

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES
DE CHIAPAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN
GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO
CLIMÁTICO**

LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

TESIS

**ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN
EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS,
MÉXICO.**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PRESENTA

EDGAR DANIEL CALVO LÓPEZ

Director

DR. EMMANUEL DÍAZ NIGENDA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Mayo de 2023.





Lugar: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
Fecha: Mayo 19, 2023

C. **EDGAR DANIEL CALVO LÓPEZ**

Pasante del Programa Educativo de: **LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS, MÉXICO.

En la modalidad de: **TESIS PROFESIONAL**

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

DRA. ANDREA VENEGAS SANDOVAL

DR. HORACIO MORALES IGLESIAS

DR. EMMANUEL DIAZ NIGENDA

Firmas:

Ccp. Expediente

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas por darme la oportunidad de ser parte de su comunidad estudiantil.

Al Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, por haberme brindado los medios necesarios para crecer profesionalmente

A mi director de tesis el Dr. Emmanuel Díaz Nigenda, por sus conocimientos, por su paciencia, por creer en mí, por guiarme y aconsejarme en lo profesional y personalmente, por su apoyo inconmensurable.

A mis revisores y sinodales de tesis, el Dr. Horacio Morales Iglesias y a la Dra. Andrea Venegas Sandoval, por sus sugerencias, comentarios y valiosas aportaciones para enriquecer este trabajo.

A mi amigo Juan Daniel Gonzales Mazariegos, por compartir sus conocimientos en Sistemas de Información Geográfica.

Al maestro Salvador Nigenda Blanco y su familia por el apoyo incondicional durante mi formación académica.

Al Honorable Ayuntamiento Municipal de la Trinitaria que preside el C.P. Ervin Leonel Pérez Alfaro y al Ing. José Antonio Alfaro Pérez, por la oportunidad y los medios para desarrollar y fortalecer mi trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas que me han apoyado a lo largo de mi vida y durante mi desarrollo profesional.

Primeramente quiero agradecer a Dios, por estar siempre conmigo, por fortalecer e iluminar mi mente ante todas las adversidades en mi desarrollo como profesional, también le doy gracias por haber puesto en mi camino a las personas idóneas que me han apoyado durante los años de estudio.

A mis queridos padres, Aarón Calvo Cruz y Maudalí López Solís, gracias papá y mamá por darme la oportunidad de seguir estudiando, gracias por todo el esfuerzo y apoyo sin escatimar para lograr este nuestro sueño. Gracias por su paciencia, perseverancia y consejos. Esto es para ustedes.

A mi esposa, Mayra Yadira Cruz Moreno y su familia, por la confianza en mí, por el apoyo inigualable, por su paciencia, por su cariño y el gran amor que me brinda y por regalarme a nuestra hermosa niña Itzel, el pilar de nuestras vidas.

A mis abuelitos, Manuel Calvo, Ofelia Cruz, Isolina Solís Palacios y Rigoberto López, gracias por el apoyo y sus consejos que me han dado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, Álvaro, Estrellita y Aroncito, por el apoyo que me otorgaron, por el acompañamiento en todo momento.

A mis tíos y primos por apoyarme y motivarme para hacer realidad este sueño. En especial a mi tío Rubio Antonio, gracias por todo tío.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. HISTORIA DEL SUELO Y LA AGRICULTURA	3
2.2. SUELO Y CAMBIO DE USO DEL SUELO	4
2.3. IMPACTOS GENERADOS POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO	5
2.3.1. INUNDACIONES.....	5
2.3.2. PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD.....	6
2.3.3. CAMBIO CLIMÁTICO.....	7
2.3.4. DEGRADACIÓN DEL SUELO.....	8
2.4. ACTIVIDADES RELACIONADAS AL CAMBIO DE USO DEL SUELO	8
2.4.1. AGRICULTURA.....	8
2.4.2. GANADERÍA	9
3. ANTECEDENTES	10
3.1. A NIVEL FEDERAL	10
3.2. A NIVEL ESTATAL.....	12
3.3. A NIVEL MUNICIPAL	19
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
5. JUSTIFICACIÓN	23
6. OBJETIVO GENERAL	24
6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
7. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
7.1. VEGETACIÓN.....	25
7.2. CLIMA.	28
7.3. HIDROGRAFÍA	28
7.4. GEOLOGÍA	31
7.5. EDAFOLOGÍA.....	31
7.6. POBLACIÓN.	32
8. MÉTODOS	35
8.1. ANÁLISIS DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (SERIES IV, V Y VI DE INEGI).	35
8.2. OBTENCIÓN DE DATOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y PECUARIA DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	36

8.3. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO	38
9. RESULTADOS	39
9.1. RESULTADOS DE LAS SERIES DE INEGI.....	39
9.2. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.....	42
9.3. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO	47
9.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS DE USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA CHIAPAS DE LA SERIE IV A LA SERIE VI.	54
9.5. CORRELACIÓN DE PEARSON.....	62
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
11. CONCLUSIONES.....	67
12. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....	69
13. REFERENCIAS.....	70

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: PRINCIPALES CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO EN MÉXICO, 2002	10
ILUSTRACIÓN 2: USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE MÉXICO, 2007.....	11
ILUSTRACIÓN 3: USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE MÉXICO, 2011.....	12
ILUSTRACIÓN 4: DISTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CHIAPAS PARA 2005.....	13
ILUSTRACIÓN 5: CAMBIO DE USO DEL SUELO EN CHIAPAS EN EL PERIODO 1995-2000.....	14
ILUSTRACIÓN 6: CAMBIO DE USO DEL SUELO EN CHIAPAS EN EL PERIODO 1990-1995.....	14
ILUSTRACIÓN 7: CAMBIO DE USO DEL SUELO EN CHIAPAS EN EL PERIODO 2000-2005.....	15
ILUSTRACIÓN 8: CAMBIO DE USO DEL SUELO EN CHIAPAS EN EL PERIODO 2007-2009.....	15
ILUSTRACIÓN 9: HOTSPOTS IDENTIFICADOS EN CHIAPAS. ÁREAS QUE PRESENTARON LOS MAYORES CAMBIOS DE USO DEL SUELO, DURANTE EL PERIODO 2007-2012.....	18
ILUSTRACIÓN 10: ESTRUCTURA DEL USO DE SUELO EN CHIAPAS DE ACUERDO CON LAS SERIES III Y VI DE INEGI.....	19
ILUSTRACIÓN 11: VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO 1975 EN LA CUENCA RÍO GRANDE- LAGUNAS DE MONTEBELLO.....	20
ILUSTRACIÓN 12: VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO 1993 EN LA CUENCA RÍO GRANDE- LAGUNAS DE MONTEBELLO.....	21
ILUSTRACIÓN 13: VEGETACIÓN Y USOS DE SUELO 2000 EN LA CUENCA RÍO GRANDE- LAGUNAS DE MONTEBELLO.....	21
ILUSTRACIÓN 14: IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	26
ILUSTRACIÓN 15: VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA CHIAPAS EN EL AÑO 2014.....	27
ILUSTRACIÓN 16: TIPOS DE CLIMA EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS.....	29
ILUSTRACIÓN 17: CUERPOS DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS.....	30
ILUSTRACIÓN 18: DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE ROCAS EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	33
ILUSTRACIÓN 19: DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	34
ILUSTRACIÓN 20: GEOWEB PARA LA DESCARGA DE CAPAS DEL ESTADO DE CHIAPAS....	35
ILUSTRACIÓN 21: INFORMACIÓN DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN QUE CONTIENE INFORMACIÓN PARA TODO EL ESTADO DE CHIAPAS EN LA VENTANA PRINCIPAL DEL PROGRAMA QGIS	36
ILUSTRACIÓN 22: VENTANA PRINCIPAL DE SIACON EN EL MÓDULO AGRÍCOLA MUNICIPAL	37

ILUSTRACIÓN 23: VENTANA PRINCIPAL DE SIACON EN EL MÓDULO PECUARIO MUNICIPAL.	37
ILUSTRACIÓN 24: VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, SERIE IV. AÑO 2004.	48
ILUSTRACIÓN 25: VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, SERIE V, AÑO 2011.	49
ILUSTRACIÓN 26: VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, SERIE VI. AÑO 2014	50
ILUSTRACIÓN 27: COMPARATIVA DE LAS ÁREAS DE AGRICULTURA DE TEMPORAL Y DE RIEGO EN LA TRINITARIA DE LOS AÑOS 2004 AL 2011	51
ILUSTRACIÓN 28: COMPARATIVA DE LAS ÁREAS DE AGRICULTURA DE TEMPORAL Y DE RIEGO EN LA TRINITARIA DE LOS AÑOS 2011 AL 2014.	52
ILUSTRACIÓN 29. COMPARATIVA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, DE LOS AÑOS 2004 AL 2011.....	52
ILUSTRACIÓN 30: COMPARATIVA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, DE LOS AÑOS 2011 AL 2014.....	53
ILUSTRACIÓN 31: COBERTURA DEL PASTIZAL CULTIVADO EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, AÑO 2004.....	55
ILUSTRACIÓN 32: TRANSFORMACIÓN DEL PASTIZAL CULTIVADO DEL AÑO 2004 AL 2014..	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: SUPERFICIE ACUMULADA (HA) DE LAS CLASES REPORTADAS EN LOS MAPAS DE CAMBIO DE USO DEL SUELO, EVALUADAS PARA CADA PERIODO DE ANÁLISIS.	16
TABLA 2: PORCENTAJES DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.	25
TABLA 3: PORCENTAJES DE LOS TIPOS DE ROCA EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA. ...	31
TABLA 4: TIPOS DE SUELO DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	31
TABLA 5: PRINCIPALES CAMBIOS DE USOS DE SUELO EN LA TRINITARIA CHIAPAS EN LOS AÑOS 2004, 2011 Y 2014 (SUPERFICIE KM ²).	40
TABLA 6: PRODUCCIÓN EN TONELADAS DE LOS CULTIVOS MÁS IMPORTANTES EN LOS AÑOS 2003 AL 2018 EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	42
TABLA 7: PRODUCCIÓN PECUARIA DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA CHIAPAS, EN LOS AÑOS 2006 AL 2018, EN NÚMERO DE CABEZAS.	44
TABLA 8: TRANSFORMACIÓN DEL PASTIZAL CULTIVADO DEL 2004 AL 2011.	54
TABLA 9: TRANSFORMACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA (SECUNDARIO) DEL AÑO 2004 AL 2011.	54
TABLA 10. CAMBIO DEL USO DEL SUELO DEL AÑO 2004 AL 2011 DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	57
TABLA 11: CAMBIO DEL USO DEL SUELO DEL AÑO 2004 AL 2014 DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA.	59
TABLA 12: CORRELACIÓN DE LA AGRICULTURA DE TEMPORAL.	62
TABLA 13: CORRELACIÓN DE AGRICULTURA DE RIEGO.	63
TABLA 14: CORRELACIÓN DEL PASTIZAL CULTIVADO.	64
TABLA 15: CORRELACIÓN DEL PASTIZAL INDUCIDO.	64

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: INTERVALOS DE CORRELACIÓN..	38
GRÁFICA 2. CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA, CHIAPAS.	39
GRÁFICA 3: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA DE LOS AÑOS 2003 AL 2018.	43
GRÁFICA 4: PRODUCCIÓN DE MAÍZ (TEMPORAL) PARA LOS AÑOS DEL 2003 AL 2018.	45
GRÁFICA 5: PRODUCCIÓN DE MAÍZ (RIEGO) PARA LOS AÑOS DEL 2003 AL 2018.	45
GRÁFICA 6: PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN LA TRINITARIA PARA LOS AÑOS DEL 2004 AL 2018.	46
GRÁFICA 7: PRODUCCIÓN DE GANADO BOVINO, PORCINO Y OVINO PARA LOS AÑOS 2006 AL 2018 EN EL MUNICIPIO DE LA TRINITARIA	46

1. INTRODUCCIÓN

El cambio de uso del suelo es un tema que ha traído revuelo a las diversas ciencias; para su estudio, es necesario la conjunción interdisciplinaria debido al impacto negativo que puede desarrollar en la atmosfera como el cambio climático y la contaminación del aire; en el suelo, debido a la contaminación y la degradación del mismo. Así como, con el recurso vital como el agua ya que puede ocasionar la contaminación de ríos, lagos, lagunas, entre otros; y sobre todo, a los medios de vida de las personas, ya que influye de manera directa en la disminución en la producción de los cultivos de los que dependen personas en todo el mundo; entonces, tenemos a la vista un problema socioambiental.

El municipio de La Trinitaria cuenta con una gran diversidad biológica a lo largo de su territorio, en el que se encuentran diferentes tipos de vegetación como: bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de encino-pino (secundario), bosque de encino (secundario), bosque de pino-encino (secundario), bosque de pino (secundario), bosque mesófilo de montaña, bosque mesófilo de montaña (secundario), pastizal cultivado, pastizal inducido, selva alta perennifolia, selva alta perennifolia (secundario), selva baja caducifolia, selva baja caducifolia (secundario), entre otros. Desgraciadamente, mucha extensión territorial vegetativa está disminuyendo a causa de las actividades agropecuarias, es por ello que es importante realizar trabajos que permitan analizar la problemática del cambio de uso de suelo y vegetación. En este trabajo se analizó el cambio de uso del suelo y vegetación que ha experimentado el municipio de La Trinitaria, Chiapas, México; por lo que se procesaron datos de las series de uso de suelo y vegetación obtenidas a través del Instituto Nacional de estadística y Geografía (INEGI), específicamente las series IV que corresponden al año 2004, la serie V al año 2011 y la serie VI que corresponde al año 2014 de uso de suelo y vegetación. Por otro lado, también se tiene como objetivo analizar qué tipo de producción y uso de suelo tiene más influencia en la pérdida de vegetación en el municipio.

Además, se busca analizar las series de tiempo de cambio de uso de suelo y vegetación para identificar cuáles han sido los cambios más fuertes en el municipio y a su vez analizar la producción agrícola y pecuaria del municipio para identificar el principal producto en la región.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia del suelo y la Agricultura

Desde los inicios de la historia de la humanidad, grupos humanos han buscado la forma de aprovechar los recursos que la naturaleza proporciona para su subsistencia, desde la recolección de frutos y la caza. El hombre ha mostrado su capacidad de aprovechamiento, pero no fue hasta que descubrió la manera en que una semilla puede dar fruto, desde ahí se empezó a usar al recurso suelo como fuente básica de producción agrícola. Desde aquel entonces, cuando la producción agrícola empezó a tomar relevancia, muchas de las civilizaciones observaron al suelo como una fuente de mucha importancia, a la cual se le debía agradecer y respetar como proveedor básico de alimentos y en sí, como base esencial de su supervivencia (Reyes Anistro, 2014).

La agricultura surge a través de la llamada revolución neolítica y ésta se refiere cuando los seres humanos pasaron de ser cazadores y recolectores a ser ganaderos y agricultores. Los cambios fueron decisivos en algunas partes del mundo y fueron impulsados por los seres humanos gracias a su observación atenta de la naturaleza. Al poner atención al crecimiento de las plantas, aprendieron a plantar semillas, regarlas, abonarlas y controlar su crecimiento y producción. Este fue el origen de la agricultura. Entre las primeras plantas que se cultivaron se encuentran los cereales: trigo, cebada, mijo, arroz y maíz. Al observar las costumbres de los animales, consiguieron capturar algunos vivos y aprendieron a criarlos en cautiverio y a domesticarlos, así surgió la ganadería. Esta actividad permitió aprovechar productos animales o su apoyo para el trabajo; así tenemos a las ovejas, cabras, cerdos, bueyes, asnos y caballos (Pool et al., 2015, p. 8-9).

2.2. Suelo y cambio de uso del suelo

El suelo se refiere al cuerpo natural no consolidado que recubre la mayoría de la superficie continental de la corteza terrestre, compuesto por partículas minerales y orgánicas, agua, aire, y organismos vivos, el cual presenta un arreglo de horizontes o estratos y es capaz de soportar la cubierta vegetal (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2003). Debido a sus propiedades y características, el suelo puede tener un uso; Velázquez et al. (2014) señalan al uso del suelo como la expresión cultural de las prácticas de apropiación del territorio, es decir, es el conjunto de actividades humanas que se desarrollan en el suelo como, por ejemplo: las actividades agrícolas o bien la ganadería, y no menos importante para el soporte de las construcciones, lo que da lugar a los espacios urbanos.

El tema del cambio en el uso del suelo es de gran interés para los científicos preocupados por la alteración de las condiciones ambientales de nuestro planeta. El término “cambio de uso del suelo” es usualmente referido a desacoplamientos entre demandas de uso y aptitud y se expresa por transformación, transición, mutación y en ocasiones como desarrollo. En general las percepciones en torno a “cambio” suelen acotarse a contextos culturales que denotan procesos dinámicos (Velázquez et al., 2014).

De hecho, ahora se reconoce que, aun cuando los cambios de uso de suelo ocurren a nivel local, pueden tener consecuencias globales. Sin duda, es a través de los cambios en el uso del suelo que se materializa la relación con el medio ambiente y también es la vía más importante por la que la sociedad resiente los cambios en el entorno (Lambin et al., 1999).

El cambio de uso del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal son los principales problemas que aquejan a la humanidad hoy día, ya que estos son la principal causa del cambio climático global y se relaciona directamente con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la urbanización, la biodiversidad, la migración transfronteriza, los refugios ambientales, la calidad del agua y del suelo (López, 2009). La biodiversidad está siendo amenazada, en estudios a nivel nacional se muestra evidencia de la pérdida de cubierta vegetal como un proceso

de cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades que representen mayor satisfacción social (Caciano, 2013).

De acuerdo con SEMARNAT (2016), cuando se habla del tema de cambio de uso del suelo, es necesario abordar un conjunto de factores que favorecen a que el uso del suelo sea modificado, en ese sentido el uso que se da al suelo es fundamental para producir bienes y servicios, pero debido al alto crecimiento demográfico se necesita aún más de dichos bienes y servicios del día a día, por lo tanto, la modificación de los bosques, selvas, pastizales, matorrales, etc. se ven severamente afectados cuando modificamos ese tipo de vegetación para pasarlos a un uso nuevo. Entonces, el cambio es incuestionable.

2.3. Impactos generados por el cambio de uso del suelo

El cambio en el uso del suelo es uno de los temas de mayor interés en las disciplinas ambientales, constituye uno de los factores primordiales en el cambio climático global, ya que altera ciclos biogeoquímicos como el del agua o el del carbono (SEMARNAT, 2003). Algunos de los impactos que son generados como consecuencia del cambio de uso de suelo, son descritos en los siguientes apartados.

2.3.1. Inundaciones

La importancia de la conservación de los suelos va más allá de la preservación de las especies de flora y fauna, pues en función de preservar los suelos se pueden salvaguardar procesos importantes como la infiltración del agua de lluvia, y con ello la recarga de los mantos acuíferos y disminución en los efectos de las inundaciones. La deforestación acelera el proceso natural de erosión hídrica de los suelos, provocando que los escurrimientos y ríos arrastren las partículas de éstos con facilidad, las cuales son depositadas en zonas bajas o de poca pendiente. Por lo anterior, disminuye la capacidad de conducción de los ríos y, por lo tanto, se tendrán desbordamientos más frecuentes. Por otra parte, existe una relación entre los cambios de usos de suelo y los volúmenes de escurrimiento dentro de una cuenca, indican que, al reducirse las zonas naturales aumentarán dichos volúmenes en las

salidas de las cuencas, lo que podría ocasionar que obras de infraestructura como puentes o bordos, puedan ser rebasadas en su diseño en periodos cortos (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], 2020).

2.3.2. Pérdida de biodiversidad

Según la (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2016). La ubicación de México en la intersección de dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, es una de las razones por las cuales la biota es tan diversa. Además, se le suma un relieve complejo de nuestro territorio con casi todos los climas conocidos en el mundo (excepto los más fríos), la forma del país y su ubicación intertropical entre las vertientes oceánicas del Atlántico y el Pacífico, y una extensa línea de costa. Todos estos factores propician que la diversidad biológica se exprese en muy diversas formas y ecosistemas.

Con el crecimiento de la población humana y el desarrollo industrial, en México al igual que en el resto del mundo, el proceso de producción agrícola se intensificó, al principio con la apertura de la frontera agrícola y posteriormente con la Revolución Verde que abrió el paso a la utilización de prácticas con base en tecnología e insumos que incrementaron la producción en el corto plazo, pero que resultaron ser poco sustentables y cuyos efectos negativos trascienden el ámbito local. Actualmente, la agricultura se considera uno de los factores más importantes de pérdida de la biodiversidad y de la disminución o degradación de los servicios ambientales. (CONABIO, 2016).

La construcción de vías terrestres de comunicación (que también incluye la ampliación del tendido eléctrico y la construcción de presas) puede afectar la superficie de vegetación natural remanente y su continuidad. Entre sus efectos más significativos (dependiendo de la magnitud y tipo de obra) están la pérdida y la alteración de los ecosistemas, la fragmentación de la vegetación remanente y puede constituir un obstáculo (es el caso de caminos y carreteras) para el desplazamiento de ciertas especies de animales y ser una fuente de mortalidad por atropellamiento (SEMARNAT, 2016).

2.3.3. Cambio climático

El uso del suelo también está muy relacionado con el tema del cambio climático. En ese sentido este fenómeno se entiende como la variabilidad de parámetros meteorológicos (temperatura, precipitaciones etc.) los cuales son inducidos por forzamientos externos o internos del planeta (López, 2009). La forma en que cambiamos la cubierta vegetal determina la persistencia de bosques, selvas y suelos en el futuro, así como de los recursos que nos proporcionan. Según el Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH, 2011), el clima, que está definido como las condiciones atmosféricas durante un periodo prolongado (normalmente decenios o incluso más), siempre ha cambiado durante la historia de la Tierra, desde las épocas de hielo a las épocas tropicales, como parte de su propia evolución; sin embargo, ya es plenamente aceptado que a esta variabilidad natural se han sumado las actividades del propio ser humano incidiendo en el cambio del clima con efectos indeseables. Es decir, el reciente desequilibrio del clima del planeta causado por el ser humano es conocido como cambio climático antropogénico, el cual es una de las mayores amenazas para el ser humano y sus repercusiones sociales y económicas ya se perciben (López, 2009). Entonces los cambios de uso de suelo son fuente de emisiones de Gases de Efecto Invernadero los cuales generan efectos negativos al clima.

2.3.4. Degradación del suelo

La degradación de suelos se divide en dos grandes categorías. La primera se refiere a la degradación por desplazamiento del material edáfico. En ella podemos encontrar a la erosión hídrica y eólica. Una segunda categoría se refiere a la degradación como resultado de un deterioro interno. En esta categoría encontramos a la degradación química que engloba la pérdida de nutrientes, la contaminación, la acidificación y la salinización, la degradación física, que abarca el encortamiento, la compactación y el deterioro de la estructura del suelo y la degradación biológica, resultado de un desequilibrio en la actividad biológica en el suelo, incluida la pérdida del banco de semillas y microorganismos de importancia en procesos de fertilidad y descontaminación. Sin embargo, es importante aclarar que muchos de estos procesos se encuentran intrínsecamente relacionados entre sí (Cotler et al., 2007). Por otro lado, SEMARNAT (2003) menciona que en México la degradación de los suelos es ocasionada por actividades humanas de muy diversa índole, las más importantes están asociadas al cambio del uso del suelo, provocadas por las prácticas agrícolas mecanizadas, al sobrepastoreo y al desarrollo urbano e industrial.

2.4. Actividades relacionadas al cambio de uso del suelo

El cambio de uso del suelo es reconocido actualmente por diferentes organizaciones e instituciones dedicadas a la investigación ambiental como uno de los temas más importantes en cuestiones de problemática ambiental y que están relacionados con las actividades económicas (Reyes Anistro, 2014). En este sentido, en el presente apartado se describe cómo las actividades primarias, como la agricultura y la ganadería, contribuyen a los procesos de cambio de uso del suelo.

2.4.1. Agricultura

La expansión agrícola genera diferentes opiniones. Por una parte, la producción agropecuaria y sus sectores industriales y comerciales asociados celebran la incorporación de nuevas áreas productivas al mapa agrícola del país y los ingresos que generan. Por otra parte, las entidades conservacionistas alertan sobre riesgos para la continuidad de los ecosistemas, mientras grupos políticos pronostican

efectos sociales negativos (Paruelo, 2005). En muchos casos son los propios agricultores quienes impiden que la vegetación se desarrolle. A menudo se percibe que una parcela "enmontada" tiene un valor menor que una que está "limpia". El constante desmonte es, sobre todo, una forma de salvaguardar la posesión del terreno. Al limpiar su parcela el productor conserva su derecho al uso del predio, que de otro modo le sería retirado bajo el argumento de que la tierra está ociosa. De tal suerte, un número indeterminado de hectáreas permanecen desprovistas de vegetación secundaria gracias al chapeo, roza o quema periódicos, fomentándose además la degradación del suelo (SEMARNAT, 2016).

2.4.2. Ganadería

La ganadería es una de las actividades que sobresalen en temas de cambio de uso del suelo ya que una gran parte de la población de nuestro país tiene como medio de vida la crianza de ganado. El sobrepastoreo es una de las formas más importantes de la alteración de ecosistemas en México, y se presume que puede provocar la degradación del suelo a través de la modificación de los ciclos hidrológicos. Para medir este factor se emplea un índice que relaciona el número de cabezas de ganado con la capacidad del ecosistema. La ganadería es una de las principales actividades productivas que abarca una gran extensión del territorio y se desarrolla en prácticamente todos los ambientes de México (CONABIO, 2016).

Las actividades ganaderas, en la magnitud e intensidad con las que se realizan, han disminuido la capacidad de los ecosistemas de proveer servicios de soporte y regulación ocasionados por el deterioro de los suelos por la compactación y erosión generada por la degradación de la vegetación, la deforestación y el sobrepastoreo. Esto a su vez ha limitado la capacidad de los suelos para retener el agua y los sedimentos con consecuencias en los patrones de escurrimiento de las cuencas hidrográficas, en la cantidad y la calidad del agua subterránea y de los cuerpos de agua (*Ibíd.*).

3. ANTECEDENTES

3.1 A nivel federal

Según SEMARNAT (2018), en 2002 alrededor del 77.4% de la superficie nacional degradada estaba asociada con actividades agrícolas y pecuarias (38.7% cada una de ellas) y 16.4% a deforestación y remoción de la vegetación (ilustración 1). El resto de la superficie degradada del país (alrededor de 5.3 millones de ha; 6.1% de la superficie degradada total) se debe a urbanización, sobreexplotación de la vegetación y actividades industriales. A nivel de entidad federativa, estas actividades tienen un impacto diferente, las actividades agrícolas contribuyen más a la degradación de los suelos en Aguascalientes (85.4% de su superficie degradada se debe a esta causa), Hidalgo (83.4%) y Tlaxcala; el sobrepastoreo en Chihuahua (71.2%), Sonora (55.5%) y Durango (52.2%); la deforestación en Nayarit (42.8%), Campeche (38.6%) y Chiapas (35.6%), y la urbanización al Distrito Federal (65.6%), Baja California Sur (29.8%) y Baja California (26.2%).

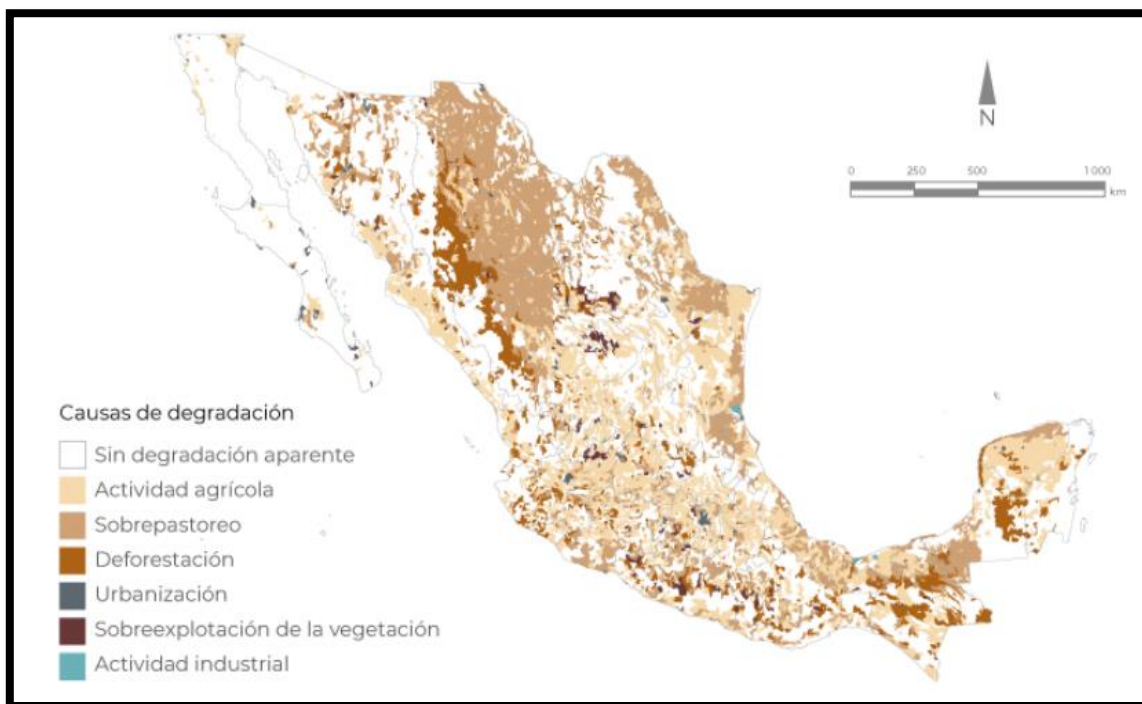


Ilustración 1: Principales causas de la degradación del suelo en México, 2002. Fuente: SEMARNAT, 2018.

Por otro lado, si bien los procesos de cambio de uso del suelo y vegetación han sido constantes en México, éstos se incrementaron en velocidad y extensión principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX; Challenger y Dirzo et al. (2009 como se citó en SEMARNAT, 2016) afirman que para 1976 la cobertura vegetal original del país se había reducido en un 38%; hacia 1993 sólo cubría el 54% y para el año 2002 ocupaba únicamente el 50% de su superficie original. Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) realizó las Cartas de Uso del Suelo y Vegetación Series IV y V, a escala 1: 250 000. Según SEMARNAT (2016), la Serie IV (Ilustración 2) y V (ilustración 3) se generaron a partir de imágenes de satélite de los años 2007 y 2011, respectivamente. En ellas se pueden visualizar los cambios de vegetación y uso de suelo que se han presentado en México del año 2007 al 2011.

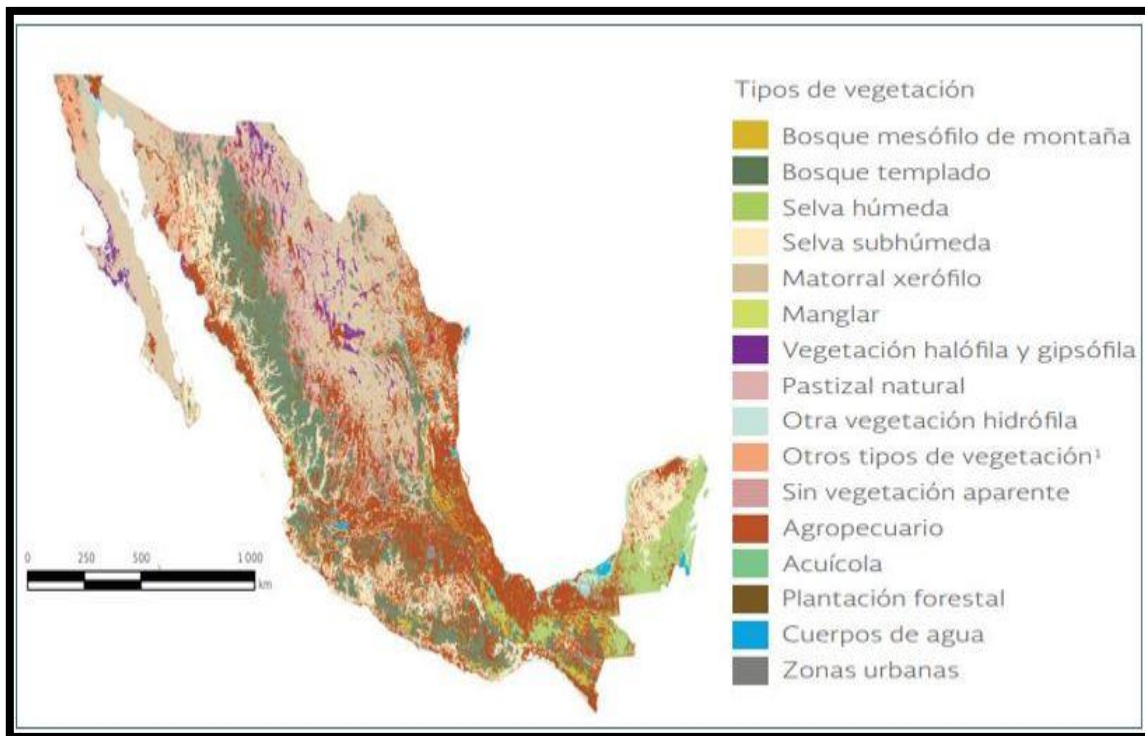


Ilustración 2: Uso de suelo y vegetación de México, 2007.

Fuente: SEMARNAT, 2016. Con datos del Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie IV (2007)-2010), de INEGI.

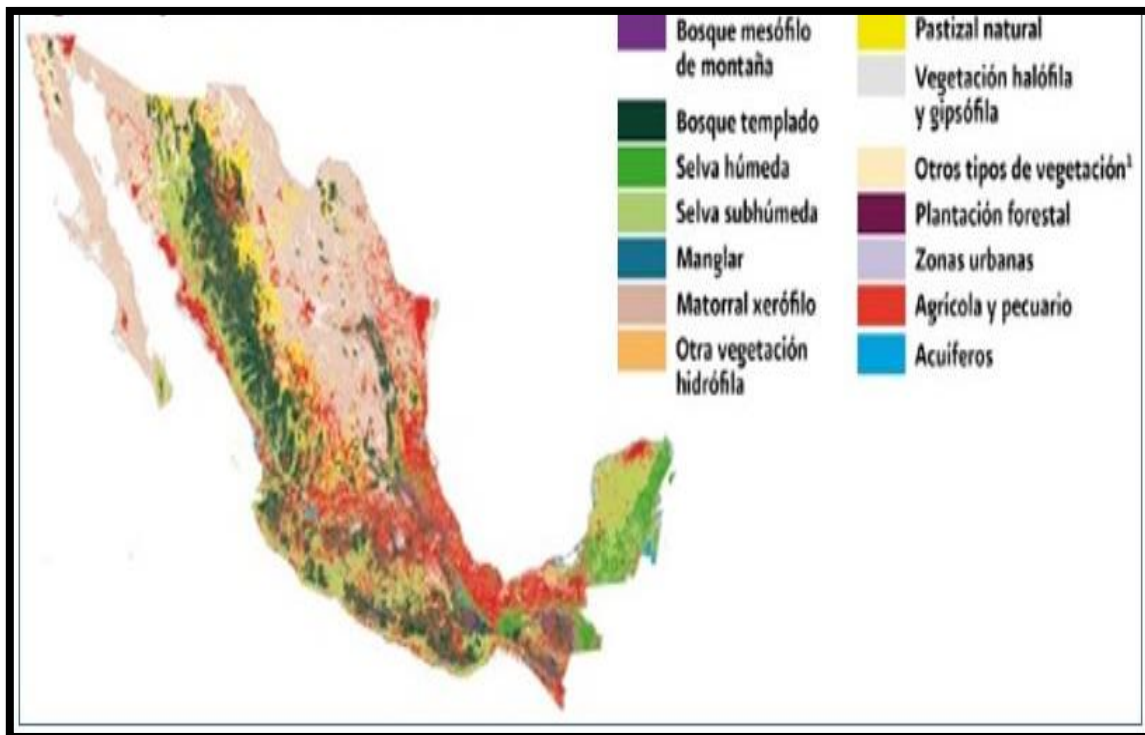


Ilustración 3: Uso de suelo y vegetación de México, 2011.

Fuente: SEMARNAT, 2016. Con datos del Carta de uso del suelo y vegetación, serie V (2011), de INEGI.

3.2 A nivel estatal

Para el estado de Chiapas el Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH, 2011) creó el Inventario Estatal de Gases Efecto Invernadero, donde se menciona que el principal emisor de gases de efecto invernadero en Chiapas es el Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), el cual aportó el 57% de las emisiones estatales (16,182.08 Gg de CO₂eq) que provienen principalmente de la deforestación y degradación forestal para la transformación de las tierras forestales a tierras agrícolas y pastizales para uso ganadero (ilustración 4). Seguido del sector agricultura (19%) donde se identificó a la fermentación entérica (digestión del ganado) como una fuente importante de emisiones de metano (CH₄) y la fertilización de tierras agrícolas que emite óxido nitroso (N₂O). En menor proporción se encuentran las emisiones del sector energía (15%), desechos (8%) y procesos industriales (1%).

A su vez, el PACCCH (2011) realizó mapas de “cambio de uso del suelo” de los cinco periodos 1990-1995 (ilustración 5), 1995-2000 (ilustración 6), 2000-2005 (ilustración 7) y 2007- 2009 (ilustración 8). En dichos mapas se puede observar que la vegetación que se encuentra posicionada en la selva lacandona Es la que experimenta mayores transformaciones al pasar de los años.

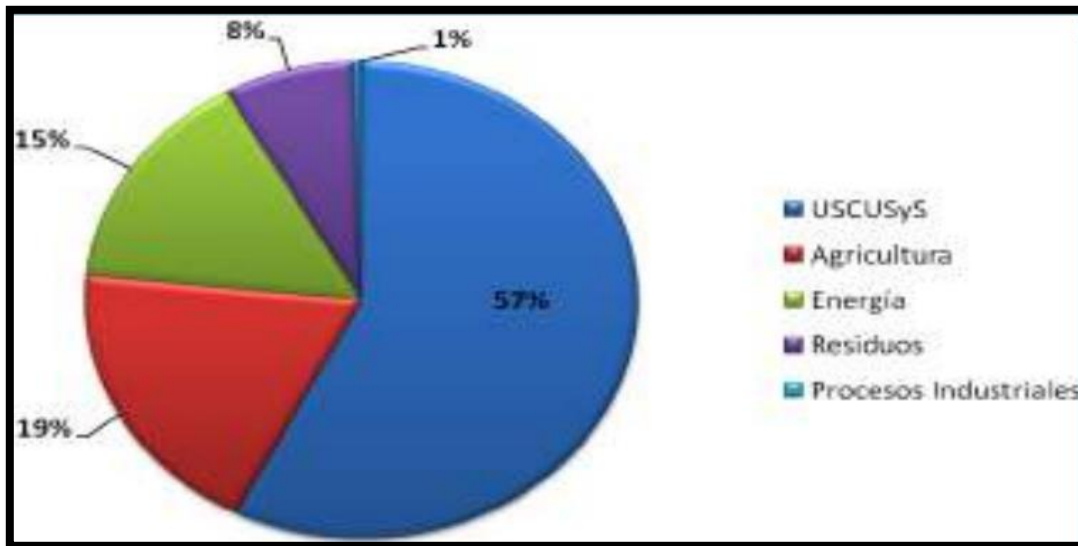


Ilustración 4: Distribución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chiapas para 2005.

Fuente: PACCCH, 2011

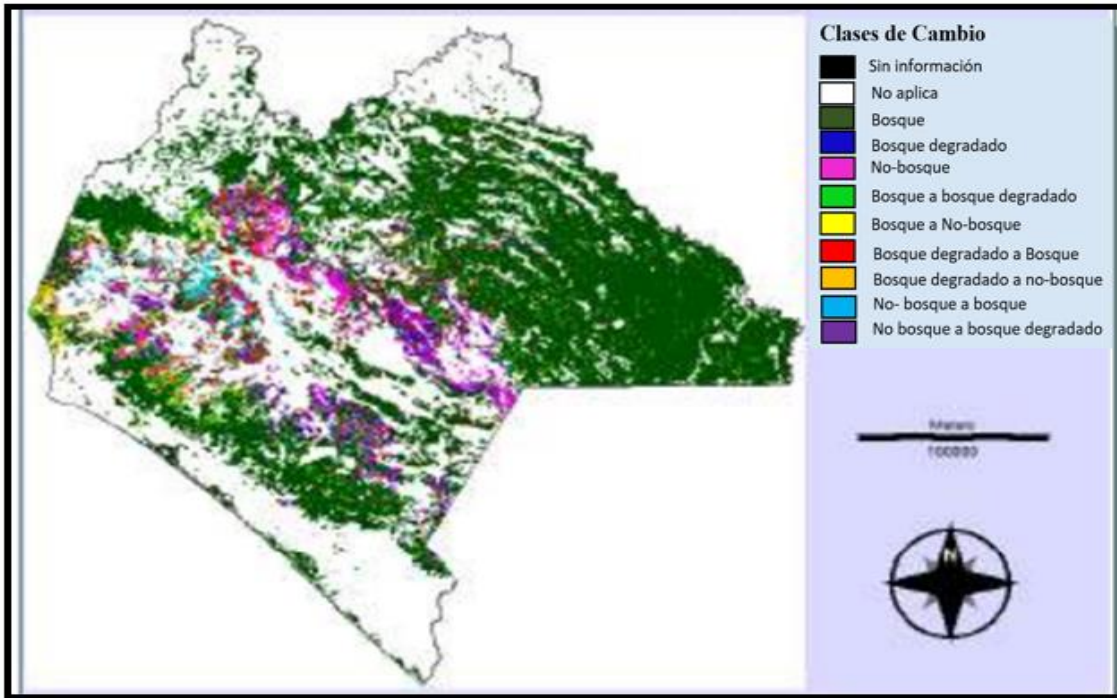


Ilustración 5: Cambio de uso del suelo en Chiapas en el periodo 1990-1995

Fuente: PACCCH, 2011.

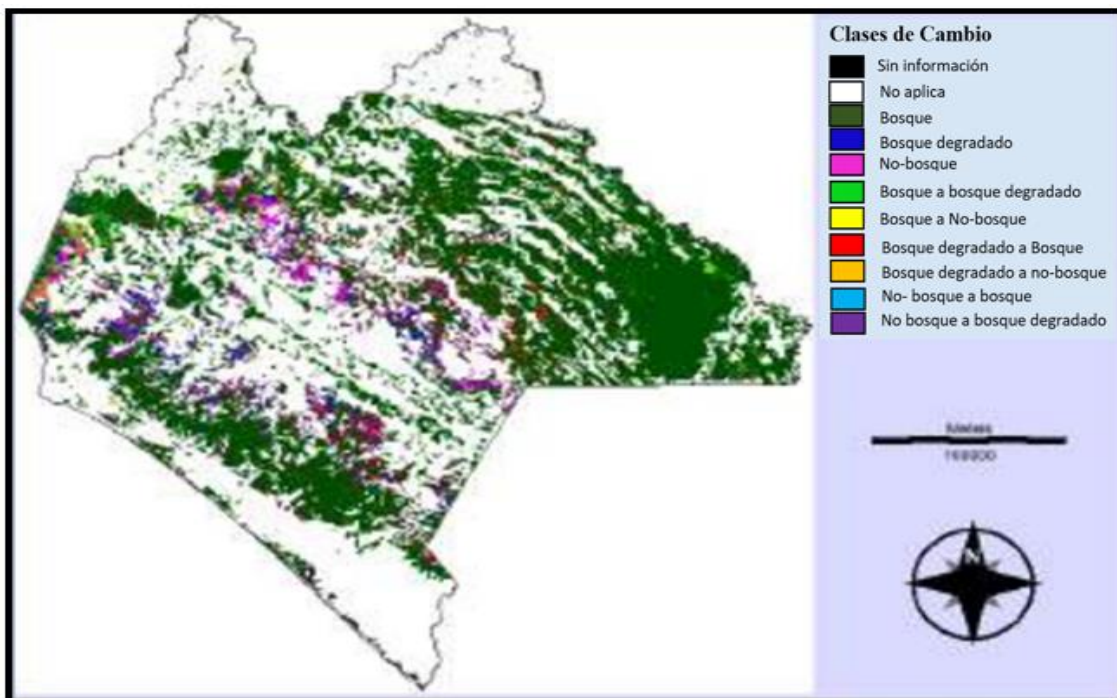


Ilustración 6: Cambio de uso del suelo en Chiapas en el periodo 1995-2000.

Fuente: PACCCH, 2011

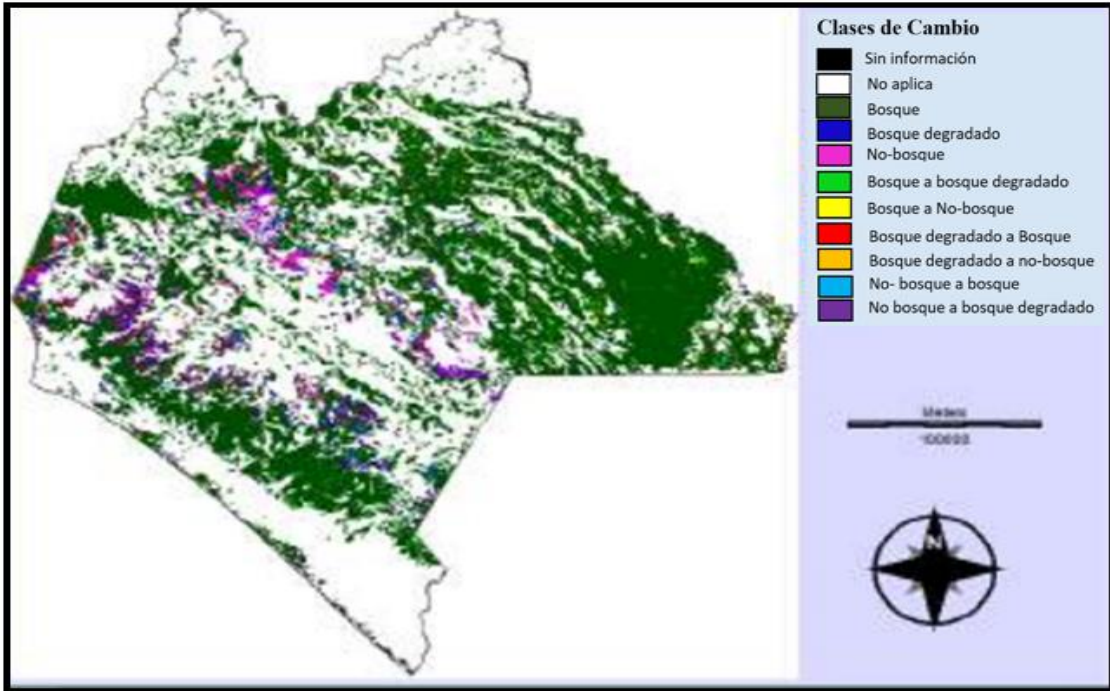


Ilustración 5: Cambio de uso del suelo en Chiapas en el periodo 2000-2005. Fuente: PACCCH, 2011.

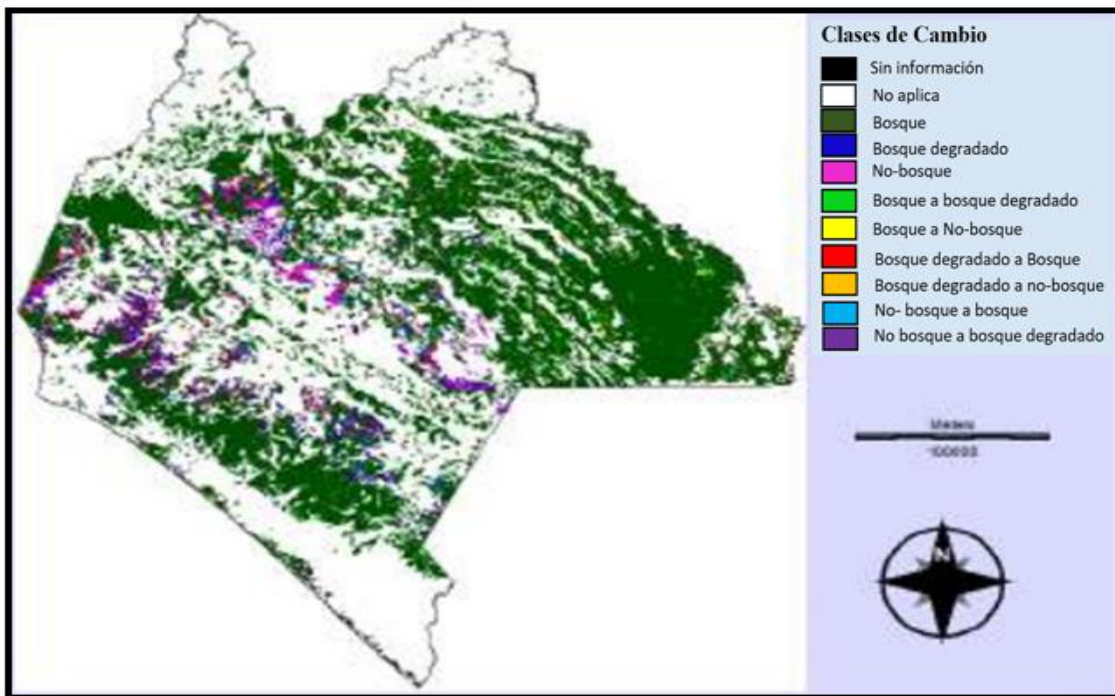


Ilustración 6: Cambio de uso del suelo en Chiapas en el periodo 2007-2009. Fuente: PACCCH, 2011.

De acuerdo a las figuras mencionadas, el PACCCH (2011) realizó una tabla (Tabla 1) donde se muestran las superficies de cambio o no-cambio dentro de cada periodo evaluado. En ellas se analiza que la categoría de bosques degradados aumentaron, al igual que la categoría no bosque a bosque degradado, por otro lado, los bosques a bosques degradados disminuyeron, al igual que los bosques a no bosques.

TABLA 1: Superficie acumulada (ha) de las clases reportadas en los mapas de cambio de uso del suelo, evaluadas para cada periodo de análisis. Fuente: PACCCH, 2011

CATEGORÍA¹	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2007	2007-2009
Sin información	76,573.26	4,001.67	25,696.62	30,153.96	28,909.89
No aplica	11,528674.65	12,095,227.08	12,161,170.53	12,005,552.7	12,005,552.7
Bosque (que se mantiene)	2,931,344.01	2,704,618.71	2,738,860.11	2,953,439.1	2,978,852.76
Bosque degradado (que se mantiene)	150,333.57	140,660.37	155,293.47	158,924.43	182,147.85
Bosque a bosque degradado	208,042.02	180,770.49	117,640.8	111,866.67	150,975.45
Bosque- a no bosque	108,147.78	56,113.83	41,250.15	29,629.26	43,944.3
Bosque degradado a bosque	226,282.77	170,591.13	209,250.27	154,023.57	105,148.62
Bosque degradado a no- bosque	111,887.10	38,239.56	60,138.63	43,618.59	44,652.24
No- bosque a bosque	143,351.64	80,940.78	50,054.67	65,059.74	20,739.96
No bosque a bosque degradado	52,904.97	116,138.88	62,248.77	61,157.4	55,465.11

¹ La clasificación "1-Sin información", se refiere a las clasificaciones "no aplica" y "no bosque" utilizadas en los análisis de deforestación y degradación de este estudio. fuente: PACCCH, 2011.

Otro estudio para el estado de Chiapas fue realizado por Golicher et al. (2008, Como se cita en Covalada, 2014) quienes evaluaron la disminución de la cobertura vegetal mediante el uso de imágenes Landsat para el período 1990-2007. Señalan que durante esos años se perdieron 2,027 km², lo que supone la pérdida del 5.4% de la superficie forestal.

Por otro lado, Covalada et al. (2014) identificaron áreas críticas o hotspots estatales de deforestación, degradación forestal y regeneración para de este modo, diagnosticar los determinantes de dichas dinámicas para poder definir un listado de acciones REDD+ que sirvan como base para el desarrollo de la estrategia REDD+ de Chiapas y contribuyan al proceso de construcción de la Iniciativa de Reducción de Emisiones en las que se observan los principales cambios de uso de suelo y vegetación a partir de información obtenida de las series de Uso de Suelo Vegetación de INEGI en escala 1:50,000 de INEGI (ilustración 9).

Dentro de los resultados obtenidos a partir de la información, indican que los cambios más fuertes por degradación de la cobertura vegetal. se observan en el hotspot Selva que comprende a los municipios de: Chilón, La Libertad, Ocosingo, Palenque, Benemérito de las Américas y Marqués de Comillas con fines de explotación ganadera. El hotspot Altos que comprende a los municipios de Bochil, Chanal, San Lucas, Soyalo y Zinacantan para actividades relacionadas a la agricultura y el hotspot de la Sierra está integrado por los municipios: Ángel Albino Corzo, La Concordia, Frontera Comalapa, Mapastepec, El Porvenir y Siltepec.

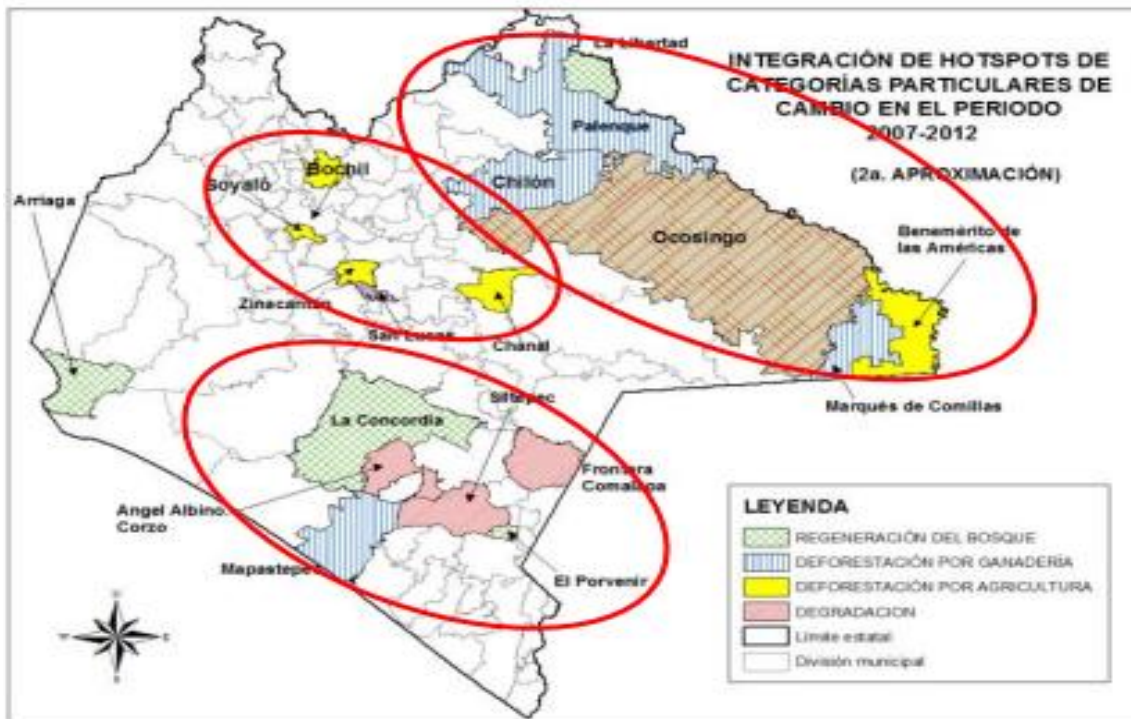


Ilustración 7: Hotspots identificados en Chiapas. Áreas que presentaron los mayores cambios de uso del suelo, durante el periodo 2007-2012.

Fuente: Covalada et al., 2014. **Página:** 21

El Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG) en el año 2018 calculó y presentó las superficies de los principales usos del suelo y sus cambios estadísticos para los municipios de Chiapas. Utilizando fuentes de información como el INEGI que publica la carta de uso del suelo y vegetación, y a partir de las series III y VI de la misma, con años de referencia 2002 y 2014 donde calculó las superficies para realizar las comparaciones estadísticas (CEIEG, 2018). Los resultados obtenidos se resumen en la (ilustración 10), en las que se observa que la agricultura y ganadería han aumentado; a su vez los bosques y selvas (primarios-secundarios), han disminuido.

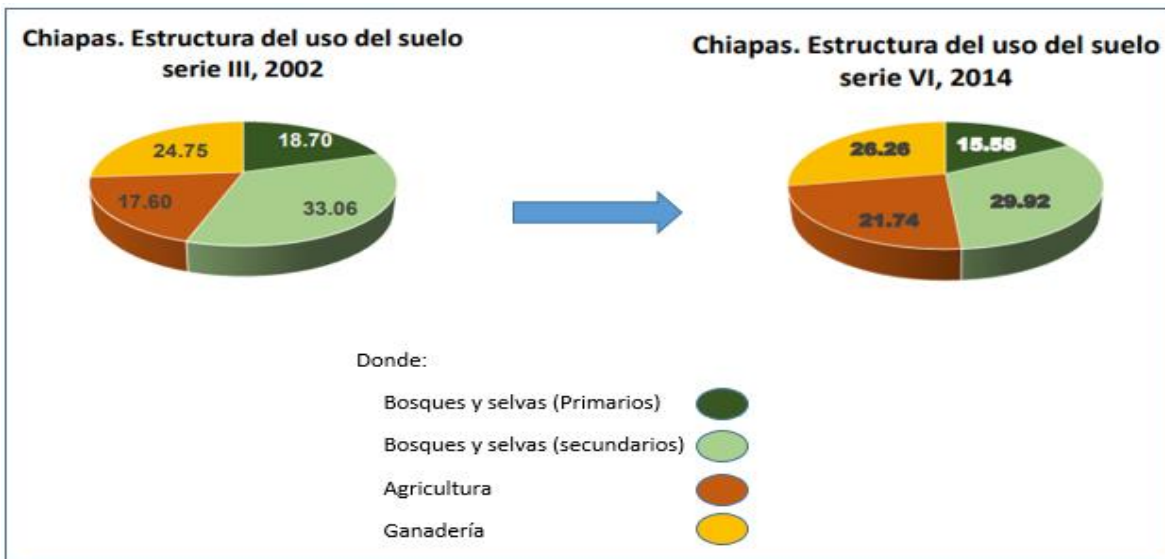


Ilustración 8: Estructura del uso de suelo en Chiapas de acuerdo con las series III (izq.) y VI (der.) de INEGI. Fuente: CEIEG, 2018.

3.3. A Nivel Municipal

A nivel municipal, se toma la información del Plan de Gestión de la Cuenca del río Grande “Lagunas de Montebello” elaborado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA; 2009), el cual contiene un apartado donde se analizaron los cambios de uso de suelo que se experimentan en el municipio de La Trinitaria (CONAGUA; 2009). Para ello, se analizaron tres mapas de vegetación y uso de suelo de la cuenca del río Grande “Lagunas de Montebello”, las cuales corresponden a los años 1975 (ilustración 11), 1993 (ilustración 12) y el año 2000 (ilustración 13). En ellas se puede observar la transformación que ocurrió en esos años. La agricultura de temporal aumentó de gran manera, en el año de 1975 se tenían 28,697.917 ha con ese uso, mientras que para el año 2000, 43,094.18 ha, es decir que en esos 25 años se incrementó en 14,396.263 ha. Por otro lado, en la ilustración 11 se puede observar al bosque mesófilo de montaña en color verde, lo cual está ubicado en la periferia de las “Lagunas de Montebello”, pero para el año 1993 (ilustración 12) se observa que en esa misma región aparecen nuevos usos de suelo, es decir, que el espacio que ocupaba el bosque mesófilo de montaña cambió a vegetación secundaria, matorrales y agricultura de temporal. Por otro lado, con base a las figuras mencionadas anteriormente, se puede observar que los pastizales y

herbazales ocupaban 11,194.29 ha en el año 1975, pero para el año 1993, disminuyó a 7,885.02 ha, sin embargo, para el año 2000, ilustración 13, aumentaron a 8,227.15 hectáreas. Por otro lado, el bosque de coníferas, ocupaba 16,603.767 hectáreas en el año 1975, para el año 1993 disminuyó a 6,687.90 hectáreas, pero por si fuera poco, para el año 2000, disminuyó aún más con 1,634.48 hectáreas.

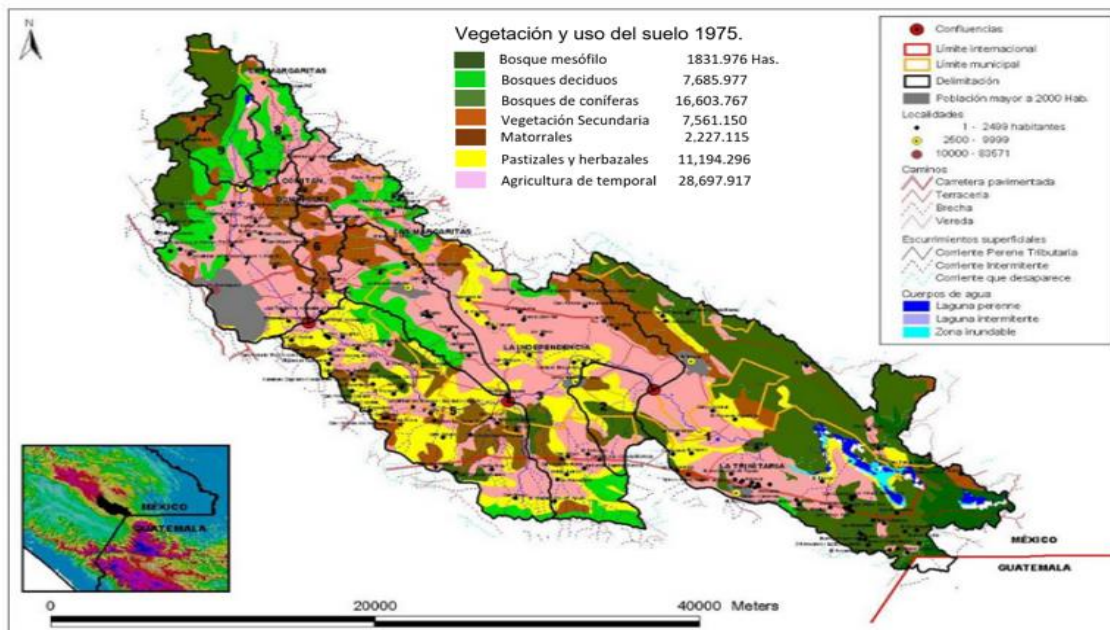


Ilustración 9: Vegetación y usos de suelo 1975 en la cuenca río Grande-Lagunas de Montebello. Fuente: Emmanuel Valencia, LAIGE-ECOSUR, con base en INEGI 2000.

Según SAGARPA – FIRCO (2007 como se cita en CONAGUA, 2009) menciona que los procesos de deforestación que ha vivido el territorio de la cuenca se debe no sólo a la alteración de la vegetación natural originada por el cambio de los usos de suelo para propósitos agropecuarios, sino también por la extracción excesiva de madera para uso industrial, construcción y leña. Los tipos de vegetación que están siendo impactados son: bosque mesófilo de montaña, bosque de coníferas y los bosques deciduos.

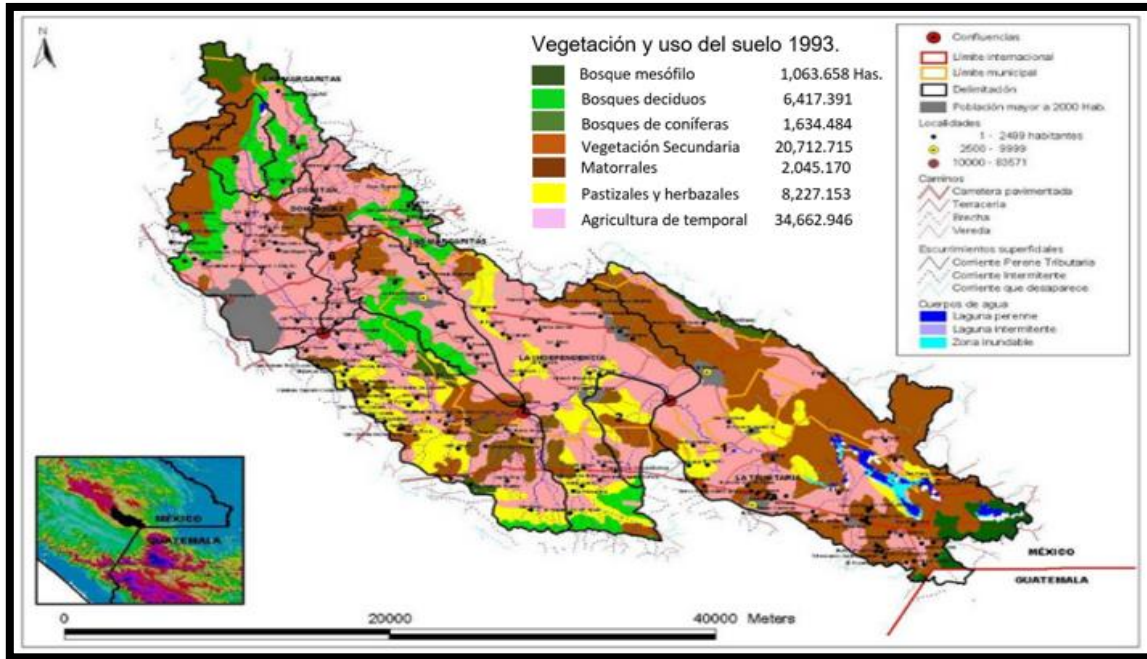


Ilustración 10: Vegetación y usos de suelo 1993 en la cuenca río Grande-Lagunas de Montebello. Fuente: Emmanuel Valencia, LAIGE-ECOSUR, con base en INEGI 2000.

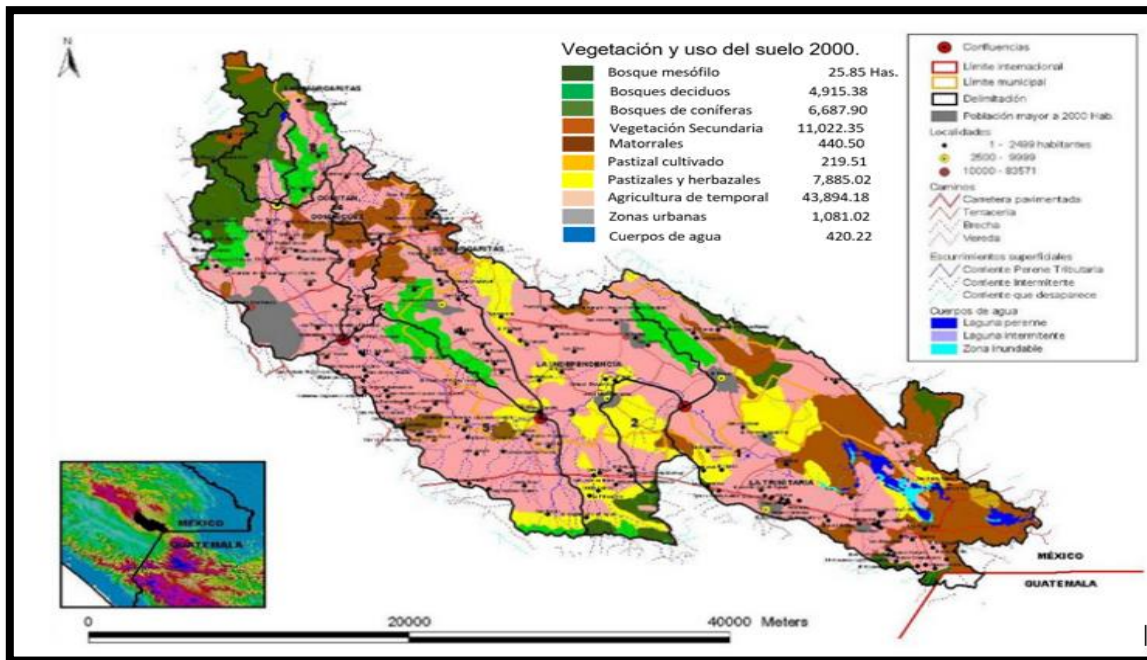


Ilustración 11: Vegetación y usos de suelo 2000 en la cuenca río Grande-Lagunas de Montebello. Fuente: Emmanuel Valencia, LAIGE-ECOSUR, con base en INEGI 2000.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio de uso del suelo se refiere a las modificaciones que tiene el entorno vegetativo a través de diversas actividades antropogénicas, el cual, es uno de los principales problemas socioambientales que aquejan a la humanidad hoy día, ya que estos son una de las principales causas del cambio climático global y se relaciona directamente con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la urbanización, pérdida de biodiversidad, la migración transfronteriza, los refugios ambientales, la calidad del agua, aire y del suelo (López, 2006). En este sentido, el cambio de uso del suelo impacta al medio ambiente y a la sociedad de manera homogénea, siendo una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y sin duda, el medio por el que la sociedad resiente las alteraciones en el entorno (SEMARNAT, 2003). A su vez la vegetación es el componente que indica la salud del paisaje (Priego-Santander, 2003); por tanto, la presente investigación analizará el problema ambiental de manera cualitativa y cuantitativa del municipio La Trinitaria a través de los cambios de uso de suelo.

5. JUSTIFICACIÓN

El propósito de la realización de este trabajo es para analizar la situación del cambio de uso del suelo en el Municipio de la Trinitaria, Chiapas, ya que es un municipio de gran riqueza natural y de mucha importancia a nivel estatal, debido a que ofrece una amplia gama de bienes y servicios a la población chiapaneca, un claro ejemplo es el Parque Nacional Lagos de Montebello (PNLM). Por otro lado, cabe señalar que la gran mayoría de las personas que viven en el municipio desarrollan como medio de vida las actividades primarias como la agricultura y las actividades pecuarias. En ese sentido es necesario conocer la situación del cambio de uso del suelo en el municipio con el fin de analizar si los cambios de uso de suelo obedecen al incremento de la producción agrícola y pecuaria en la región.

Es desalentador conocer que existe poca información para el municipio de La Trinitaria, es por ello que al conocer los factores que ocasionan el cambio de uso del suelo en el municipio y la realización de las actividades primarias, se dará a conocer la información con los campesinos para que hagan conciencia de malas prácticas en el campo, a su vez, también hay que evidenciar ante las autoridades competentes (Presidente municipal o encargados en el área ambiental del ayuntamiento) las problemáticas socioambientales que podrían ocurrir si no se actúa con responsabilidad. México se comprometió en el año 2000, a ejercer los objetivos de desarrollo sostenible, por lo que, al gestionar de manera óptima los cambios de uso del suelo el municipio abonaría al cumplimiento de varios de los objetivos de desarrollo sostenible.

6. OBJETIVO GENERAL

Analizar si los cambios de uso de suelo obedecen al incremento de la producción agrícola y pecuaria en el municipio de la Trinitaria.

6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar un análisis bajo un esquema de investigación cualitativa y cuantitativa a cerca del cambio de uso del suelo en la Trinitaria, Chiapas.

Analizar las series de tiempo de cambio de uso de suelo y vegetación para identificar cuáles han sido los cambios más fuertes en el Municipio.

Analizar la producción agrícola y pecuaria del municipio para identificar el principal producto en la región.

7. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se ubica en la Región Socioeconómica XV meseta comiteca Tojolabal. Limita al norte con La Independencia y Las Margaritas, al este con La República de Guatemala, al sur con Frontera Comalapa y al oeste con Socoltenango, Tzimol y Comitán de Domínguez. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 16°07'04" de latitud norte y 92°03'06" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 1,558 metros sobre el nivel del mar. Con una superficie territorial de 1,602.19 km² ocupa el 2.15% del territorio estatal (Ilustración 14).

7.1. Vegetación.

De acuerdo con la Serie V de uso de Suelo y vegetación del año 2011 (INEGI, 2011), la cobertura vegetal y el aprovechamiento del suelo en el municipio (Ilustración 15) y Tabla 2 se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 2: Porcentajes de uso de suelo y vegetación.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA EN KM ²
Agricultura de riego	8.17%
Agricultura de temporal	30.03%
Bosque de encino	0.65%
Bosque de encino-pino	0.35%
Bosque de encino-pino (secundario)	1.86%
Bosque de encino (secundario)	7.96%
Bosque de pino-encino (secundario)	4.34%
Bosque de pino (secundario)	1.58%
Bosque mesófilo de montaña	1.38%
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	2.2%
No aplica (urbano)	2.04%
Pastizal cultivado	7.4%
Pastizal inducido	9.43%
Selva alta perennifolia	1.34%
Selva alta perennifolia (secundario)	3.33%
Selva baja caducifolia	0.61%
Selva baja caducifolia (secundario)	16.09%
Selva de galería	0.39%
Tular	0.68%
Vegetación de galería	0.07%

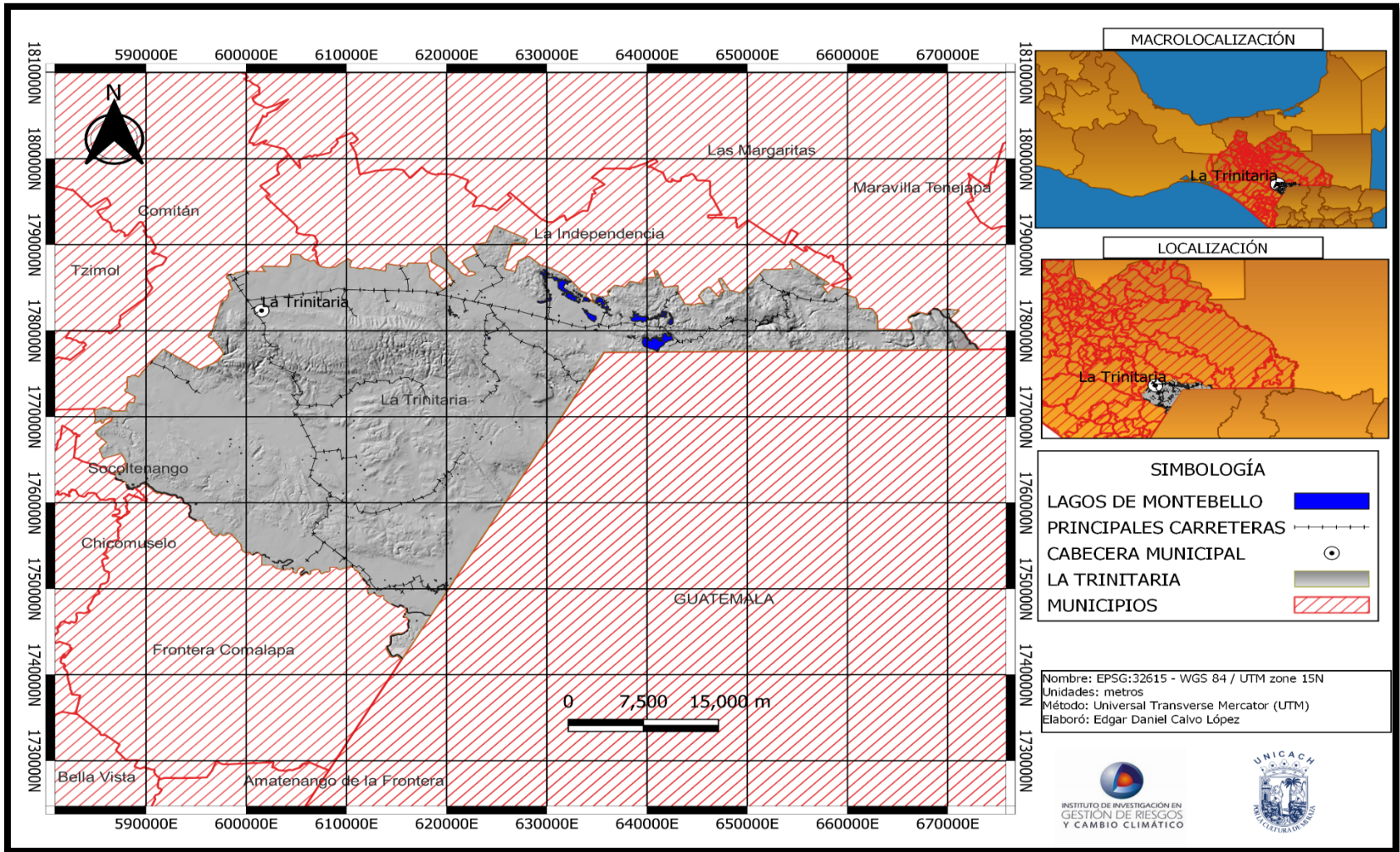


Ilustración 12: Identificación de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

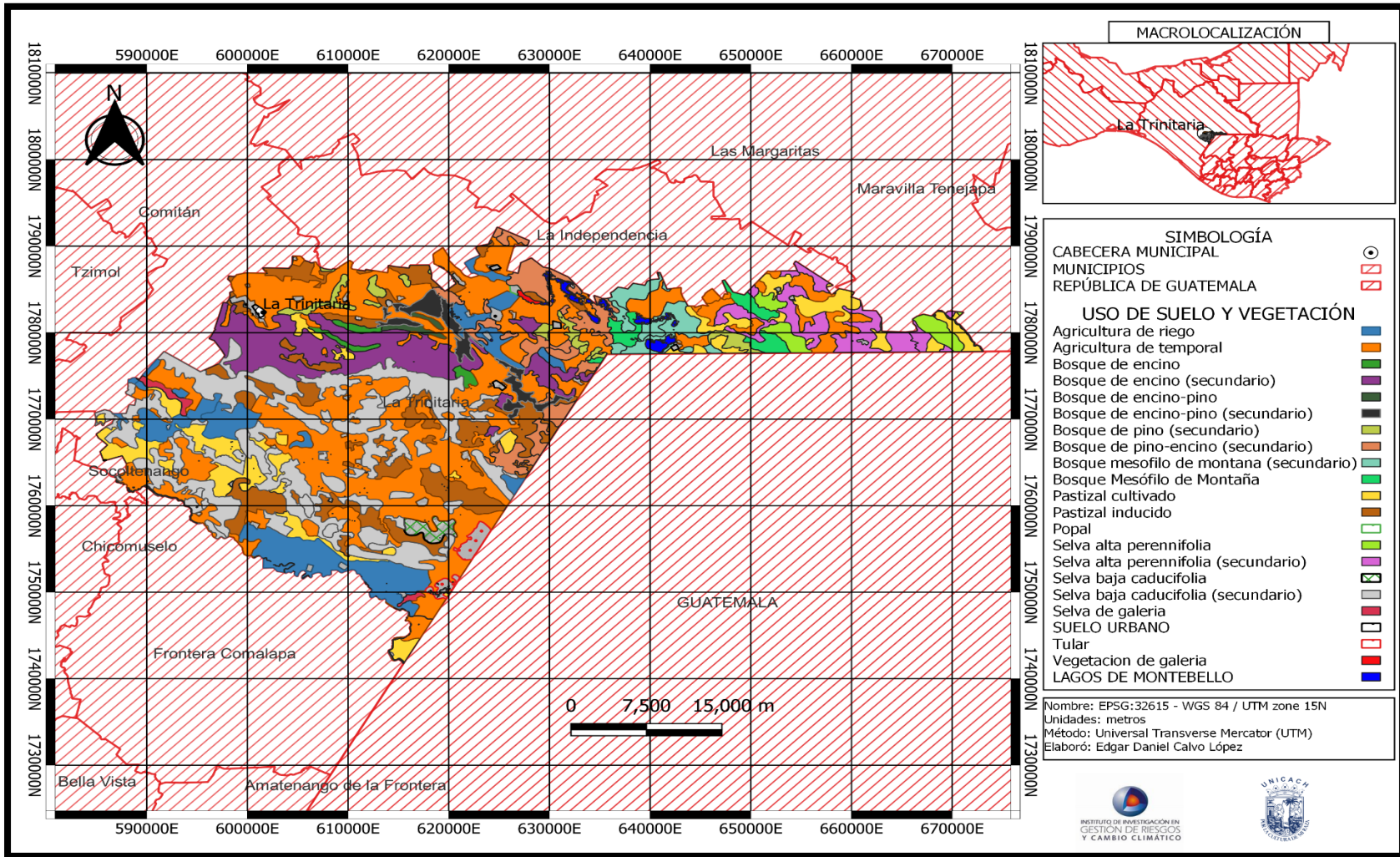


Ilustración 13: Vegetación y uso del suelo en el municipio de La Trinitaria Chiapas en el año 2014. Fuente: elaboración propia, con datos de la serie VI de INEGI.

7.2. Clima.

De acuerdo con CONAGUA (2009), los climas existentes en el municipio son: Cálido subhúmedo con lluvias de verano, menos húmedo (47.36%); Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media (21.9%); Semicálido húmedo con lluvias abundantes de verano (14.14%); Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (13.78%); Cálido húmedo con lluvias abundantes de verano (1.69%); Cálido subhúmedo con lluvias de verano y humedad media (1.09%) (Ilustración 2). En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 12 a 15 °C (11.78%), de 15 a 18 °C (41.09%) y de 18 a 21 °C (47.12%). En tanto que las máximas promedio en este periodo son: de 21 a 24 °C (0.57%), de 24 a 27 °C (38.06%), de 27 a 30 °C (23.26%), de 30 a 33 °C (30.24%) y de 33 a 34.5 °C (7.87%) (Ilustración 16).

7.3. Hidrografía

El municipio se ubica dentro, presa la Angostura, río Selegua y río Aguacatenco que forman parte de la cuenca río Grijalva - Villahermosa, y las subcuencas río Comitán, río Lacantún, río Santo Domingo, forma parte de la cuenca río Lacantún. Las principales corrientes de agua en el municipio son: río San Gregorio, río Selegua, río San Gregorio, río Azul, río Veracruz, arroyo el Sabinal, arroyo Buenavista, río Grande, río San Juan y arroyo el Girasol; y las corrientes intermitentes: arroyo El Jobo, arroyo el Sabinal, arroyo el Monumento, arroyo Monte Rojas, arroyo Santa Elena, arroyo Bebedero Amate, arroyo El Tanteal, arroyo El Tambor y arroyo Jucuhuitz.

Los cuerpos de agua en el municipio son (Ilustración 17): presa Belisario Domínguez (La Angostura), lagos de Colón, lago Las Cartas, laguna Agua Tinta, Laguna Azul, Laguna de Montebello, Laguna Encantada, Laguna Ensueño, laguna La Cañada y Laguna Pojoj (CONAGUA, 2009).

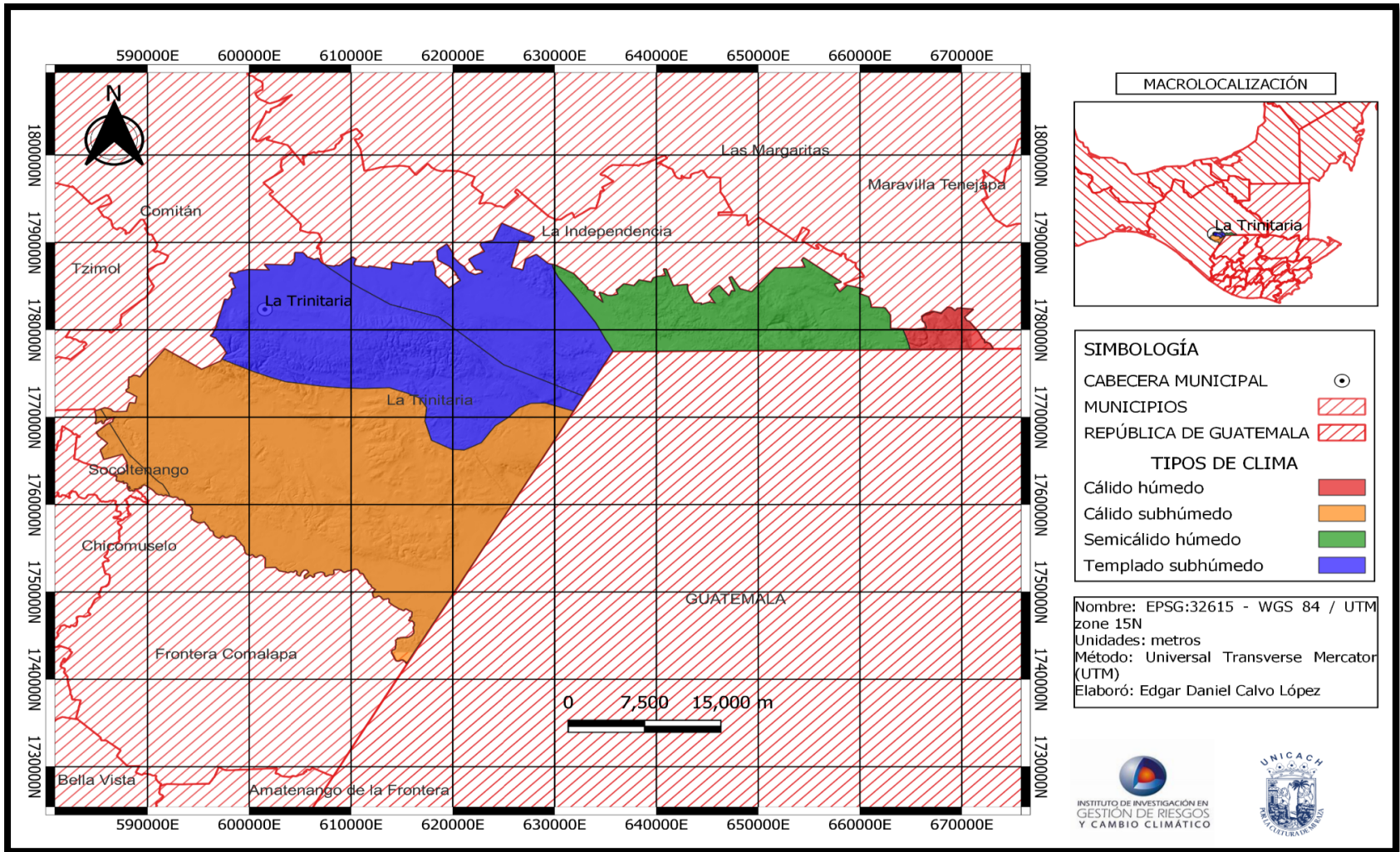


Ilustración 14: Tipos de clima en el municipio de La Trinitaria, Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

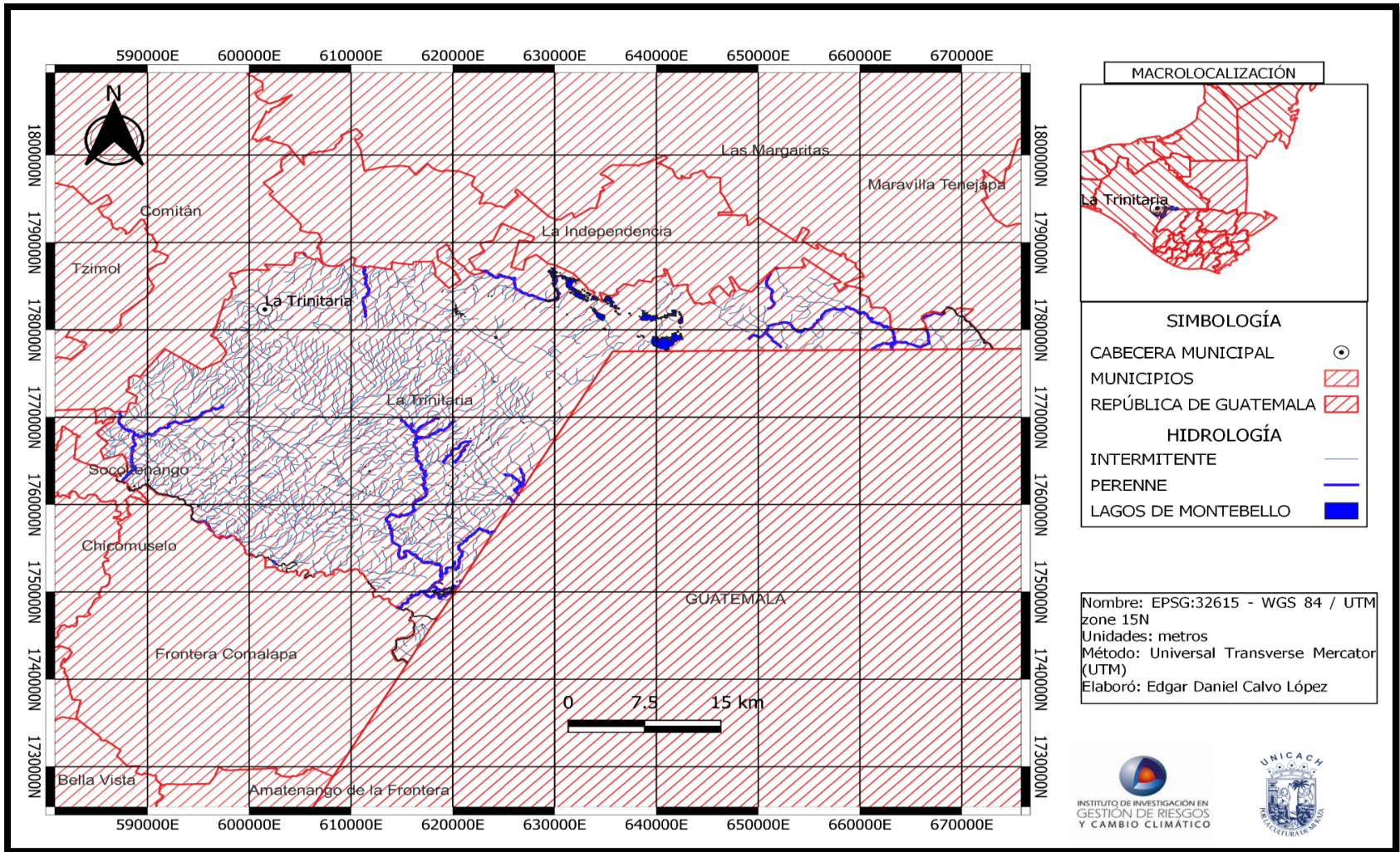


Ilustración 15: Cuerpos de agua en el municipio de La Trinitaria, Chiapas. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

7.4. Geología

De acuerdo con CONAGUA (2009), los tipos de rocas presentes en el municipio se muestran en la tabla 3 e ilustración 18.

Tabla 3: Porcentajes de los tipos de roca en el municipio de La Trinitaria.

TIPO DE ROCA	PORCENTAJE
Caliza	61.15%
Caliza-Lutita	17.1%
Aluvial	13.81%
Limolita-Arenisca	5.56%
Conglomerado	1%
Lutita-Arenisca	0.97%
Residual	0.4%

7.5. Edafología

De acuerdo con CONAGUA (2009), los tipos de suelo que conforman la corteza terrestre en el municipio son los que se muestran en la tabla 4 (Ilustración 19).

Tabla 4: Tipos de suelo del municipio de La Trinitaria.

TIPO DE SUELO	PORCENTAJE
Phaeozem	25.5%
Leptosol	23.02%
Vertisol	19.09%
Luvisol	25.57%
Planosol	2.53%
Cambisol	1.16%
Acrisol	1%
No aplica	0.85%
Fluvisol	0.78%
Regosol	0.46%

7.6. Población.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) la población en el municipio de La Trinitaria era de 72,769 personas en total, sin embargo, para el Censo de Población y Vivienda del año 2020, fue de 83,111 personas. Es decir, la población aumentó cerca del 14% en 10 años.

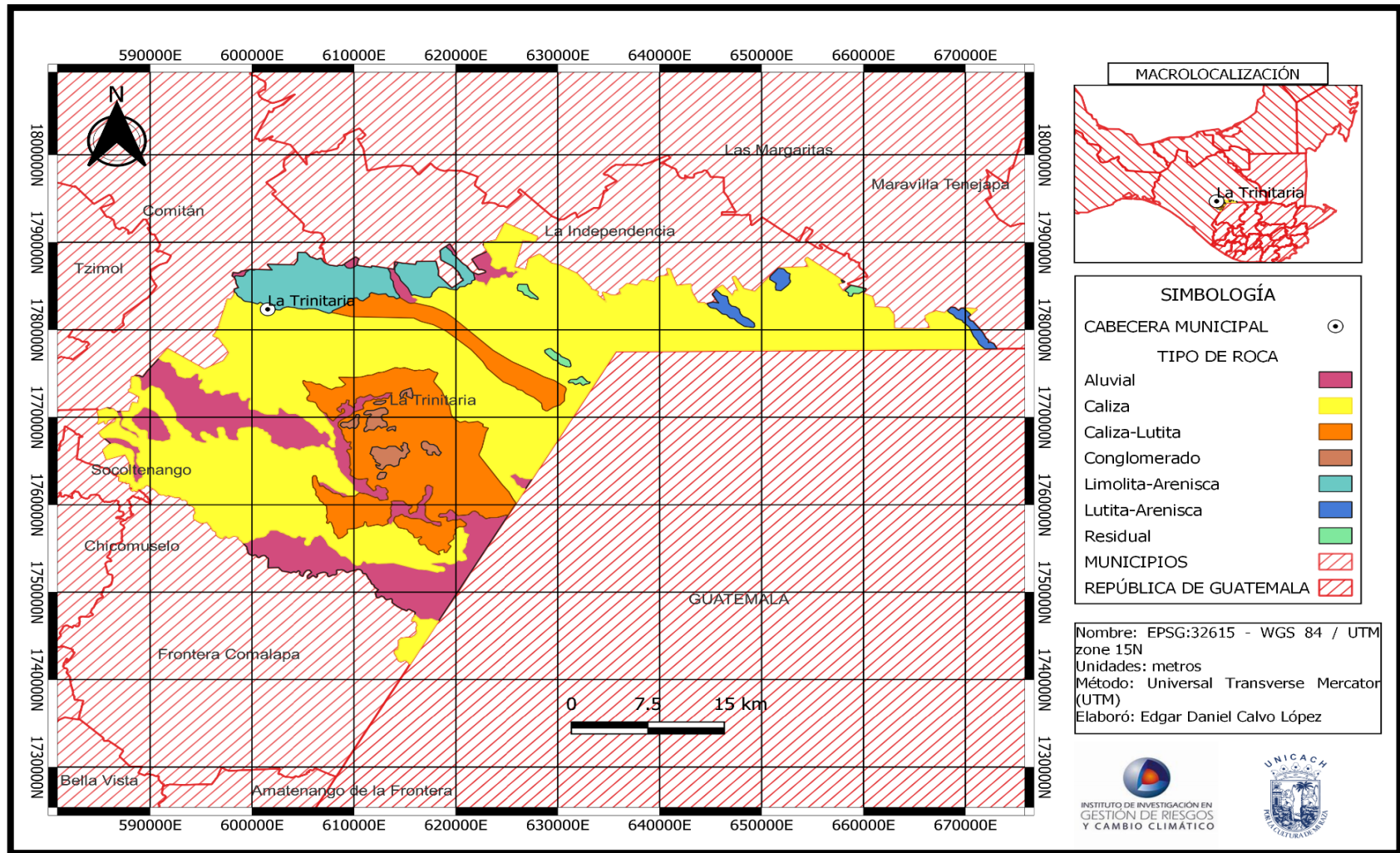


Ilustración 16: Distribución de los tipos de rocas en el municipio de la Trinitaria.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

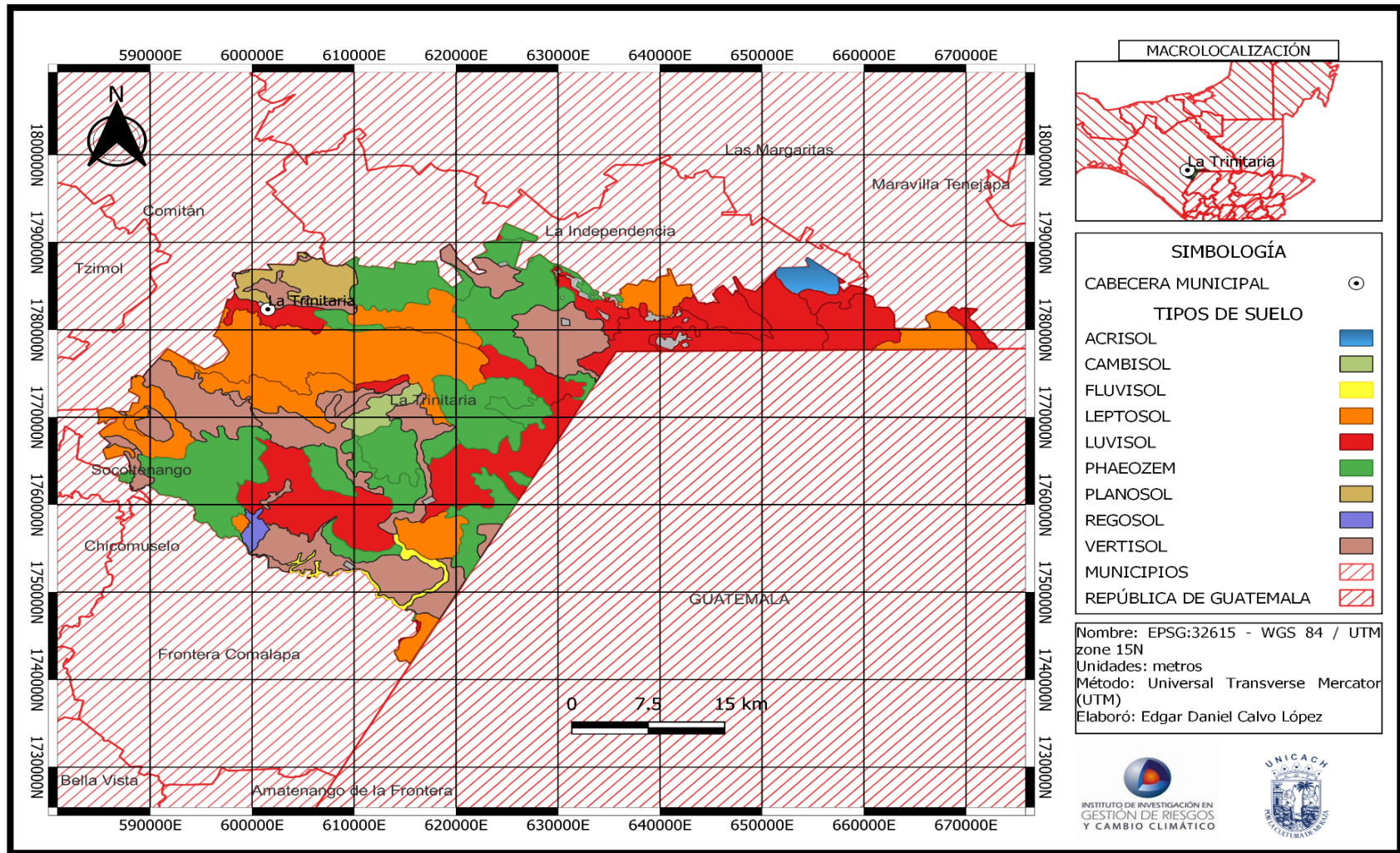


Ilustración 17: Distribución de los tipos de suelo en el municipio de la Trinitaria.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

8. MÉTODOS

8.1. Análisis de uso de suelo y vegetación (Series IV, V Y VI de INEGI).

Se realizó la búsqueda de las series IV, V, y VI de INEGI correspondientes al estado de Chiapas, la información se obtuvo a través del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas (CEIEG; 2021) y el Geoweb Chiapas² (Ilustración 20). Debido a que la información consideraba a todo el estado de Chiapas, se realizó un corte con los que se obtuvieron los datos específicos del municipio de La Trinitaria (Ilustración 21) por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) Qgis, versión 3.16 Hannover. Después se desplegó la información de los usos del suelo y vegetación.

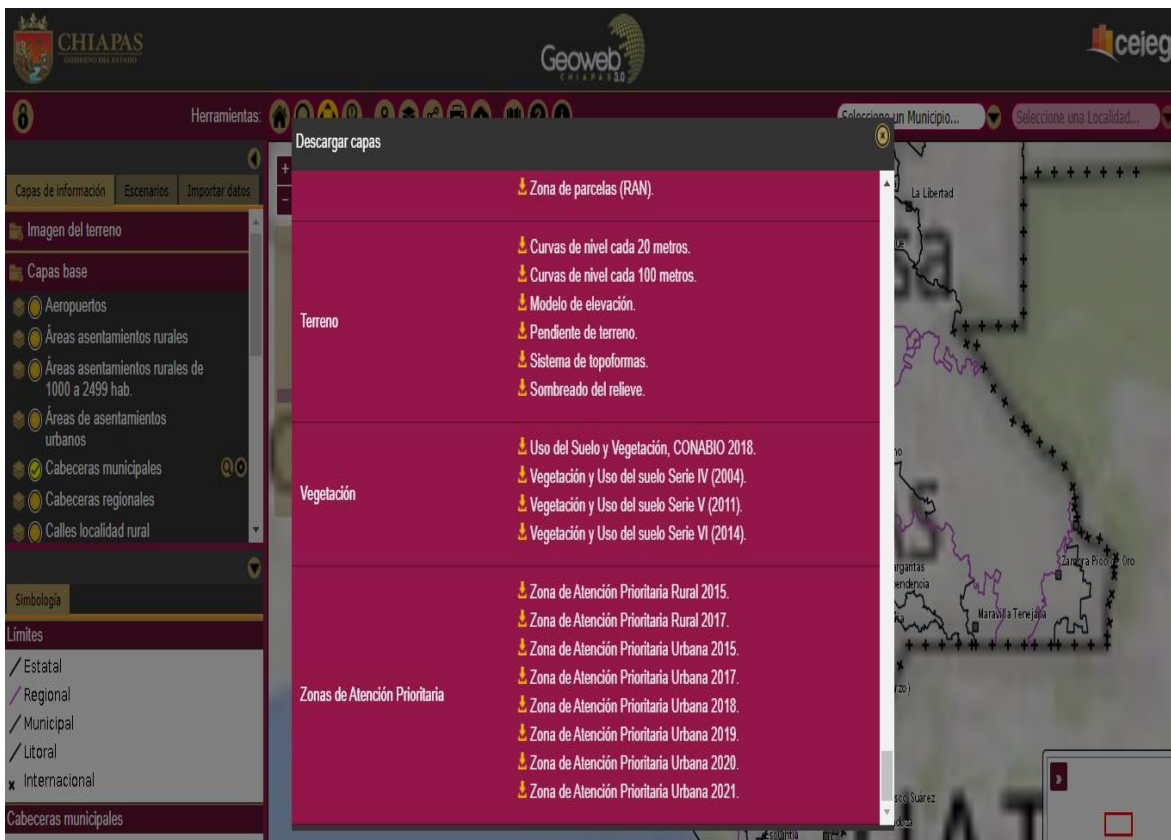


Ilustración 18: Geoweb para la descarga de capas del estado de Chiapas.

² Disponible en: [Geoweb Chiapas](#)

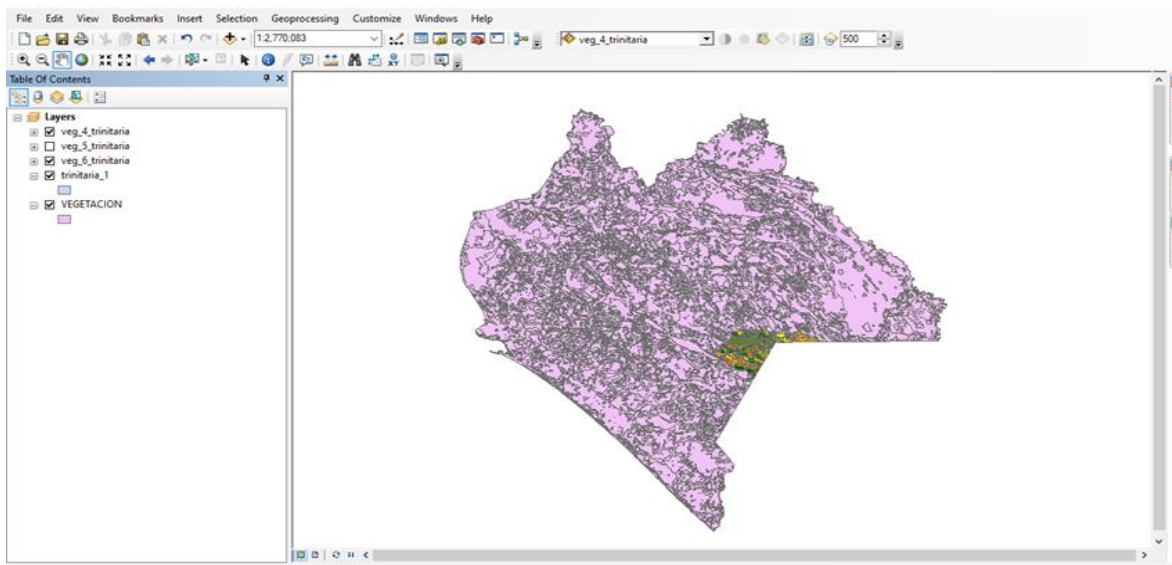


Ilustración 19: Información de uso de suelo y vegetación que contiene información para todo el estado de Chiapas en la ventana principal del programa Qgis

8.2. Obtención de datos de producción agrícola y pecuaria del municipio de La Trinitaria.

La información de la producción agrícola y pecuaria del municipio se obtuvo mediante el uso del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)³ de donde se obtuvieron datos agrícolas (Ilustración 22) y pecuarios (Ilustración 23) del municipio con el fin de identificar la producción en el período del 2003 al 2018, cabe señalar que se manejó la información de dichos años ya que son los datos disponibles en el SIACON. Cabe señalar que, debido a la disponibilidad de información, los datos de la producción de Jitomate fueron tomados de los años 2004 al 2018, mientras que en el caso de la información de la producción pecuaria (Ilustración 23) la información comprende de los años 2006 al 2018. En cuanto al ámbito pecuario, CONAGUA (2009), menciona que dentro de la cuenca del río Grande “Lagunas de

³ Disponible en: SIACON | Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx
(www.gob.mx)

Montebello”, la segunda actividad primaria es la ganadería, en donde destaca la producción de bovinos para leche. Debido a que el municipio de la Trinitaria pertenece a esta cuenca se optó por tomar esa información.



Ilustración 20: Ventana principal de SIACON en el módulo agrícola municipal



Ilustración 21: Ventana principal de SIACON en el módulo pecuario municipal.

8.3. Análisis de la relación entre la producción agrícola y el cambio de uso del suelo en el Municipio.

El análisis de cambio de uso del suelo y su relación con la producción agrícola se realizó bajo un esquema cualitativo mediante el empleo de tablas, gráficas y figuras y también bajo un esquema cuantitativo mediante el coeficiente de correlación de Pearson en su función de Excel.

El coeficiente de correlación fue calculado con la finalidad de identificar la relación existente entre la producción agrícola (por producto) y el cambio de uso del suelo observado en el municipio a través de las series IV, V y VI de INEGI.

Según Hernández et al., (2018), el coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de relación o asociación existente generalmente entre dos variables aleatorias. Es posible que haya una alta correlación entre dos acontecimientos y que, sin embargo, no exista entre ellos relación de causa efecto; por ejemplo, cuando dos acontecimientos tienen alguna causa común, pueden resultar altamente asociados y no son el uno del otro. Es decir, tiene como objetivo medir la fuerza o grado de asociación entre dos variables aleatorias cuantitativas. El coeficiente se evalúa con valores de -1 a 1, si son negativos quiere decir que la correlación es inversa y las correlaciones son bajas cuando están cercanas a 0 (Gráfica 1).

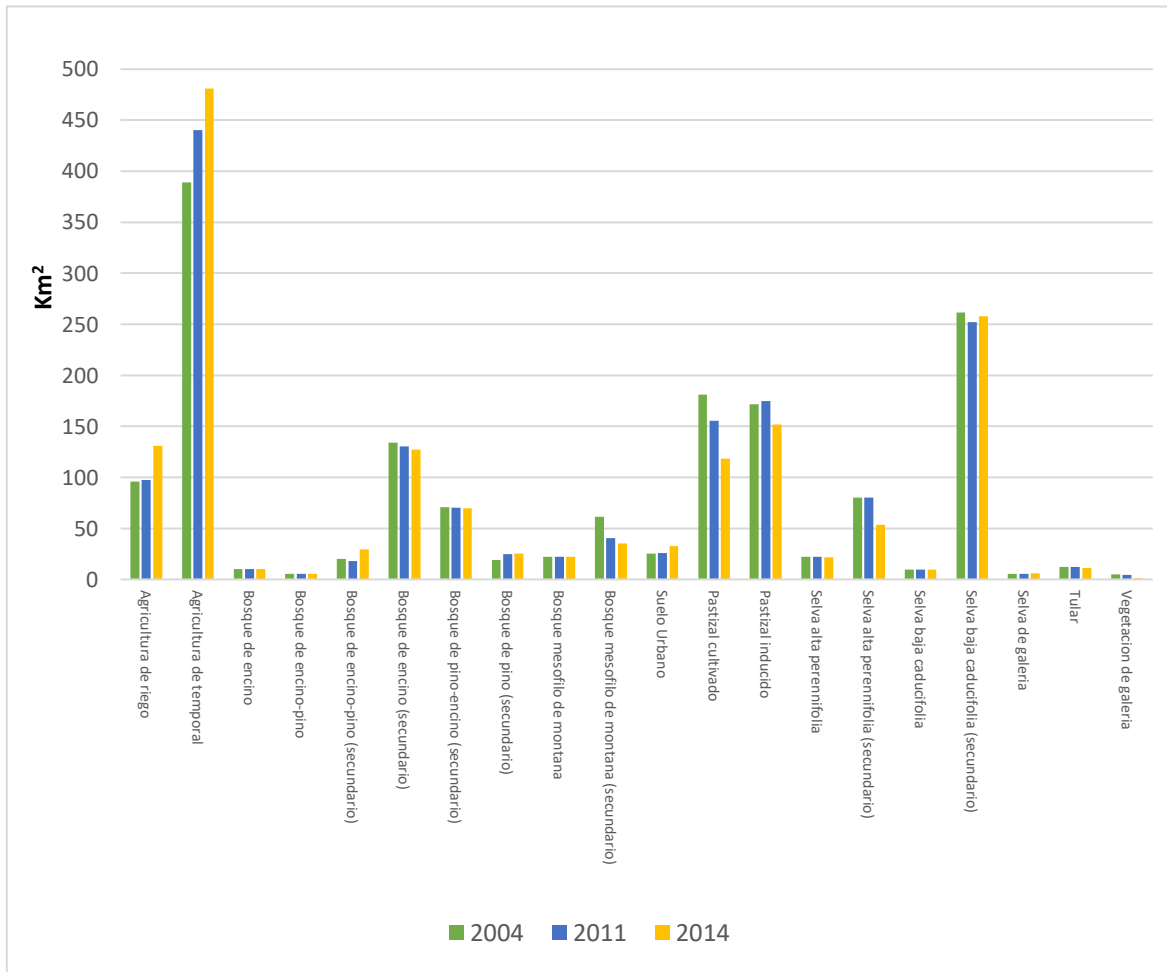


Gráfica 1: Intervalos de correlación. Fuente: Vila et al., 2016.

9. RESULTADOS

9.1. Resultados de las series de INEGI

En la gráfica 2 se puede visualizar la dinámica del cambio de uso de suelo en el municipio de La Trinitaria, en ella se resumen los datos de las ilustraciones 24, 25 y 26. Se puede observar que la agricultura de temporal fue aumentando en el período del 2004 al 2014, por el contrario, se presenta una disminución de la vegetación para el caso de la selva alta perennifolia (secundaria), bosque mesófilo de montaña (secundario), los pastizales cultivados e inducidos, bosques de encino (secundario) y bosque de pino-encino (secundario). Para analizar de mejor manera la dinámica de las áreas de vegetación y uso de suelo del municipio se realizó la tabla 5.



Gráfica 2. Cambio de Uso de Suelo y vegetación en el municipio de La Trinitaria, Chiapas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Serie IV, V y VI de INEGI

Los datos de la tabla 5 muestran información del total de áreas de los diferentes tipos de suelo y vegetación la cual fue recabada en las series de INEGI (IV, V Y VI). Se observan diferentes cambios como resultado de la dinámica de cambio de uso de suelo.

Tabla 5: Principales cambios de usos de suelo en la Trinitaria Chiapas en los años 2004, 2011 y 2014 (superficie km²). Fuente: Elaboración propia con datos de la Serie IV, V y VI de INEGI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	2004	2011	2014
Agricultura de riego	95.97	97.22	130.82
Agricultura de temporal	388.83	440.24	481.21
Bosque de encino	10.39	10.39	10.39
Bosque de encino-pino	5.57	5.57	5.57
Bosque de encino-pino (secundario)	20.10	17.84	29.75
Bosque de encino (secundario)	133.95	130.58	127.48
Bosque de pino-encino (secundario)	70.80	70.37	69.56
Bosque de pino (secundario)	18.87	24.59	25.34
Bosque mesófilo de montaña	22.15	22.15	22.15
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	61.12	40.36	35.25
No aplica (áreas urbanas)	25.57	25.88	32.67
Pastizal cultivado	181.16	155.56	118.60
Pastizal inducido	171.86	174.83	151.95
Selva alta perennifolia	22.25	22.25	21.44
Selva alta perennifolia (secundario)	80.16	80.16	53.28
Selva baja caducifolia	9.73	9.73	9.73
Selva baja caducifolia (secundario)	261.67	252.1	257.75
Selva de galería	5.33	5.33	6.22
Tular	12.23	12.51	10.94
Vegetación de galería	5.19	4.52	1.16

De igual manera, en la gráfica 2 y tabla 5 se observa que los bosques de pino (secundario) también aumentaron su extensión, ya que del año 2004 al 2011 pasaron de 18.87km² a 24.59 km², lo que representa un incremento del 30.32%; mientras que para el año 2014 aumentó a 25.34 km², es decir que en esos últimos años su extensión aumentó en 6.47 km² por tanto, el incremento fue de 3.05%. El suelo urbano también aumentó, sin embargo, para el período 2004-2011 su extensión pasó de 25.57km² a 25.88km², tan solo un crecimiento de 0.61 km² en esos 7 años es decir, un incremento de 1.21%. Para el año 2014 se tenía una extensión de 32.67 km², es decir, hubo un incremento de 7.1 km² en 10 años por tanto su incremento fue de 27.77%. La vegetación de selva de galería también presentó un incremento en su extensión territorial.

También se registraron tipos de vegetación que no aumentaron ni disminuyeron su extensión territorial en el lapso de 10 años, tales como los bosques de encino- pino, bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia. A su vez, hubo vegetaciones que disminuyeron su extensión territorial, tal es el caso de los pastizales cultivados, los cuales presentaban una extensión de 181.16 km² en el año 2004 y en el año 2011 disminuyó a 155.56 km² lo que equivale al 14.13%, para el año 2014 disminuyó aún más a 118.60 km² lo que corresponde al 34.53% del año 2004 al 2014. Por otro lado, el pastizal inducido aumentó de 171.86 km² en el año 2004 a 174.83 km² al 2011 o sea 1.72%, pero para el año 2014 disminuyó a 151.95 km² lo que corresponde al 13.09%. El bosque de encino (secundario), bosque de pino-encino (secundario), bosque mesófilo de montaña (secundario), selva alta perennifolia (secundario), selva alta perennifolia (secundario), selva baja caducifolia (secundario), tular y vegetación de galería, también disminuyeron su extensión territorial.

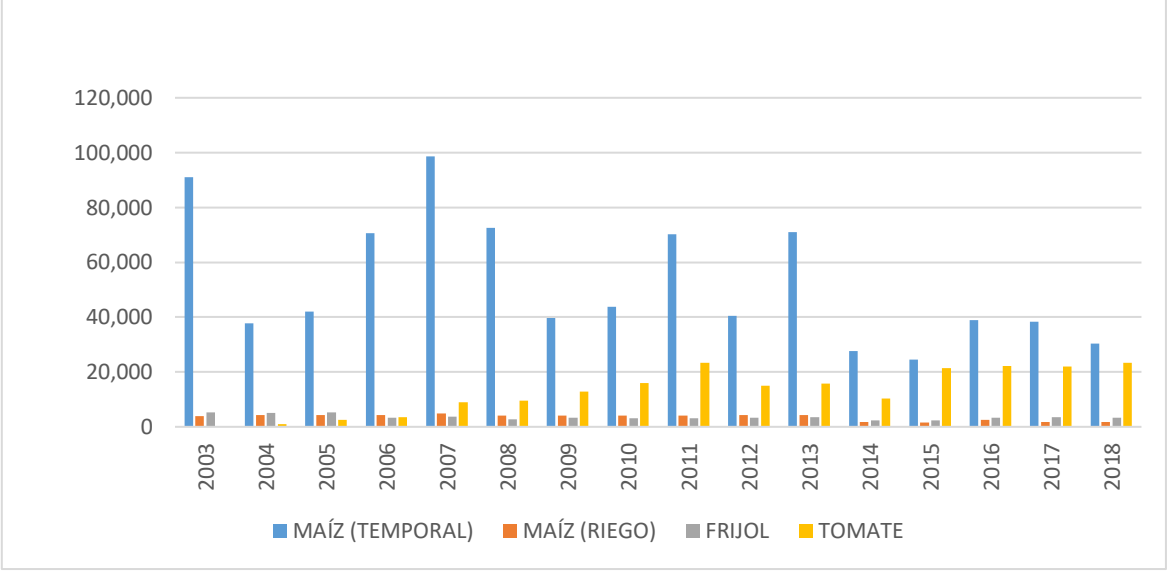
9.2. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Los principales cultivos del municipio de La Trinitaria son: Maíz (temporal y riego), frijol y jitomate. En la Tabla 6 se observa que la producción de maíz y frijol disminuyó considerablemente en el período del 2003 al 2018. Es de observarse que se produjeron más de 90 mil toneladas de maíz en el año 2003, lo cual tuvo una reducción de poco más de 60 mil toneladas para el año 2018, lo que equivale a una disminución 66.6%. Por otro lado, la producción del jitomate, ha aumentado de gran manera, ya que en el año 2004 solamente se produjeron 1050 toneladas de jitomate mientras que para el 2018 se cosecharon más de 23 mil toneladas.

TABLA 6: Producción en toneladas de los cultivos más importantes en los años 2003 al 2018 en el municipio de la Trinitaria. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

AÑO	MAÍZ (TEMPORAL)	MAÍZ (RIEGO)	FRIJOL	JITOMATE
2003	90,979.50	3,990.00	5,182.30	
2004	37,697.72	4,332.00	5,045.60	1,050.00
2005	42,041.65	4,389.00	5,182.10	2,450.00
2006	70,714.50	4,200.00	3,392.60	3,500.00
2007	98,717.50	4,917.50	3,723.50	9,000.00
2008	72,582.19	4,050.00	2,812.50	9,540.00
2009	39,722.90	4,050.00	3,261.25	12,825.00
2010	43,694.45	4,082.00	3,071.50	15,940.00
2011	70,161.00	4,080.00	3,203.50	23,440.00
2012	40,543.20	4,196.55	3,232.50	14,961.75
2013	70,923.00	4,200.00	3,603.00	15,711.50
2014	27,672.00	1,705.00	2,262.00	10,320.00
2015	24,465.00	1,661.70	2,423.53	21,338.00
2016	38,871.00	2,550.00	3,226.31	22,235.00
2017	38,250.00	1,712.00	3,460.00	22,039.99
2018	30,349.60	1,770.00	3,412.98	23,339.91

En la Gráfica 3 se expone la producción agrícola de los cultivos más importantes en el municipio de la Trinitaria. Puede observarse, que la producción de maíz ha disminuido en gran proporción; por otro lado, la producción de frijol se ha mantenido similar al pasar de los años, mientras que la producción de tomate ha aumentado considerablemente.



Gráfica 3: Producción agrícola del municipio de la Trinitaria de los años 2003 al 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

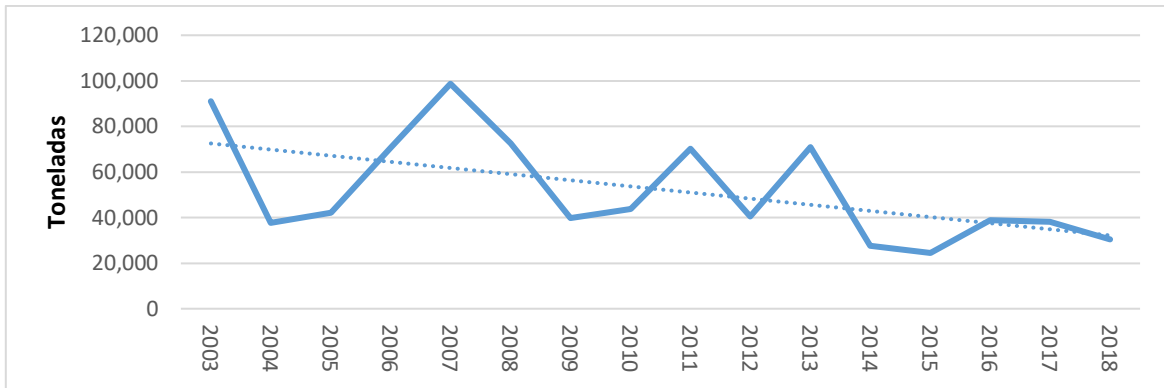
Por otro lado, según los datos obtenidos del SIACON, en la Tabla 7 se muestra la producción de ganado bovino, porcino y ovino del municipio de la Trinitaria en los años del 2003 al 2018. Se hizo énfasis en la producción de bovinos para leche, se puede observar que la producción en unidad de cabezas de ganado bovino disminuyó considerablemente al pasar de 12,569 cabezas de ganado en el año 2006 a 2,872 cabezas en el año 2018. Por su parte la producción de ganado Porcino, ha presentado una disminución no tan marcada como en el caso de los bovinos, ya que en el 2006 se registraron 15,912 cabezas mientras que, en el año 2018 fueron registrados 14,633. Por último, el ganado ovino ha presentado un aumento, pues en el año 2006 se registraron, 314 cabezas y en el año 2018 se dio registro a 466 cabezas.

TABLA 7: Producción pecuaria del Municipio de la Trinitaria Chiapas, en los años 2006 al 2018, en número de cabezas.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

AÑOS	BOVINO	PORCINO	OVINO
2006	12,569	15,912	314
2007	13,326	15,762	354
2008	14,351	16,719	351
2009	14,516	15,903	319
2010	13,879	15,498	341
2011	14,243	15,741	347
2012	13,856	15,947	369
2013	13,762	14,013	349
2014	12,083	14,619	284
2015	11,655	13,869	229
2016	11,666	13,960	245
2017	2,987	14,620	389
2018	2,872	14,633	466

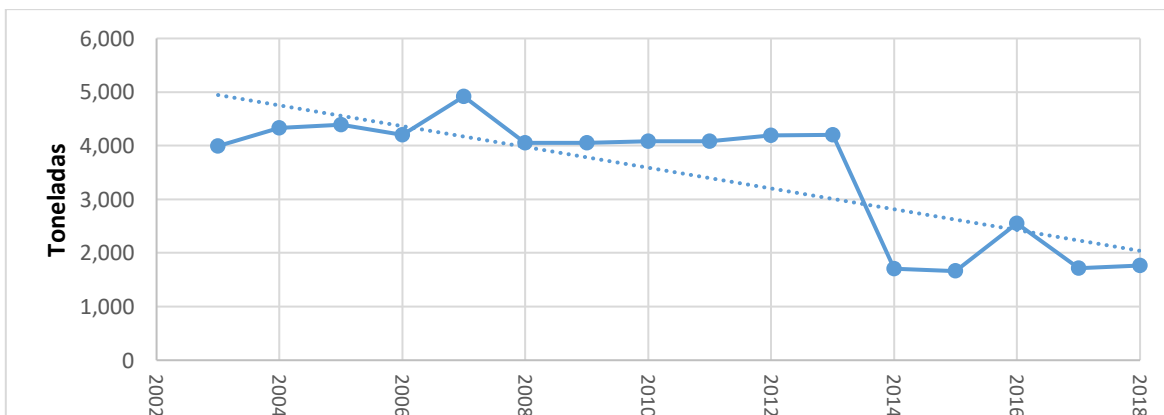
En las siguientes gráficas se plasman los datos de las tablas 6 y 7 las cuales muestran la producción de maíz temporal (Gráfica 4), la producción de maíz de riego (Gráfica 5), producción de jitomate rojo (Gráfica 6) y la producción pecuaria (Gráfica 7). En la Gráfica 4 se puede observar que del año 2003 al 2018 la producción del maíz del municipio presenta una tendencia a la baja. La máxima producción se observa en el año 2007, por otro lado, la producción más baja se observa durante el período del 2014 al 2018.



Gráfica 4: Producción de maíz (temporal) para los años del 2003 al 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

A su vez, se observa que hubo un decremento del año 2014 hasta el 2018 en la producción de maíz de riego (gráfica 5), en este caso se observa que en el año 2003 la producción fue de 4,000 toneladas y para el año 2018 fue de aproximadamente 1,800 toneladas. La producción máxima se observa en el año 2007, mientras que del 2014 al 2018, se presentó una disminución en la producción.

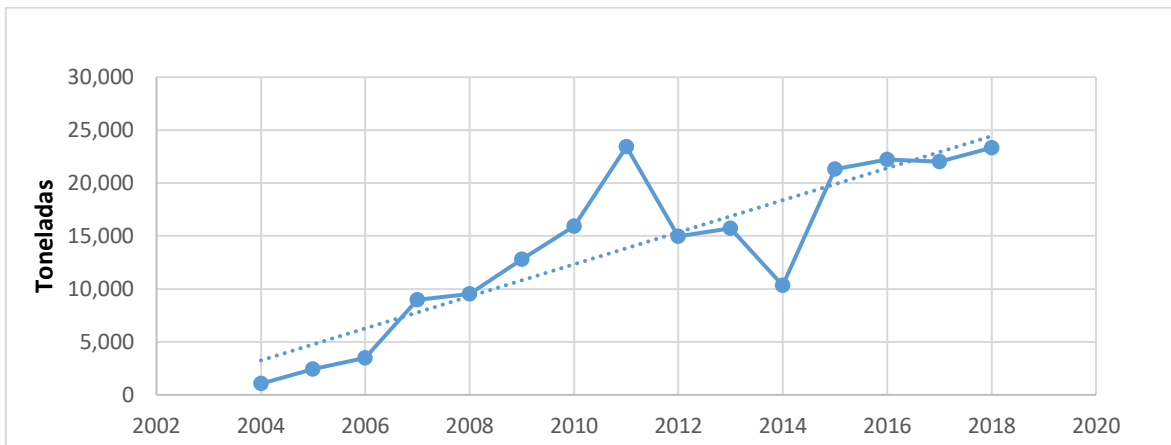


Gráfica 5: Producción de maíz (riego) para los años del 2003 al 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

El caso de la producción de jitomate rojo (Gráfica 6), es un tema más actual, pues en el municipio cada vez aumenta la población de agricultores que se dedican a la producción de este producto, lo cual se debe a su rentabilidad debido a que el agricultor vende a un precio considerable y sobre todo, ahorra tiempo y dinero al no trasladar su cosecha a los mercados de otros municipios. En este sentido, la

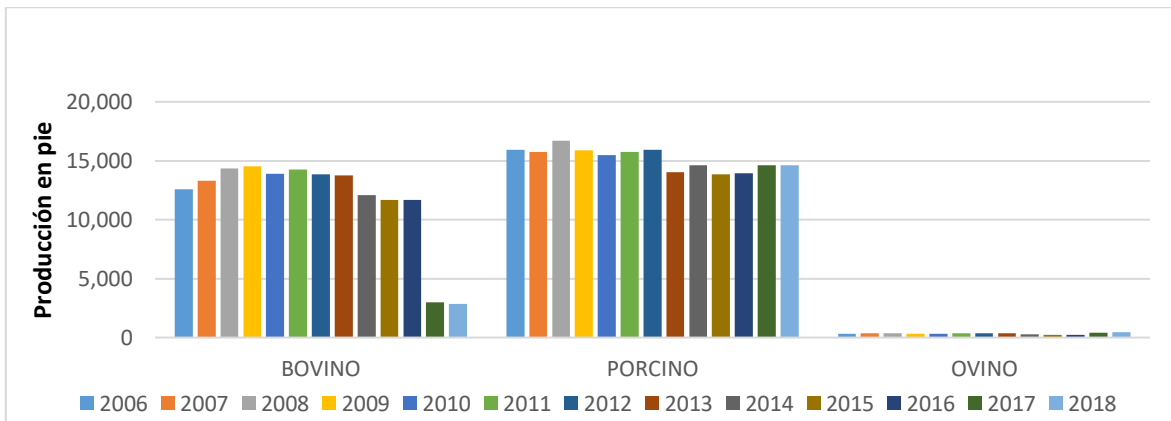
mercancía se vende en el mismo lugar donde fue cosechado. En la gráfica 6 se observa que del año 2004 al 2018 aumentó de manera considerable la producción.



Gráfica 6: Producción de Jitomate en la Trinitaria para los años del 2004 al 2018.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Para la producción pecuaria del municipio, se tomó en cuenta al ganado bovino, porcino y ovino (Gráfica 7), que son los tipos de ganadería predominante en el municipio. Se puede observar que el ganado bovino fue aumentando del año 2006 al 2011, pero después la producción disminuyó considerablemente hacia el año 2018. Cabe señalar que los datos iniciales de la producción agrícola corresponden al año 2006, pues ese es el primer registro pecuario que se tiene en el municipio, esto con base en los datos obtenidos de SIAP.



Gráfica 7: Producción de ganado bovino, porcino y ovino para los años 2006 al 2018 en el municipio de La Trinitaria. Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

9.3. Análisis de la relación entre la producción agrícola y el cambio de uso del suelo en el Municipio.

En la Ilustración 24 y la Tabla 5 se observan los usos de suelo y vegetación predominantes en el municipio en el año 2004. Se presentan los suelos destinados a la agricultura de temporal principalmente (388.83 km²), pastizal cultivado (181.16km²) e inducido (171.87 km²), mientras que en el caso de la vegetación sobresalen las áreas ocupadas por el bosque de encino (secundario; 133.95 km²) y selva baja caducifolia (secundaria; 261.67 km²).

En el año 2011, en la tabla 5 y la Ilustración 25 se puede apreciar que la agricultura de riego y temporal aumentan su predominio mientras que los demás tipos de vegetación disminuyen su expansión como, por ejemplo: bosques y selvas primarias. Eso se debe principalmente a que la población aumentó un 14% del año 2010 al 2020, entonces, la demanda de más productos que se obtienen en el campo se incrementó; por lo tanto, el uso del suelo ya es distinto a comparación al 2004.

Para el año 2014, en la tabla 5 y la Ilustración 26, se puede observar que en el municipio se han incrementado fuertemente los usos de suelo como la agricultura (temporal y riego) y suelos urbanos. A groso modo se puede indagar que el uso del suelo predominante es la actividad primaria. En las Ilustraciones 24 y 25 se puede observar que la vegetación está disminuyendo, a lo largo de los años se observa que las principales afectaciones se están dando en las áreas de selvas alta y baja perennifolia (secundaria) para convertirlas en pastizales o zonas de cultivo.

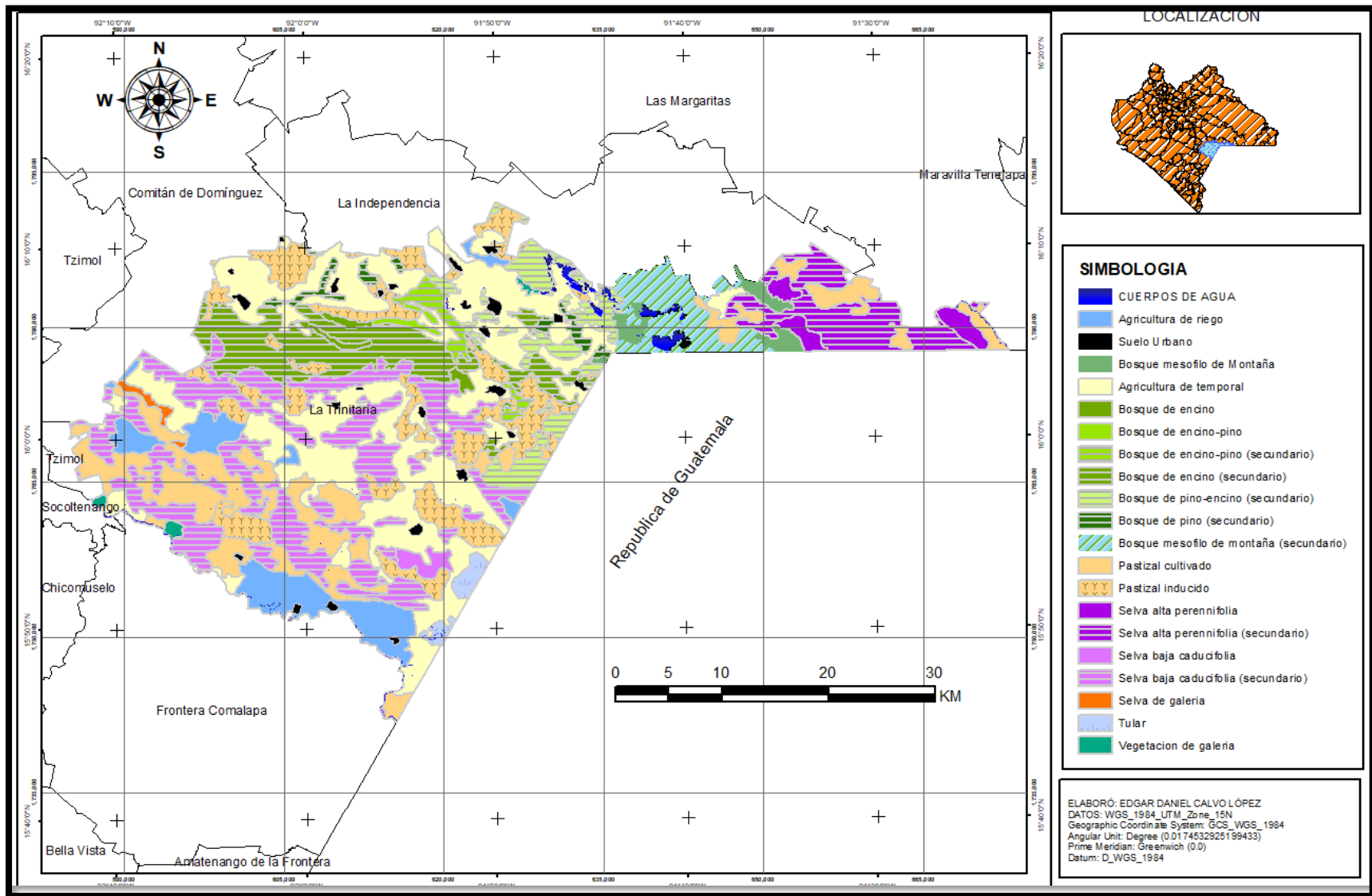


Ilustración 22: Vegetación y uso del suelo en el Municipio de La Trinitaria, serie IV. Año 2004. Fuente: Elaboración propia con datos de la serie IV de INEGI. 2004.

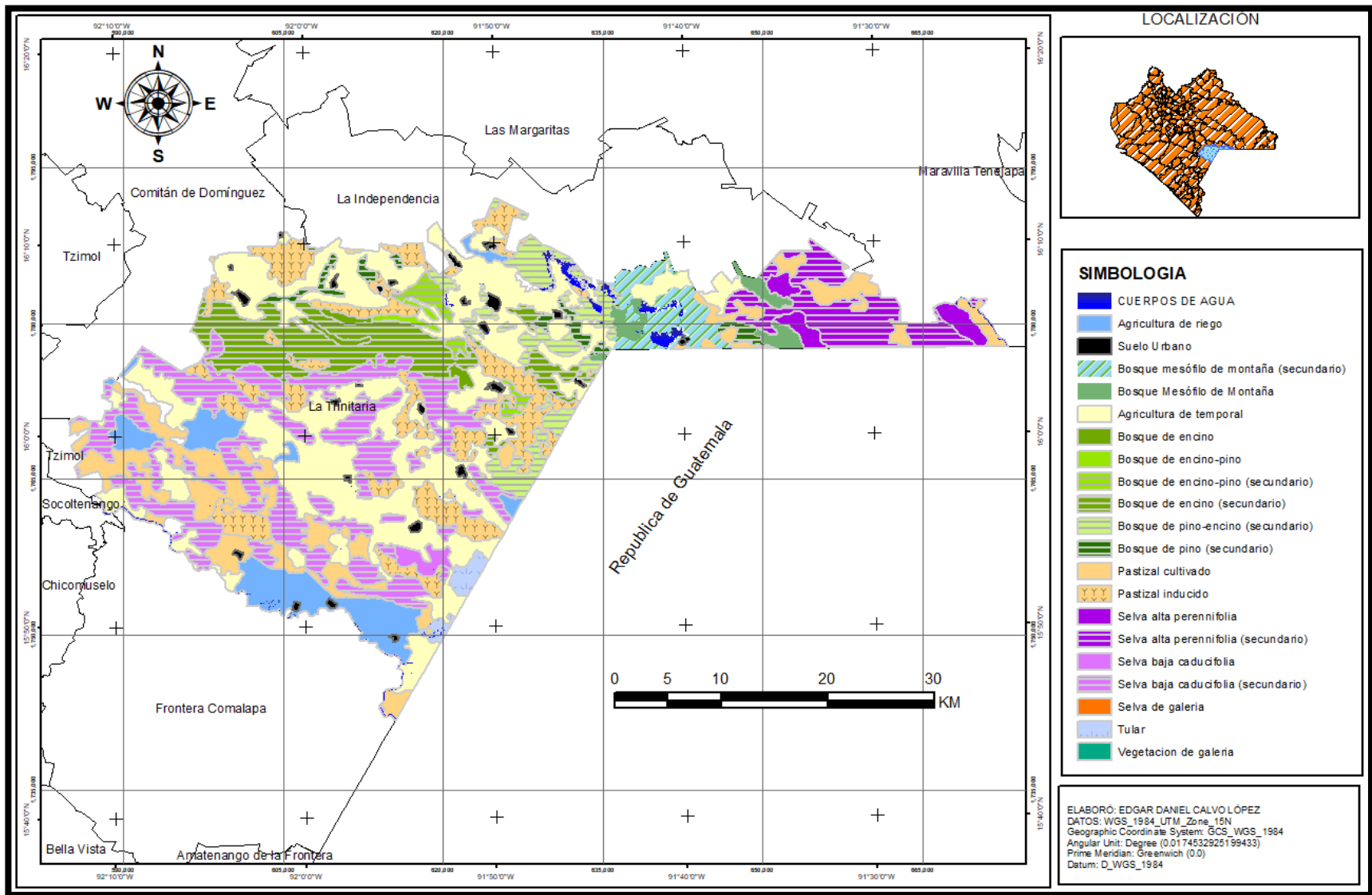


Ilustración 23: Uso de Suelo y vegetación del municipio de La Trinitaria, en el año 2011. Fuente: Elaboración propia con datos de la serie V, de INEGI.

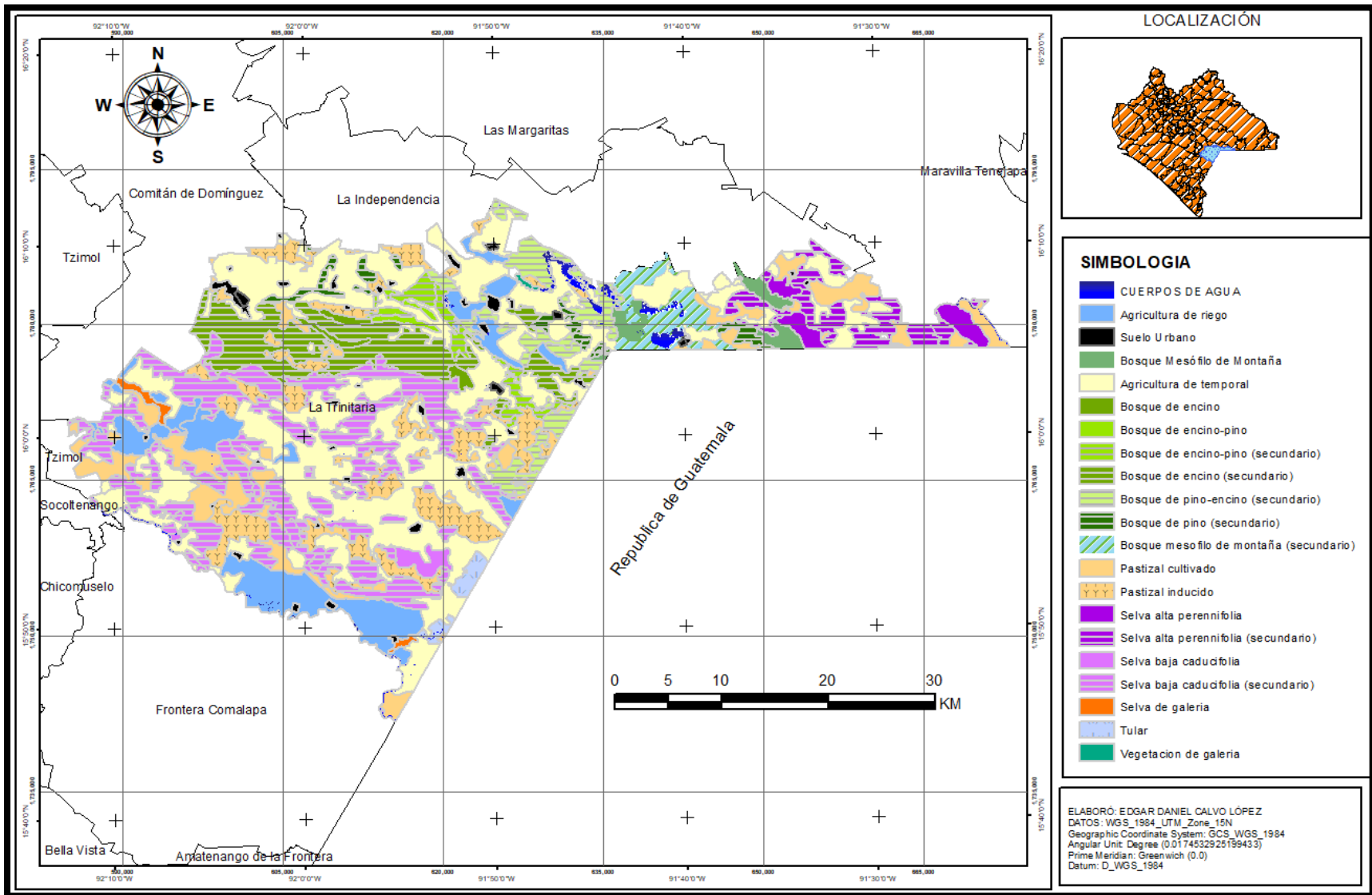


Ilustración 24: Vegetación y uso del suelo en el Municipio de La Trinitaria, serie VI. Año 2014 Fuente: Elaboración propia con datos de la serie VI de INEGI, 2014

En la Ilustración 27 se comparan únicamente las áreas de la agricultura de temporal y de riego del municipio a partir de los datos obtenidos de las series de uso de suelo IV y V de INEGI que corresponden a los años 2004 al 2011 respectivamente, en ella se pueden observar los cambios en dichas áreas en la que se muestra una mayor extensión hacia el año 2011. En la ilustración 28, se muestran las mismas áreas con datos de las series IV y VI de uso del suelo de INEGI, de los años 2004 al 2014. En ella se logra observar aún más el aumento territorial de las áreas para agricultura de riego y temporal. Al considerar los datos de la tabla 5, la extensión territorial para la agricultura de temporal del año 2004 fue de 388.83 km² y para el año 2011 aumentó a 440.24 km², es decir que se ganaron 51.41 km² en el lapso de 7 años. Pero para el año 2014 aumentó a 481.21 km², es decir que del 2011 al 2014 se ganaron 40.97 km². Dicho sea de paso, que en un periodo de 10 años la extensión de territorio para la agricultura de temporal se incrementó 92.38 km².

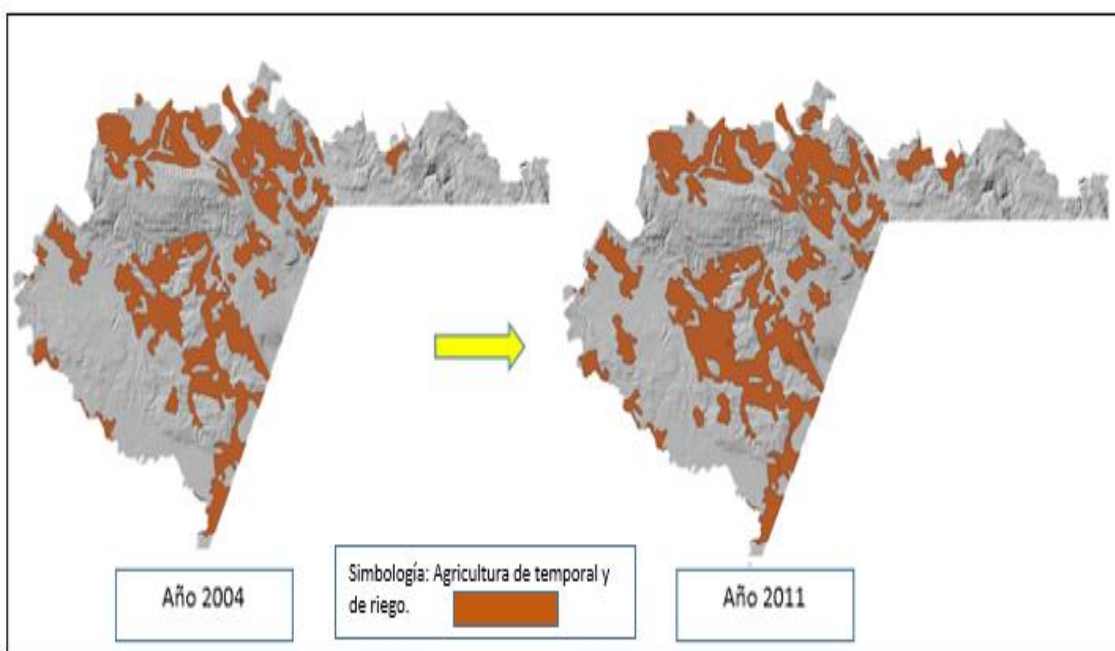


Ilustración 25: Comparativa de las áreas de agricultura de temporal y de riego en la Trinitaria de los años 2004 al 2011. Fuente: Elaboración propia con datos de las series IV y V de INEGI.

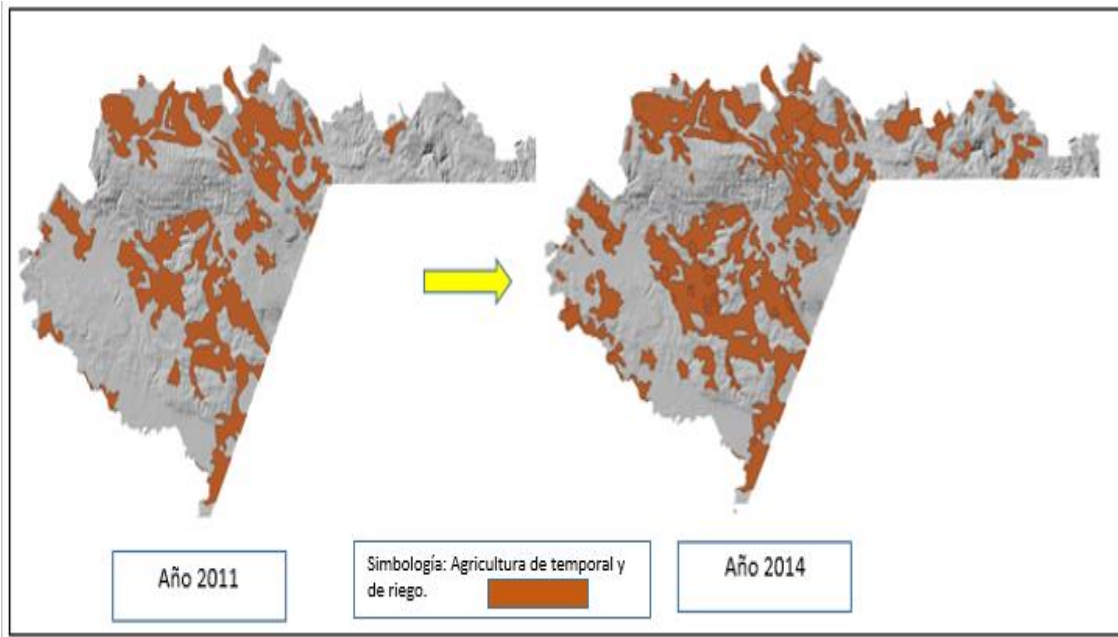


Ilustración 26: Comparativa de las áreas de agricultura de temporal y de riego en la Trinitaria de los años 2011 al 2014. Fuente: Elaboración propia con datos de las series V y VI de INEGI.

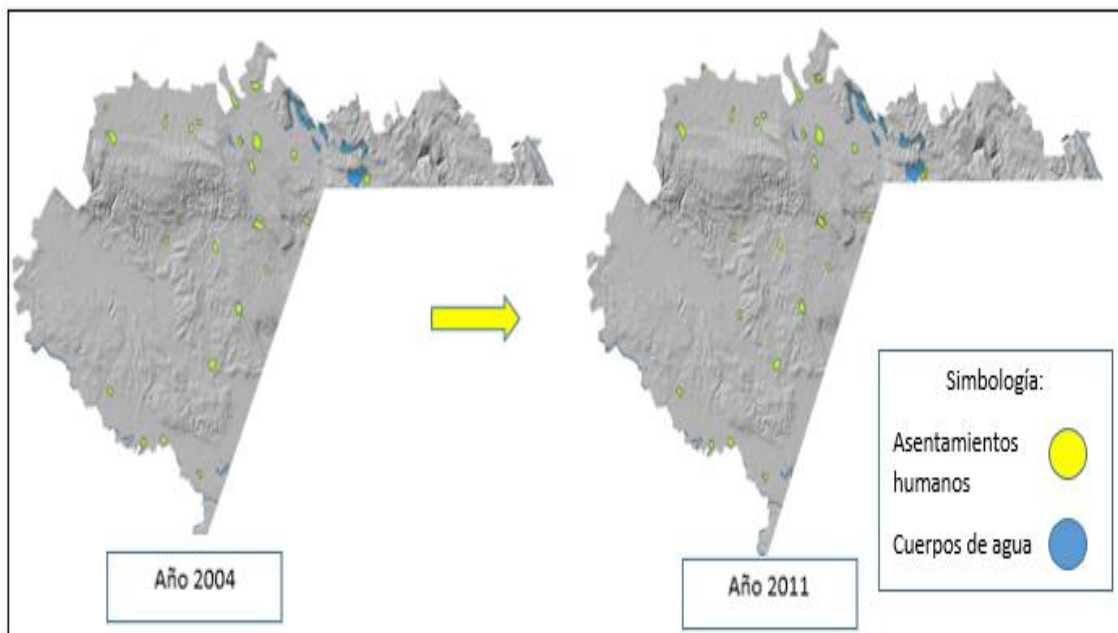


Ilustración 27. Comparativa de los asentamientos humanos del municipio de la Trinitaria, de los años 2004 al 2011. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI serie IV y V.

En la ilustración 29 se muestra la comparativa de las áreas de los principales asentamientos humanos y áreas urbanas del municipio de los años 2004 al 2011. En la ilustración 30 se muestran de igual manera las mismas áreas, pero se hace la comparativa de los años del 2011 al 2014 respectivamente.

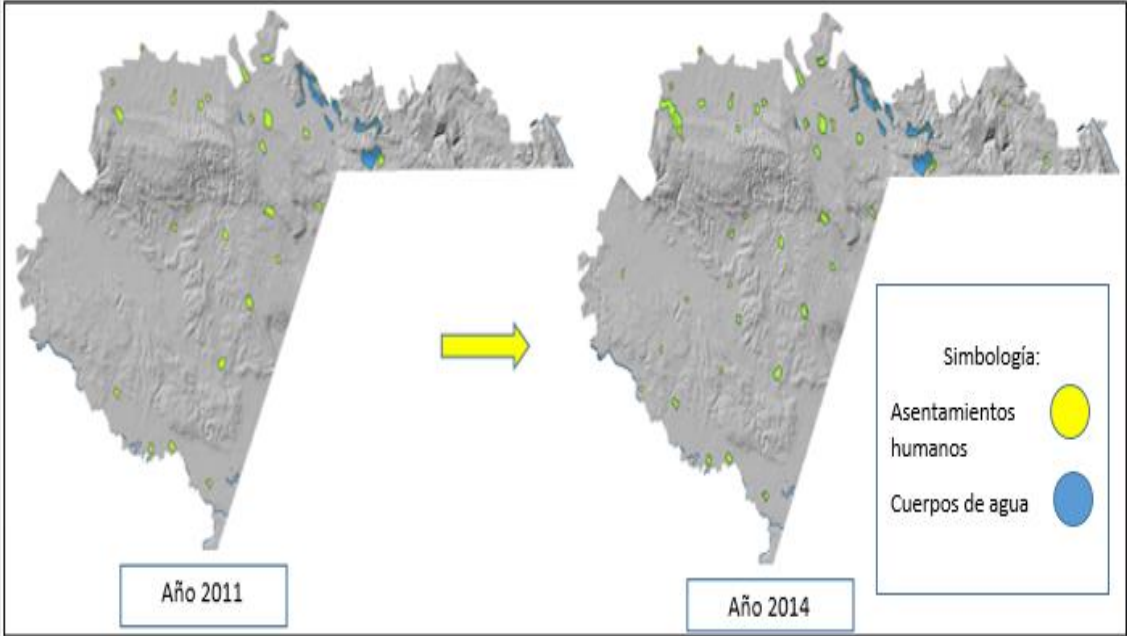


Ilustración 28: Comparativa de los asentamientos humanos del municipio de la Trinitaria, de los años 2011 al 2014. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI serie V y VI.

9.4. Identificación de los Cambios de Usos de Suelo y Vegetación del Municipio de la Trinitaria Chiapas de la serie IV a la serie VI.

Con la ayuda de un SIG (Arc Gis) en su herramienta *dissolve*, se logró realizar la extracción de los usos de suelo, para analizar al pasar de los años en que se modificó su área territorial. Por ejemplo, el pastizal cultivado en el año 2004 tenía un área de 181.16 km², de las cuales se mantuvieron un total de 148.53 km² para el 2011. Los 32.63 km² que se perdieron, fueron transformados a agricultura de temporal (30.45 km²) y favoreció la recuperación de bosque de pino (secundario; 1.43 km²) y selva baja caducifolia (secundario; 0.72 km²). Estos datos se presentan en la tabla 8.

TABLA 8: Transformación del pastizal cultivado del 2004 al 2011. Fuente: Elaboración Propia con datos del serie IV Y V de INEGI.

VEGETACIÓN (2004)	ÁREA KM ²	VEGETACIÓN (2011)	ÁREA KM ²
Pastizal cultivado	181.16	Selva baja caducifolia (secundario)	0.73
		Bosque de pino (secundario)	1.43
		Agricultura de temporal	30.45
		Pastizal cultivado	148.53

Se realizó lo mismo para el bosque mesófilo de montaña (secundario), donde inicialmente en el año 2004 se tenían 61.12 km²; para al 2011 esa área se repartió en diferentes usos de suelo (Tabla 9).

TABLA 9: Transformación del Bosque mesófilo de montaña (Secundario) del año 2004 al 2011. Fuente: Elaboración propia con datos de la serie IV Y V de INEGI.

VEGETACIÓN (2004)	ÁREA KM ²	VEGETACIÓN (2011)	ÁREA KM ²
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	61.12	Pastizal cultivado	3.56
		Bosque de pino (secundario)	4.28
		Agricultura de temporal	12.91
		Bosque mesófilo de montaña (secundario)	40.36

En la ilustración 31, se visualiza principalmente al pastizal cultivado del año 2004, al suroeste y noreste del municipio, donde se tiene como principal actividad a la ganadería.

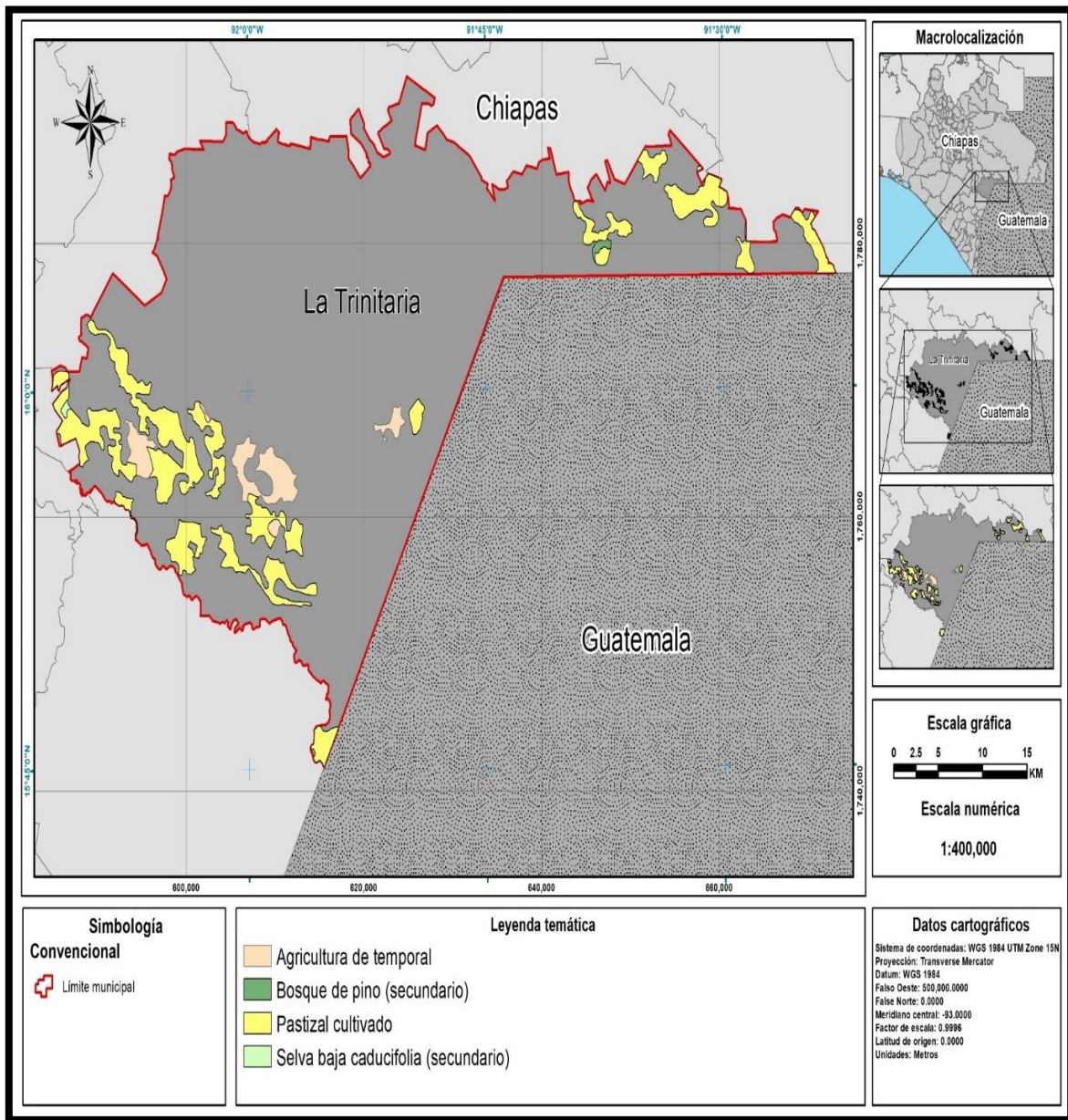


Ilustración 29: Cobertura del pastizal cultivado en el Municipio de la Trinitaria, Año 2004.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Serie IV, de INEGI.

Para el caso de la ilustración 32, se puede observar que donde anteriormente se posicionaba el pastizal cultivado, para el año 2014 se integran nuevos usos de suelo como son: la agricultura de riego, pastizal inducido, agricultura de temporal y suelo urbano.

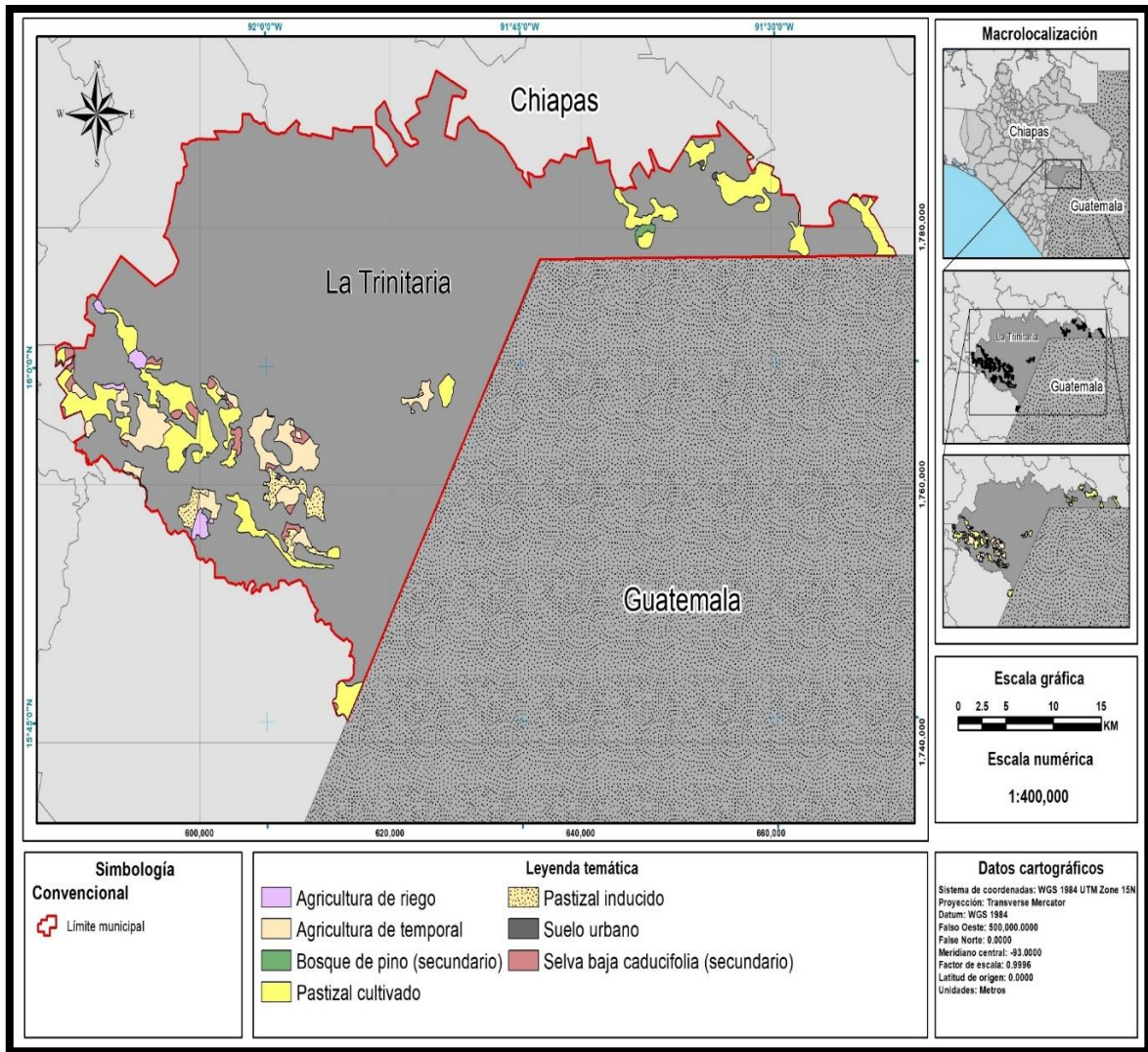


Ilustración 30: Transformación del pastizal cultivado del año 2004 al 2014. Fuente: Elaboración propia con datos de la Serie VI de INEGI.

En las tablas 10 y 11 se enlistan todos los usos del suelo y vegetación del municipio de la Trinitaria, esto con el fin de mostrar cada uno de los cambios que existieron en las series IV, V y VI de INEGI.

Tabla 10. Cambio del uso del suelo del año 2004 al 2011 del Municipio de La Trinitaria.
Fuente: Elaboración propia con datos de la serie IV y V de INEGI.

SERIE IV (AÑO 2004)	ÁREA KM ²	SERIE V (AÑO 2011)	ÁREA KM ²
Agricultura de riego	95.97	Agricultura de riego	95.97
Agricultura de temporal	388.83	Selva baja caducifolia (secundario)	0.1906
		Suelo urbano	0.3782
		Tular	0.6056
		Pastizal inducido	0.7683
		Agricultura de riego	1.1076
		Pastizal cultivado	3.4634
		Agricultura de temporal	382.3207
Bosque de encino	10.39	Bosque de encino	10.3941
Bosque de encino-pino	5.58	Bosque de encino-pino	5.576
Bosque de encino-pino (secundario)	20.10	Agricultura de temporal	2.2582
		Bosque de encino-pino (secundario)	17.8461
Bosque de encino (secundario)	133.96	Agricultura de temporal	0.0662
		Pastizal inducido	3.3051
		Bosque de encino (secundario)	130.5883
Bosque de pino-encino (secundario)	70.81	Agricultura de temporal	0.5542
		Cuerpos de agua	0.795
		Pastizal inducido	2.0187
		Bosque de pino-encino (secundario)	67.4396
Bosque de pino (secundario)	18.88	Bosque de pino (secundario)	18.8753
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	61.12	Pastizal cultivado	3.5656
		Bosque de pino (secundario)	4.2855
		Agricultura de temporal	12.91
		Bosque mesófilo de montaña (secundario)	40.3604
Bosque mesófilo de montaña	22.15	Bosque mesófilo de montaña	22.152
Pastizal cultivado	181.16	Selva baja caducifolia (secundario)	0.7276
		Bosque de pino (secundario)	1.4385
		Agricultura de temporal	30.4598
		Pastizal cultivado	148.5368

Tabla 10: Continuación.

Pastizal inducido	171.87	Selva baja caducifolia (secundario)	1.1244
		Agricultura de temporal	2.0771
		Pastizal inducido	168.6674
Selva alta perennifolia	22.26	Selva alta perennifolia	22.2592
Selva alta perennifolia (secundario)	80.16	Selva alta perennifolia (secundario)	80.1615
Selva baja caducifolia	9.74	Selva baja caducifolia	9.7352
Selva baja caducifolia (secundario)	261.67	Pastizal inducido	0.0732
		Agricultura de riego	0.1486
		Bosque de pino-encino (secundario)	2.9397
		Agricultura de temporal	8.5419
		Selva baja caducifolia (secundario)	249.9673
Selva de galería	5.34	Selva de galería	5.3376
Suelo Urbano	25.57	Agricultura de temporal	0.0609
		Suelo urbano	25.51
Tular	12.23	Agricultura de temporal	0.3258
		Tular	11.9048
Vegetación de galería	5.19	Agricultura de temporal	0.6696
		Vegetación de galería	4.5207

Tabla 11: Cambio del uso del suelo del año 2004 al 2014 del Municipio de La Trinitaria.
Fuente: Elaboración propia con datos de la serie IV y VI de INEGI.

SERIE IV (AÑO 2004)	ÁREA KM ²	SERIE VI (AÑO 2014)	ÁREA KM ²
Agricultura de riego	95.97	Suelo urbano	0.2135
		Selva baja caducifolia (secundario)	0.2916
		Selva de galería	1.0672
		Pastizal cultivado	1.2067
		Agricultura de riego	93.1913
Agricultura de temporal	388.83	Tular	0.0902
		Cuerpos de gua	0.2485
		Selva de galería	0.5017
		Bosque de pino (secundario)	0.7452
		Popal	0.832
		Bosque de encino-pino (secundario)	1.001
		Pastizal inducido	2.8662
		Suelo urbano	3.3306
		Pastizal cultivado	5.393
		Selva baja caducifolia (secundario)	6.2903
		Agricultura de riego	29.1849
Agricultura de temporal	338.3506		
Bosque de encino	10.39	Bosque de encino	10.3941
Bosque de encino-pino	5.58	Bosque de encino-pino	5.576
Bosque de encino-pino (secundario)	20.10	Agricultura de riego	0.4772
		Agricultura de temporal	0.562
		Bosque de encino-pino (secundario)	19.065
Bosque de encino (secundario)	133.96	Selva baja caducifolia (secundario)	1.2407
		Pastizal inducido	1.4458
		Pastizal cultivado	1.9401
		Agricultura de temporal	2.6694
		Bosque de encino-pino (secundario)	2.6869
		Bosque de encino (secundario)	123.9768
Bosque de pino-encino (secundario)	70.81	Agricultura de temporal	0.5542
		Cuerpos de agua	0.795
		Pastizal inducido	4.7019
		Bosque de pino-encino (secundario)	64.7563

Tabla 11: Continuación

Bosque de pino (secundario)	18.88	Bosque de pino (secundario)	18.8753
Bosque mesófilo de montaña (secundario)	61.12	Pastizal cultivado	3.5652
		Bosque de pino (secundario)	4.285
		Agricultura de temporal	18.0148
		Bosque mesófilo de montaña (secundario)	35.2552
Bosque mesófilo de montaña	22.15	Bosque mesófilo de montaña	22.1517
Pastizal cultivado	181.16	Suelo urbano	1.0929
		Bosque de pino (secundario)	1.4385
		Agricultura de riego	6.841
		Selva baja caducifolia (secundario)	10.5268
		Pastizal inducido	16.0317
		Agricultura de temporal	44.9506
		Pastizal cultivado	100.281
Pastizal inducido	171.87	Cuerpos de agua	0.0047
		Suelo urbano	1.6129
		Bosque de encino (secundario)	1.7183
		Bosque de pino-encino (secundario)	2.8634
		Selva baja caducifolia (secundario)	5.7159
		Bosque de encino-pino (secundario)	7.0045
		Agricultura de temporal	32.818
		Pastizal inducido	120.1312
Selva alta perennifolia	22.26	Pastizal cultivado	0.8131
		Selva alta perennifolia	21.446
Selva alta perennifolia (secundario)	80.16	Cuerpos de agua	0.4032
		Pastizal cultivado	3.5649
		Agricultura de temporal	22.9085
		Selva alta perennifolia (secundario)	53.2846
Selva baja caducifolia	9.74	Selva baja caducifolia	9.7352
Selva baja caducifolia (secundario)	261.67	Suelo urbano	0.2199
		Pastizal cultivado	0.8093
		Agricultura de riego	1.1341
		Bosque de encino (secundario)	1.7857
		Bosque de pino-encino (secundario)	1.9416
		Pastizal inducido	6.7785
		Agricultura de temporal	16.9606
		Selva baja caducifolia (secundario)	232.0407

Tabla 11: Continuación

Selva de galería	5.34	Pastizal cultivado	0.6798
		Selva de galería	4.6578
Suelo Urbano	25.57	Agricultura de temporal	0.0609
		Suelo urbano	25.5091
Tular	12.23	Pastizal cultivado	0.3533
		Agricultura de temporal	1.0199
		Tular	10.8573
Vegetación de galería	5.19	Cuerpos de agua	0.0361
		Vegetación de galería	1.1608
		Selva baja caducifolia (secundario)	1.6465
		Agricultura de temporal	2.3471

En síntesis, todos los usos de suelo y vegetación que se tenían registrados en el año 2004 (serie IV) han sufrido modificaciones a lo largo del tiempo. Las transformaciones más grandes se observan en: agricultura de temporal, bosque de encino (secundario), bosque mesófilo de montaña (secundario), pastizal inducido, pastizal cultivado, selva alta perennifolia (secundario) y la selva baja caducifolia (secundario), los cuales han sido afectados para dar paso a áreas destinadas a la agricultura y a pastizales utilizados para la ganadería. Sin embargo, ha disminuido la producción de maíz y el número de cabezas de ganado porque probablemente, los efectos del cambio climático, erosión del suelo, enfermedades y plagas han impactado directamente a estos tipos de producción.

9.5. CORRELACIÓN DE PEARSON.

Para analizar la correlación entre las variables de uso de suelo o vegetación y la producción de los principales cultivos del Municipio, se realizó el método de correlación de Pearson en la función de Excel, los resultados se muestran en la Tabla 12. Las variables consideradas para el análisis de correlación fueron el área de la agricultura de temporal, agricultura de riego, pastizal inducido, pastizal cultivado y el bosque mesófilo de montaña para correlacionarlos con las principales producciones primarias del Municipio. A su vez, para completar la información en cuanto al área que ocupan los diferentes usos de suelo del municipio se empleó la ecuación de la regresión lineal para rellenar los datos de los diferentes años que no estaban completos, por lo tanto, los datos obtenidos en las series de INEGI, se remarcan en negritas.

Tabla 12: Correlación de la agricultura de Temporal. Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP y las series IV, V y VI de INEGI.

Años	AGRICULTURA DE TEMPORAL km ²	PRODUCCIÓN DE FRIJOL (toneladas)	PRODUCCIÓN DE Jitomate (toneladas)	PRODUCCIÓN DE MAÍZ RIEGO (toneladas)	PRODUCCIÓN DE MAÍZ (TEMPORAL) (toneladas)
2004	388.85	5,045.60	1,050.00	4,332.00	37,697.72
2005	395.23	5,182.10	2,450.00	4,389.00	42,041.65
2006	404.13	3,392.60	3,500.00	4,200.00	70,714.50
2007	413.03	3,723.50	9,000.00	4,917.50	98,717.50
2008	421.93	2,812.50	9,540.00	4,050.00	72,582.19
2009	430.83	3,261.25	12,825.00	4,050.00	39,722.90
2010	439.73	3,071.50	15,940.00	4,082.00	43,694.45
2011	440.24	3,203.50	23,440.00	4,080.00	70,161.00
2012	457.53	3,232.50	14,961.75	4,196.55	40,543.20
2013	466.43	3,603.00	15,711.50	4,200.00	70,923.00
2014	481.21	2,262.00	10,320.00	1,705.00	27,672.00
2015	484.23	2,423.53	21,338.00	1,661.70	24,465.00
2016	493.13	3,226.31	22,235.00	2,550.00	38,871.00
2017	502.03	3,460.00	22,039.99	1,712.00	38,250.00
2018	510.93	3,412.98	23,339.91	1,770.00	30,349.60
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN		-0.57	0.84	-0.84	-0.47

En la tabla 12 se obtuvo un coeficiente de correlación fuerte directa para la producción de cultivo de Jitomate con (0.84); para el caso de maíz de riego se obtuvo una fuerte correlación inversa (-0.84); para el maíz de temporal, se obtuvo una correlación inversa moderada (-0.47) similar a la producción de frijol. Lo anterior indica que los principales cambios en el uso de suelo son para el cultivo de jitomate.

En la Tabla 13, se observa que el área de la agricultura de riego presenta una correlación fuerte directa con la producción de jitomate. Mientras que se observa una correlación inversa moderada con la producción de frijol, y una correlación fuerte inversa con la producción de maíz de riego. Para la correlación de los pastizales se tomó en cuenta únicamente a la producción de ganado bovino, pues es la variedad de ganado más producido en el municipio, (Tabla 14). En ella se puede analizar que existe correlación fuerte en estas dos variables, con 0.78 entre el pastizal cultivado y la producción de ganado bovino. Disminuye el pastizal y disminuye la producción de ganado.

Tabla 13: Correlación de agricultura de riego. Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP y las series IV, V y VI de INEGI.

AÑOS	AGRICULTURA DE RIEGO (km²)	PRODUCCIÓN DE FRIJOL (toneladas)	PRODUCCIÓN DE JITOMATE (toneladas)	PRODUCCIÓN DE MAÍZ (RIEGO) (toneladas)
2004	95.97	5,045.60	1,050.00	4,332.00
2005	94.47	5,182.10	2,450.00	4,389.00
2006	97.37	3,392.60	3,500.00	4,200.00
2007	100.27	3,723.50	9,000.00	4,917.50
2008	103.17	2,812.50	9,540.00	4,050.00
2009	106.07	3,261.25	12,825.00	4,050.00
2010	108.97	3,071.50	15,940.00	4,082.00
2011	97.23	3,203.50	23,440.00	4,080.00
2012	114.78	3,232.50	14,961.75	4,196.55
2013	117.68	3,603.00	15,711.50	4,200.00
2014	130.83	2,262.00	10,320.00	1,705.00
2015	123.47	2,423.53	21,338.00	1,661.70
2016	126.37	3,226.31	22,235.00	2,550.00
2017	129.27	3,460.00	22,039.99	1,712.00
2018	132.17	3,412.98	23,339.91	1,770.00
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		-0.55	0.66	-0.88

Tabla 14: Correlación del pastizal cultivado. Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP y las series IV, V y VI de INEG.

AÑOS	PASTIZAL CULTIVADO (KM ²)	PRODUCCIÓN DE GANADO BOVINO (CABEZAS)
2004	181.16	17,533
2005	178.82	16,800
2006	173.03	12,569
2007	167.23	13,326
2008	161.44	14,351
2009	155.64	14,516
2010	149.85	13,879
2011	155.57	14,243
2012	138.26	13,856
2013	132.46	13,762
2014	118.61	12,083
2015	120.87	11,655
2016	115.08	11,666
2017	109.28	2,987
2018	103.49	2,872
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		0.78

Tabla 15: Correlación del pastizal inducido. Fuente: Elaboración propia, con datos del SIAP y las series IV, V y VI de INEGI.

AÑOS	PASTIZAL INDUCIDO (KM ²)	PRODUCCIÓN DE GANADO BOVINO (CABEZAS)
2004	171.87	17,533
2005	173.51	16,800
2006	171.95	12,569
2007	170.39	13,326
2008	168.82	14,351
2009	167.26	14,516
2010	165.70	13,879
2011	174.83	14,243
2012	162.57	13,856
2013	161.01	13,762
2014	151.96	12,083
2015	157.88	11,655
2016	156.32	11,666
2017	154.75	2,987
2018	153.19	2,872
COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		0.71

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cambio de uso de suelo es un tema común en el ámbito de gestión de cuencas, entonces, a manera de homogeneizar, comparar y analizar los resultados se tomará la información del plan de gestión de la cuenca del río Grande “Lagunas de Montebello”, en dicho plan se maneja información muy relevante acerca del cambio de uso del suelo en los municipios que abarcan la cuenca. Se tiene información desde el año 1975, 1993 y 2000. En dichos años se tiene el registro que aumentaron las áreas destinadas a la agricultura, así como también disminuyeron áreas forestales, caso similar se observa en los resultados obtenidos en el presente estudio que se indican en las Tablas 5, 10 y 11, Gráfica 2, Ilustraciones 24, 25 y 26 para los años del 2004 al 2014. En la cuenca Lagunas de Montebello los suelos son delgados como resultado de una fuerte erosión, principalmente en las zonas de ladera; en este sentido Pérez et al. (2007) sustentan que la degradación de los suelos se ha dado por el alto grado de deforestación, el cambio de usos de suelo forestal a agropecuario, así como la extracción de materiales pétreos y maderables que se encuentran en la cuenca. En los últimos años, el cultivo de jitomate se ha convertido en la actividad de mayor importancia para algunas comunidades de la cuenca como El Triunfo, La Esperanza y el Porvenir Agrarista estas dos últimas pertenecientes al municipio de la Trinitaria (CONAGUA, 2009). SAGARPA – FIRCO (2007), sustenta que otra de las grandes causas que ha llevado al deterioro de los suelos en la cuenca es el uso periódico del fuego para la eliminación de residuos agrícolas, lo cual ha provocado incendios forestales, ocasionando severos daños a la cobertura vegetal y al medio ambiente en general.

El bosque de encino-pino (secundario) en el año 2004 abarcaba un área de 20.10 km² y en el año 2011 de 17.84 km², es decir que en esos siete años disminuyó un 11.24% su extensión territorial, sin embargo para el año 2014 aumentó considerablemente a 29.75 km² es decir, en un 48%, esto probablemente se debe a que se crearon áreas de protección o de conservación en ejidos.

También la erosión del suelo se ha ido observando en la cuenca por el incremento de la población local, la cual ha provocado un aumento en la demanda del uso de la leña, mayores usos de madera para puntales de construcción y la apertura de áreas para el cultivo y el pastoreo, todo esto en detrimento de la cobertura forestal.

En cuanto la materia pecuaria se tiene la información que en la cuenca es la segunda actividad primaria, en donde destaca la producción de bovinos para leche. Estos resultados sustentan a los que fueron obtenidos en el presente estudio, en los que se indica que los principales cambios en los usos de suelo y vegetación son promovidos por la agricultura de temporal, crianza de ganado bovino y la siembra de jitomate rojo.

11. CONCLUSIONES

Como seres humanos necesitamos del suelo para producir nuestros alimentos ya que es ahí donde todas las semillas germinan. En ese sentido la gran mayoría de las personas que habitan el municipio tienen como medio de vida principalmente al cultivo de maíz de temporal, de riego y frijol, los cuales desgraciadamente están disminuyendo su producción al pasar de los años. Por lo tanto, muchos de los campesinos buscan cultivos alternativos, para sobresalir, uno de ellos es el cultivo del jitomate rojo, pues la producción de este ha incrementado potencialmente, lo anterior lo indican la tabla 8, gráfica 6. Las áreas de agricultura que incrementan año con año, están siendo destinadas al cultivo de jitomate, lo indican las correlaciones de las tablas 12, 13 y 16 (incrementa el área de cultivo e incrementa la producción).

En el caso de la pérdida de bosque, también están destinadas al cultivo de jitomate. Ya que, si disminuye el área de bosque, aumenta la producción de jitomate, esto debido a que se tiene una correlación fuerte inversa con la producción de jitomate en la tabla 16. Aunque, por otro lado, las áreas forestales tales como bosque de pino, bosques de encino pino, bosque mesófilo de montaña y selva baja caducifolia que se encuentran en el municipio son vegetaciones primarias, las cuales se encuentran principalmente dentro de áreas naturales protegidas o dentro de ejidos que reciben pagos remuneraciones que por lo tanto conservan los recursos que tienen en su entorno. Es por eso que se ha mantenido la extensión territorial de estos tipos de vegetación primaria del municipio en el periodo de estudio.

Además, debido a que la población está aumentando, es necesario un espacio para desarrollar la vida, en ese sentido podemos decir que a medida que la población aumenta, se necesita del suelo para construir viviendas, tal es el caso de los asentamientos humanos, donde el suelo urbano va ganando terreno al pasar de los años en áreas destinadas a la agricultura (riego y temporal) y pastizales. Sin embargo, estas áreas agrícolas son recuperadas afectando considerablemente las áreas con vegetación que se encuentran en los alrededores.

Finalmente se observa que los cambios obedecen a la producción agrícola, pero también al crecimiento urbano. Las áreas urbanas crecen principalmente hacia las zonas de agricultura y pastizales, ya que éstas se encuentran en los alrededores de los asentamientos, sin embargo, se sigue teniendo la necesidad de esos productos por lo que, se necesitan nuevos espacios para la producción de alimentos afectando las áreas forestales. En síntesis, el cultivo de jitomate rojo, es el principal cultivo que detona la transformación del uso del suelo del municipio.

12. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Es alarmante la situación del cambio continuo que sufren los suelos en municipio, aunque únicamente son 10 años de información que arroja las series IV, V y VI de INEGI, pero es más que evidente que ocurrieron grandes transformaciones. Desgraciadamente la producción de los campesinos Trinitenses se ha venido a la baja. Tenemos que orientar las técnicas de la agricultura hacia la sustentabilidad, ya sea integrando biofertilizantes, desarrollar algún tipo de reconversión productiva, con la ayuda de sistemas agroforestales, esto con el fin de aprovechar de manera eficiente los recursos naturales que ofrecen nuestros ecosistemas y sobre todo mitigar los impactos que ocasionan los cambios de uso de suelo y seguir produciendo.

La Trinitaria es uno de los municipios que integran la Cuenca del río Grande “Lagunas de Montebello”, la cual presenta problemáticas como la dispersión de la población, deforestación, uso indiscriminado de agroquímicos y precarios sistemas de producción pecuaria, por lo tanto, se están contaminando varios cuerpos de agua debido a la eutrofización causada por todas las problemáticas mencionadas anteriormente. Entonces la recomendación concientizar a las personas para cambiar la mentalidad de la población, esto con talleres participativos en escuelas y en reuniones ejidales donde se imparta temas de este ámbito.

13. REFERENCIAS

- Caciano, R. T. (2013). *ANÁLISIS SOBRE CAMBIO DE USO DE SUELO EN DOS ESCALAS*. De Terra Latinoamericana, 1.
- CEIEG. (2018). *CAMBIO DE USO DEL SUELO EN EL ESTADO DE CHIAPAS*. COMITÉ ESTATAL DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA, 3-8.
- CEIEG. (15 DE NOVIEMBRE DE 2021). (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas). Recuperado el 26 de Noviembre de 2021, de Geoweb Chiapas
- CENAPRED. (06 de DICIEMBRE de 2020). CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. Recuperado el 15 de SEPTIEMBRE de 2021, de <https://www.gob.mx/cenapred/es/articulos/la-relacion-entre-el-cambio-de-uso-del-suelo-y-las-inundaciones?idiom=es#:~:text=Existen%20m%C3%BAltiples%20factores%20que%20intervienen%20en%20el%20desarrollo,y%20en%20el%20aprovechamiento%20de%20los%20recursos%20>
- CONAGUA. 2009. *PLAN DE GESTIÓN DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE "LAGUNAS DE MONTEBELLO"* Pág. 35-42.
- CONABIO. (2016). *ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE BIODIVERSIDAD DE MÉXICO Y PLAN DE ACCIÓN PARA 2016-2030*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. . México: ENBIOMEX. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021.
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S. y Quiñones, L. (2007). *LA CONSERVACIÓN DE SUELOS: UN ASUNTO DE INTERÉS PÚBLICO*. Gaceta Ecológica, vol. , no. 83, 2007, pp.5-71. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908302>
- Covaleda, S. (2014). *DIAGNÓSTICO SOBRE DETERMINANTES DE DEFORESTACIÓN*. Alianza México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación, 4-8.
- Hernández, J., Espinosa, F., Peñaloza, M., Rodríguez, J., Chacón, J., Toloza, C., Arenas, M., Carrillo, S., Bermúdez, V. (2018). *SOBRE EL USO ADECUADO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON: DEFINICIÓN, PROPIEDADES Y SUPOSICIONES*. Revista AVFT, vol. no. 37, 2018, pp. 587-595. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica. https://www.revistaavft.com/images/revistas/2018/avft_5_2018/25sobre_uso_adecuado_coeficiente.
- INEGI. (15 de enero de 2010). *CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010*. Población: La Trinitaria. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

INEGI. *CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN*. Serie IV. México.

INEGI. *CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN*. Serie V. México.

INEGI. *CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN*. Serie VI. México.

Lambin, E. F., N. Baulies, G. Bockstael, T. Fisher, R. Krug, E. F. Lemmans, R. R. Moran, Y. Rindfuss, D. Sato, B. L. Skole, Turner II and C. Vogel (1999), *LAND USE AND LAND COVER CHANGE IMPLEMENTATION STRATEGY*, IGBP report, 48, IHDP, report 10, Estocolmo

López, V. M. (2009). *CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL . MÉXICO: TRILLAS, S.A DE C. V.*

Pool, L., Álvarez, J., Jorge Mendoza, J. (2015). *DIME COMO TE LLAMAS Y TE DIRÉ QUE SUELO ERES*. Ecofronteras., 19(55), 6-9. Recuperado el 21 de 09 de 2021

Programa de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas, (2011); Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México
Coordinación General: Conservation International México, A.C. Primera edición.
Noviembre 2011

Pérez López, Hernán, Pérez López, Germán, Pérez López, María de Lourdes (2007). *CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL RÍO GRANDE DE COMITÁN, ESTADO DE CHIAPAS EN LA REGIÓN FRONTERA SUR, COMITÉ DE CUENCA RÍO GRANDE LAGUNAS DE MONTEBELLO, MÉXICO.*

Paruelo, J. (2005). *EXPANSIÓN AGRÍCOLA*. Facultad de Agronomía, UBA, 14-23.

Priego Santander, Ángel, Moreno Casasola, Patricia, Palacio Prieto, José Luis, López Portillo, Jorge, & Geissert Kientz, Daniel. (2003). *RELACIÓN ENTRE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE Y LA RIQUEZA DE ESPECIES DE FLORA EN CUENCAS COSTERAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO*. Investigaciones geográficas, (52), 31-52. Recuperado en 11 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000300003&lng=es&tlng=es.

Reyes Anistro, G. I. (2014). *ÁNÁLISIS DE CAMBIOS DE USO DEL SUELO PARA LOS AÑOS 1984, 2000 Y 2006 DE LA CUENCA DEL RÍO TENANCINGO, ESTADO DE MÉXICO*. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana, México. Recuperado el 21 de Septiembre de 2021, de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49280/UAEM-FAPUR-TESIS,REYES,GLORIA..pdf?sequence=1>

SAGARPA-FIRCO (2007), *PLAN RECTOR DE PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN, MICROCUENCA JUZNAJAB LA LAGUNA, COMITÁN CHIAPAS.*

SEMARNAT. (01 de Septiembre de 2003). *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO*. Ciudad de México: SEMARNAT.

- SEMARNAT. (2016). *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO*. México: Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde.
- SEMARNAT. 2018. *INFORME DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO*. México: Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde.
- Valencia E. *DELIMITACIÓN DE LOS MÓDULOS DEL PROYECTO FORDECYT: CODIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS CON LA METODOLOGÍA PFAFSTETTER Y CONSIDERACIONES EN SU APLICACIÓN*. (2014). Ecosur.
- Velázquez A, Bocco G. y Siebe C. (2014). *CAMBIO DE USO DEL SUELO*. Red Temática de CONACYT sobre Medio Ambiente y Sustentabilidad., 1-3.
- Vila A, Sedano M, López A y Ángel J.2016. *CORRELACIÓN LINEAL Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN*. Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD). Universitat Obertade Catalunya.