana Roo y 0.20% en Yucatán. Los estados de Campeche y Tabasco no contaron con registros para incendios de origen natural.

La distribución de los incendios forestales en el estado de Chiapas se conformó de la siguiente manera: 21% se concentró en el corredor Selva Maya Zoque (al oeste del corredor, colindando con el corredor Oaxaca), 15% en el corredor Sierra Madre del Sur (principalmente en la región del APRN La Fraileskana) y 64% de los incendios se registraron fuera del área de los corredores biológicos, en mayor medida en el Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) La Fraileskana (11%) y la Reserva de la Biosfera La Sepultura (9%) y en menor medida en las Reservas de la Biosfera La Encrucijada (2%), El Triunfo (1%), Selva El Ocote (1%), Montes Azules y Lacan-Tun (Figuras 50, 51, 52 y 53).

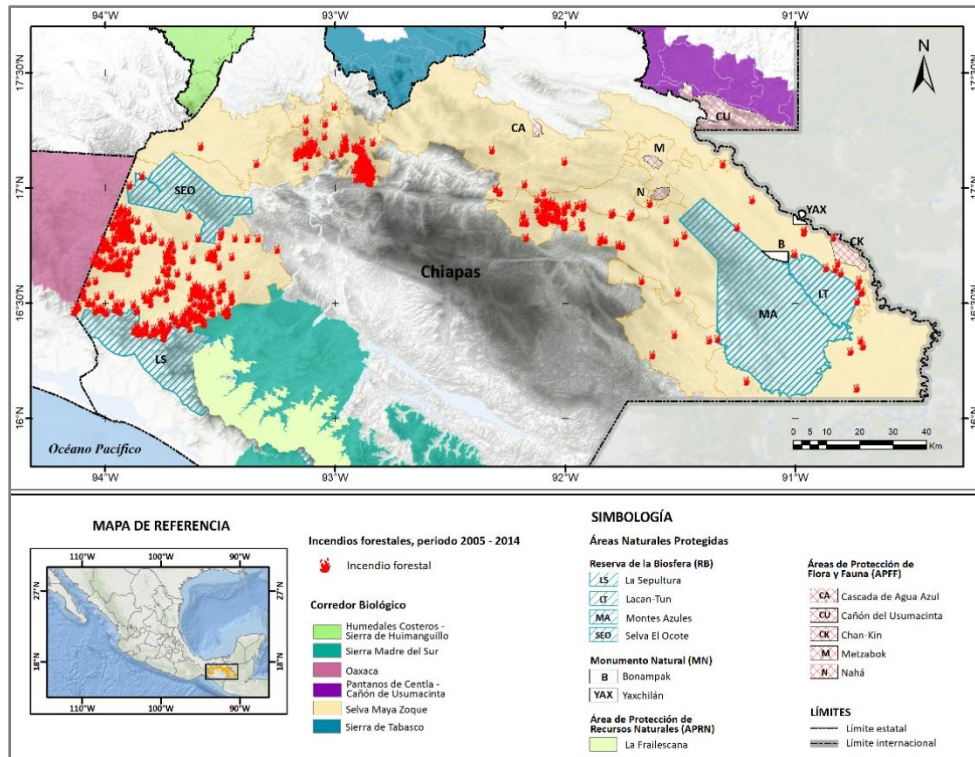


Figura 50. Incendios forestales en el corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

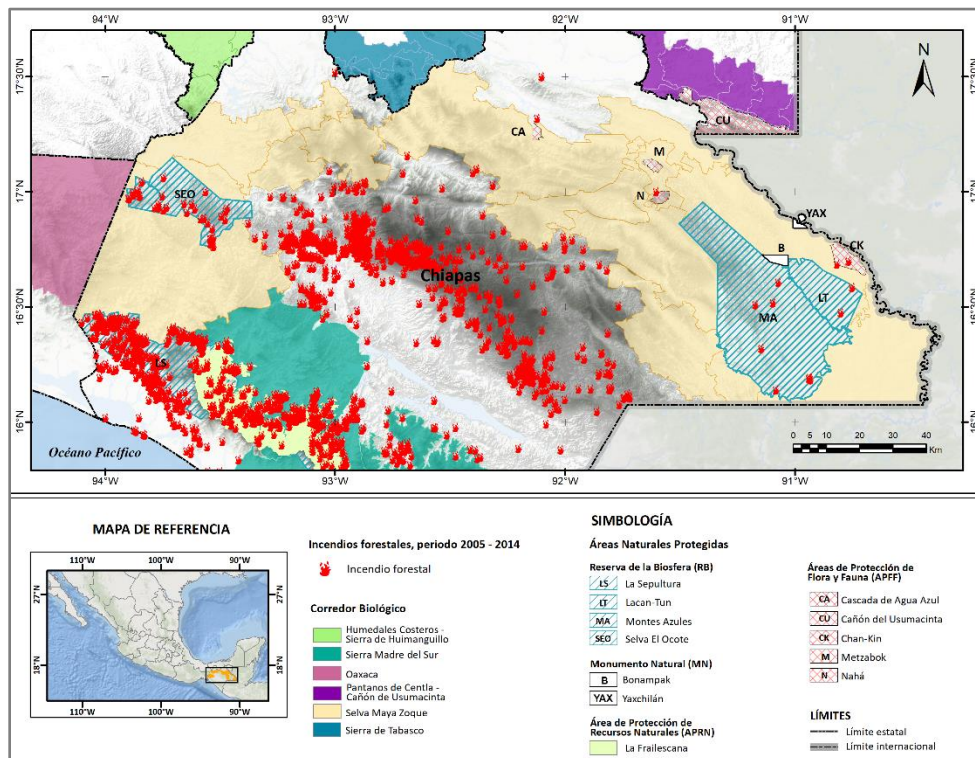


Figura 51. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



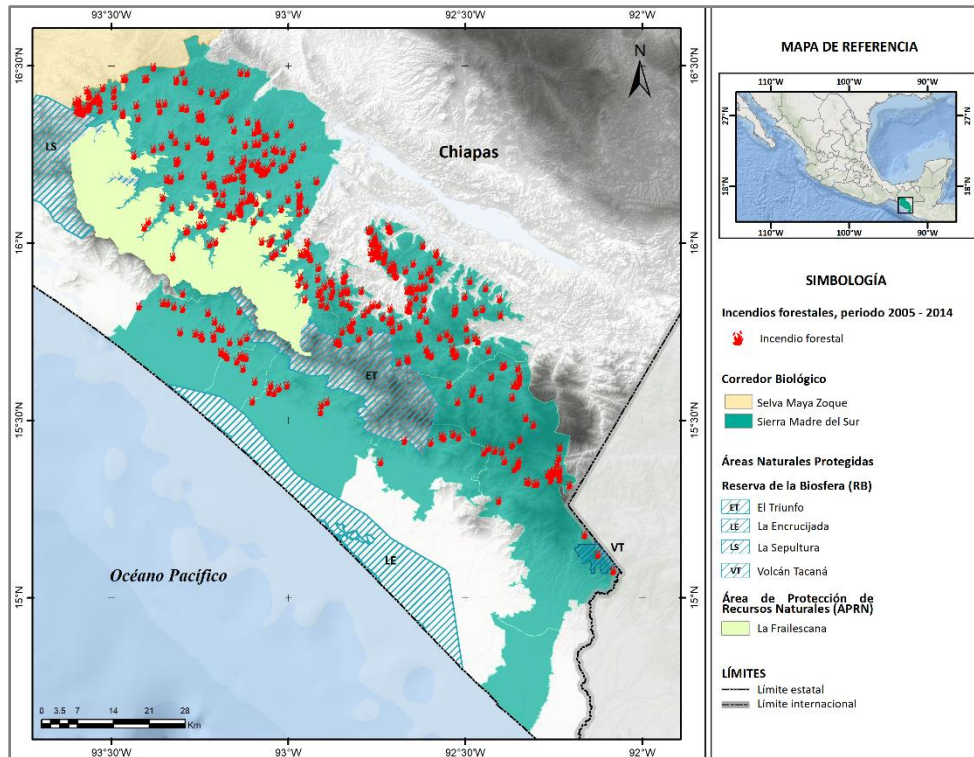


Figura 52. Incendios forestales en el corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

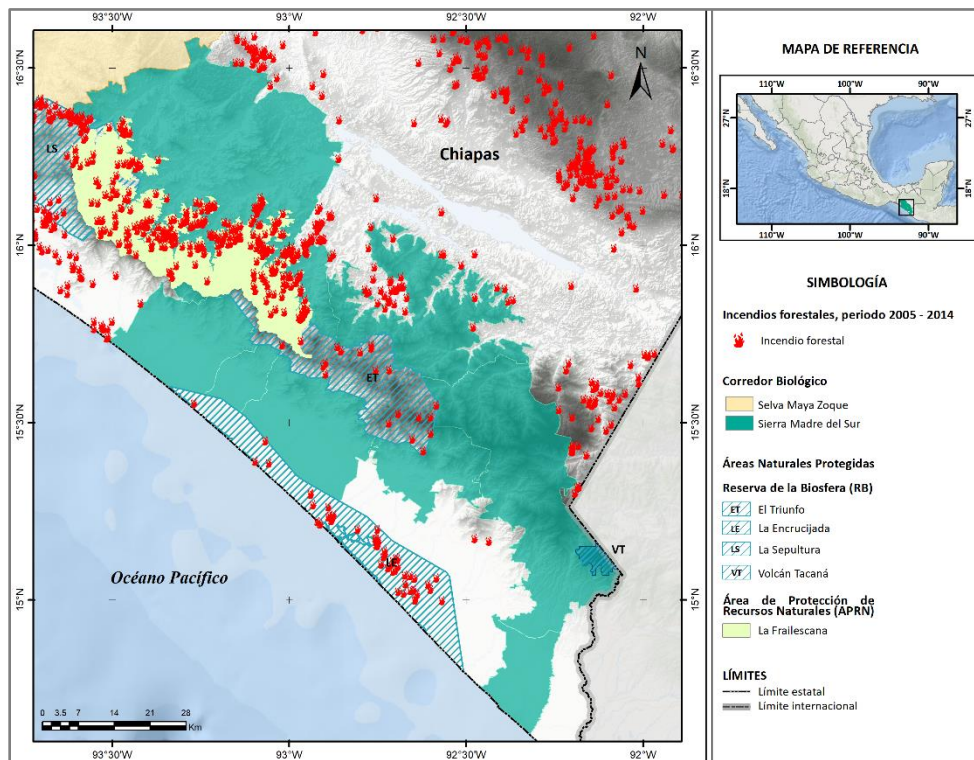


Figura 53. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

En Oaxaca, 55% de los incendios en el estado se registraron en el corredor Oaxaca (al noroeste y suroeste del corredor) y 45%, fuera del área del corredor biológico como en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (1%) y el Parque Nacional Benito Juárez (0.30%). En las otras áreas naturales protegidas localizadas en esta región, no registró ningún incendio (Figuras 54 y 55).

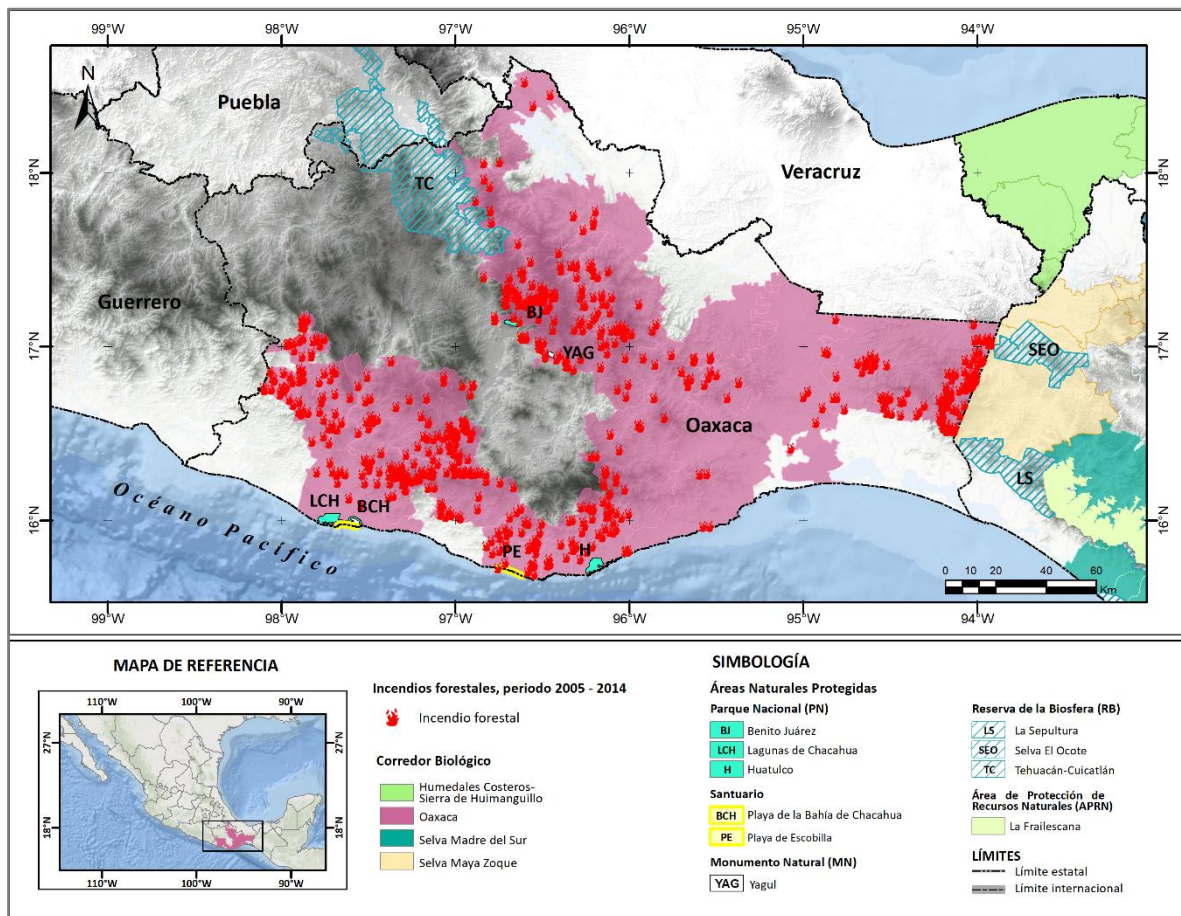


Figura 54. Incendios forestales en el corredor biológico Oaxaca Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



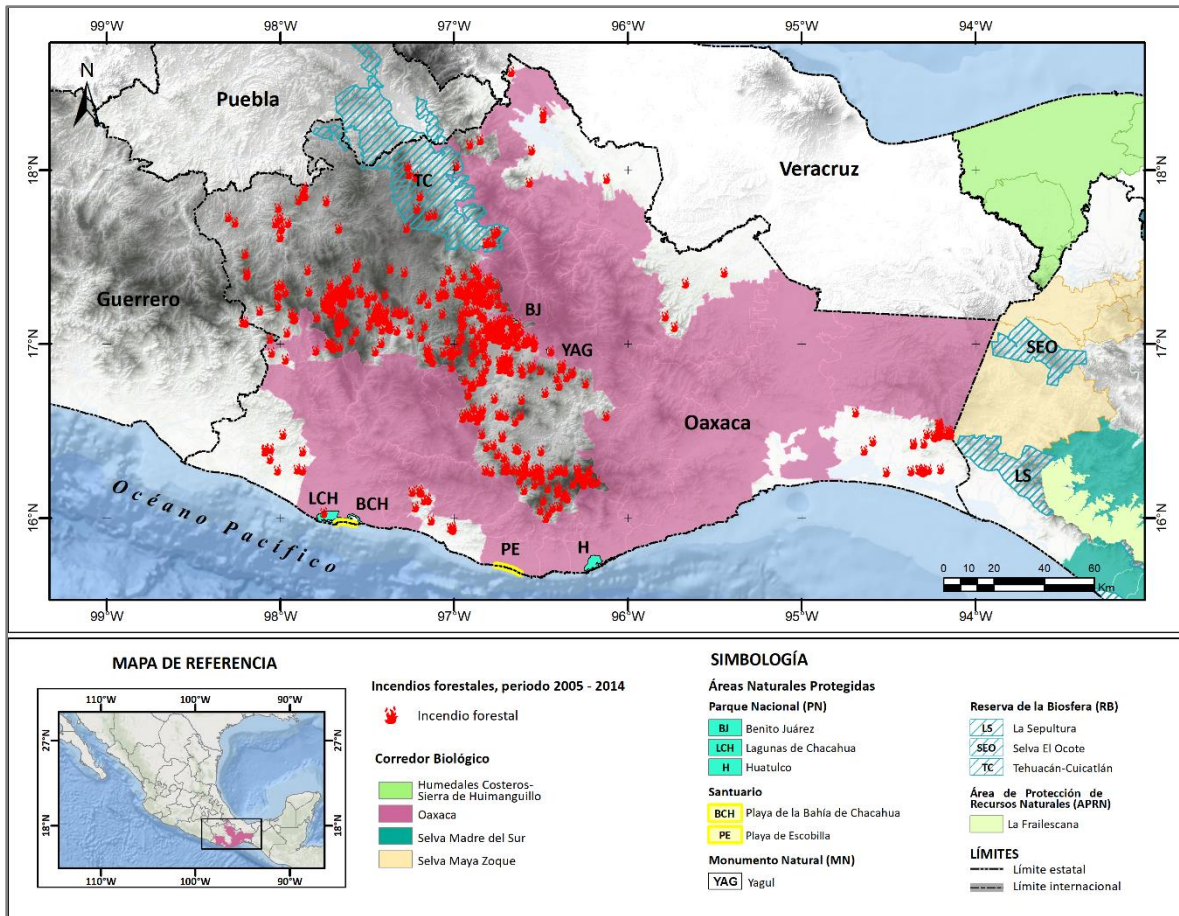


Figura 55. Incendios forestales fuera del polígono del corredor biológico Oaxaca. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

En la península de Yucatán, la tendencia de los incendios fue disímil en cada estado. En Quintana Roo, 62% del total de incendios en la entidad se localizó en el corredor Sian Ka'an-Bala'an k'aax (al sur-sureste del corredor en el límite con Belice) y 38%, fuera del área del corredor biológico (al norte del estado y en varias áreas naturales protegidas, entre ellas, la Reserva de la Biosfera (RB) Sian Ka'an (1%) y las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) Bala'an K'aax (1%), Uaymil (1%) y Yum Balam (0.30%)). En Campeche, 79% de incendios se registró en el corredor Calakmul-Bala'an K'aax (al sur-sureste del corredor, en el límite con el corredor Sian Ka'an-Bala'an k'aax) y 21% fuera del área del corredor donde se identificaron incendios en las Reservas de la Biosfera Calakmul (6%) y Los Petenes (4%) y en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (3%). En Yucatán, 19% de los eventos se localizó en el corredor biológico Costa de Yucatán y 81% fuera



del polígono del corredor, al noreste del estado y en los límites del corredor Costa de Yucatán, así como en la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos (Figuras 56 y 57).

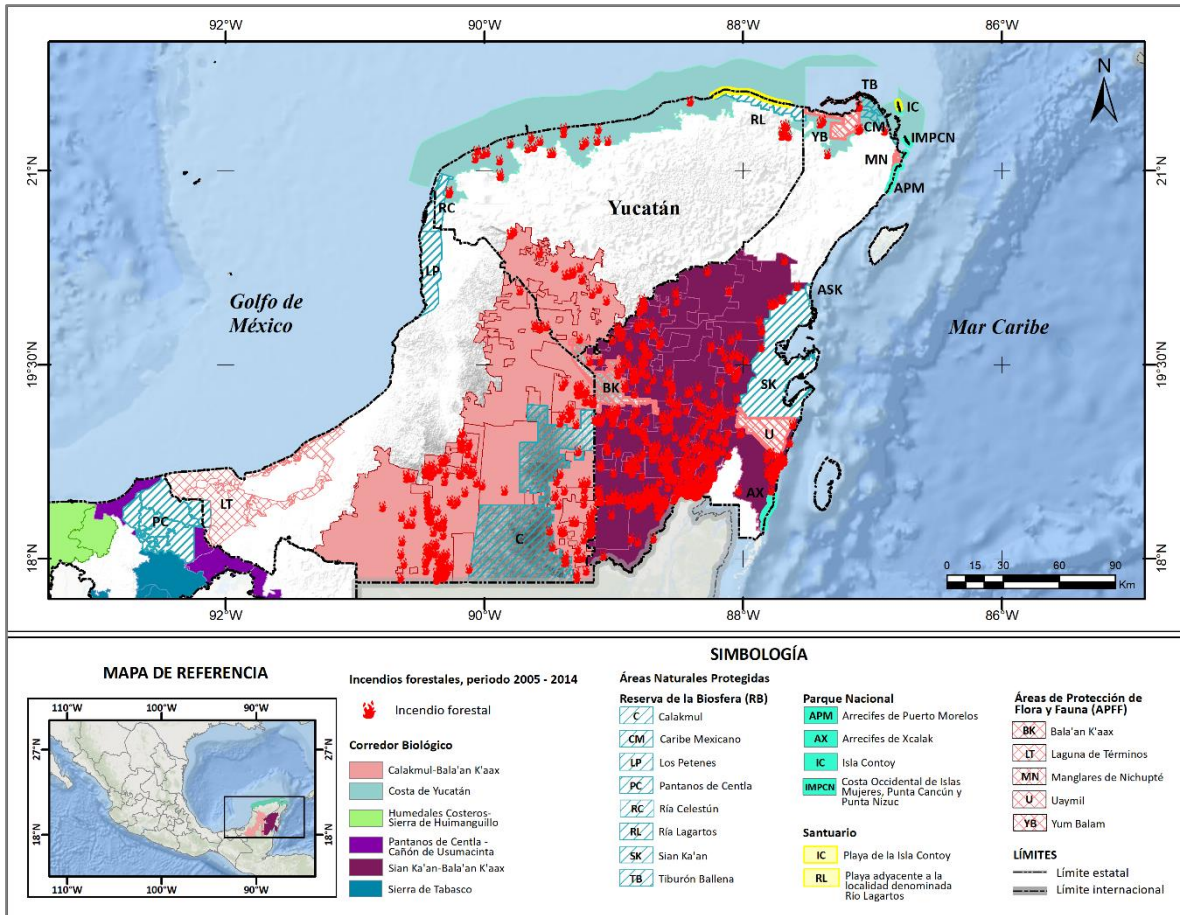


Figura 56. Incendios forestales en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Costa de Yucatán. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

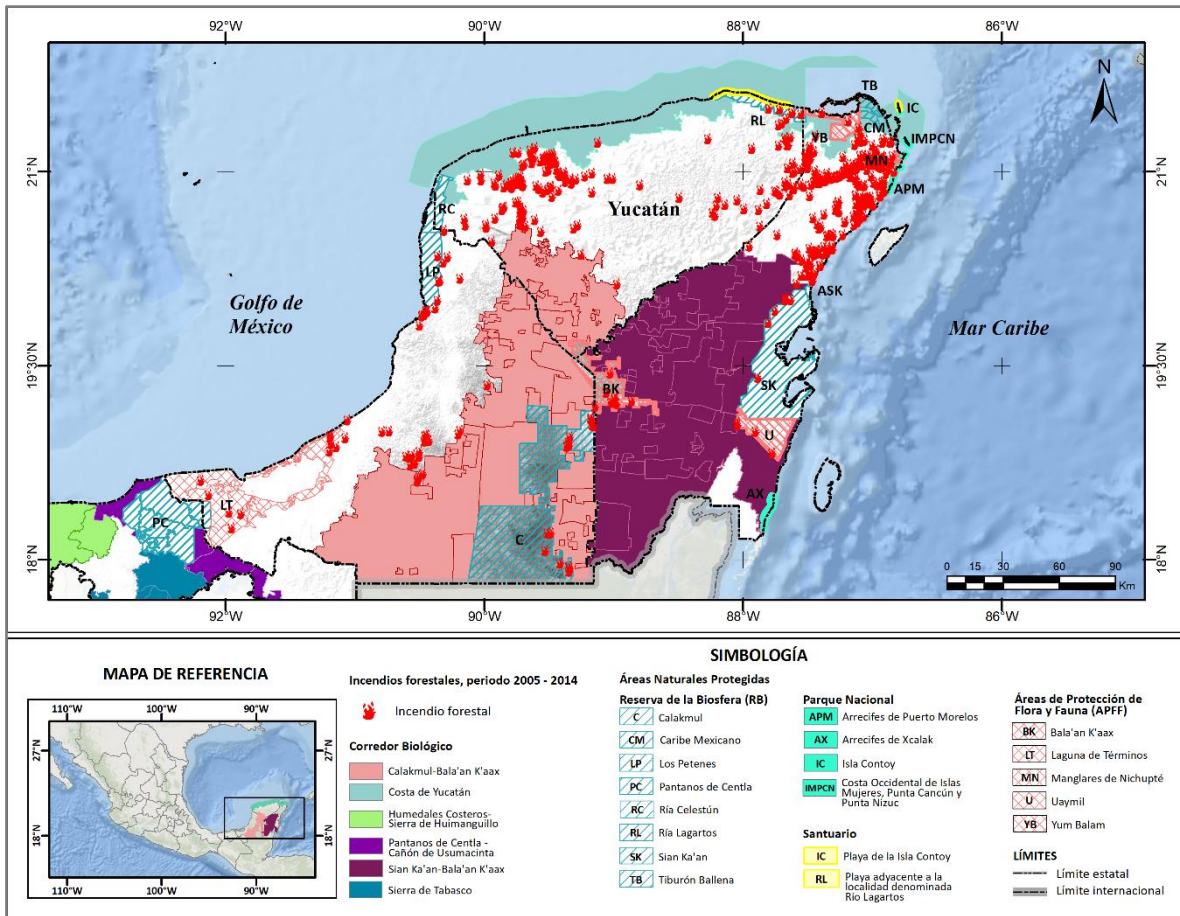


Figura 57. Incendios forestales fuera de los polígonos de los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Costa de Yucatán. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Por último, en el estado de Tabasco los tres corredores biológicos prácticamente no registraron incendios (Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta: 6%; Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo: 6% y Sierra de Tabasco: 3%) ya que los eventos se concentraron en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (74%) y en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta (6%) (Figuras 58 y 59).

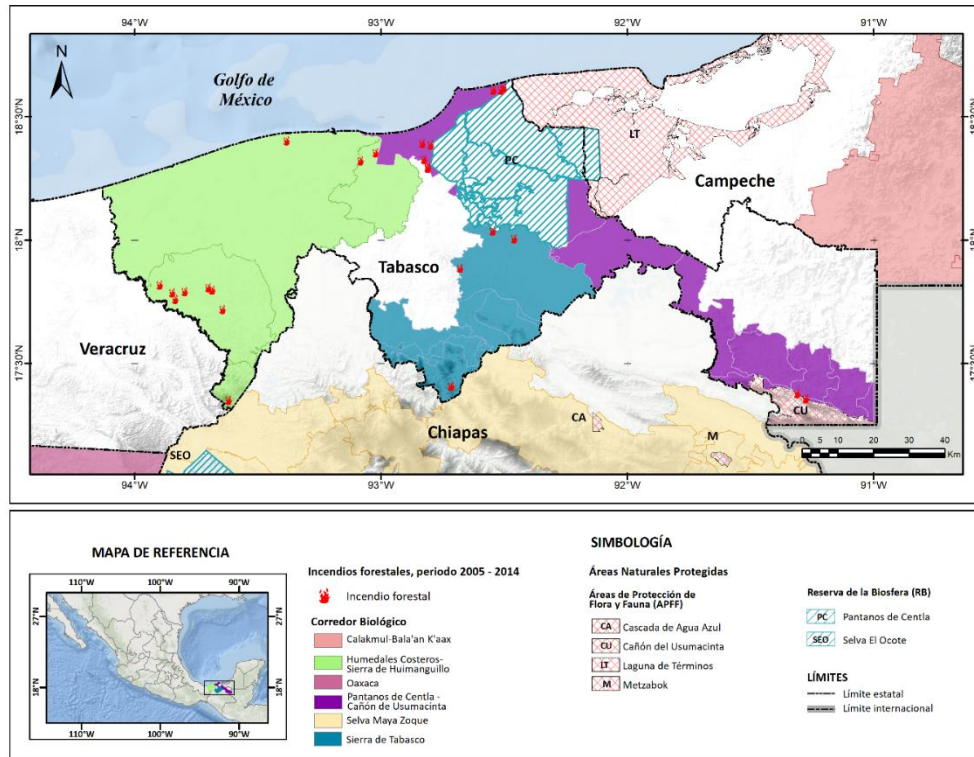


Figura 58. Incendios forestales en los corredores biológicos Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

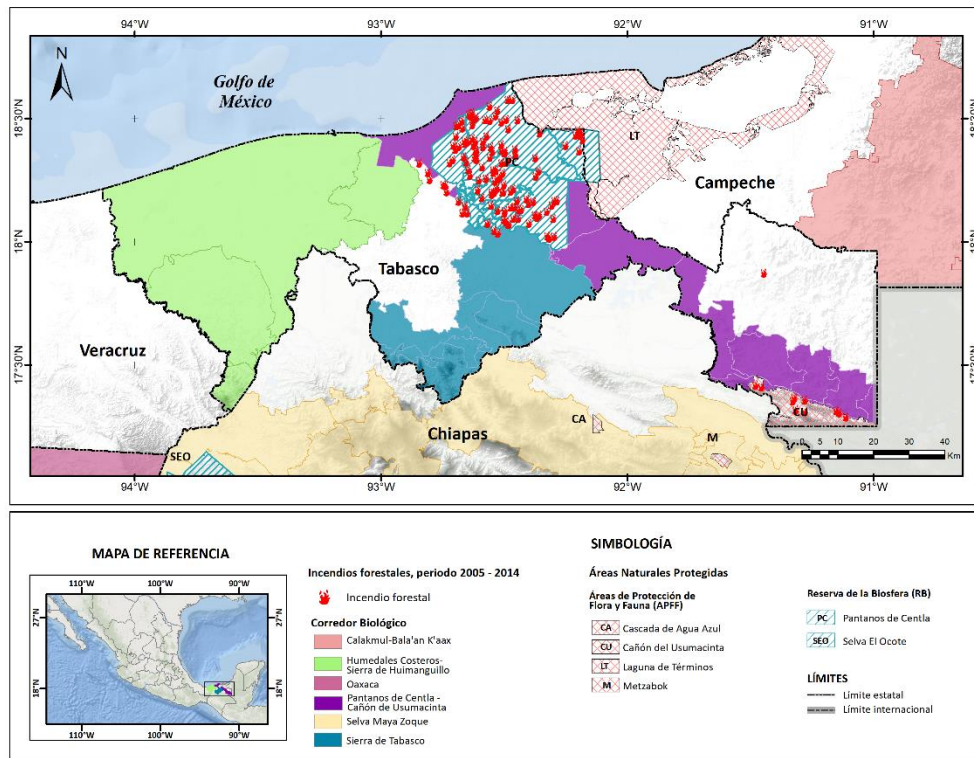


Figura 59. Incendios forestales fuera de los polígonos de los corredores biológicos Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo, Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

#### 4.3. Estrategias de gestión ambiental para la reducción de incendios forestales en el CBMM

En el CBMM se han implementado diversas estrategias y/o acciones para fomentar la conservación de la biodiversidad, mejorar la conectividad biológica, frenar la fragmentación y evitar la pérdida de cobertura forestal. Una de las estrategias y acciones principales fue el proyecto de Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad (SPSB) que promovió prácticas de manejo sostenible en espacios productivos de los corredores biológicos y la mejora de ingresos y condiciones de bienestar de las familias que habitan en este territorio. De esta manera, el proyecto de SPSB estuvo orientado en cuatro componentes: producción sostenible, acceso a mercados, estándares verdes y fortalecimiento institucional y gestión y coordinación del proyecto y, siete sistemas productivos sostenibles: caficultura sostenible, cacaoicultura sostenible, apicultura sostenible, ganadería silvopastoril, silvicultura, uso de fauna silvestre y ecoturismo (Rojas y Ríos, 2012).

El primer componente buscó fortalecer las capacidades de los grupos de productores para la adopción de prácticas productivas sostenibles y para el establecimiento y cumplimiento de estándares de calidad, así como el fortalecimiento de los proveedores de servicios técnicos en los corredores (agentes de desarrollo local, transferencia de tecnología y gestión financiera). El segundo componente consistió en el mejoramiento de las capacidades de asociaciones de productores con el fin de promover el reconocimiento del valor verde en el mercado y para establecer y mantener relaciones comerciales y de cooperación. El tercer componente buscó establecer un programa de fomento a sistemas productivos sostenibles, un sistema de información de mercado, estándares verdes nacionales y estrategias de cooperación regional y, por último, el cuarto componente comprendió la administración del proyecto y sistemas, incluyendo el sistema de monitoreo (Rojas y Ríos, 2012).

Con base en el Atlas de naturaleza y sociedad (CONABIO, 2015), se identificaron 28 sistemas productivos sostenibles clasificados en cuatro categorías de gestión territorial: Aprovechamiento, Conservación, Protección y Restauración (Tabla 65).



Sin embargo, la información de estos sistemas productivos sólo estaba disponible para su geovisualización, por ello se recurrió al Portal de Geoinformación de la CONABIO (2020), para identificar y acceder a la información geoespacial de los sistemas.

Tabla 65. Corredores Biológicos asociados a los sistemas productivos sostenibles y a las categorías de gestión territorial

Corredores biológicos	Estado	Número de sistemas productivos sostenibles			
		Aprovechamiento	Conservación	Protección	Restauración
Calakmul-Bala'an K'aax	Campeche	3	-	1	-
Oaxaca	Oaxaca	3	2	3	1
Selva Maya Zoque	Chiapas	4	4	1	-
Sian Ka'an-Bala'an K'aax	Quintana Roo	2	-	-	-
Sierra de Tabasco	Tabasco	1	1	1	-
Sierra Madre del Sur	Chiapas	-	1	-	-
Costa de Yucatán	Yucatán	-	-	-	-
Humedales Costeros-Sierra de Huimanguillo	Tabasco	-	-	-	-
Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta	Tabasco	-	-	-	-

Fuente: CONABIO, 2015.

En total se determinaron 12 sistemas productivos sostenibles en seis corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sierra de Tabasco, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Sierra Madre del Sur, bajo tres categorías de gestión territorial: Aprovechamiento, Conservación y Protección (Tabla 66).

Tabla 66. Sistemas productivos sostenibles distribuidos en los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax, Sierra de Tabasco y Sierra Madre del Sur

Corredores biológicos	Número de sistemas productivos sostenibles		
	Aprovechamiento	Conservación	Protección
Calakmul-Bala'an K'aax (Campeche)	Plantación de Pimienta en Calakmul		Inventario apícola en Calakmul
	Turismo de bajo impacto en el sur de Yucatán		
Oaxaca (Oaxaca)	Producción de café bajo sombra en la Sierra Sur		Magüey mezcäl sustentable en Yauatepec
	Cafetales en Rincón de Ixtlán		
Selva Maya Zoque (Chiapas)	Cobertura de palma africana en la Selva Lacandona		
	Monitoreo de fauna		
Sian Ka'an-Bala'an K'aax (Quintana Roo)	Pitahaya en Felipe Carrillo Puerto		

Sierra de Tabasco (Tabasco)	Productos forestales no maderables		Restauración productiva en la microrregión Sierra
Sierra Madre del Sur (Chiapas)		Impacto de minería cercano a áreas de conservación	

Fuente: CONABIO, 2015, CONABIO, 2020.

Dado que los incendios forestales en el área del CBMM fueron primordialmente por causas humanas, específicamente por actividades agropecuarias como la preparación del suelo para la siembra y/o la introducción del ganado, y puesto que la finalidad del proyecto SPSB es contribuir a los objetivos del corredor, entre ellos evitar la pérdida de cobertura forestal y frenar la fragmentación principalmente por incendios forestales a través de sistemas productivos; a la fecha se identificó que 11 sistemas productivos sostenibles no registraron incendios y sólo un sistema contó con registros (Maguey mezcal sustentable en Yautepec, Oaxaca), sin embargo, el número de incendios no fue representativo (5 incendios forestales) (Tabla 67). El escenario fue similar al realizar el análisis geoespacial de incendios forestales para un área de influencia de 1 km (este análisis se realizó porque no se contó con los polígonos de la distribución espacial del área siniestrada de cada incendio sólo con el total de superficie afectada en hectáreas); si bien, el porcentaje de incendios aumentó, las cifras no fueron significativas con respecto a las cifras totales a nivel corredor biológico (Tablas 68, 69, 70, 71, 72 y 73; Figuras 60, 61, 62, 63, 64 y 65). Esto es, considerando que cada incendio afectó un área de influencia de 1 km, nueve sistemas productivos pudieron ser afectados y cinco de ellos registrar más de 1% del total de incendios en cada corredor (Tablas 68, 69 y 72; Figuras 60, 61 y 64). En este sentido, los sistemas productivos sostenibles más siniestrados fueron el inventario apícola en Calakmul, Campeche y el maguey mezcal sustentable en Yautepec, Oaxaca (Tablas 68 y 69; Figuras 60 y 61).

Tabla 67. Porcentaje de incendios forestales en los Sistemas productivos sostenibles de los corredores biológicos Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sian Ka'an-Bala'an K'aax, Sierra de Tabasco y Sierra Madre del Sur

Corredores biológicos	Número de sistemas productivos sostenibles					
	Aprovechamiento	% incendios	Conservación	% incendios	Protección	% incendios
Calakmul-Bala'an K'aax (Campeche)	Plantación de Pimienta en Calakmul	0	-	-	Inventario apícola en Calakmul	0
	Turismo de bajo impacto en el sur de Yucatán	0				
Oaxaca (Oaxaca)	Producción de café bajo sombra en la Sierra Sur			0	Magüey mezcäl sustentable en Yauतेpec	0.20% a nivel CBMM (5 incendios) / 0.70% a nivel corredor Oaxaca
	Cafetales en Rincón de Ixtlán	0	-	-		
Selva Maya Zoque (Chiapas)	Cobertura de palma africana en la Selva Lacandona	0	-	-	-	-
	Monitoreo de fauna	0				
Sian Ka'an-Bala'an K'aax (Quintana Roo)	Pitahaya en Felipe Carrillo Puerto	0	-	-	-	-
Sierra de Tabasco (Tabasco)	Productos forestales no maderables	0	-	-	Restauración productiva en la microrregión Sierra	0
Sierra Madre del Sur (Chiapas)	-	-	Impacto de minería cercano a áreas de conservación	0	-	-

Tabla 68. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Calakmul-Bala'an K'aax

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Aprovechamiento	% incendios, área de influencia de 1 km	Protección	% incendios, área de influencia de 1 km
Calakmul-Bala'an K'aax	203	Plantación de Pimienta en Calakmul	1%	Inventario apícola en Calakmul	5.40%
		Turismo de bajo impacto en el sur de Yucatán	1.50%		

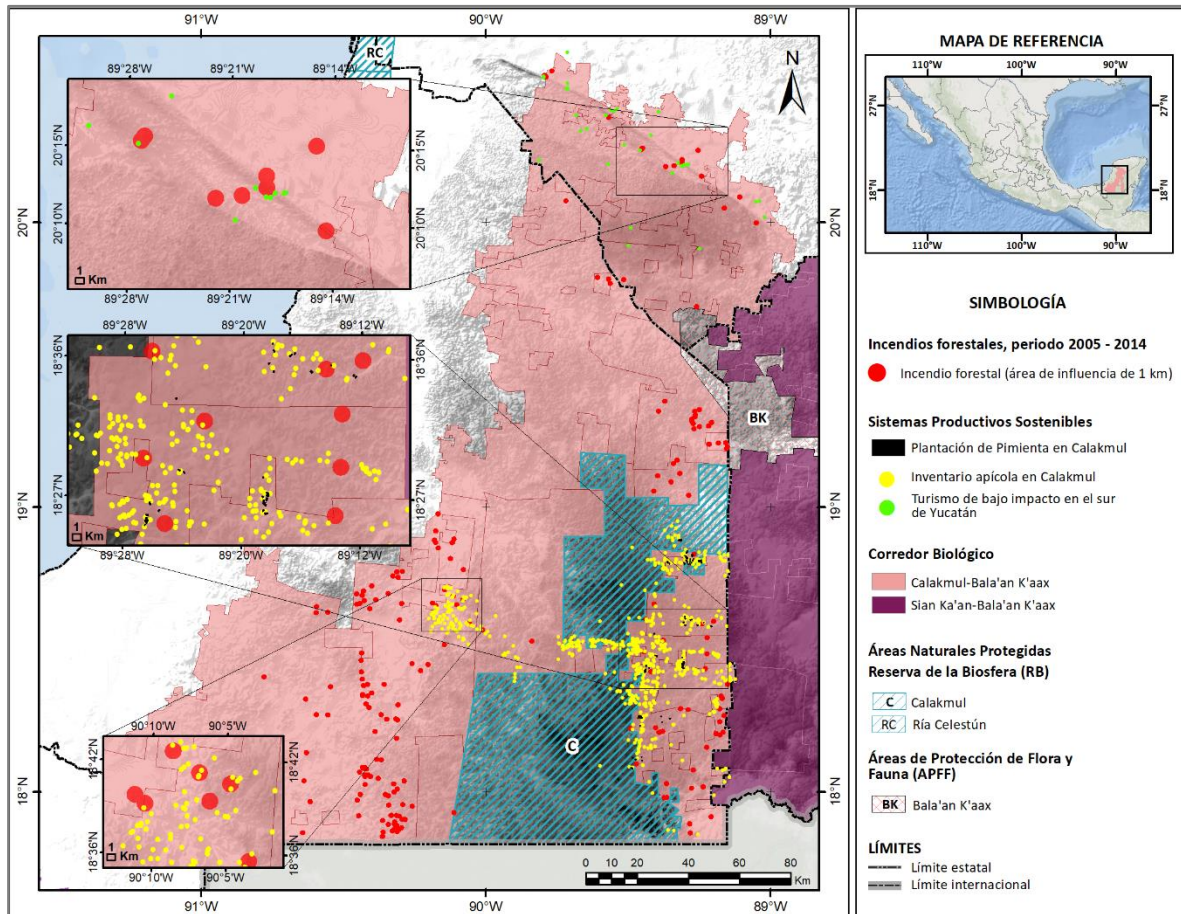


Figura 60. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Calakmul Bala'an K'aax. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



Tabla 69. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Oaxaca

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Aprovechamiento y Conservación	% incendios, área de influencia de 1 km	Protección	% incendios, área de influencia de 1 km
Oaxaca	715	Producción de café bajo sombra en la Sierra Sur	0.30%	Maguey mezcal sustentable en Yautepec	1.30%
		Cafetales en Rincón de Ixtlán			

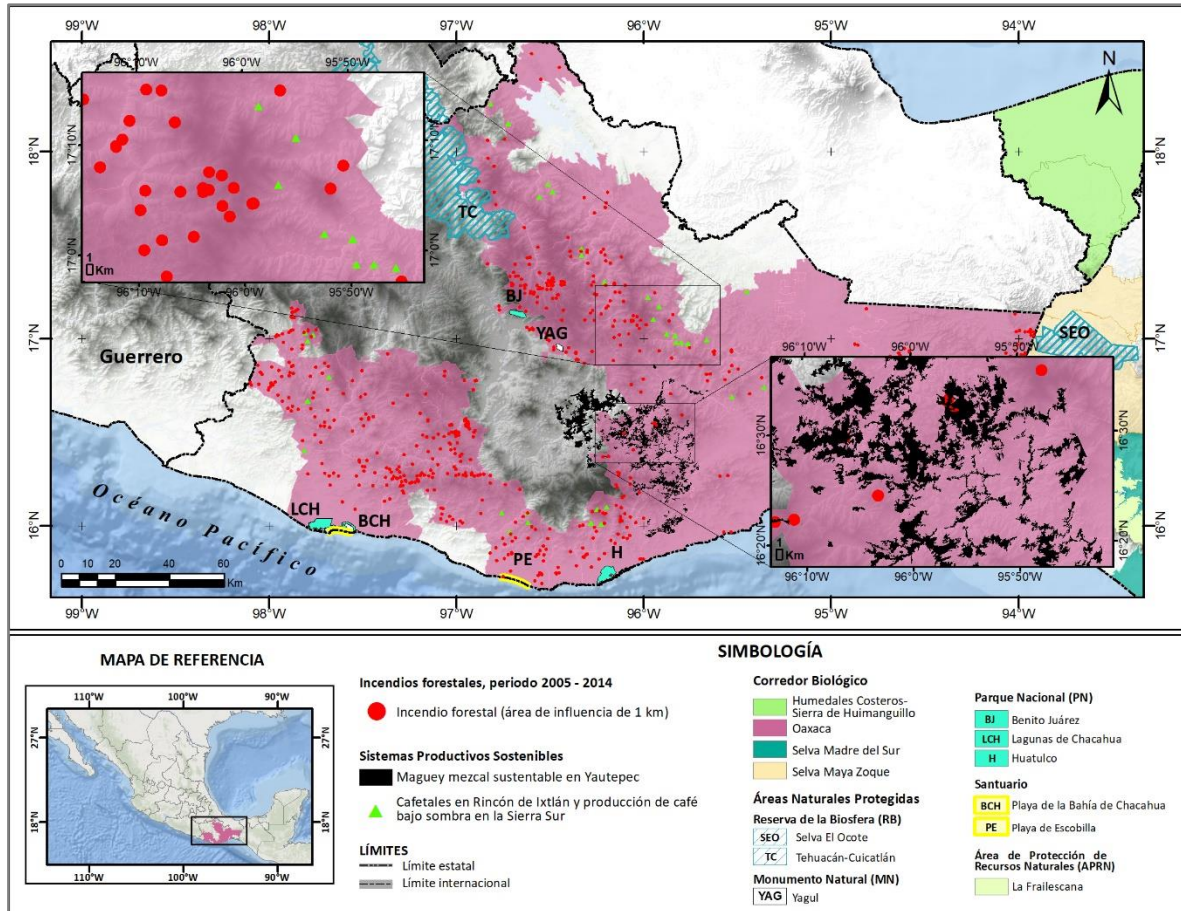


Figura 61. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Oaxaca. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 70. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Selva Maya Zoque

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Aprovechamiento	% incendios, área de influencia de 1 km
Selva Maya Zoque	626	Cobertura de palma africana en la Selva Lacandona	0.50%
		Monitoreo de fauna	0

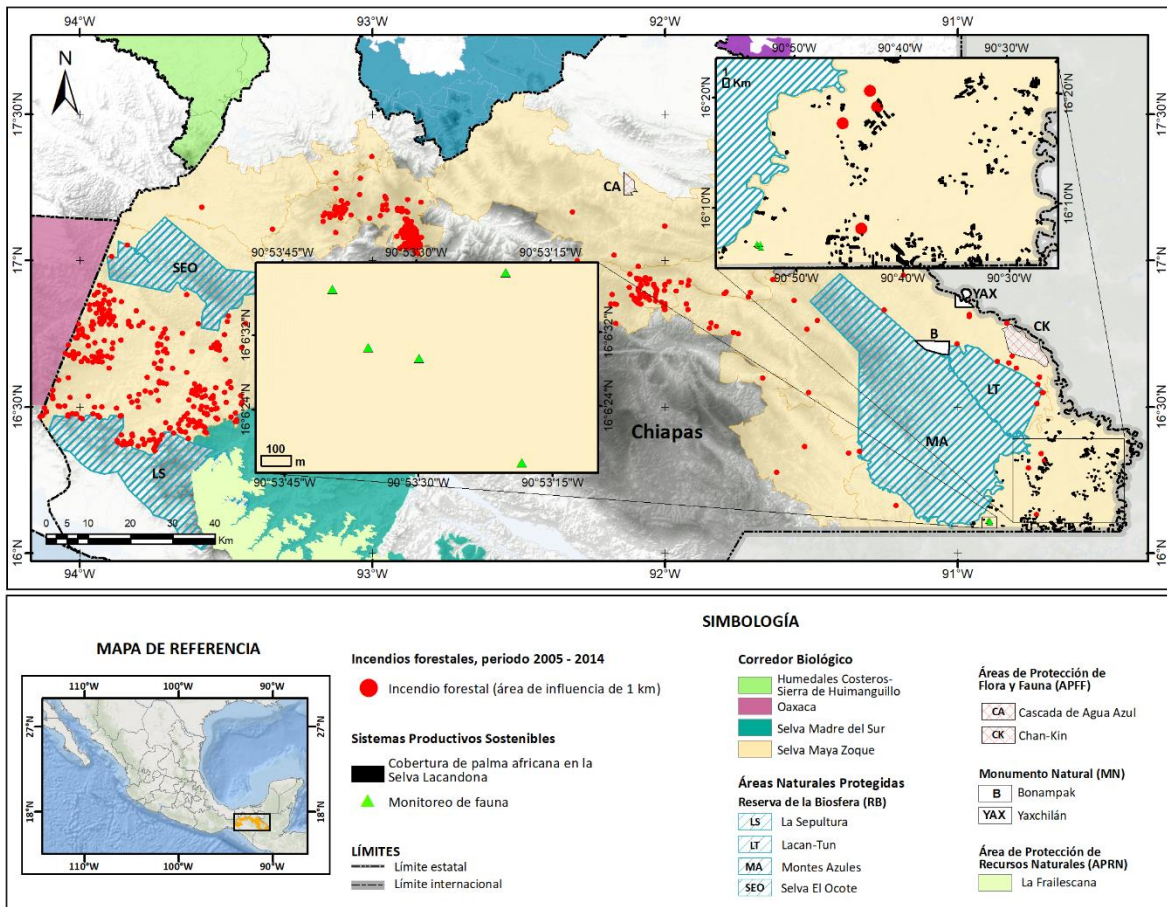


Figura 62. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Selva Maya Zoque. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 71. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sian Ka'an-Bala'an K'aax

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Aprovechamiento	% incendios, área de influencia de 1 km
Sian Ka'an-Bala'an K'aax	458	Pitahaya en Felipe Carrillo Puerto	0.44%

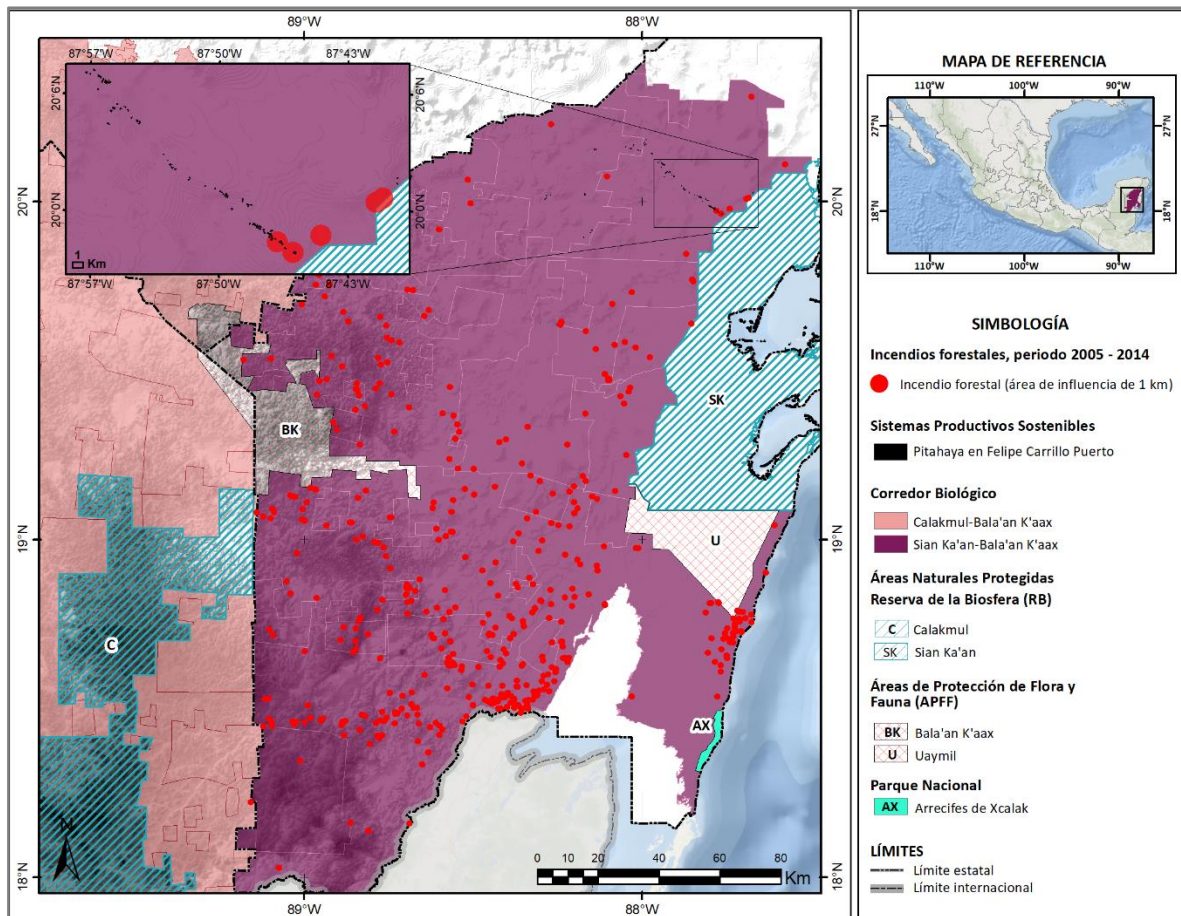


Figura 63. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sian Ka'an-Bala'an K'aax. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.



Tabla 72. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sierra de Tabasco

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Aprovechamiento	% incendios, área de influencia de 1 km	Protección	% incendios, área de influencia de 1 km
Sierra de Tabasco	5	Productos forestales no maderables	0	Restauración productiva en la microrregión Sierra	40%

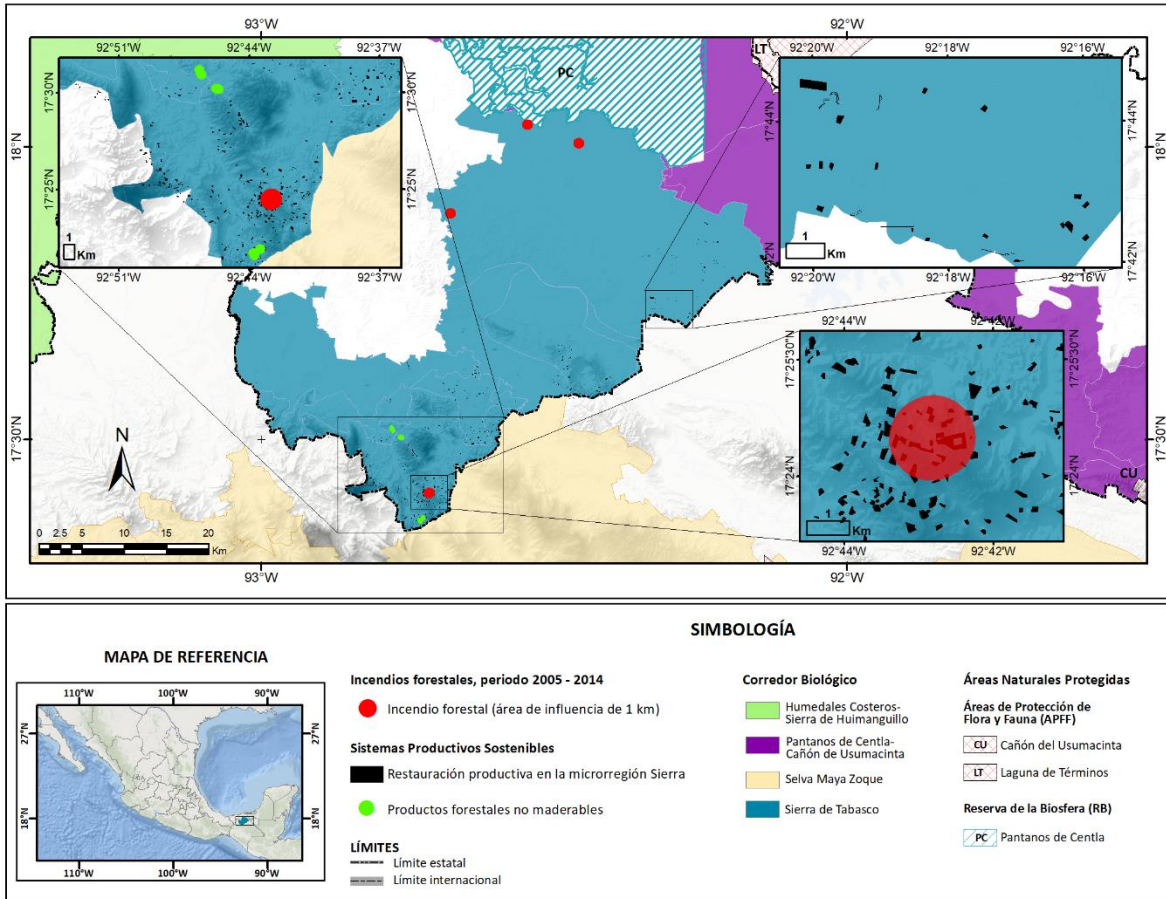


Figura 64. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sierra de Tabasco. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

Tabla 73. Porcentaje de incendios forestales en un área de influencia de 1 km en los sistemas productivos sostenibles del corredor biológico Sierra Madre del Sur

Corredor biológico	Incendios en el corredor	Conservación	% incendios, área de influencia de 1 km
Sierra Madre del Sur	447	Impacto de minería cercano a áreas de conservación	0

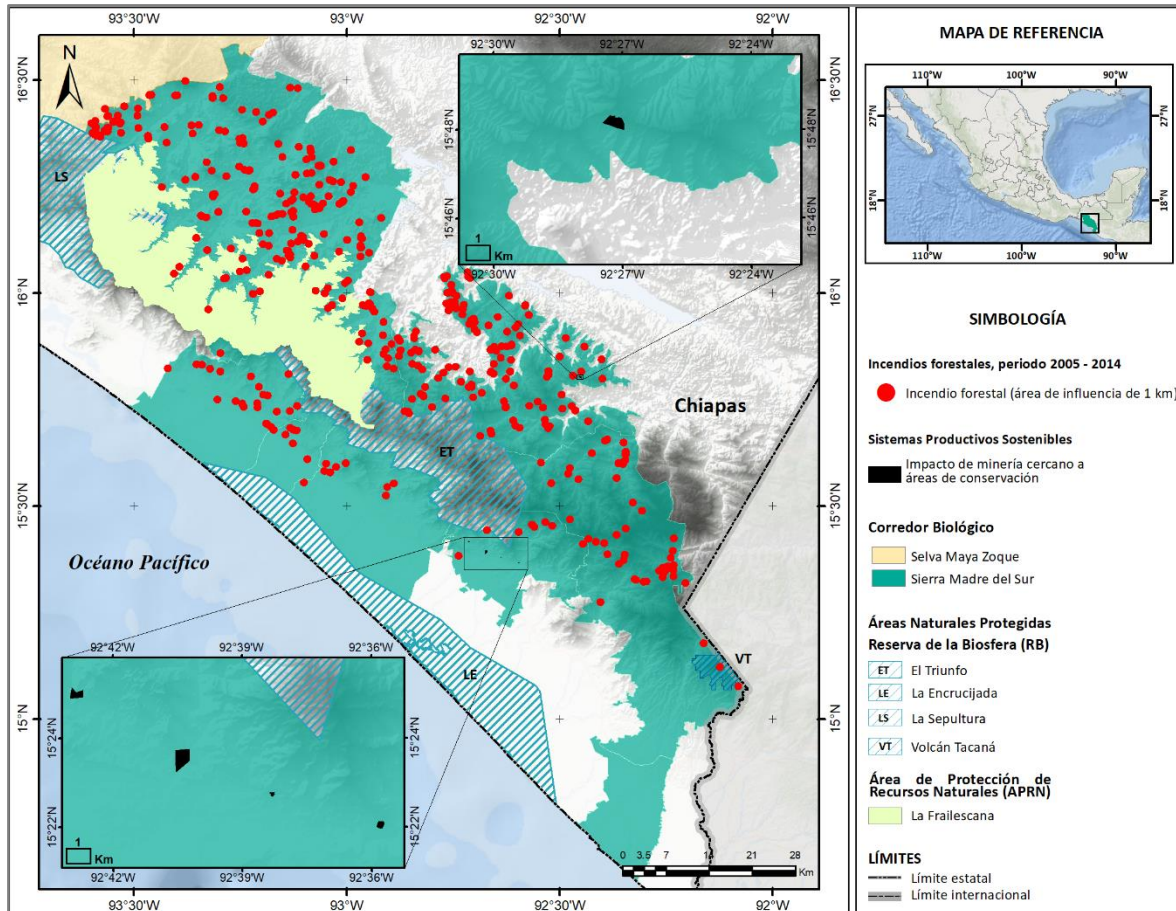


Figura 65. Incendios forestales en un área de influencia de 1 km en el corredor biológico Sierra Madre del Sur. Periodo 2005-2014. Fuente: elaborado con base en datos obtenidos de la CONAFOR, 2015b.

En suma, los incendios forestales no fueron representativos en los polígonos que conforman los sistemas productivos sostenibles del CBMM. Estas acciones en conjunto con los programas de diversas instituciones gubernamentales de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) como la CONAFOR, CONANP, SAGARPA, SEMARNAT, las secretarías estatales de desarrollo rural y las secretarías estatales de medio ambiente e instituciones del sector privado que han trabajado en la zona indican que es viable el desarrollo local sustentable que conserve y proteja la biodiversidad de la región y simultáneamente contribuya a la mejora de las condiciones sociales y económicas de los productores y pobladores del territorio (Alejandre, Anta, Gutiérrez y Obregón, 2013).

Desde la implementación del CBMM, la CONABIO ha funcionado como agente técnico conciliador de las políticas y programas de estas instituciones y se ha enfocado en promover la gestión territorial en zonas prioritarias por su alta biodiversidad y por la provisión de servicios ecosistémicos, de manera general, las acciones se han enfocado en el desarrollo de modelos de reconversión productiva que permitan disminuir la presión de las actividades agropecuarias, en el establecimiento de proyectos de restauración y reforestación y, en la promoción de proyectos agroforestales, silvopastoriles, pago por servicios ambientales y en el desarrollo de cadenas productivas sostenibles y en la introducción al mercado verde (Alejandre, Anta, Gutiérrez y Obregón, 2013).

## Discusión y conclusiones

La correlación histórica entre eventos El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y el déficit de precipitación en verano bajo la influencia de eventos El Niño y en invierno bajo la influencia de eventos La Niña establecida por Magaña et al. (2004) y Magaña y Morales (2004) para México, se identificó para la región del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) en los veranos El Niño de 1997-1998, 2002-2003, 2009-2010 y 2014-2016 y, en el invierno La Niña del periodo 2010-2011. Bajo este escenario el déficit de precipitación no fue representativo en la zona para influir directa o indirectamente en el desarrollo de los incendios forestales (menor humedad relativa en el ambiente y en la vegetación y mayor disponibilidad de material combustible susceptible a un incendio) puesto que sólo un evento (La Niña 2010-2011) de los cinco analizados bajo esta correlación presentó déficit de precipitación en el periodo de los meses más cálidos (marzo, abril y mayo) donde se registró el mayor número de incendios forestales en el CBMM. Esto es, en verano bajo la influencia de eventos El Niño el déficit de precipitación se observó principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre, mientras que en junio se observó una condición cercana a lo normal y posteriormente, en octubre y noviembre (otoño) la misma condición prevaleció en los cuatro eventos. En el invierno bajo la influencia de La Niña, el déficit de precipitación se identificó en diciembre y enero y, en febrero y marzo una condición cercana a lo normal con tendencia hacia el déficit que se presentó en mayo y junio.

No obstante, otros eventos El Niño (1997-1998, 2002-2003 y 2004-2005) presentaron déficit de precipitación durante el invierno, a pesar de que la literatura indicaba que deberían presentar superávit de precipitación (Magaña et al., 2004; Magaña y Morales, 2004). En el Niño 1997-1998, el déficit de precipitación se identificó en marzo, abril y mayo (meses bajo la influencia del evento) y en junio y julio (meses sin la influencia del evento); en el Niño 2002-2003, en febrero (bajo la influencia del evento) y marzo, abril, mayo y junio (sin la influencia del evento); y, en el Niño 2004-2005, en enero, febrero y marzo, meses bajo la influencia del evento.

De acuerdo con lo anterior, el análisis indica que los eventos El Niño influirían en el déficit de precipitación durante el invierno y posterior al evento en la región del CBMM. Sin embargo, la prevalencia de los meses en que se presenta esta condición es diversa y el número de eventos dónde se identificó esta condición, también, ya que en los eventos más cercanos a 2014, esta condición no se volvió a presentar.

En ese sentido, se descarta que los eventos ENOS influyan en los factores transitorios (temperatura, humedad, precipitación, viento) para el desarrollo de los incendios forestales en la región del CBMM. Con base en la información de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) obtenida a través de la Coordinación de Análisis Territorial de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Gerencia Estatal de Quintana Roo (CONAFOR), se definió que los incendios forestales fueron originados en mayor medida por causas humanas, específicamente por negligencia debido a la presión que ejerce la población sobre los corredores biológicos y las áreas naturales protegidas sobre el cambio de uso de suelo que remite a la población a usar técnicas agrícolas de "tumba, roza y quema" para satisfacer la demanda de bienes y servicios ecosistémicos.

De manera general se estableció que a escala regional tres ecosistemas fueron siniestrados: el bosque templado, la selva húmeda y la selva seca. El primero en los estados de Chiapas y Oaxaca y, por tanto, en los corredores Oaxaca, Selva Maya Zoque y Sierra Madre del Sur; la segunda en Campeche, Quintana Roo y Tabasco y por consiguiente en los corredores Calakmul, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta y; la tercera en Yucatán y por ende en el corredor Costa de Yucatán. Asimismo, se determinó que los incendios de tipo superficial predominaron en el corredor, estos incendios se propagan de forma horizontal sobre la superficie y consumen toda la materia sobre el suelo y hasta la copa de los árboles entre ellos hojas, ramas, ramillas, pastizales, arbustos o árboles pequeños (Aguilera, 2015; Arnaldos et al., 2004; CONAFOR, 2010). Consecuentemente, los estratos de vegetación mayormente afectados fueron el



matorral arbustivo (Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán), el pastizal (Chiapas) y el arbolado adulto (Campeche).

Dado que los incendios forestales tienen una clara manifestación territorial, para analizar la distribución espacial de los incendios forestales y sus principales características se emplearon tres escalas de análisis: nacional-estatal, municipal y corredor biológico. La información disponible a escala nacional-estatal (1995-2014) indicó que entre los estados más siniestrados estaban Chiapas y Oaxaca. En conjunto las dos entidades sumaron 72% de los incendios forestales y 69% de la superficie total siniestrada a escala regional (CBMM). A escala municipal (2005-2014), la disponibilidad de la información se redujo a 55% del total de incendios forestales a escala nacional y a 37% del total de superficie siniestrada en la misma escala, no obstante, Chiapas y Oaxaca reportaron el mayor número de incendios y de superficie siniestrada, confirmando que los municipios más siniestrados corresponden con el área de los corredores biológicos (mismo caso de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán). Cabe señalar que 97% de los municipios de Chiapas registraron incendios y 100% de los municipios de Oaxaca, también.

El análisis a escala corredor biológico corroboró la tendencia de la distribución espacial de los incendios forestales a escala nacional-estatal y municipal. Los corredores más siniestrados por incendios fueron Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sierra Madre del Sur y Sian Ka'an-Bala'an K'aax. El primer corredor localizado en el estado de Oaxaca, el segundo y el tercero en Chiapas y el cuarto corredor en Quintana Roo. Asimismo, se constató que diversos corredores concentraron más del 55% de los eventos registrados en cada entidad: Calakmul-Bala'an K'aax (Campeche), Sian Ka'an-Bala'an k'aax (Quintana Roo) y Oaxaca (Oaxaca) y, se identificó que varias Áreas Naturales Protegidas (ANP) están siendo mayormente siniestradas por incendios, tal es el caso del Área de Protección de Recursos Naturales (APRN) La Frailescana (Chiapas) y la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Tabasco). En menor medida otras ANP fueron siniestradas entre ellas las Reservas de la Biosfera La Sepultura, La Encrucijada, El Triunfo, Selva El Ocote, Tehuacán-Cuicatlán, Sian Ka'an, Calakmul, Los Petenes y Ría Lagartos, así como

las Áreas de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, Uaymil, Yum Balam, Laguna de Términos y el Cañón de Usumacinta y el Parque Nacional Benito Juárez.

De esta forma, el análisis multiescalar permitió identificar las áreas más siniestradas por incendios forestales a escala local y las áreas susceptibles de estos eventos en los meses más cálidos (marzo, abril y mayo). Si bien desde el año 2003 está vigente la “Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable”, en materia de protección contra incendios forestales le corresponde a cada entidad regular el uso del fuego en las tareas relacionadas con las actividades agropecuarias o de otra índole, que pudieran afectar los ecosistemas forestales, así como llevar a cabo las acciones de capacitación, prevención y combate de incendios y la elaboración y aplicación del Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales (Sección 2. De las Atribuciones de los Estados y del Distrito Federal. Artículo 13) (DOF, 2003). Por ejemplo, se detectó que Campeche, Tabasco y Yucatán emplean el calendario de quemas como un mecanismo de regulación del uso del fuego (el calendario se publica en el Periódico Oficial del Estado y en los periódicos de mayor circulación de cada entidad, así como en otros medios de comunicación, que se consideren convenientes), no obstante, en estos estados se determinó que los incendios forestales están quemando en mayor medida ANP y la zona de los corredores biológicos, pero el número de incendios ha disminuido y estos estados han presentado las cifras más bajas a nivel nacional y regional.

En este sentido y coadyuvando a los objetivos del CBMM, específicamente a frenar la fragmentación, evitar la pérdida de cobertura forestal (incendios forestales) y contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades, la CONABIO implementó el proyecto de Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad (SPSB), el cual representó una de las estrategias y acciones principales en materia de gestión ambiental en la región. El proyecto estuvo orientado a promover prácticas de manejo sostenible en los corredores biológicos y mejorar el ingreso y condiciones de bienestar de las familias a través de sistemas productivos sostenibles como la caficultura sostenible, la cacaocultura sostenible, la apicultura sostenible, la ganadería silvopastoril, la silvicultura, el uso de fauna silvestre y el ecoturismo

(Rojas y Ríos, 2012). En este aspecto, se identificaron 12 sistemas productivos sostenibles en seis corredores biológicos: Calakmul-Bala'an K'aax, Oaxaca, Selva Maya Zoque, Sierra de Tabasco, Sian Ka'an-Bala'an K'aax y Sierra Madre del Sur; asimismo, se determinó que 92% de los sistemas productivos sostenibles no fueron afectados por los incendios forestales. El análisis geoespacial de incendios para un área de influencia de 1km (porque que no se contó con la distribución espacial del área siniestrada del incendio) presentó un escenario análogo para tres sistemas productivos que no contaron con incendios (Monitoreo de fauna, Selva Maya Zoque; Productos forestales no maderables, Sierra de Tabasco; Impacto de minería cercano a áreas de conservación, Sierra Madre del Sur); en tanto que el porcentaje de incendios se incrementó en el área de influencia de los nueve sistemas productivos sostenibles restantes, pero el porcentaje no fue significativo con respecto al total de incendios forestales en cada corredor biológico.

El trabajo de campo como herramienta de diagnóstico permitió identificar este escenario y confirmar las principales características de los incendios en la región de la Reserva de la Biosfera Calakmul. La población participante contribuyó a determinar el ciclo anual de los incendios forestales, el descenso de estos eventos en el estado de Campeche, las áreas siniestradas (corredor biológico Calakmul-Bala'an K'aax y la Reserva de la Biosfera Calakmul), el tipo de ecosistema más quemado y las causas que los originaron.

La principal limitante que presentó esta investigación radicó en la accesibilidad a la información de incendios forestales a escala estatal y municipal. Asimismo, en la heterogeneidad de la base de datos proporcionada por CONAFOR puesto que la información presentaba errores en la captura de la información y múltiples formatos en los datos capturados. Cabe mencionar, que esta circunstancia no representó un problema para alcanzar los objetivos de esta tesis, puesto que la información fue corregida y estandarizada para crear y configurar cada una de las bases de datos. Otra limitante fue la falta de datos del SPI para un mayor número de estaciones meteorológicas en la región del Corredor Biológico Mesoamericano México que contarán con períodos consecutivos de 30 años de información.

En México los trabajos de investigación sobre los incendios forestales contemplan básicamente tres aspectos: los efectos del fuego en los ecosistemas forestales, las actividades de prevención y combate (actividades operativas y tecnológicas como el desarrollo de índices de comportamiento y riesgo de incendios) y el uso del fuego como herramienta silvícola y pastoril (Villers, 2006). Bajo este contexto, es fundamental continuar trabajando sobre esta línea de investigación incluyendo variables climáticas que contribuyan al entendimiento del fenómeno ENOS (La Niña y El Niño), la sequía y otros fenómenos de la variabilidad climática que pueden determinar la incidencia de los incendios forestales y las principales afectaciones de estos fenómenos.

## REFERENCIAS

- Aceituno, P. (1998). El fenómeno El Niño 1997-1998. Bulletin de l'Institut français d'études andines. Vol. 27, núm. 3, 1998. Institut Français d'Études Andines Lima, Organismo Internacional. 443-448 pp.
- Aguilera, M. (2015). El régimen jurídico de los incendios forestales: especial referencia al contexto jurídico y territorial de Cataluña. volumen 8 de Quaderns de Dret Ambiental. Editor, Plubicacions Universitat Rovira I Virgili, 2015. pp 208. / 23-25 pp.
- Alejandre, S., Anta, S., Gutiérrez, P. y Obregón, R. (2013). Acciones exitosas en los corredores biológicos en el sur-sureste de México. CONABIO. Biodiversitas, 110: 6-9 pp.
- Álvarez, P. (2013). Corredor Biológico Mesoamericano en México. CONABIO. Biodiversitas. México. Núm. 110: 3 p. 1-5 pp.
- Arnaldos, J., Navalón, X., Pastor, E., Planas, E. y Zárate, L. (2004). Manual de Ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales. Institutd'Edicions de la Diputació de Barcelona. Mundi-Prensa. España. 414 pp.
- Arntz, E. y Eberhard, F. (1996). El Niño: experimento climático de la naturaleza: causas físicas y efectos biológicos. Fondo de Cultura Económica, México. Traducción de: El Niño Klimaexperiment der Natur. Physikalische Ursachen und biologische Folgen. 312 pp.
- Arteaga, C. y González, M. (2001). Diagnóstico. En: Desarrollo comunitario. Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. México. 82-106 pp.
- Avaria, S., Carrasco, J., Rutllant, J. y Yáñez, E. (eds.). (2004). El Niño-La Niña 1997-2000. Sus Efectos en Chile. CONA. Chile, Valparaíso. 13-27 pp.
- Aylwin, N; Jiménez, M y Quesada de Greppi, M. (2008). Un enfoque operativo de la metodología de Trabajo Social. Segunda Edición. Editorial HVMANITAS. Buenos Aires, Argentina. 135 pp.
- Banco Mundial (2012). México - Proyecto Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad. Informe N ° 66664-MX. World Bank Group. Washington, Estados Unidos de América. Disponible en: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/769851468123258452/pdf/NonAsciiFileName0.pdf>
- Bellard, C., Leclerc, C., Leroy, B., Bakkenes, M., Veloz, S., Thuiller, W. y Courchamp, F. (2014). Vulnerability of biodiversity hotspots to global change. *Global Ecology and Biogeography*, 23(12), 1376–1386. doi: 10.1111/geb.12228
- Bornemann, G. (2004). Enfoque sistémico. Curso de Posgrado. Maestría de Desarrollo Rural. Universidad Centroamericana, UCA. Managua, Nicaragua. s.p.

- Capel, J. (1999). El Niño y el sistema climático terrestre. Barcelona, España. Editorial Ariel. 154 pp.
- Ceballos J., Peña, K., Nocua, Y. (2016). Impacto del fenómeno “El Niño” 2015-2016 en los nevados y alta montaña en Colombia. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de suelos y tierras. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM-MINAMBIENTE. Bogotá, Colombia. 19pp. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co>
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN, 2017). El Niño 2015-16: evolución, vulnerabilidad e impactos en Latinoamérica, 1-38 pp.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 1999). Plan Ambiental de la Región Centroamericana. Dirección General del Medio Ambiente, Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). San Salvador, El Salvador: Ediciones Sanabria. 36pp. Disponible en: <https://www.sica.int>
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2000). Plan Ambiental de la Región Centroamericana. Dirección General del Medio Ambiente, Sistema para la Integración Centroamericana (DGMASICA). San Salvador, El Salvador: Ediciones Sanabria.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2002). El Corredor Biológico Mesoamericano: una plataforma para el desarrollo sostenible regional. Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico. Serie Técnica 01. Managua, Nicaragua. 11-13 pp. 24pp.
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2005a). Corredor Biológico Mesoamericano: instrumentos para su consolidación. Proyecto regional “Establecimiento de un Programa para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano” (PCCBM). 26 pp. <https://www.sica.int>
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2005b). Plan Ambiental de la Región Centroamericana. Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). San Salvador, El Salvador. 30 pp. Disponible en: <https://www.sica.int>
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2009). Plan Ambiental de la Región Centroamericana. Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). San Salvador, El Salvador: Ediciones Sanabria. 38 pp. ISBN 978-99923-52-22-9 Disponible en: <https://www.sica.int>
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD, 2014). Memoria. Décima reunión de coordinadores nacionales del Corredor Biológico Mesoamericano. Reuniones CBM. Secretaría Técnica de la EMSA. Proyecto Integración y Desarrollo Mesoamérica. Copán Ruinas, Honduras. 9 pp. Disponible en:

- [http://www.proyectomesoamerica.org:8088/emsadocumentos/Proyectos/CBM/Ayuda%20memoria%20CBM\\_10aReuni%C2%A2nCoordinadores%20Final.pdf](http://www.proyectomesoamerica.org:8088/emsadocumentos/Proyectos/CBM/Ayuda%20memoria%20CBM_10aReuni%C2%A2nCoordinadores%20Final.pdf)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2010). Incendios Forestales. Guía práctica para comunicadores (3era Ed.). México. 54 pp.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2013). Incendios forestales en México. Temporada 2013. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2015a). Informes anuales-Estadística final (Histórico) de incendios forestales (1995-2014). México. Disponible en: <http://www.cnf.gob.mx:8080/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2015b). Base de datos de incendios forestales para seis estados de México: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. Periodo 2005–2014. CONAFOR. México.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO, 2012). Desarrollo territorial sustentable: Programa especial de gestión en zonas de alta biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2015). "Atlas de naturaleza y sociedad". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/cb/>
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO, 2017). Corredor Biológico Mesoamericano México. CONABIO. México Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredorbiomeso.html>
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO, 2020). Sistemas productivos sostenibles y biodiversidad (SPSB). CONABIO. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/SPSB/index.html>
- Coordinación de Análisis Territorial-Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CAT-CONABIO, 2015). Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México, 2015, escala: 1:250,000. edición: 2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Actualización de los límites de los corredores biológicos del sureste de México, regionalización anidada en tres niveles, identificación de áreas de trabajo. México, D.F. Fecha de publicación: 03-12-2015, del metadato 03-12-2015.
- Coordinación de Análisis Territorial-Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CAT-CONABIO, 2016). Documentos comprobatorios de la reunión técnica para dar seguimiento a los resultados de causas de deforestación en la Península de Yucatán: región Calakmul- sur del 3 al 7 de abril, 2016. CONABIO. México.

Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/pdf/18-4-minuta-taller-calakmul.pdf>

Coordinación de Análisis Territorial-Coordinación General de Corredores y Recursos Biológicos- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CAT-CGCRB- CONABIO, 2014). Distribución de proyectos en los Corredores Biológicos', escala: 1:250,000. edición: 1. Coordinación de Análisis Territorial de la CGCRB de CONABIO. México D.F. Fecha de publicación: 05-02-2013, del metadato 05-02-2013

Coordinación de Comunicación Social, CGC (2015). Es Puerto Morelos nuevo municipio de Quintana Roo. Quintana Roo, México. Recuperado de <http://cgc.qroo.gob.mx/>. Recuperado 7 enero 2018. Disponible en: <http://comunicacion.congresoqroo.gob.mx/20151105/es-puerto-morelos-nuevo-municipio-de-quintana-roo/>

Dahlman, L. (2009). Climate Variability: Oceanic Niño Index. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. Science & information for a climate-smart nation. Estados Unidos de América. Recuperado 20 abril, 2017. Disponible en: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index>

Delgadillo, J., Rodríguez, D. y Aguilar, T. (1999). Los aspectos económicos y sociales de El Niño. En: Los Impactos de El Niño en México. V. Magaña (editor). Dirección General de Protección Civil, Secretaría de Gobernación. México. 181-210 pp.

Department of Atmospheric and Oceanic Sciences–UCLA, 2015. El Niño Forecasts. El Niño regions of the Central-East equatorial Pacific Ocean. El Niño lab. Disponible en: <http://class.atmos.ucla.edu/aos102/AS102lab/ninoImages/nino34.jpg>

Diario Oficial de la Federación (DOF, 2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Sección 2. De las Atribuciones de los Estados y del Distrito Federal. Artículo 13. Secretaría de Gobernación. México. <https://dof.gob.mx/>

Díaz, J., Mas, J. y Velázquez, A. (2008). Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. *Interciencia*, 33, 882–890 pp.

Espinoza, A. (2015). Incendios forestales en el estado de San Luis Potosí, México asociados a la sequía. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México. 122 pp

Eva, H. y Lambin, E. F. (2000). Fires and land-cover change in the tropics: a remote sensing analysis at the landscape scale. *Journal of Biogeography*, 27(3), 765–776 pp. doi: 10.1046/j.1365-2699.2000.00441.x

Food and Agriculture Organization (FAO, 2016). Dry Corridor Central America. Situation Report – June 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 3 pp. Disponible en:



[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/emergencias/docs/DryCorridor-SitRepJune2016.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/emergencias/docs/DryCorridor-SitRepJune2016.pdf)

- Glantz, M. (1996). *Currents of change: El Niño's impact on climate and society*. New York, Cambridge University Press. 141 pp.
- González, L. (2005). *Análisis de la distribución espacial y temporal de los incendios en el estado de Oaxaca de 1998 al 2003*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México. 168 pp.
- Gutiérrez, O. (2017). *Aprueban crear dos nuevos municipios en Chiapas*. Periódico El Universal (18 de agosto del 2017). Estados. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.mx/estados/aprueban-crear-dos-nuevos-municipios-en-chiapas>
- Hantson, S., Pueyo, S. y Chuvieco, E. (2015). *Global fire size distribution is driven by human impact and climate*. *Global Ecology and Biogeography*, 24 (1), 77–86 pp. doi: 10.1111/geb.12246
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017). *Información por entidad*. En línea: <http://www.inegi.org.mx/>. Consultado en marzo, 2017.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED, 2017). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. En línea: <http://www.inafed.gob.mx>. Consultado en marzo, 2017.
- International Research Institute for Climate and Society (IRI, 2017). *ENSO Essentials*. Earth Institute. Columbia University (IRI-Columbia), 2017. Disponible en: <https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/enso/enso-essentials/>
- Jardel, E. (2009). *Regímenes de fuego en ecosistemas forestales de México*. En: Flores, J. G. (coordinador), *Impacto Ambiental de Incendios Forestales*. Mundi-Prensa México, S. A. de C. V. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIFAP), Colegio de Postgraduados. México. 73-100 pp.
- López, J. y Villers, L. (Editores). (2004). *Incendios forestales en México. Métodos de evaluación*. Universidad Nacional Autónoma de México-Centro de Ciencias de la Atmósfera. México. 164 pp.
- Magaña, V. (Editor) (2004). *Los impactos de El Niño en México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Centro de Ciencias de la Atmósfera. Secretaría de Gobernación. México, 229 pp.
- Magaña, V., Méndez, J., Morales, R. y Millán, C. (2004). *Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y cambio climático en México*. En Martínez, J y A. Fernández Bremauntz. (Compiladores). "Cambio Climático, una visión desde México". INE-SEMARNAT: México.

- Magaña, V., Pérez, J. y Conde, C. (1998). El fenómeno de El Niño y la oscilación del sur. Sus impactos en México. 14-18 pp. Revista de cultura científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Disponible en: <http://www.revistaciencias.unam.mx>
- McPhaden, M. (1993). TOGA-TAO and the 1991-93 El Niño Southern Oscillation Event. *Oceanography* 6 (2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.1993.12>
- Méndez, J. (2010). Variabilidad espacio-temporal de la sequía meteorológica en México: aspectos dinámicos. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 112 pp.
- Miller, K., Chang, E., Johnson, N. (2001). Defining common ground for The Mesoamerican Biological Corridor. World Resources Institute, WRI. ISBN 1-56973-473-9. Washington, D.C., USA. Disponible en [http://pdf.wri.org/mesoamerica\\_english.pdf](http://pdf.wri.org/mesoamerica_english.pdf)
- Nadif, M. y Govaert, G. (2009). Cluster Analysis. En: Govaert, G. (Editor) (2009). *Data Analysis*. ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9780470611777.ch7
- National Centers for Environmental Information (NCEI, 2017). El Niño 2015/16: A Historical Perspective. About El Niño. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. Estados Unidos de América. Disponible en: [https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/dyk/el\\_nino-2015-2016](https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/dyk/el_nino-2015-2016)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2015a). Hurricane Patricia. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. Disponible en: [http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015\\_Patricia.pdf](http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015_Patricia.pdf)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2015b). North American Drought Monitor. Disponible en: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/indices>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2017). National Weather Service – Climate Prediction Center. Cold and warm episodes by season. Disponible en: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Organizacion Meteorológica Mundial (OMM, 2011). Guía de prácticas climatológicas Edición de 2011 OMM N° 100. Ginebra., Suiza. Disponible en: [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo\\_100\\_es.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2017). El Niño en LAC: gestión del riesgo de desastres y recuperación. Centro de Prensa. 12 de diciembre del 2016. Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/presscenter/articles/2016/12/12/el-ni-o-in-lac-building-capacities-in-disaster-risk-management-and-recovery.html>

- Quintín, M. y Cabero, M. (2007). Tratamiento estadístico de datos con SPSS. Thomson Editores Spain. Madrid, España. 293-305 pp.
- Ramírez, G. (2003). El Corredor Biológico Mesoamericano. CONABIO. Biodiversitas. México. Núm. 47:3 p. 1-3 pp.
- Reyes, S. y Troncoso, R. (2001). El impacto del fenómeno El Niño Oscilación del Sur en la generación de ciclones tropicales alrededor de México. *Rev. Ciencia y Mar*, 5: 3–22 pp.
- Rojas, M. y Ríos, A. (2012). Reporte técnico “Marco de gestión ambiental–Proyecto Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad”. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)–Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos. México. 91 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2015). Monitor de Sequía – Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. Disponible en <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>
- Toshie, M., Valéria, R. y Ferreira de Souza, R. A. (2011). Evolving anomalous SST patterns leading to ENSO extremes: Relations between the tropical Pacific and Atlantic Oceans and the influence on the South American rainfall. *International Journal of Climatology*, 31 (8), 1119–1134 pp. doi: 10.1002/joc.2135
- Tourre, Y. M. y White, W. B. (2005). Evolution of the qui signal over the tropical Pacific-Atlantic domain. *Geophysical Research Letters*, 31 (24), 1–4 pp. doi: 10.1029/2004GL022128
- Vélez, R. y Mérida, J. (2000). La definición de incendio forestal. En: Vélez Muñoz Ricardo (Coord.) "La defensa contra incendios forestales". Fundamentos y experiencias". McGraw-Hill, Madrid, 2000. p. 14. / 1320 pp.
- Villers, M. (2006). Incendios forestales. *Revista Ciencias*, Número 81, trimestre: enero-marzo, 60-66 pp. [En línea] <https://www.revistaciencias.unam.mx/>
- Zebiak, S. (1999). El Niño and the science of climate prediction: A review assessment. *Consequences*. Vol. 5 no. 2, 3-15 pp.
- Zebiak, S. E., Orlove, B., Muñoz, Á. G., Vaughan, C., Hansen, J., Troy, T., ... Garvin, S. (2015). Investigating El Niño-Southern Oscillation and society relationships. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(1), 17–34 pp. <http://doi.org/10.1002/wcc.294>

# ANEXO



**Trabajo de campo en la región Calakmul Sur, Campeche**  
**Cuestionario exploratorio sobre la percepción de los fenómenos climáticos**



Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ abril 2016

Localidad donde vive: \_\_\_\_\_

*El objetivo de este cuestionario es conocer la percepción de los habitantes de la región Calakmul Sur sobre los fenómenos climáticos El Niño-Oscilación del Sur “ENOS” y la sequía y sus efectos, los cuales impactan sus actividades económicas (sistemas productivos sostenibles).*

A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre diversos aspectos de los fenómenos climáticos, los incendios forestales y los sistemas productivos sostenibles.

El cuestionario está organizado en tres secciones: sistemas productivos sostenibles, fenómenos El Niño-Oscilación del Sur “ENOS” y la sequía e incendios forestales. Por favor lea tranquilamente las preguntas y conteste a partir de sus conocimientos y su experiencia. Sus respuestas son confidenciales y serán empleadas para una investigación académica. Gracias.

**SECCIÓN 1: SISTEMAS PRODUCTIVOS SOSTENIBLES**

¿En qué proyecto trabaja? \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo lleva en el proyecto? \_\_\_\_\_

¿Sabe cuál es el objetivo de estos proyectos o por qué se están realizando? \_\_\_\_\_

¿En qué lo ha beneficiado o apoyado el proyecto? \_\_\_\_\_

¿Sabe quién apoya económicamente a los proyectos? \_\_\_\_\_

Además del proyecto en el que participa, ¿qué otros proyectos existen? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**SECCIÓN 2: FENÓMENOS CLIMÁTICOS EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR “ENOS” Y LA SEQUÍA**

¿Ha escuchado hablar sobre el fenómeno de El Niño o La Niña? \_\_\_\_\_

Si su respuesta a la pregunta anterior fue si, ¿en dónde o a través de quién lo escuchó? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Para usted que es el fenómeno de El Niño? \_\_\_\_\_

¿Cómo afecta a su trabajo este fenómeno? \_\_\_\_\_

¿Para usted que es una sequía? \_\_\_\_\_

¿Qué meses son los más lluviosos en Calakmul? \_\_\_\_\_

¿Qué meses son los más calurosos? \_\_\_\_\_

¿Ha observado disminución de las lluvias? \_\_\_\_\_

¿Ha observado un aumento de la temperatura? \_\_\_\_\_

Si su respuesta a las dos preguntas anteriores fue si, aproximadamente ¿desde cuándo se dio cuenta que sucedían estas condiciones?

\_\_\_\_\_

¿A qué cree que se deba esta situación? \_\_\_\_\_

¿Qué hace cuando se presentan estas condiciones? \_\_\_\_\_

¿Cómo le afecta a sus actividades que no llueva o que haga mucho calor? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **SECCIÓN 3: INCENDIOS FORESTALES**

¿Se presentan incendios frecuentemente? \_\_\_\_\_

Si su respuesta a la pregunta anterior fue si, ¿en qué meses? \_\_\_\_\_

En Calakmul ¿qué áreas son afectadas? \_\_\_\_\_

¿Qué parte de la vegetación afectan más los incendios? \_\_\_\_\_

¿Cómo previenen los incendios forestales? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Tienen un calendario de quemas? \_\_\_\_\_

¿En qué fecha pueden quemar? \_\_\_\_\_

¿Quién los apoya en esta actividad? \_\_\_\_\_

¿Reciben algún tipo de información sobre la temporada de lluvias, la temporada de sequías o la temporada de huracanes? \_\_\_\_\_

Si su respuesta a la pregunta anterior fue si, ¿quién les proporciona esta información? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Además de esta información, ¿con qué otro tipo de información le gustaría contar?

\_\_\_\_\_

**Muchas Gracias por su tiempo y su apoyo**  
**Lic. Alma Rosa Espinoza Jiménez**



