

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE  
CHIAPAS**

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

**TESIS**

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS PAISAJES CON POTENCIAL PRODUCTIVO  
DE MAÍZ EN LA DEPRESIÓN CENTRAL DE CHIAPAS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**PRESENTA**

**ROBERTO TORRES BELTRÁN**

**DIRECTOR**

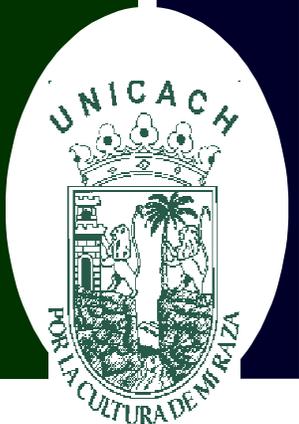
**DR. HORACIO MORALES IGLESIAS**

**ASESORES**

**DR. MIGUEL ÁNGEL ALATORRE IBARGÜENGOITIA**

**DR. MARCELINO GARCÍA BENÍTEZ**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, NOVIEMBRE DE 2024**



## **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma, han contribuido a la culminación de este trabajo de maestría. En primer lugar, mi gratitud eterna al Dr. Horacio Morales Iglesia, mi director de tesis, por su incansable apoyo, orientación, paciencia a lo largo de este proceso y por nunca rendirse conmigo. Sus valiosas sugerencias y su constante motivación han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a los miembros del comité de tesis; al Dr. Marcelino García Benítez y al Dr. Miguel Ángel Alatorre Ibarquengoitia por sus observaciones, las cuales enriquecieron el trabajo final; su conocimiento y experiencia fueron una guía esencial para mantener la calidad y rigor académico de este proyecto.

También, agradezco infinitamente a la dirección del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, especialmente, a la Coordinación de la Maestría por interesarse en todo momento en sus alumnos y al apoyarlos en todos los procesos administrativos necesarios.

Gracias al CONAHCyT por la oportunidad que otorga a jóvenes como yo a través de las becas, sin lugar a dudas, nos impulsan en nuestra formación como profesionistas e investigadores.

Gracias a la CONAGUA por proporcionar los datos meteorológicos ocupados en este trabajo, igualmente al Lic. Oscar Rascón por ser el enlace en este proceso. Así mismo, gracias al maestro Jesús Martínez, investigador del INIFAP por su invaluable orientación.

A todos ustedes gracias.

## **Dedicatorias**

Dedico esta tesis a mis padres, Roberto y Celina quienes, con su amor, sacrificio, y constante apoyo han sido la base de todos mis logros. Sin su guía y ejemplo de trabajo duro, este sueño no habría sido posible.

A mi esposa, Janett por su paciencia y apoyo incondicional, quien me ayudó a concentrarme en la investigación sin descuidar lo más importante: nuestra vida juntos. Gracias por estar siempre a mi lado, celebrando mis éxitos y alentándome en los momentos de dificultad.

A mis hermanos Nadia y Robcel, por su compañía, apoyo moral y consejos; han sido un pilar importante durante estos años.

Por último, dedico este proyecto a Dios, quien es lo más importante en mi vida por darme la salud y la sabiduría para completar esta proceso en mi vida. Este trabajo no hubiera sido posible sin su guía y bendiciones.

Es por ustedes y para ustedes, que me han motivado a seguir adelante y a dar lo mejor de mí, les dedico este logro con profunda gratitud.



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS AUTÓNOMA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 29 de octubre de 2024

Oficio No. SA/DIP/0754/2024

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Roberto Torres Beltrán

CVU: 664347

Candidato al Grado de Maestro en Gestión de Riesgos y Cambio Climático

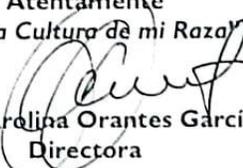
Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático

UNICACH

Presente

Con fundamento en la opinión favorable emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado Análisis y evaluación de los paisajes con potencial productivo de maíz en la Depresión Central de Chiapas cuyo Director de tesis es el Dr. Horacio Morales Iglesias (CVU: 922632) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo autoriza la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el Grado de Maestro en Gestión de Riesgos y Cambio Climático.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

Atentamente  
"Por la Cultura de mi Raza"  
  
Dra. Carolina Orantes García  
Directora



C.c.p. Dra. Sandra Urania Moreno Andrade, Directora del Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, UNICACH Para su conocimiento  
Mtra. Ana Lucía López Pimentel, Coordinadora del Posgrado, Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, UNICACH Para su conocimiento  
Archivo/minutario

RJAG:COG/ep/ep/ger

2024 Año de Felipe Carrillo Puerto  
BENEMÉRITO DEL PROLETARIADO,  
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR DEL MAYAB.



Secretaría Académica  
Dirección de Investigación y Posgrado  
Libramiento Norte Poniente No. 1150  
Colonia Lajas Maciel C.P. 29039  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
Tel.(961)6170440 EXT.4360  
investigacionyposgrado@unicach.mx

## **Resumen**

La presente tesis tuvo como objetivo general desarrollar un modelo de regionalización agroecológica del cultivo de maíz para la temporada primavera-verano en la Depresión Central de Chiapas, bajo una perspectiva holística, integral y sistémica. El modelo integró múltiples variables físicas y geográficas con el fin de encontrar los sitios óptimos para la producción de maíz en esta región.

Como parte de los objetivos, se generó un mapa detallado de paisajes físico-geográficos a escala 1:250,000; se evaluó el potencial natural para el cultivo de maíz, y se modeló la regionalización para las variedades de maíz V-560 y H-565.

Entre los principales hallazgos, se destacó que el análisis de la génesis del paisaje y la definición de su estructura evolutiva permitieron una zonificación precisa, lo que facilitó la comprensión de la distribución espacial del maíz en la región. Se evidenció que la zona de estudio no tiene una vocación agrícola en su totalidad; sin embargo, se identificaron regiones con un alto potencial productivo, especialmente en paisajes con unidades de relieve como valles, planicies y piedemontes.

Las génesis evolutivas tectónico-kársticas no favorecieron la producción agrícola, mientras que los ambientes fluvio-acumulativos se identificaron como los más aptos para la siembra de maíz.

El estudio también reveló que, aunque algunos paisajes proporcionaban condiciones físicas óptimas para la agricultura; factores como la temperatura y la precipitación limitaron su productividad, por lo tanto, fueron catalogándolos como marginales.

Se identificó que el suelo (especialmente Vertisol) fue la variable más influyente en la determinación de la aptitud agrícola de los paisajes en la zona de estudio. Además, se observó que el régimen de lluvias y la temperatura (durante la temporada primavera-verano) jugaron un papel crucial en para establecer los límites de la regionalización.

En este sentido, el modelo desarrollado no solo permitió identificar las áreas con mayor potencial productivo, sino que también validó las tierras cultivables actuales, señalando que muchas de las regiones óptimas para la producción de maíz ya estaban ocupadas por sistemas agrícolas previamente establecidos.

En conclusión, este trabajo contribuyó de manera significativa al entendimiento de la relación entre el paisaje y la producción agrícola en Chiapas al ofrecer una herramienta para alcanzar una planificación más eficiente y sostenible.

# Índice

<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Marco Teórico</b> .....	3
<b>II.1 La Geografía del Paisaje y la Geología</b> .....	3
<b>II.2 Uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)</b> .....	5
<b>II.3 Agricultura y seguridad alimentaria ante el Cambio Climático</b> .....	7
<b>II.4 La agricultura en México</b> .....	8
<b>II.5 Agricultura en Chiapas</b> .....	10
<b>II.6 Maíz V-560 y H-565</b> .....	10
<b>IV. Justificación</b> .....	12
<b>V. Antecedentes</b> .....	13
<b>VI. Hipótesis</b> .....	17
<b>VII. Objetivos</b> .....	17
<b>VIII. Descripción de la zona de estudio</b> .....	18
<b>VIII.1 Subsistema natural</b> .....	19
<b>IX. Metodología</b> .....	23
<b>IX.1 Metodología para la obtención de los paisajes físico-geográficos de la DC.</b> .....	23
<b>IX.2 Mapa de unidades de Relieve</b> .....	25
<b>IX.3 Mapa morfogenético</b> .....	26
<b>IX.4. Modificación de Climas de la DC</b> .....	26
<b>IX.4.1 Procedimiento para definir el clima por tipos de vegetación</b> .....	29
<b>IX.5 Paisaje a nivel localidad</b> .....	29
<b>IX.6 Paraje complejo</b> .....	30
<b>IX.7 Paraje simple</b> .....	31
<b>IX.8 Validación en campo</b> .....	32
<b>IX.9 Evaluación de paisajes productivos</b> .....	32
<b>X. Resultados</b> .....	35
<b>X.1 Relieve de la DC</b> .....	35
<b>X.2 Génesis de los Paisajes Físico-Geográficos</b> .....	37
<b>X.3 Inventario de los paisajes a nivel localidades</b> .....	40
<b>X.4 Evaluación del potencial productivo de los paisajes de la DC</b> .....	45
<b>X.4.1 Clase Marginal</b> .....	47

<b>X.4.2 Paisajes Subóptimos .....</b>	<b>48</b>
<b>X.4.3 Paisajes Óptimos.....</b>	<b>50</b>
<b>X.5 Evaluación de la V-560 y el H-565 .....</b>	<b>54</b>
<b>X.6 Regiones productivas .....</b>	<b>60</b>
<b>XI. Discusión .....</b>	<b>64</b>
<b>XII. Conclusiones.....</b>	<b>71</b>
<b>XIII. Bibliografía .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>81</b>

## Lista de tablas

Núm. De tabla	Descripción
1	Probables disminuciones en la productividad ante el cambio climático sobre los cereales de mayor relevancia mundial (Viguera <i>et al.</i> , 2017).
2	Superficies por categoría según López <i>et al.</i> , (2008).
3	Insumos cartográficos. Fuente: Elaboración propia.
4	Subcategoría de las unidades de relieve superiores propuesta por Priego <i>et al.</i> , (2010).
5	Estaciones climatológicas al interior de la DC. Fuente: Elaboración propia de CONAGUA.
6	Cálculos de parámetros para definición del clima para la estación Acala. Fuente: Elaboración propia.
7	Criterios geomorfológicos que definen el taxón paraje complejo. Elaboración propia a partir de Priego <i>et al.</i> , (2010).
8	Jerarquía de las pendientes en el paraje complejo (Priego <i>et al.</i> , 2010)
9	Variables agroecológicas para el maíz. Fuente: Elaboración propia tomado de López <i>et al.</i> , (2008).
10	Rangos de precipitación óptima para las semillas mejoradas. Elaboración propia a partir de Martínez <i>et al.</i> , (2018)
11	Ponderación de los rangos de potencial productivo.
12	Superficies de las unidades de relieve. Elaboración propia.
13	Superficies de cada uno de los ambientes genéticos de la zona de estudio. Elaboración propia.
14	Paisajes que integran la clase marginal. Elaboración propia.
15	Paisajes que integran la clase subóptimo. Elaboración propia.
16	Paisajes que integran la clase óptimo. Elaboración propia.
17	Superficies de la categoría óptimo para la V-560 por municipio. Elaboración propia.
18	Superficies de la categoría subóptimo para la V-560 por municipio. Elaboración propia.
19	Superficies de la categoría subóptimo para el H-565 por municipio. Elaboración propia.
20	Regiones productivas y superficies. Elaboración propia.
21	Comparativa de los resultados con los datos de López <i>et al.</i> , (2008). Elaboración propia.

## Lista de figuras

<b>Núm. De figura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Ubicación de las regiones fisiográficas de Chiapas. Elaboración propia a partir de Mullerier 1957
<b>2</b>	Figura 2. Esquema del método de obtención de los Paisajes. Elaboración propia.
<b>3</b>	Mapa de ambientes genéticos. Elaboración propia
<b>4</b>	Gráfica de los Paisajes más representativos de la DC
<b>5</b>	Mapa de Paisajes de la DC. Elaboración propia.
<b>6</b>	Superficies del potencial productivo de maíz. Fuente: elaboración propia
<b>7</b>	Mapa de Paisajes De los paisajes productivos. Elaboración propia.
<b>8</b>	Gráfica de los paisajes subóptimos.
<b>9</b>	Ocupación espacial de los PFG con categoría óptima de los paisajes.
<b>10</b>	Gráfica de superficies para cada semilla mejorada.
<b>11</b>	Mapa de Paisajes productivos de la V560. Elaboración propia
<b>12</b>	Mapa de Paisajes productivos de la H-565. Elaboración propia.

## **I. Introducción**

La Depresión Central (DC) de Chiapas, una región de importancia para el estado, ha sido históricamente una región productora del cultivo de maíz, el cual no solo ha servido como un alimento esencial, sino también como parte de una cultura arraigada en las comunidades locales. Sin embargo, las diversas condiciones geográficas y climáticas presentes en la región presentan tanto oportunidades como desafíos significativos para la agricultura, especialmente en la identificación de áreas con alto potencial productivo.

El análisis de los paisajes y su relación con la producción del maíz es importante para comprender los procesos agrícolas en la DC. Los paisajes en esta región resultan de procesos geológicos, climáticos y biológicos históricos, que han creado una amplia variedad de ambientes, cada uno con características particulares que afectan su aptitud para el cultivo. Elementos como el tipo de suelo, relieve, el régimen de lluvias y la temperatura son claves en la capacidad de un paisaje para mantener la producción agrícola de manera sostenible.

Comprender cómo estos factores se relacionan para generar zonas con diferentes niveles de aptitud agrícola es esencial para el desarrollo de estrategias de uso del suelo que optimicen el rendimiento de los cultivos y minimicen los impactos ambientales adversos. En este sentido, la identificación de paisajes con alto potencial productivo proporciona una base sólida para que se tomen decisiones informadas sobre el uso del suelo, para mejorar la producción de maíz en la región.

El estudio de los paisajes de la DC tiene, por lo tanto, implicaciones no solo para la productividad agrícola, sino también para la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad a largo plazo de las prácticas agrícolas. Esta investigación se esfuerza por

comprender y aprovechar de manera más efectiva las complejidades del paisaje, para relacionarla a la agricultura a fin de que se torne más eficiente y resiliente para satisfacer las necesidades alimentarias y económicas de las comunidades de la entidad, al mismo tiempo, se preservan los ecosistemas de Chiapas.

## **II. Marco Teórico**

### **II.1 La Geografía del Paisaje y la Geología**

El análisis geocológico de los paisajes, permite pasar a un nivel superior de integración o síntesis en el estudio de la naturaleza, e incluso a un escalón más alto del análisis al visualizar la interacción e interdependencia entre los fenómenos naturales y los sociales (Mateo, 2000). Este enfoque relativamente joven en México, consiste en un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, cuyos propósitos son la obtención de un conocimiento integral sobre el medio socio natural (Martínez y Bollo, 2017); se inicia en la Rusia y Alemania de principios del Siglo XIX con Dokuchaev y Humboldt y otros investigadores (Mateo, 2000).

De acuerdo con Holt (1992), Humboldt y Ritter expresaron que debía otorgarse a los estudios de la naturaleza una visión de holística debido a que “todos los fenómenos están relacionados y juegan un papel en la misma”. Por su parte, Dokucháiev generó una conclusión más precisa; enunció que el suelo es un cuerpo natural, resultado de la interacción de un conjunto de factores formadores, entre los que incluye al hombre y al tiempo, además de los componentes naturales (clima, roca, biota y relieve); para este personaje, el suelo representaba el reflejo de un cuerpo natural aún más complejo; el paisaje (Bollo, 2018).

En su esencia, la teoría del paisaje presenta la superficie de la Tierra compuesta de unidades naturales o células de componentes naturales altamente interrelacionados (Dronin y Francis, 2019); en este sentido, una unidad de Paisaje Físico Geográfico (PFG) puede definirse como un espacio temporal complejo y abierto, que se origina y evoluciona en la interface naturaleza–sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e

información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales” (Mateo *et al.*, 1994).

El paisaje o geosistema tipológico tiene dos estructuras: una vertical y horizontal; la primera está formada por la composición e interrelaciones entre los elementos y componentes del paisaje en el sentido vertical, en donde, la litología, y el relieve junto con el clima establecen una clara y contundente diferenciación espacial (componentes diferenciadores), debido a que determina la distribución los componentes indicadores (suelos, la vegetación y la fauna) (Mateo, 2000). La estructura horizontal, está definida por las relaciones del mosaico en planta de las unidades de paisaje, que se integran espacialmente en un orden jerárquico (Mateo, 2002). Otra cualidad de los PFG es su repetibilidad en el espacio y el tiempo, además, se distinguen de acuerdo con los principios de estructuro-genético e histórico-evolutivo (Priego *et al.*, 2010).

En contexto con lo anterior, es fundamental dimensionar espacialmente que el grado de homogeneidad de los elementos de paisaje dependen del nivel de jerarquía específico de análisis, el cual, a su vez, depende primordialmente del detalle con que se observe un paisaje determinado (Ortiz, 2019), es decir, mientras más grande sea la escala de análisis, mayor será la información a analizar; por esta razón los resultados de la integración de las variables se presentan bajo un orden y una estructura taxonómica.

Bajo este marco teórico surge la geoecología del paisaje, la cual “*estudia la triada de paisajes y en particular los paisajes antrópicos o culturales, los cuales identifica como sistemas ambientales; también denomina a estos paisajes unidades geoecológicas o unidades ambientales*” (Martínez y Bollo, 2023); en otras palabras, integra de manera sistémica y

correlaciona todos los componentes del paisaje físico geográfico, en este sentido, la información puede ser aplicada en los procesos de planificación territorial a través de políticas públicas enfocadas al manejo del territorio; por lo tanto, la interpretación de las unidades geocológicas exige el uso del modelamiento y el manejo de los sistemas de información geográfica (SIG); como herramientas de especial utilidad (Martínez y Bollo, 2017).

## **II.2 Uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Los SIG son herramientas que contribuyen a potencializar el análisis y la gestión del territorio. Con ayuda de estos se pueden generar modelos espaciales representativos de la realidad, además a través del geo-procesamientos, la información vectorial o raster se puede acotarse al espacio geográfico de interés. Santos (2020), las define como herramientas informáticas, capaces de gestionar y analizar la información georreferenciada, orientados a la resolución de problemas de base territorial y medioambiental. Por lo tanto, estas tecnologías de la información geográfica juegan un papel determinante en la evolución de la geografía ya que, en gran medida, son ellas las que favorecen el establecimiento de nuevas estructuras de conocimiento y metodologías (Ruiz, 2010).

Actualmente, esta herramienta contribuye con los gobiernos en la gestión correcta de sus recursos dentro de sus límites políticos; en este sentido, Lü *et al.*, (2019) enuncian que su uso es muy indispensable cuando se establecen proyectos de cooperación entre comunidades en un espacio geográfico determinado debido a que con los datos idóneos y un profundo análisis se pueden establecer rutas de comercialización, regionalizar alguna actividad

socioeconómica y limitar otras. En este contexto, Molina *et al.*, (2005) expresan que los SIG facilitan la revisión de la brecha entre las condiciones deseadas y las actuales, ya que permiten moverse entre una visión general y los acercamientos selectivos al tema y grado de detalle que requiere cada usuario en particular.

Para cuestiones agrícolas los SIG's pueden ser utilizados para estudios de desertificación, estimación de modelos de escorrentía y erosión, agricultura de precisión entre otras (Delisles y Lau, 2013).

Todo modelo que representa al espacio geográfico tiene sus limitantes, por ello, es necesario tomar algunas consideraciones. En Cartografía existe la generalización, y los SIG han sido determinantes para facilitar la aplicación de esta técnica en el análisis territorial; la cual, consiste en un proceso de análisis que favorece la toma de decisiones sobre cuál información incluir y cuál información desechar, todo ello con base en un objetivo previamente establecido (Flores y Aldama, 2000). En este mismo sentido, De Castro y Robbi (2014) la definen como el proceso de adaptación cuantitativo y cualitativo de la información cartográfica. En la actualidad, este procedimiento suele ser subsanado por la información vectorial disponible, es decir, la mayoría de los proyectos se ejecutan con información vectorial previamente realizada.

Al correlacionar lo anteriormente descrito con el enunciado de Bollo (2018) quien expresa que el estudio y análisis de los Paisajes originan muchas ideas, conceptos y líneas de investigación, orientadas a estudiar la interacción entre la naturaleza y la sociedad en el espacio geográfico; es posible argumentar que los SIG cobran mucha relevancia en la aplicación estos métodos de investigación debido a que la integración y análisis de la información se sintetiza a un contexto virtual. En particular, en el presente trabajo el uso de

los SIG estuvo orientado a la evaluación física del territorio a partir de su análisis holístico que puede contribuir a la toma de decisiones para la seguridad alimentaria de las poblaciones.

### II.3 Agricultura y seguridad alimentaria ante el Cambio Climático

La creciente demanda de alimentos, forraje, combustible y materias primas ha aumentado las presiones sobre los recursos naturales; al mismo tiempo, la degradación ha reducido la cantidad de tierra productiva disponible (UNCCD, 2017); estos procesos, están afectando severamente a las áreas rurales debido a que las actividades agrícolas son la base de su economía y fuente de alimentos (FAO<sup>1</sup>, 2014a). La problemática incrementará por factores como el cambio climático (ver tabla 1); la evidencia científica señala que es inevitable las afectaciones a la agricultura (López y Hernández, 2016) debido a que los cultivos son muy sensibles a la variabilidad climática y dependen de la disponibilidad y calidad de los recursos naturales; agua y suelo principalmente (FAO, 2018). Por ello, es importante conocer desde un punto de vista integral y sistémico el potencial natural que posee el territorio para realizar la actividad agrícola.

Tabla 1. Probables disminuciones en la productividad ante el cambio climático sobre los cereales de mayor relevancia mundial (Viguera *et al.*, 2017).

<b>Tipo de cultivo</b>	<b>Países en desarrollo</b>	<b>Países desarrollados</b>	<b>Aumento de precios</b>	<b>Pérdida de producción mundial</b>
<b>Maíz</b>	2 %	1.2 %	153.3 %	10 %
<b>Arroz</b>	14.4 %	3.5 %	113.4 %	11.9 %
<b>Trigo</b>	28 %	6 %	170.6 %	23.2 %

<sup>1</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

El sector agrícola centra los esfuerzos de adaptación en la implementación de medidas que ayudan a fomentar medios de vida rurales resilientes ante la variabilidad climática y los desastres (Nelson *et al.*, 2009). En este sentido, Downing (2011) enuncia que es imperativo adaptarse a las nuevas regiones geográficas de producción agrícola. Por ello, el primer paso para lograr esto, es la identificación de las zonas con potencial productivo a través de evaluaciones y monitoreo para conocer su comportamiento en el futuro cercano.

Por su parte, Howden *et al.*, (2008) expresa que para hacer frente a las numerosas barreras que impiden salvaguardar la seguridad alimentaria se requerirá ejecutar estrategias de adaptación fincadas en un análisis integral y dinámico con un enfoque de política que cubra todas problemas a diferentes escalas. En este sentido, es importante mencionar que si bien, los temas de seguridad alimentaria no están enfocados únicamente a la producción de las tierras agrícolas sino que también incluyen la disponibilidad del alimento, la posibilidad de acceso de las personas a estos e incluso el desperdicio en su distribución, es necesario comenzar en el origen, es decir, en el territorio; se debe conocer las propiedades de los paisajes que lo integran, esto permitirá realizar una zonificación o regionalización, para posteriormente evaluar a fin de conocer el estado las áreas agrícolas y orientar su uso en función de sus características para optimizar recursos y a aumentar la productividad.

#### **II.4 La agricultura en México**

Las actividades agrícolas ocupan el 30% de la superficie en México, por tanto, incentivan altas tasas de pérdida de biodiversidad, así como la disminución en los servicios ecosistémicos (Roa y López, 2016). Si bien, la proporción de la superficie nacional ocupada es grande; la FAO (2014b) enuncia que cada año se reduce de forma paulatina el número de

personas que se dedican a la agricultura, sobre todo, en las comunidades rurales debido a que las remesas se han convertido en la principal fuente de ingreso, a esto se agrega que la superficie agrícola de México se distingue por una baja productividad consecuencia en gran parte por a la degradación de los suelos (Corona, 2016).

En relación con lo anterior, de acuerdo a datos del Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP, 2019b) los principales cultivos en México son maíz, caña, aguacate, chile verde, tomate, sorgo y frijol; sin embargo, el maíz tiene la mayor superficie sembrada e importancia del país, constituyéndose parte de la identidad del país e indispensable para la construcción de la soberanía alimentaria desde los programas de desarrollo (Pardo, 2017). En este sentido, Aguirre y García (2012) enunciaron que la cultura mexicana floreció gracias al aporte que ha hecho esta especie en el aspecto, social, económico, cultural y principalmente alimentario. Por su parte, Serratos (2009) manifestó que el maíz constituye la principal especie cultivada en el país desde tiempos ancestrales, y considera a México, como el centro de su origen.

Las cifras relacionadas a la producción de maíz reportan que, en 2017, el grano en México mostró una disminución de 1.7% con respecto a 2016; sin embargo, en el periodo 2012-2017 aumentó a una tasa promedio anual de 4.7% derivado del incremento de los rendimientos de la cosecha (SIAP, 2018). En el mismo año (2017), México fue el quinto productor mundial con 22,762,481 ton. Para 2019(b) el SIAP reportó 5.5 millones de hectáreas sembradas en todo el territorio nacional en la temporada primavera-verano. Los datos indican que el maíz es un grano básico en la alimentación de los mexicanos.

## **II.5 Agricultura en Chiapas**

Respecto a Chiapas, las zonas agrícolas de la entidad presentan una configuración desordenada, fincada principalmente en el conocimiento empírico sobre la aptitud agrícola del territorio y la necesidad del autoconsumo y la comercialización (SIAP, 2019a). Sin embargo, de acuerdo a Morales *et al.*, (2019) existen paisajes agrícolas desarrollados principalmente en paisajes de planicie, piedemonte y valles debido a que estos cumplen requerimientos abióticos. En el caso de la DC, es la región más productora de la entidad (Martínez *et al.* 2018); considerada el “granero” de Chiapas por ser la más importante en la producción de granos básicos” (Martínez, 2011).

Desde esta óptica, Chiapas es una entidad que cimienta gran parte de su economía en la producción agrícola, anualmente en la entidad en promedio se siembran 682 mil ha de maíz con un rendimiento promedio  $1.9 \text{ t ha}^{-1}$  y una producción de 1.3 millones de toneladas de grano (Ramírez *et al.*, 2023). Estas cifras lo ubican como el primer lugar a nivel nacional en su superficie sembrada y como uno de los estados con mayor diversidad genética de maíz (Martínez *et al.*, 2018), sin embargo, no es la entidad con mayor producción anual, debido a la agricultura poco tecnificada.

## **II.6 Maíz V-560 y H-565**

Los retos impuestos por el cambio climático indican que es necesario el mejoramiento genético de las variedades híbridas, además de eficiencia en el riego para hacer frente a su disminución progresiva (Turren, 2012).

Casanova *et al.*, (2019) reportan que en los últimos años, los productores están en la búsqueda de maíces que puedan resistir temperaturas altas, escasa humedad en el suelo y el acame, por lo que, las semillas mejoradas se tornan como una opción rentable en el cultivo de maíz. Sin

embargo, en Chiapas existe un desconocimiento en la mayoría de los agricultores estas, debido a la falta de información y difusión de las ventajas de las mismas. Los organismos encargados de su comercialización no orientan al productor sobre la semilla a elegir de acuerdo a la ubicación geográfica de sus terrenos para cultivar (Sánchez *et al.*, 2017).

Delgado *et al.*, (2018) expresa que en municipios de la provincia fisiográfica DC, un número considerable de productores opta por sembrar este tipo de semillas por que obtienen mejor rendimiento, así como mayor resistencia a plagas, enfermedades y al acame, además, el precio de venta del grano aumenta.

En este sentido, el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha obtenido en sus laboratorios los maíces mejorados V-560 y H-565, los cuales, se adaptan a condiciones particulares del estado, específicamente, en la DC.

Las plantas V-560 son de porte bajo con 1.6 a 2.0 m de altura, la mazorca se inserta a una altura de 0.6 a 1.0 m; también son precoces pues su floración media masculina ocurre entre los 51 a 55 d en el ciclo PV (Coutiño *et al.*, 2014). Los rendimientos promedio en temporal registrados son de 4.9 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, en regiones con buen temporal produjo hasta 5.2 t ha<sup>-1</sup>. Por su precocidad y su porte bajo de planta, es ideal para siembras tempranas o tardías, se adapta a las irregularidades de la temporada de lluvias y del cambio climático.

Respecto al híbrido 'H-565' Gómez *et al.*, (2013) reportan que tiene excelente adaptación a climas tropicales, ha mostrado un rendimiento medio de hasta 7.9 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, el rendimiento potencial es mayor a las 11 t ha<sup>-1</sup>. El 'H-565' es de porte alto y ciclo biológico de 130 días, tiene una altura de planta que varía de 265 a 290 cm, tolerante al acame, hojas ligeramente curvadas de color verde oscuro.

### **III. Planteamiento del Problema**

En Chiapas, el 97.6% de la agricultura se siembra en la modalidad de temporal (SIAP, 2019a); en 2017 se produjeron 1.3 millones de toneladas de maíz (SIAP, 2018). Bajo la regionalización de Mullerier (1957) la provincia fisiográfica DC es la más productora en la entidad. En este sentido, Cruz *et al.*, (2024) expresan que los suelos han perdiendo su capacidad productiva, lo cual, provoca la disminución de los rendimientos. Por lo tanto, cada vez existe una mayor demanda de agroinsumos para incrementar la productividad. Esto genera consecuencias negativas en la economía de los productores, debido a que recurrentemente cultivar el maíz se torna más costoso y menos rentable.

### **IV. Justificación**

Uno de los sectores amenazados por el cambio climático es la agricultura debido a que los rendimientos del grano (maíz) pueden continuar su disminución por los efectos de los cambios en los patrones de precipitación, temperatura y desertificación de los suelos (Casanova *et al.*, 2019), esto, más la exigencia de alimentos debido a la explosión demográfica provocará que año con año, la problemática de la seguridad alimentaria se agudice.

Lo mencionado anteriormente se ve reflejado en Chiapas, debido a que entre 2012 y 2020, la superficie de maíz sembrada en el estado se redujo 14.5%, mientras que la superficie cosechada se redujo 13.9% (SIAP, 2021). Si bien, Morales y Priego, (2020) expresan que la diversidad del paisaje de la entidad incentiva el crecimiento del cultivo, los productores establecen parcelas en zonas no aptas para su desarrollo. Por esta razón, es necesario generar

modelos para los sistemas agrícolas con un enfoque holístico e integral a través de una diferenciación espacial objetiva.

En este sentido, realizar un análisis sobre el potencial natural que ofrece la región para el cultivo del maíz bajo los principios de la Geografía Física Compleja puede contribuir a la toma de decisiones en pro de la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente a mediano, corto y largo plazo.

El modelo realizado en este trabajo se vuelve trascendental bajo el enunciado de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2017) del Estado de Chiapas la cual, especifica que es indispensable el uso óptimo del territorio y sus recursos a fin de poder elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural para contribuir a la soberanía y seguridad alimentaria estatal.

## **V. Antecedentes**

Las modificaciones que realiza la sociedad a los sistemas terrestres están generando impactos significativos a la seguridad alimentaria y nutricional de la población en general (FAO, 2018), por lo que es necesario plantear mecanismos que promuevan un uso ordenado del territorio.

En este sentido, la ciencia Geoecológica ayuda a generar una zonificación objetiva del territorio, como consecuencia, permite un robusto análisis de información. Sin embargo, Urquijo y Bocco (2011) expresaron casi tres lustros atrás que es una disciplina relativamente nueva en México. Tiene esbozos en el país a partir de los años 70's; principalmente como estudios seccionados de geomorfología orientados a la planeación territorial. Desde esa fecha hasta la actualidad, en el país es cada vez más común la ejecución de estos estudios, tal es el

caso de Bollo y Hernández (2008), quienes cartografiaron las unidades de PFG de la región noroeste del estado de Chiapas en donde los paisajes constituyeron la base cartográfica para la valoración de la situación ambiental de la región, identificaron la vocación del territorio, además, identificaron las condiciones claves para el establecimiento de las unidades de gestión territorial.

Por su parte, Valdez *et al.*, (2020) elaboraron una propuesta de optimización del uso del paisaje en función de sus componentes y atributos para establecer zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita en Nayarit que contribuyan a una gestión loable del territorio, en este sentido, identificaron aquellos espacios con mayor potencial natural, paisajístico, cultural-educativo, turístico y económico, así como las problemáticas de erosión, probables zonas de inundación y procesos de remoción de masas.

Morales *et al.*, (2019) evaluaron el grado de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes de Chiapas, con ello, se identificaron los niveles de transformación de estos; con su trabajo se pueden identificar principalmente las zonas prioritarias para la conservación, restauración y aprovechamiento productivo.

Respecto a los estudios realizados de potencial productivo; son pocos los que han integrado unidades geográficas en conjunto con la variable suelo y atmósfera. Uno de ellos fue el de Pineda y Suarez (2014) quienes elaboraron una zonificación agroecológica de cultivos en el municipio de Escuque del estado Trujillo en Venezuela. Para el estudio consideraron criterios geomorfológicos, edáficos, y meteorológicos en función de los requerimientos agroecológicos de los cultivos. A partir de los datos de temperatura y

precipitación se elaboraron los mapas de isotermas e isoyetas para periodo de 10 años (2000 – 2010). El procesamiento cartográfico de las variables agroecológicas arrojó como resultado la clasificación de 11,325.20 ha óptimas para el cultivo de café, correspondiente al 62.5% del total de la superficie de la zona de estudio.

Por otra parte, Lasso *et al.* (2010) generaron una zonificación de los cultivos de arroz (*Oriza sativa L.*), maíz y caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en Ecuador. Para ello, se determinaron los factores geopedológicos y los requerimientos climáticos de los mismos, posteriormente, con ayuda de un SIG, se superpusieron los mapas geopedológicos y climáticos para obtener el mapa agroecológico. En los resultados se obtuvieron 50 682 ha (7,3 % del área de estudio) para el cultivo de arroz, 103 992 ha (15 %) para el cultivo de maíz y 24 188 ha (3,5 %) para el cultivo de caña de azúcar. A diferencia de las tres investigaciones anteriores, el presente trabajo tiene un enfoque integrador que ofrece un análisis profundo de las zonas óptimas agrícolas, sin embargo, carece de una taxonomía para la obtención de zonas agrícolas potenciales.

Otra investigación importante fue realizado por Medina *et al.*, (2016), quienes estudiaron los efectos del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. Para cumplir con los objetivos, analizaron las anomalías de temperatura y precipitación para el período 2021-2080, estimadas con un ensamble de 11 modelos de circulación general, para generar mapas de temperatura y precipitación futuras a partir de la climatología de referencia 1961-2010. Los resultados destacan las áreas con potencial productivo para frijol de temporal para la climatología de referencia y para escenarios climáticos futuros en dos rutas representativas de concentración de gases de efecto invernadero; además se cuantificó la superficie de áreas con potencial productivo en los escenarios climáticos futuros. Los

resultados evidenciaron el incremento de la temperatura y su influencia en la reducción de las áreas con potencial productivo alto, disminuyendo conforme se avanza hacia el futuro en los años 2030, 2050 y 2070.

En Chiapas, López *et al.*, (2008) determinaron, a partir de una regionalización agroclimática las zonas con mayor potencial para el cultivo de maíz. Para ello, recopilaron, concentraron y analizaron datos climáticos diarios de 278 estaciones que tenían un mínimo de 20 años de mediciones. Los datos fueron usados para definir los requerimientos agroclimáticos óptimos. Como parte de los resultados, la entidad fue zonificada en cuatro categorías productivas; muy buena; buena; mediana y baja productividad (ver tabla 2).

Tabla 2. Superficies por categoría según López *et al.*, (2008).

<b>Categoría</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Muy buena	318,047
Buena	160,677
Mediana	181,090
Baja	45,257

Por su parte, Reynoso *et al.*, (2016) identificaron áreas potenciales para el cultivo de Agave en la Meseta Comiteca. Para lograr este objetivo, se elaboró una caracterización climática: en donde, se interpolaron los promedios de temperaturas y precipitación de 20 años obtenidos de 13 estaciones meteorológicas de la zona; simultáneamente se definieron los suelos óptimos, se calculó la pendiente a partir de un modelo digital de elevación y se reclasificó en función de los requerimientos agroecológicos del Agave. La zonificación del potencial productivo se obtuvo a partir de Algebras de mapas realizadas en el software Idrisi (2012). Como resultados estimaron 55,874 ha con potencia óptimo y 124,467 con potencial subóptimo.

## **VI. Hipótesis**

La DC es una región natural que se distingue por presentar ambientes geomorfológicos de baja energía y acumulación (Morales y Priego, 2020); por tanto, es probable que las condiciones climáticas, edafológicas e hídricas ejerzan un predominio territorial favorable para el cultivo del maíz.

## **VII. Objetivos**

Generar bajo una perspectiva holística, integral y sistémica un modelo de regionalización agroecológica de maíz para la temporada primavera-verano en la DC de Chiapas.

### **Objetivos específicos**

- Generar un mapa de paisajes físico-geográficos de la DC a escala 1:250,000.
- Evaluar el potencial natural de los paisajes para el cultivo de maíz.
- Modelar la regionalización para las variedades de maíz V-560 y H-565.

## VIII. Descripción de la zona de estudio

La DC es la región fisiográfica número III de VII (figura 1) definidas por Mullerier (1957). La región se distribuye de forma paralela a la Sierra Madre bajo una orientación noroeste-sureste y cuenta con una longitud de 280 km y la anchura de 30 km en sureste, aumentando a 55 km en el noroeste para disminuir a 25 y hasta 20 km en la zona de Cintalapa (CFE, 1989). Tiene una extensión territorial de 12,043 km<sup>2</sup>, inicia en los límites del corredor biológico La Sepultura-El Ocote al interior de municipio de Cintalapa y se extiende hasta el municipio de La Trinitaria finalizando en la frontera con la República de Guatemala. Predomina en su interior un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, se extiende en toda la región con una temperatura de entre 18 y 22° C y una precipitación de 1200 mm (García, 2004).

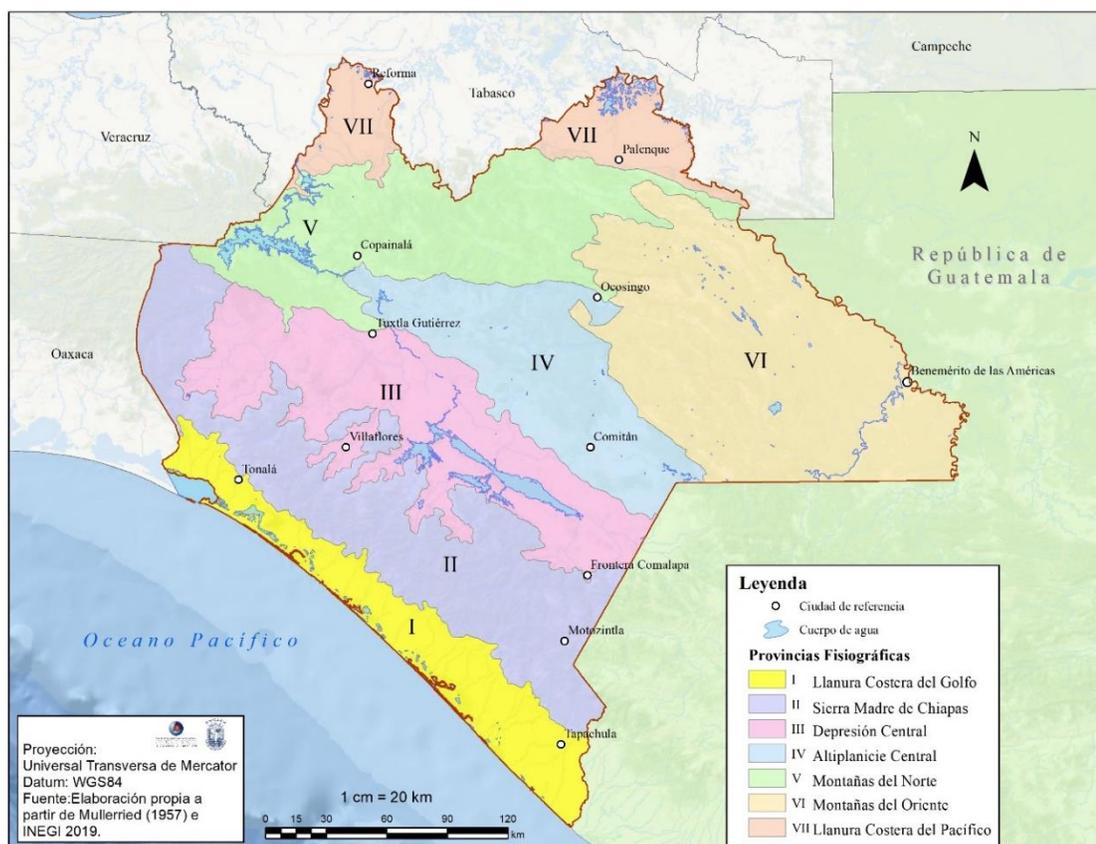


Figura 1. Ubicación de las regiones fisiográficas de Chiapas. Elaboración propia a partir de Mullerier 1957.

La DC alberga cinco regiones socioeconómicas: Valles zoque, Fraileskana, Metropolitana, Los Llanos y la Sierra Mariscal (CEIEG, 2017). En estas regiones se efectúan procesos de comercialización e industria y así como actividades agropecuarias.

Dentro de la provincia fisiográfica se encuentra el sistema hidrológico del Grijalva, en el cual se encuentran la presas hidroeléctrica Dr. Belisario Domínguez (La Angostura), una de las principales de Chiapas. Este sistema está integrado por los ríos La Venta, Suchiapa, Reyes de Santo Domingo, Pando, Ningunillo, Dorado, Cuxtepeques, Jaltenango, Cuilco, San Gregorio, Blanco y Grijalva.

En referencia a zonas de conservación se encuentran las áreas naturales protegidas como El Canelar, Mactumactzá, El Zapotal, Laguna Bélgica y la Reservas de las Biosfera de El Ocote; sin embargo, la vegetación original al interior de la DC ha sido sustituida en su mayoría por vegetación secundaria debido al pastoreo, el manejo del fuego, la construcción de embalses (La Angostura y Chicoasén), la apertura de la tierra al cultivo y centros de población humana (Rocha *et al.*, 2010). Todo como consecuencia del desarrollo de actividades económicas, en este sentido, se constituye como una de las más importantes de la entidad.

### **VIII.1 Subsistema natural**

El clima que caracteriza a la DC es el cálido subhúmedo (García, 2004), el cual se distribuye desde Cintalapa hasta el municipio de Frontera Comalapa y la Trinitaria. También cubre la totalidad del corredor Chiapa de Corzo a Socoltenango. La temperatura media anual oscila entre 22.8-25.8 °C y la lluvia de entre 660 a 1,267 mm. La precipitación del mes más

seco es menor de 60 mm; las lluvias de verano con índice P/T son de entre 43.2 y 55.3 y el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual.

Respecto a la litología la DC se encuentra constituida por rocas sedimentarias terrígenas (areniscas, lutitas, limolitas) del Terciario paleógeno, y químico-carbonatadas (caliza y dolomía) que datan del Cretácico inferior y superior (SGM, 2005); existe un predominio del tipo de roca caliza. En este sentido, se extiende un bloque continuo de roca caliza-dolomía en dirección noroeste-sureste. Este tipo de roca, está asociado a suelos someros y un relieve de lomeríos y montañas. Dentro de la provincia se encuentra una porción del abanico de coluvial de Acala el cual, está formado por depósitos de lahar. En la zona sureste de la DC, específicamente los valles que descienden de la Sierra Madre de Chiapas desde Cintalapa hasta Villaflores están formados por metagranito. En la zona de Frontera Comalapa existe un complejo de rocas metamórficas de Pizarra-Filita que datan del carbonífero (CFE, 1989).

En cuanto a los suelos de la zona de estudio es importante mencionar que históricamente se han concebido como muy fértiles, sin embargo, el suelo que ocupa mayor superficie es el Leptosol, el cual, no es apto para la alta producción agrícola, ya que están íntimamente ligados al bloque de rocas caliza que se extiende desde el norte de Cintalapa hasta Frontera Comalapa, se caracterizan por ser suelos someros y extremadamente gravillosos y/o pedregosos, en su mayoría forman un paisaje de lapiaz y son usados principalmente para el pastoreo.

Los Vertisoles son suelos que contienen una alta proporción de arcillas expandibles, además presentan grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años (USS Working Group WRB, 2015). Se localizan en

valles y piedemontes de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Frontera Comalapa; en lomeríos y piedemonte de La Trinitaria y La Independencia; así como al norte de Socoltenango y Venustiano Carranza en piedemontes y planicies. Tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es una precondition para la producción sostenida (USS Working Group WRB, 2014).

Referente a la vegetación de la DC, esta ha sido modificada, debido a la expansión de la frontera agrícola. El 60% de la zona de estudio corresponde a un uso agrícola segregado en temporal y riego. Las zonas de agricultura de temporal cubren principalmente los valles, planicies y piedemontes de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores y Villa Corzo; en Ocozacoautla la zonas de temporal se siembran en las planicies de la zona centro del municipio; en La Concordia el uso de suelo corresponde también a agricultura de temporal con asociación de riego en las planicies centrales del municipio, sin embargo en los lomeríos el municipio existe un remanente de selva media secundaria; en Socoltenango y Frontera Comalapa el uso de suelo está constituido por zonas de agricultura de temporal y pastizales, sin embargo en las planicies localizadas entre los límites de Frontera Comalapa y La Trinitaria el uso de suelo corresponde a agricultura de temporal; las planicies, valles y lomeríos de La Independencia están constituidos por agricultura de temporal; las unidades correspondientes al municipio de Socoltenango responden al uso de suelo agrícola de riego; Venustiano Carranza, Emiliano Zapata, Acala y Chiapa de Corzo tienen un uso de suelo agrícola de temporal; sin embargo, en los lomeríos se localizan remanentes de selva baja.

El rango de pendiente predominante de la DC es el de 0 a 10 %, esta característica física ha incentivado el desarrollo de los suelos. Estos no han sido impactados severamente por la erosión, ya que de acuerdo a Cruz *et al.*, (2024) esta incrementa a medida que aumenta

la pendiente del terreno. Así mismo, Sancho y Villatoro (2005) afirman que los efectos negativos de la erosión son más fuertes y rápidos en suelos de pendiente abrupta. Estos procesos no ocurren severamente en la DC, si no por el contrario, en su mayoría existen ambientes de depósitos de sedimentos los cuales han enriquecido los suelos de toda la zona. De acuerdo a Morales *et al.*, (2017) los valles y planicies de esta Provincia Fisiográfica son caracterizados por rangos de pendientes bajos y con distribución en los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Villa Corzo, La Concordia y Chicomuselo han sido aprovechados en el desarrollo económico de la región a través de aprovecharlo para actividades agrícolas y de pastoreo.

## IX. Metodología

Para lograr las metas de esta investigación se desarrolló un método geográfico semiautomatizado en ambientes de información geográfica propuesto por Priego *et al.*, (2010) que tiene como objetivo generar los PFG; este comienza con la obtención de las unidades de relieve de la zona de estudio; posteriormente, el resultado se une con la cartografía geológica para obtener el mapa morfogenético; luego se realiza una sobreposición con el clima y así obtener los datos morfoclimáticos. Por último, se definen los elementos al interior de los paisajes, simultáneamente se estructura una leyenda con un orden taxonómico que da sentido y coherencia a toda la información generada. Cada una de estas etapas se describe en el siguiente apartado.

### IX.1 Metodología para la obtención de los paisajes físico-geográficos de la DC.

Como bien se mencionó en el apartado anterior, el primer paso fue la recopilación de datos geoespaciales de la zona de estudio (ver tabla 3), los cuales fueron los siguientes:

Tabla 3. Insumos cartográficos. Fuente: Elaboración propia.

<b>Cartografía</b>	<b>Escala</b>	<b>Fuente</b>	<b>Año</b>
Curvas de nivel	1:50,000	INEGI	2015
Uso de Suelo y Vegetación	1:250,000	INEGI	2019
Geología	1:250,000	SGM	1995
Edafología	1:250,000	INEGI	2007
Climas	1:1,000,000	CONABIO	1983
Imágenes Satelitales	-	Sentinel <sup>2</sup> (10 m de resolución)	2020

---

<sup>2</sup> [Open Access Hub \(copernicus.eu\)](https://openaccesshub.copernicus.eu)

La escala de trabajo fue de 1:250,000, por tanto, considera un área mínima cartografiable de 1 km<sup>2</sup>, por lo que, la capa vectorial de climas de la DC se ajustó a esta. Todo el procesamiento de la información geoespacial se realizó en un SIG.

Para obtener resultados confiables, es necesario seguir la ruta establecida por Priego *et al.*, (2010) como se muestra en la figura 2.

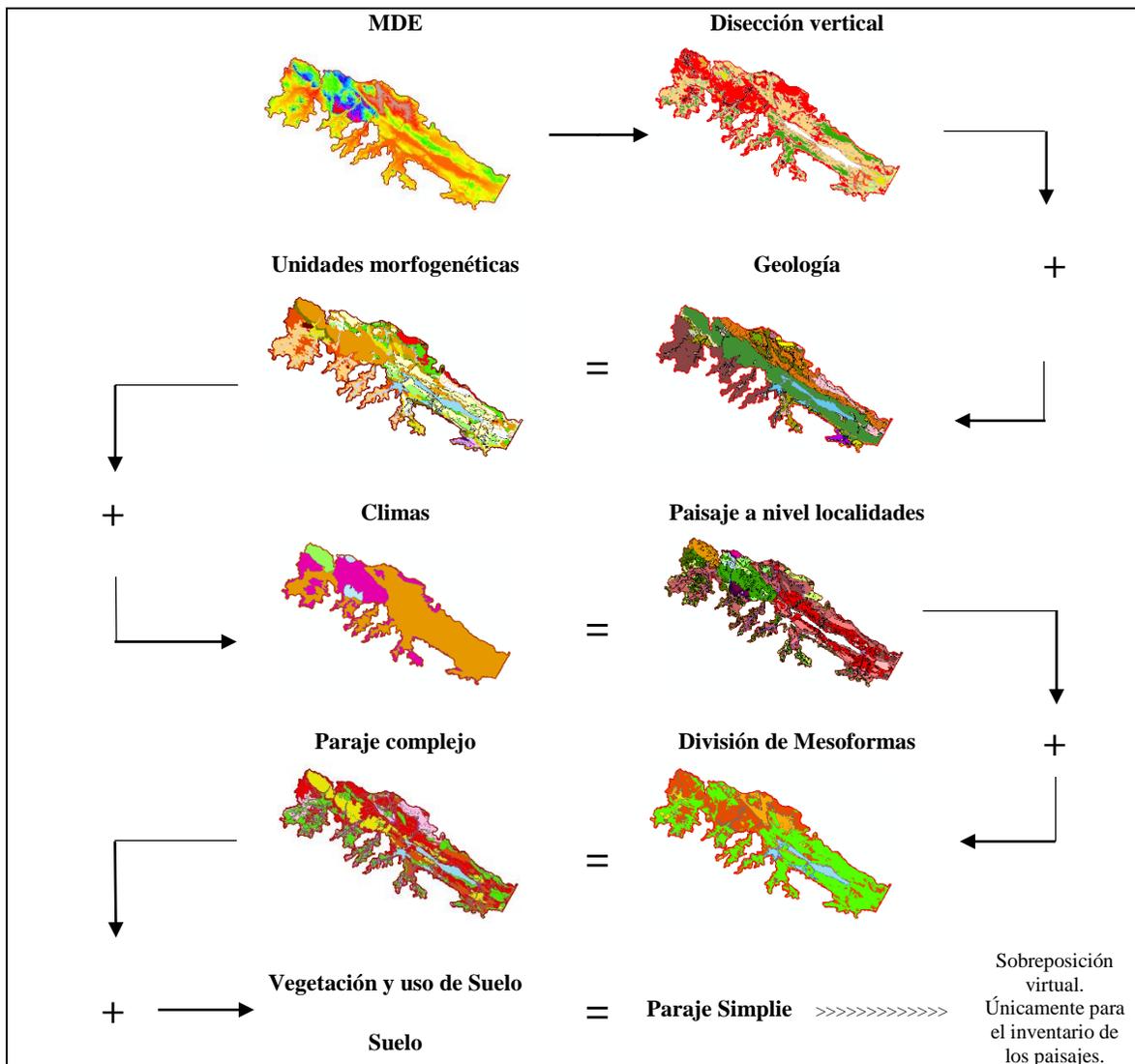


Figura 2. Esquema del método de obtención de los Paisajes. Elaboración propia.

## IX.2 Mapa de unidades de Relieve

Para iniciar la construcción de los PFG de la DC se definieron los tipos de relieve, en este sentido, Priego *et al.*, (2010) proponen como unidades superiores de relieve a las montañas, lomeríos, piedemonte, valles y planicies (ver tabla 4). Estas, se definieron de forma automatizada a partir de la altura relativa o la amplitud del relieve (Priego *et al.*, 2010) sin embargo, para la obtención de los piedemontes y los valles fue necesario interpretar imágenes de satélites y modelos digitales de elevación. De esta forma, se obtuvo una capa vectorial con las unidades generadas automáticamente y otra con las unidades interpretadas. Para ambos mapas se evaluó el área mínima cartografiable y se les asignó una descripción en la tabla de atributos.

Tabla 4. Subcategoría de las unidades de relieve superiores propuesta por Priego *et al.*, (2010).

No	Unidad de Relieve	Método de obtención	Insumos y herramientas
1	Montañas fuertemente diseccionadas (>500 m/km <sup>2</sup> )	Automatizada	MDE
2	Montañas medianamente diseccionadas (250-500 m/km <sup>2</sup> )		
3	Montañas ligeramente diseccionadas (100-250 m/km <sup>2</sup> )		
4	Lomeríos fuertemente diseccionados (80-100 m/km <sup>2</sup> )		
5	Lomeríos medianamente diseccionados (60-80 m/km <sup>2</sup> )		
6	Lomeríos ligeramente diseccionados (40-60 m/km <sup>2</sup> )		
7	Planicies acolinadas fuertemente diseccionadas (30-40 m/km <sup>2</sup> )		
8	Planicies acolinadas medianamente diseccionadas (20-30 m/km <sup>2</sup> )		
9	Planicies acolinadas ligeramente diseccionadas (15-20 m/km <sup>2</sup> )		
10	Planicies onduladas fuertemente diseccionadas (10-15 m/km <sup>2</sup> )		
11	Planicies onduladas medianamente diseccionadas (5-10 m/km <sup>2</sup> )		
12	Planicies onduladas ligeramente diseccionadas (2.5-5 m/k <sup>2</sup> )		
13	Planicies subhorizontales (<2.5 m/km <sup>2</sup> )		
14	Piedemonte	Supervisada	Curvas de nivel, MDE e imágenes de satélites
15	Valle		

Como último procedimiento ambas capas se sobrepusieron cartográficamente. De acuerdo a Priego *et al.*, (2010) el mapa de unidades de relieve constituye una primera aproximación para comenzar a elaborar los paisajes de la zona de estudio

### **IX.3 Mapa morfogenético**

Para obtener el mapa morfogenético se realizó una superposición entre las unidades de relieve con la capa litológica. Este proceso es necesario para conocer las génesis del relieve y el material litológico que constituye cada PFG. De acuerdo con la metodología lo específica, la primera acción después de realizar la unión cartográfica fue dar características de multipartes a los polígonos para posteriormente disolver aquellos que no cumplieran con el área mínima cartografiable. Priego *et al.*, (2010) recomiendan que el proceso debe realizarse de manera manual y supervisada.

Una vez terminada la edición de la capa vectorial se prosiguió a generar la leyenda bajo el orden conceptual relieve-génesis para cada uno de los polígonos obtenidos. Ejemplo: “*Montañas tectónico-carsificadas medianamente diseccionadas (DV= 250-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía*”. De esta forma concluyó el procesamiento de la capa vectorial de unidades morfogenéticas.

### **IX.4. Modificación de Climas de la DC**

La tercera fase del proceso consistió en obtener el paisaje a nivel de localidad, para ello, se sobrepuso la capa de unidades morfogenéticas previamente generadas con la cartografía climática. Sin embargo, esta se encuentra a una escala 1:1,000,000 (García, 2004), por ello, fue necesario realizar un ajuste cartográfico para homologarla a 1:250,000, por

medio del procedimiento del INECC<sup>3</sup> descrito en Priego *et al.*, (2004). La clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004) establece para México dos grandes grupos climáticos: húmedos o secos; Subgrupo climático: el cual se establece por límites térmicos; tipos climáticos: que son subdivisiones por el régimen térmico o de precipitación; Subtipos Climáticos: los cuales son Subdivisiones de los tipos por relación P/T (precipitación/temperatura) y por último las variantes climáticas: que son definidas según la marcha anual de las temperaturas y las oscilaciones térmicas.

El componente climático cambia o se transforma debido a tres condiciones geográficas conocida como factores de zonality; la primera corresponde a una diferenciación latitudinal, la segunda longitudinal, mientras que la tercera considera a la altitud (García, 2004). En este sentido, fue necesario utilizar las normarles de temperatura y precipitación de 40 estaciones pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (ver tabla 5) ubicadas al interior de la DC para el periodo 1980-2010.

Tabla 5. Estaciones climatológicas al interior de la DC. Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA.

No.	ESTACIÓN	NOMBRE	No.	ESTACIÓN	NOMBRE
1	00007003	Acala	21	00007102	Las flores
2	00007009	Aquespala	22	00007383	Nueva palestina
3	00007342	Benito Juárez	23	00007123	Ocozocoautla
4	00007329	Cascajal	24	00007132	Portaceli
5	00007021	Catarinitas	25	00007134	Puente colgante
6	00007224	Chicomuselo	26	00007135	Puente Concordia (CFE)
7	00007039	El Boquerón	27	00007335	Querétaro
8	00007050	El Progreso	28	00007226	Reforma II
9	00007238	El Sabinal	29	00007236	Revolución mexicana
10	00007065	Finca Ocotlán	30	00007362	Rosendo Salazar
11	00007358	Flores Magón	31	00007145	San francisco
12	00007376	Francisco I. Madero	32	00007230	San miguel (CFE)

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

13	00007359	Galeana	33	00007156	Santa María
14	00007070	Guadalupe Grijalva	34	00007229	Santo domingo (CFE)
15	00007180	Jaltenango (CFE)	35	00007176	Tuxtla Gutiérrez (CFE)
16	00007086	La angostura (CFE)	36	00007327	Úrsulo Galván
17	00007090	La concordia (DGE)	37	00007174	Villa Corzo (CFE)
18	00007093	La Libertad	38	00007239	Villa de Acala (CFE)
19	00007094	La Mesilla	39	00007034	Villa de Chiapilla
20	00007097	La Providencia	40	00007175	Villaflores (SMN)
			41	00007100	La Unión

Una vez definida la base de datos para la zona de estudio, se calcularon nueve variables para cada estación meteorológica<sup>4</sup> (ver tabla 6). Los cálculos se realizaron en Excel.

Tabla 6. Cálculos de parámetros para definición del clima para la estación Acala. Fuente: Elaboración propia.

Estación Acala	Parámetros	
Temperatura media anual en °C	25.625	
Temperatura (°C) del mes más cálido y mes en que se presenta	28.7	Mayo
Temperatura (°C) del mes más frío y mes en que se presenta	22.3	Enero
Precipitación total anual (mm)	941	
Precipitación (mm) del mes más seco y mes en que se presenta	0.5	Enero
Precipitación (mm) del mes más lluvioso y mes en que se presenta	210.6	Junio
Determina el porcentaje de lluvia invernal	0.584484591	
Determina si el régimen de lluvia es	Lluvias de verano	
Índice lang (p/t)	36.72195122	

Para el caso de la estación de Acala el clima corresponde a cálido debido a que su temperatura es mayor a 22°C (García, 2004). En cuanto al régimen de lluvias fue necesario ubicar el mes más húmedo del año (el que posee mayor valor de precipitación media mensual) en el periodo mayo-octubre o noviembre-abril. Para el ejemplo de la tabla se encuentra en junio; si el mes húmedo está en el período mayo-octubre y su valor es 10 veces mayor que la precipitación media del mes más seco del año entonces corresponde a un régimen de lluvias

<sup>4</sup> Consultar las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (García, 2004).

de verano. El método se aplicó para cada una de las estaciones, en un siguiente paso se procedió a realizar un análisis de la distribución del mapa de climas y su coincidencia con lo calculado para cada estación meteorológica para realizar los ajustes a la capa vectorial.

#### **IX.4.1 Procedimiento para definir el clima por tipos de vegetación**

El clima está íntimamente ligado con el tipo de vegetación, diversos autores han estudiado esta interacción y correlacionaron ambas variables, por ello, para continuar con el ajuste del mapa de climas a una escala 1:250.000 se correlacionó los usos de suelo y vegetación de INEGI con los climas bajo la propuesta<sup>5</sup> de distribución de tipos de vegetación según tipos de climas de Priego *et al.*, (2010).

#### **IX.5 Paisaje a nivel localidad**

Una vez obtenida la capa vectorial de climas se procedió a unirla con el mapa morfogenético para obtener los paisajes a nivel de localidad. Los polígonos obtenidos del procedimiento anterior se convirtieron en multipartes y se disolvieron de manera supervisada aquellos menores a 1 km<sup>2</sup> a fin de salvaguardar los límites morfogenéticos del PFG; posteriormente, se generó la leyenda bajo el orden conceptual: Relieve - Geología – Clima; ejemplo de esto: “*Piedemonte volcánico formado por toba andesítica, en clima semicálido subhúmedo*”. Se asignaron claves a cada localidad bajo un esquema jerárquico: 1 Clima – 2 Relieve – 3 Geología.

La leyenda de la cartografía a nivel localidades concluyó como se muestra a continuación:

---

<sup>5</sup> Consultar el anexo 5 de la Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje Priego *et al.*, (2010).

I. Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV= 100-500$  m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita, en clima semicálido húmedo con lluvias de verano con vegetación secundaria, sobre Leptosol.

### IX.6 Paraje complejo

Para obtener el nivel taxonómico paraje complejo se subdividieron las mesoformas en complejo de geoformas; en este sentido, las mesoformas fueron divididas en complejos de geoformas, según su funcionalidad (ver tabla 7).

Tabla 7. Criterios geomorfológicos que definen el taxón paraje complejo.

Relieve	Subunidad	Criterios
<b>Montañas Lomeríos</b>	Complejos de cimas y puertos	Interpretación de la configuración de curvas de nivel y modelo digital de elevación
	Complejo de dolinas y úvalas	
	Complejo de laderas y barrancos	
<b>Piedemontes</b>	Complejo de colinas residuales, interfluvios y barrancos	Pendientes > 3°
	Complejo de superficies y cauces	Pendientes < 3°
<b>Planicies</b>	Complejo de colinas residuales	Pendientes > 3°
	Complejo de laderas y barrancos	Pendientes < 3°
<b>Valle</b>	Complejo de terrazas y vegas	Interpretación de la fisonomía de las curvas de nivel, modelos digitales de elevación e imágenes de satélite.

Fuente: Elaboración propia a partir de Priego *et al.*, (2010).

Las subunidades para los relieves de montañas, lomeríos y valles se definieron a partir de interpretación del modelo digital de elevación; para definir el piedemonte y la planicie se utilizó un modelo ráster de pendientes reclasificado en dos clases: >3° y <3°.

Una vez subdivididos los polígonos, se procedió a realizar una sobreposición cartográfica de la capa vectorial con la capa de vegetación con el propósito de caracterizar los PFG según el predominio territorial que ejercen en niveles inferiores, respecto a niveles superiores se generó una generalización de estos.

### IX.7 Paraje simple

El paraje simple implicó dividir los complejos de geformas de acuerdo al ángulo de inclinación; posteriormente, se realizó una sobreposición virtual con la vegetación y uso de suelo y edafología. La integración de estos dos componentes se realizó de manera virtual según Priego *et al.*, (2010), en este sentido, los componentes bióticos no funcionan como factores de diferenciación sino como características del paisaje; son consecuencia y no causa.

La primera etapa consistió en generar; un modelo de pendientes para subdividir los polígonos a nivel paraje complejo (ver tabla 8), posteriormente se realizó una unión cartográfica con la vegetación y los suelos para caracterizarlos con mayor precisión. Los resultados de la unión de estas dos variables se describen en la leyenda y no de forma gráfica en el mapa de Paisajes.

Tabla 8. Jerarquía de las pendientes en el paraje complejo (Priego *et al.*, 2010)

Pendiente	Descripción	Jerarquía
>30°	Muy Fuertemente Inclinado	I
10°-30°	Fuertemente inclinado	II
5°-10°	Medianamente inclinado	III
3°-5°	Ligeramente inclinado	IV
0-3°	Muy ligeramente inclinado	V

Las claves del paraje complejo son números arábigos consecutivos, estos no reinician como los del paraje simple. Dentro de cada localidad habitualmente existen más de un paraje complejo y es la pendiente quien otorga la jerarquía al ordenarla dentro de la leyenda.

### IX.8 Validación en campo

A partir de la interpretación visual de imágenes de satélites, del MDE, y el análisis de los mapas temáticos utilizados en la metodología, se seleccionaron las unidades de paisaje en donde se identificaron algún grado de incertidumbre y se procedió a realizar visitas a campo para validar la información, los resultados de los recorridos se muestran en el anexo 2.

### IX.9 Evaluación de paisajes productivos

En primera instancia se procesó la información: a partir del MDE se obtuvieron las variables altitud y pendiente, las cuales se reclasificaron en función de las variables agroecológicas del cultivo. Respecto a la edafología, se asignaron ponderaciones de acuerdo al López *et al.*, (2008) (ver tabla 9 y 10). Para la precipitación y temperatura fue necesario obtener los promedios anuales de los meses de la estación de crecimiento del cultivo: mayo a octubre (López *et al.*, 2008) en un periodo de 10 años (Pineda y Suarez 2014). En este sentido, las mediciones se realizaron de 2007-2016 de 51 estaciones ubicadas dentro del polígono y área de influencia de la DC.

Tabla 9. Variables agroecológicas para el maíz.

Componente	Rango o tipo				
	Óptimo		Sub-óptimo		Marginal
Precipitación (mm)	700-1300	Las variables que tienen un	480-700	Áreas en donde las condiciones	Áreas que presentan
			1300-1500		

Temperatura (°C)	18-26	mayor peso en la definición de la adaptación del maíz son la temperatura, altura, precipitación y tipos de suelos.	14-18	naturales de suelo, relieve y de clima presentan limitaciones ligeras y pueden ser mejoradas con prácticas de manejo adecuadas.	limitaciones importantes de suelo, relieve y clima, lo cual impide el establecimiento o desarrollo normal del cultivo en condiciones naturales.
			26 >		
Suelo	Todos excepto leptosoles, Regoles, solonchaks y ranquers.		-		
Altitud (msnm)	0-1200		1200-1800		
Pendiente (%)	0-5		5-15		

Fuente: Elaboración propia tomado de López *et al.*, (2008).

Tabla 10. Rangos de precipitación óptima para las semillas mejoradas.

Maíz	Óptimo	Subóptimo
V-560	600-1000	>1000
H-565	1000-1500	600-1000 1500-1700

Fuente: Elaboración propia a partir de Martínez *et al.*, (2018)

Una vez terminado los procesos anteriores, la presente investigación aplicó un índice basado en una lógica de predominancia territorial de los componentes que integran el paisaje físico-geográfico (Shishenko, 1988). Para ello se establecieron las ponderaciones de los componentes del paisaje acuerdo a la aptitud de estos para el cultivo del maíz (López *et al.*, 2008) para la temporada primavera-verano (tabla 8).

$$IPP = \frac{\sum_{i=1}^n ri * Aij}{Aj}$$

Donde:

IPP= Índice de potencial productivo del paisaje.

ri= Ponderación de la aptitud de los paisajes del tipo i establecido.

Aij=Área ocupada por el componente i en el geocomplejo j.

A= Superficie total de la unidad de paisaje j

Cada valor ponderado que estará en función del potencial productivo; en este sentido, se definió una escala de 0.1 a 0.99 donde los valores cercanos a uno representaron mayor potencial productivo y viceversa (ver tabla 11). La ponderación se realizó en función de lo establecido por López *et al.*, (2008).

Tabla 11. Ponderación de los rangos de potencial productivo.

<b>Variable</b>	<b>Potencial productivo</b>	<b>Rangos</b>	<b>Ponderación</b>
Precipitación (mm)	Subóptimo	480-700 1300-1500	0.5
	Óptimo	700-1300	0.9
Temperatura (°c)	Subóptimo	14-18 26>	0.5
	Óptimo	18-26	0.9
Altitud (a.s.n.m.)	Subóptimo	1200-1800	0.5
	Óptimo	0-1200	0.9
Pendiente (%)	Subóptimo	5-10	0.5
	Óptimo	0-5	0.9
<b>Variable</b>	<b>Potencial productivo</b>	<b>Grupo de suelo según la USS Working Group WRB (2015)</b>	<b>Ponderación</b>
Suelos	No óptimo	Leptosol Regosol	0.1
	Óptimo	Acrisol Alisol Cambisol Fluvisol Luvisol Phaeozem Planosol Plintosol Umbrisol Vertisol	0.9

Inicialmente se multiplicó el valor ponderado del potencial productivo por la superficie ocupada de la variable agroecológica dentro de la unidad de paisaje a nivel paraje complejo; el resultado fue dividido entre la superficie total de la unidad de paisaje; en paso posterior, se unió la tabla de sumatorias y el mapa de parajes complejos. Este procedimiento se aplicó para todos los componentes; al finalizar, las evaluaciones parciales se realizaron las sumatorias de resultados los cuales, se clasificaron en Óptimo, Subóptimo y No Óptimo (Reynoso *et al.*, 2016). Los módulos utilizados para este proceso fueron: Intersect, Multipart To Singlepart, Field Calculator y Sumarize en Arcgis 10.5.

## X. Resultados

### X.1 Relieve de la DC

Los resultados indican que más del 50% de la zona de estudio está ocupadas por sistemas montañosos y piedemontes, los cuales, se constituyen como las unidades predominantes en la región, seguidas de los lomeríos y las planicies acolinadas (ver tabla 12).

Tabla 12. Superficies de las unidades de relieve.

Unidad de relieve	Amplitud de relieve	Superficie (%)	Km <sup>2</sup>
Montañas ligeramente diseccionadas	(100-250 m/km <sup>2</sup> )	29.9	3,600.83
Piedemonte	N/A	27.3	3,287.71
Lomeríos ligeramente diseccionados	(40-60 m/km <sup>2</sup> )	15.9	1,914.82
Planicies acolinadas medianamente diseccionadas	(20-30 m/km <sup>2</sup> )	6.1	734.61
Montañas medianamente diseccionadas	(250-500 m/km <sup>2</sup> )	5.1	614.18

Valle	N/A	3.6	433.54
Lomeríos fuertemente diseccionados	(80-100 m/km <sup>2</sup> )	2.5	301.073
Planicies acolinadas ligeramente diseccionadas	(15-20 m/km <sup>2</sup> )	2.1	252.9
Planicies onduladas fuertemente diseccionadas	(10-15 m/km <sup>2</sup> )	1.9	228.81
Planicies acolinadas fuertemente diseccionadas	(30-40 m/km <sup>2</sup> )	0.37	44.55
Lomeríos medianamente diseccionados	(60-80 m/km <sup>2</sup> )	0.3	36.12

Las montañas ligeramente diseccionadas (DV 100 a >500 m/km<sup>2</sup>) tienen un área 4,223 km<sup>2</sup> proporcional a 35% de la provincia fisiográfica, forman un corredor desde el centro al noreste de la zona de estudio, el cual inicia en el municipio de El Parral hasta el norte de Cintalapa. Los lomeríos fuerte a ligeramente diseccionados (40-100 m/km<sup>2</sup>) tienen una extensión de 2,267 km<sup>2</sup>, esto representa el 18.2% de la superficie de la zona de estudio, se distribuyen principalmente en forma paralela a la periferia de la presa La Angostura, al norte y al sur del municipio de El Parral hasta Frontera Comalapa.

Por su parte, los piedemonte cubren una extensión de 3,296 km<sup>2</sup>, lo equivalente al 27.37% del área total de la zona de estudio, su distribución sigue un patrón de orientación sur-norte en forma de corredores y parches aislados, ocupan el segundo lugar entre las unidades de relieve más representativas de la DC. Respecto a las planicies, tienen una extensión de 1,278 km<sup>2</sup>, esto representa 10% de la superficie de la zona de estudio; su distribución geográfica sigue un patrón en forma de parches aislados; las más extensas de la región se ubican al sur-oeste en el municipio de Ocozocoautla de Espinosa y al sur-este en el municipio de Frontera Comalapa

Por último, los valles de la zona de estudio son unidades en su mayoría estrechas, modeladas por ríos provenientes de las zonas cumbres de la Sierra Madre de Chiapas, fluyen en una dirección norte-sur. El valle de mayor extensión e importancia es el del río Grijalva, el cual inicia en el embalse antes mencionado y continua más allá de la DC al cruzar la frontera de la provincia en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Estas unidades geomorfológicas tienen una extensión total de 443 km<sup>2</sup> lo que representa el 3.7% de la superficie de la DC.

## X.2 Génesis de los Paisajes Físico-Geográficos

La investigación contribuyó para poder definir los ambientes genéticos de la zona de estudio, los cuales son resultado de la interacción de factores físicos a través del tiempo. Destacan por su extensión territorial el ambiente tectónico-kárstico, que abarca 40.66% de superficie y; le sigue el fluvio-acumulativo con 22.56%, (ver figura 3). La génesis volcánica es de las menos representativas, con menos del 3% del área de la zona de estudio (tabla 13).

Tabla 13. Superficies de cada uno de los ambientes genéticos de la zona de estudio.

Elaboración propia.

Ambiente	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje
Tectónico kárstico	4,896.99	40.66
Fluvio-acumulativo	2,717.42	22.56
Tectónico-acumulativo	1,392.89	11.57
Tectónico intrusivo-erosivo	1,200.09	9.96
Fluvio-erosivo	517.63	4.3
Fluvio-torrencial	507.78	4.22
Volcánico erosivo	177.02	1.47
Tectónico erosivo-denudativo	101.36	0.84

Figura 3. Cartografía de los ambientes genéticos de la DC.

**Ambiente Tectónico-kárstico:** Se extiende en forma de corredor desde el norte de Cintalapa en dirección sureste hasta los límites con Guatemala. Lo conforman principalmente

lomeríos y montañas, en menor proporción planicies. Estos ambientes son modelados por procesos tectónicos y disolución, ejemplo de estos son la formación los escarpes y la presencia de dolinas y uvalas.

**Fluvio-acumulativo:** Son corredores paralelos alternados por las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas que se extiende de noroeste a sureste de la zona de estudio, es decir, desde el municipio de Cintalapa hasta La Concordia; también tienen presencia en los municipios de Suchiapa y Venustiano Carranza. El relieve de este ambiente se caracteriza por la modelación de la escorrentía superficial en la temporada de lluvias, los flujos de energía de la Sierra Madre de Chiapas descargan en estas zonas sedimentos que enriquecen de nutrientes el suelo, esto incentiva la producción agrícola.

**Fluvio-erosivos:** Se encuentran en los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Villa Corzo, La Concordia y Chicomuselo, en donde se encuentran los ríos La Cintal, El Tablón y Santo Domingo, Nijundilo, Cuxtepeques, Hustate, Yayahuita y Grijava. Los procesos erosivos causados por la acción de ríos y corrientes de agua desempeñan un papel fundamental en la formación y modificación del paisaje terrestre debido a que modelan continuamente el relieve a medida fluyen aguas abajo. La acción incisiva del agua provoca un desgaste superficial continuo provocando la formación de playones e islas que se avistan en épocas de secas. En estos ambientes es común encontrar vegas, las cuales conforman paisajes potenciales para la producción agrícola.

**Fluvio-torrencial:** Este ambiente se caracteriza por la modelación de los ríos intermitentes en temporada de lluvia torrencial, que influyen en la formación y evolución del paisaje. Estos ambientes se localizan en el abanico proluvial del municipio de Acala. En este

ambiente las avenidas de agua incentivan la formación de barrancos y cárcavas, en otras palabras, existe un continuo desgaste de los materiales que componen el suelo por la acción del agua.

**Tectónico-acumulativo:** Este ambiente caracterizado por procesos tectónicos y acumulación de rocas sedimentarias terrígenas. Tiene presencia en los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Chiapa de Corzo, Acala, Venustiano Carranza, Tzimol y La Concordia.

**Tectónico erosivo-denudativo:** Este ambiente se encuentra en el municipio de Chicomuselo, en donde existe la presencia de material litológico de tipo metamórfico.

**Ambiente intrusivo-erosivo:** Este ambiente es parte del batolito que representa la Sierra Madre de Chipas. Debido a su ubicación, este ambiente manifiesta un factor de vecindad con las regiones fluvio-acumulativas.

**Volcánico erosivo:** Este ambiente magmático se distribuye de forma aislada en los municipios de Cintalapa, San Lucas y Venustiano Carranza.



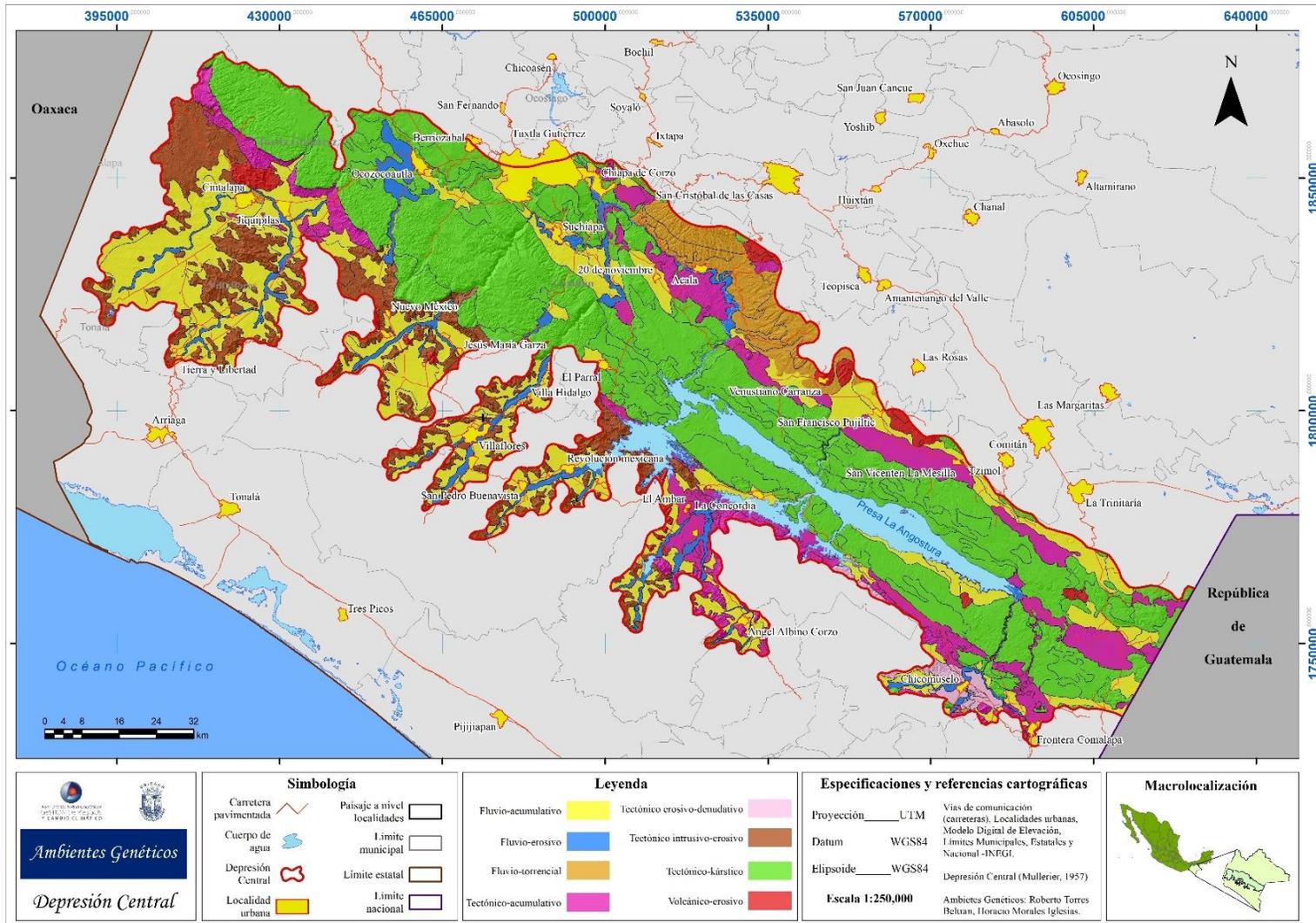


Figura 3. Mapa de ambientes genéticos. Elaboración propia

### X.3 Inventario de los paisajes a nivel localidades

Identificado los ambientes, se pudo tener mayor certeza al obtener los paisajes. En este sentido, como resultados de la aplicación de la metodología de paisajes físico-geográficos a escala 1:250,000, se obtuvieron en total 4 clases, 24 subclases, 55 localidades, 75 parajes complejos, 135 parajes simples (ver figura 5). Es importante mencionar que la descripción de cada geocomplejo está integrada en el anexo 1; sin embargo, dada la importancia que tienen por su extensión territorial se describen los siguientes:

Los paisajes con mayor representación dentro de la DC son de génesis (ver figura 4): tectónico-kárstico, tectónico-intrusivo y fluvio-proluvial, con un relieve de montaña, lomerío y piedemonte en climas semicálido y cálido subhúmedo con un régimen de lluvias de verano. Los principales tipos de vegetación y uso de suelo son: agricultura de temporal, pastizal inducido, vegetación arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia sobre suelos de tipo Leptosol, Luvisol y Vertisol.

Por otra parte, los geocomplejos menos representativos tienen una génesis volcánica, formados por toba riolítica, toba riolítica-toba dacítica, toba andesítica-andesita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal, vegetación secundaria agricultura sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.

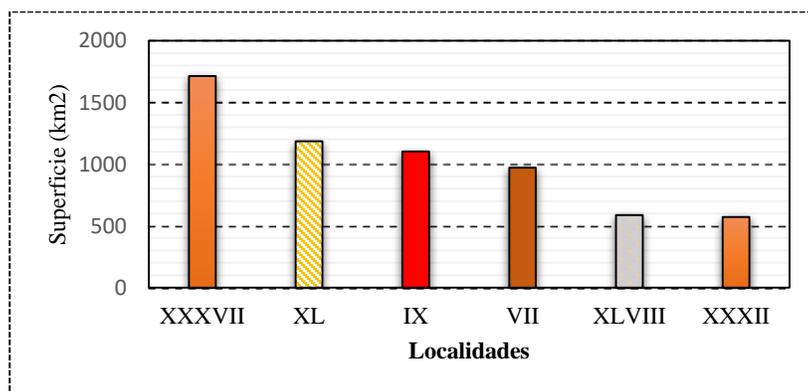


Figura 4. Gráfica de los Paisajes más representativos de la DC.

Como bien se muestra en la gráfica, se distinguen seis localidades que abarcan 6,648 km<sup>2</sup>, lo que representa 50.9% de toda la superficie de la zona de estudio, los cuales se describen a continuación:

**XXXVII: Lomeríos tectónico-kársticos ligera a fuertemente diseccionados (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo.** Este geocomplejo abarca una superficie de 1,713.5 km<sup>2</sup> que representa 14.2 % de la superficie total, se distribuye a manera de corredor en la parte central de la provincia fisiográfica hasta el sureste de la zona de estudio, esta incluye los municipios de Chiapa de Corzo, El Parral y Emiliano Zapata. Respecto a la estructura horizontal de este paisaje está conformada por dos parajes complejos y ocho parajes simples. Por su parte, la estructura vertical considera un relieve con rango de inclinación suave a medianamente inclinado (0 a 10°) en los que se establecen vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia, pastizales, y actividades agrícolas en algunas zonas, sobre suelos del tipo Leptosol.

**XL: Piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo.** Está integrada por dos parajes complejos y tres parajes simples, estos presentan ángulos de inclinación en un rango de 0 a 10°. La cobertura vegetal corresponde a agricultura de temporal y pastizales sobre Leptosol, Luvisol, Vertisol, Phaeozem y Regosol. Esta localidad representa el 9.8% de la superficie de la DC con 1,184.06 km<sup>2</sup>. Su distribución se acota a los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores y Villa Corzo. Estas unidades de paisaje funcionan como una zona de transición entre la Sierra Madre de Chiapas y la zona central de la zona de estudio. Las zonas altas de los

pedemontes están formadas por interfluvios y barrancos, existe escorrentía superficial aguas debajo de la unidad.

**IX: Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 250-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía, caliza-arenisca, caliza-lutita, en clima semicálido subhúmedo.** Este por dos parajes complejos y seis parajes simples con ángulos, estos representan ángulos de inclinación de 0 a 30°. La cobertura vegetal corresponde a vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selvas bajas caducifolias, agricultura de temporal y pastizal inducido sobre suelos de tipo Leptosol, y en menor superficie Phaeozem y Luvisol. Este paisaje representa el 9.1% de la superficie de la DC con 1,102.6 km<sup>2</sup>. Su distribución se acota a los municipios de Ocozocoautla, al norte de Villaflores y en la zona central de Suchiapa. El componente litológico de este paisaje provoca la presencia de procesos de disolución y con ello la formación de dolinas y uvalas.

**VII: Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo.** Esta localidad se compone de dos parajes complejos y dos parajes simples; en donde los ángulos de inclinación manifiestan un amplio rango que va de 0 a mayores a 30°, este factor incentiva la presencia de escorrentías en la temporada de lluvias, las cuales generan procesos erosivos, esta materia y energía es emitida a los PFG o geosistemas de menor energía adyacentes a estos. La cobertura vegetal de esta localidad está integrada por bosques de encino-pino en las zonas altas; en las áreas con menor inclinación predomina la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja; respecto a los suelos, estos corresponden a Leptosoles y Regosoles. Estas unidades de paisaje representan el 8.05 % de la superficie de la zona de estudio y se ubican principalmente en los límites con la provincia

fisiográfica Sierra Madre de Chiapas, en los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Villa Corzo y la Concordia.

**XLVIII: Planicies tectónico-kársticas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas (DV=15-40 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo.** Esta localidad está conformada por un paraje complejo y un paraje simple. Los ángulos de inclinación consideran un gradiente que va de 0 a 3°, esta situación genera la presencia de colinas residuales, sobre las cuales se establece un uso de suelo agrícola de riego y temporal sobre suelos de tipo Vertisol, Cambisol y Phaozem. Está localidad representa el 4.8% de la superficie y se distribuye desde la parte central hasta el sector este de la DC en forma de corredor.

**XXXII: Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas (DV=100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo.** Este PFG está compuesto por dos parajes complejos y siete parajes simples. Su estructura vertical está compuesta por complejo de dolinas y uvalas, además de laderas y barrancos con ángulos de inclinación desde 0 a mayores a 30° cubiertos por vegetación secundaria y arbustiva de selva baja caducifolia, agricultura de temporal y pastizales sobre Leptosoles, Regosoles y Phaeozems. Este geosistema ocupa 4.7% de la superficie de la DC y se distribuye en los municipios de Venustiano Carranza, El Parral, Chiapa de Corzo y al este en los municipios de Frontera Comalapa y La Trinitaria de manera dispersa.

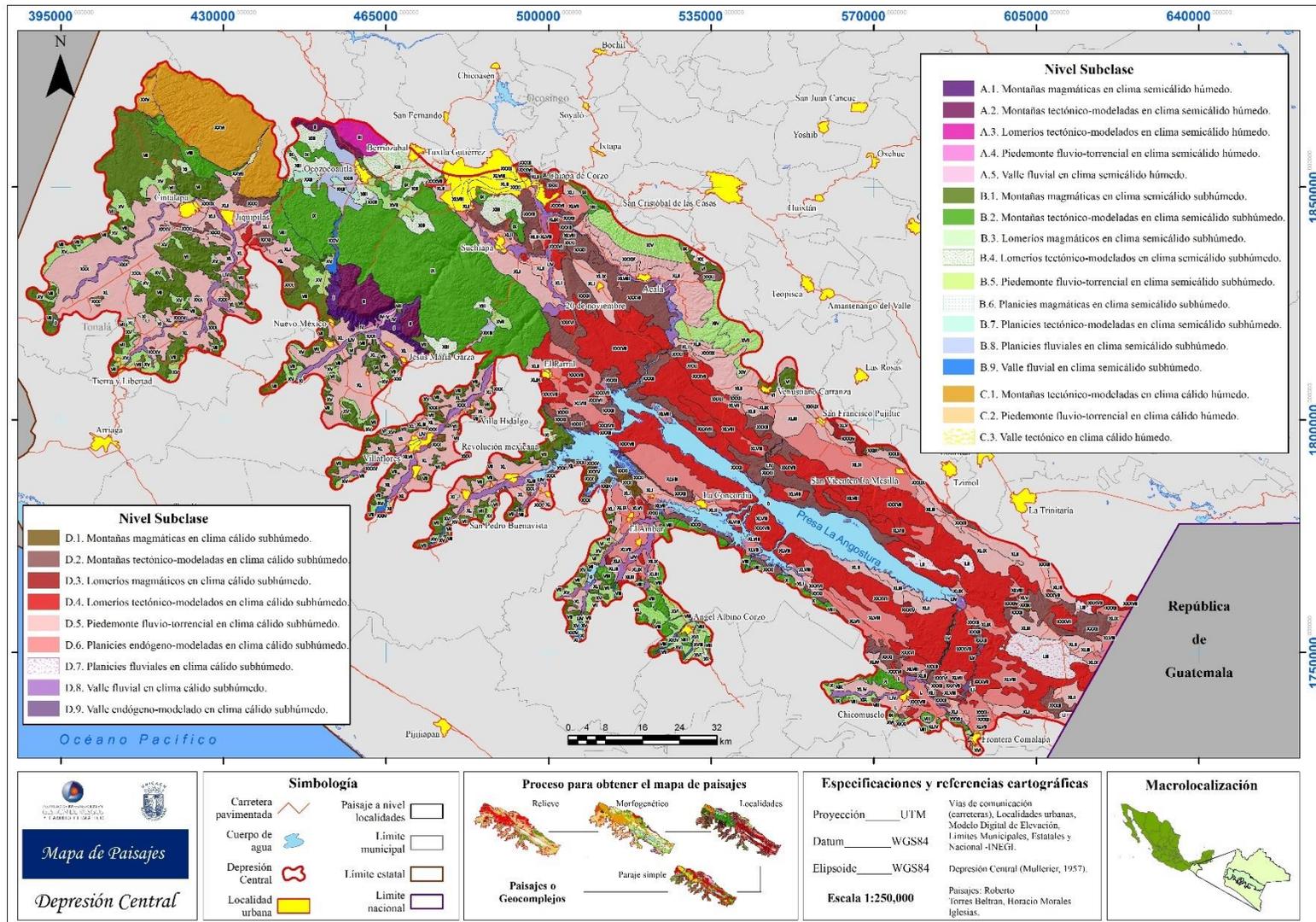


Figura 5. Mapa de Paisajes de la Depresión Central. Elaboración propia.

#### X.4 Evaluación del potencial productivo de los paisajes de la DC

Los resultados indican una superioridad de la clase marginal, debido a que supera la superficie de las categorías óptima y subóptima (ver figura 6); en este sentido, es necesario acotar que este nivel incluye actividades agrícolas a pesar de sus condiciones naturales.

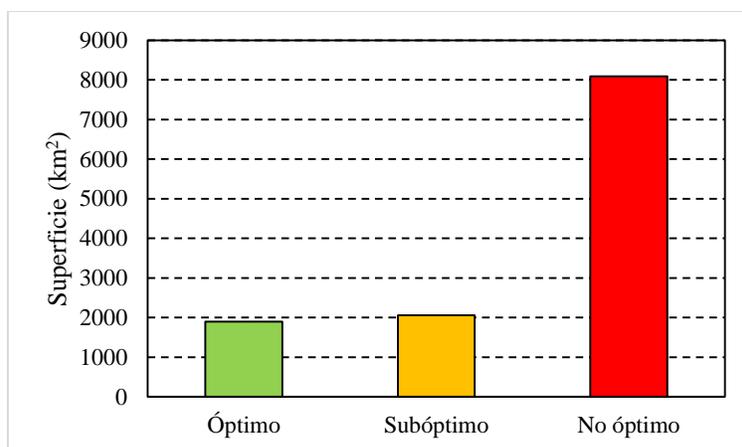


Figura 6. Superficies del potencial productivo de maíz. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, la clase marginal ocupa 67.17% del área total de la DC y se distribuye en forma de corredor con un rumbo noreste a suroeste; la clase subóptima abarca 17.1% y se ubica principalmente en las zonas oeste, suroeste y sureste de la DC. El nivel óptimo ocupa 15.7 % y se distribuye de forma de parches y corredores aislados en toda la zona de estudio (Figura 5).

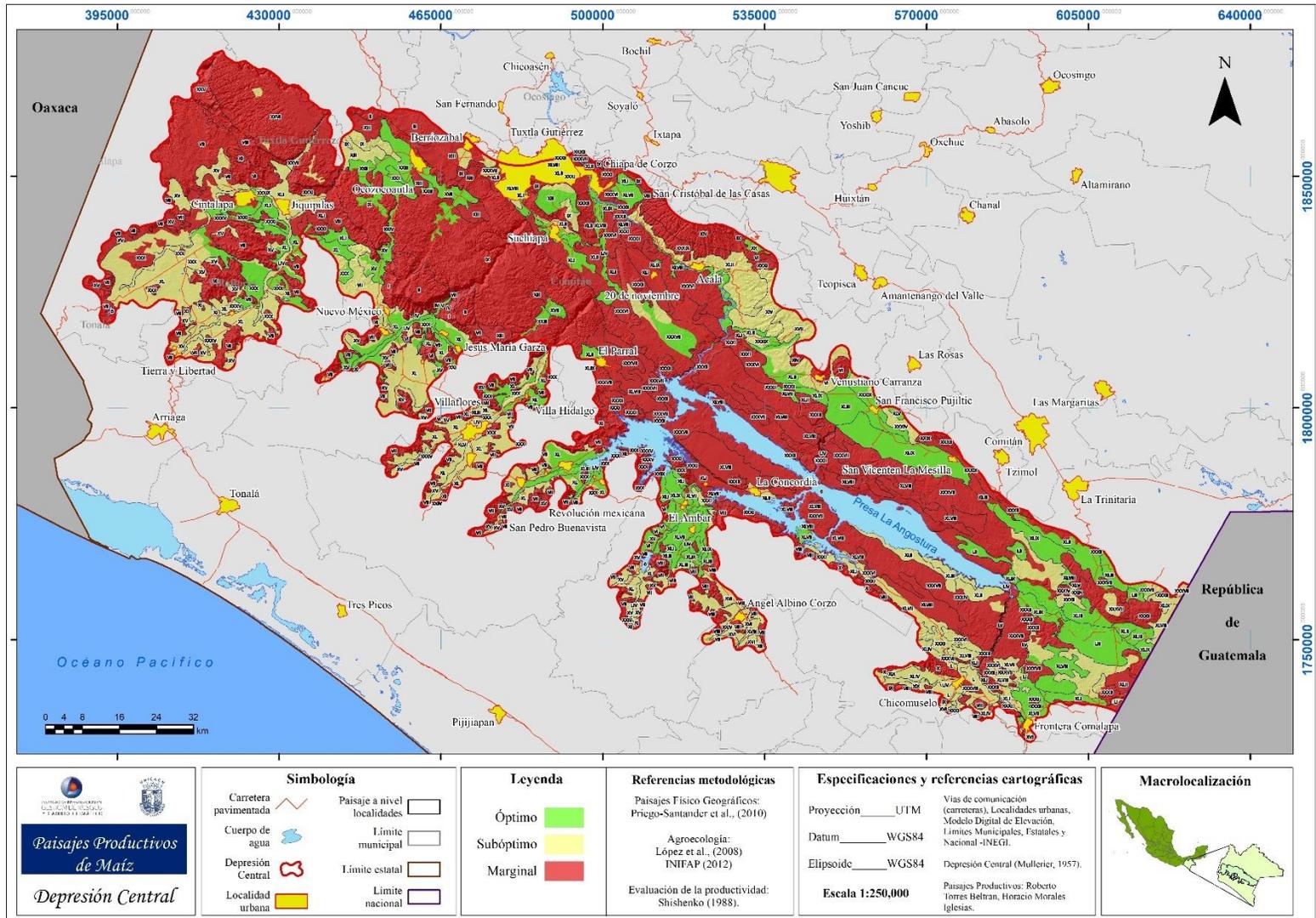


Figura 7. Mapa de Paisajes productivos de maíz. Elaboración propia.

#### X.4.1 Clase Marginal

Las zonas marginales se extienden en forma de corredor desde el municipio de Cintalapa hasta la frontera con Guatemala. Se caracterizan por ser paisajes con pendientes mayores al 15% con suelos pedregosos. El ambiente genético predominante en esta categoría es el tectónico-kárstico y en menor proporción el tectónico-intrusivo, donde la cobertura forestal original -selva baja caducifolia y a bosque templado- ha sido deforestada por la expansión de la frontera agropecuaria (ver tabla 14).

Tabla 14. Paisajes que integran la clase marginal.

Paisaje	Ambiente	Relieve	Uso de suelo	Superficie (km <sup>2</sup> )	%
XXXVII	Tectónico-kárstico	Lomerío	Vegetación secundaria arbórea y arbustiva, pastizales y agricultura.	1,713.51	22.68
IX		Montaña	Agricultura, pastizales y vegetación secundaria arbórea y arbustiva	1,102.66	14.59
VII	Tectónico intrusivo-erosivo	Montaña	Bosque, vegetación secundaria arbustiva, pastizales y agricultura	970.5	12.84
XXXII	Tectónico-kárstico	Montaña	Pastizal y vegetación secundaria arbórea y arbustiva	676.7	7.57
XLVIII		Planicie	Agricultura	450.36	5.96
XXVI		Montaña	Vegetación secundaria arbórea	420.29	5.56
XXXVI		Lomerío	Pastizal y agricultura	258.19	3.42
XIII			Agricultura y pastizales	254.36	3.37
VIII	Tectónico-acumulativo	Montaña	Pastizales y vegetación secundaria arbórea y arbustiva	246.8	3.27

Los paisajes de Lomerío tectónico-kárstico de ligera a fuertemente diseccionado (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formado por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria, pastizal y agricultura sobre Leptosol, son los más representativos en esta clase -XXXVII-. Estos paisajes forman parte del corredor de tectónico-kárstico de la DC, el cual se distribuye desde El Parral y termina en Frontera Comalapa (ver figura 7).

El segundo tipo de paisaje con esta categoría está representado por Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV= 250-500 \text{ m/km}^2$ ), formadas por caliza-dolomía, caliza-arenisca, caliza-lutita, en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria, pastos y agricultura sobre Leptosol, Phaeozem y Luvisol -IX-. Este geocomplejo forma parte del corredor de tectónico-kárstico en el municipio de Ocozocoutla.

En tercer sitio está representado por paisajes de Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV= 100-500 \text{ m/km}^2$ ), formadas por metagranito-metagranodiorita, en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria, bosque y pastos sobre Leptosol y Regosol -VII-; se distribuye al sur de la DC en forma de parches aislados.

#### **X.4.2 Paisajes Subóptimos**

Esta categoría se distribuye en forma de corredores y parches aislados en paisajes donde la estructura vertical está conformada por relieves de piedemonte y valle, desarrollados en ambiente fluvio-erosivo y fluvio-acumulativo respectivamente en donde el uso de suelo es principalmente agropecuario (ver tabla 15).

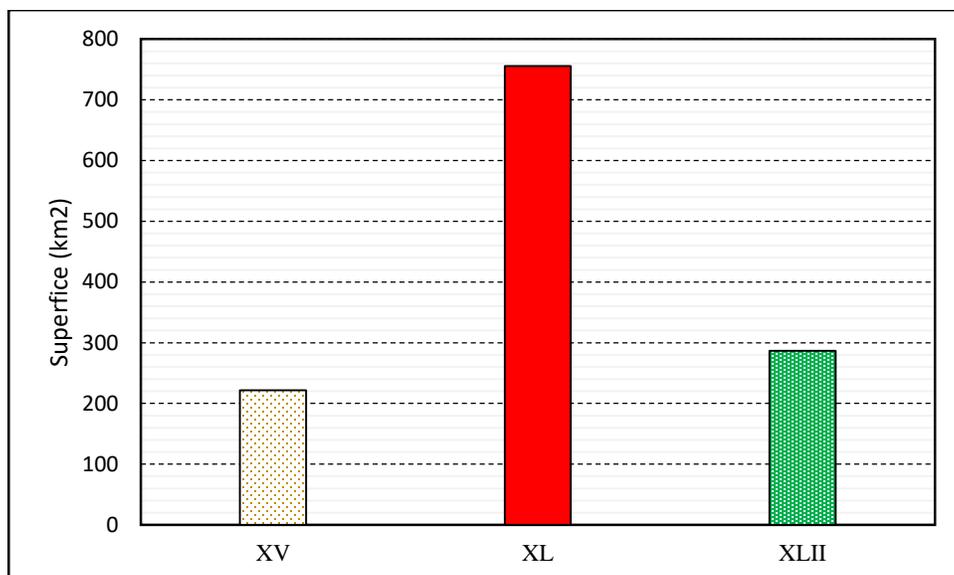


Figura 8. Gráfica de los paisajes subóptimos.

Tabla 15. Paisajes que integran la clase subóptima. Elaboración propia.

Paisaje	Ambiente	Relieve	Uso de suelo	Superficie (km²)	%
XL	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura y pastizales	755.89	36.69
XLII			Agricultura, pastizales, vegetación secundaria arbustiva y asentamientos humanos	286.73	13.92
XV			Agricultura y pastizales	221.97	10.78
LIV	Fluvio-erosivo	Valle	Agricultura	173.55	8.42
XLI	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura	86.4	4.19

Los paisajes con mayor representatividad para esta clasificación son los siguientes: piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Luvisol, Vertisol, Phaeosem -XL-. En segundo lugar, están los piedemonte fluvio-proluviales formados por caliza-lutita y caliza-dolomía, al interior de la mesoforma se manifiestan colinas residuales y superficies y cauces con un amplio gradiente de inclinación (0 a 30°) con actividades agrícolas en clima

cálido subhúmedo sobre Phaeozems y Luvisoles –XLII-; estos PFG forman un corredor discontinuo desde los municipio de Acala y Chiapila, Totolapa hasta Venustiano Carranza.

La localidad XV correspondiente a piedemonte fluvio-proluvial formado por metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo; está conformada por dos parajes complejos y cuatro simples. En su estructura vertical se manifiesta un complejo de colinas residuales y complejo de superficies y cauces con un amplio gradiente de inclinación (0 a 30°). Los suelos que la caracterizan son los Phaeozem, Cambisol y Luvisoles. En la actualidad tienen un uso agrícola y de pastoreo. Ocupa el 10.7% de áreas subóptimas.

De manera general, la categoría marginal tiene un patrón espacial definido en forma un corredor interrumpido por montañas graníticas que se erigen al este de Cintalapa y transitan por los municipios de Jiquipílas, Villafores, Villa Corzo hasta finalizar en los límites de Guatemala en las planicies y piedemontes de Chicomuselo.

#### **X.4.3 Paisajes Óptimos**

Los paisajes físico-geográficos (PFG) óptimos para el cultivo de maíz consideran un ambiente tectónico-acumulativos y fluvio-acumulativos en clima cálido húmedo conformados por relieves de piedemonte, planicies y valles con suelos desarrollados como Vertisoles y Luvisoles, estos son los clasificados dentro de los más productivos. En su mayoría se encuentran actualmente ocupados por actividades agrícolas (ver tabla 16).

Tabla 16. Paisajes que integran la clase óptimo. Elaboración propia.

Paisaje	Ambiente	Relieve	Uso de Suelo	Km <sup>2</sup>	%
XL	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura y pastizales	316.34	16.71
XLIX	Tectónico-acumulativo	Planicies	Agricultura	307.7	16.25
LIV	Fluvio-erosivo	Valle	Agricultura	204.2	10.79
XLIII	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura	167.81	8.86
XLVII	Tectónico-acumulativo	Planicie	Agricultura y pastizales	134.86	7.12
XLI	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura	134.7	7.12
XLII	Fluvio-acumulativo	Piedemonte	Agricultura y vegetación secundaria	124.66	6.59
LIII	Tectónico-acumulativo	Planicie	Agricultura	105.43	5.57
XXIII	Fluvio-erosivo	Planicie	Agricultura	87.03	4.6

Estos paisajes tienen las características de ser relieves con poca energía modelados por factores endógenos y exógenos; en estos no existen movimientos súbitos de agua que pueda siniestrar los cultivos, sin embargo, se presenta la acumulación de sedimentos, los cuales; enriquecen los suelos con nutrientes aprovechados por los cultivos. Para la DC los geocomplejos XL y XLIX tienen la mayor superficie (figura 8).

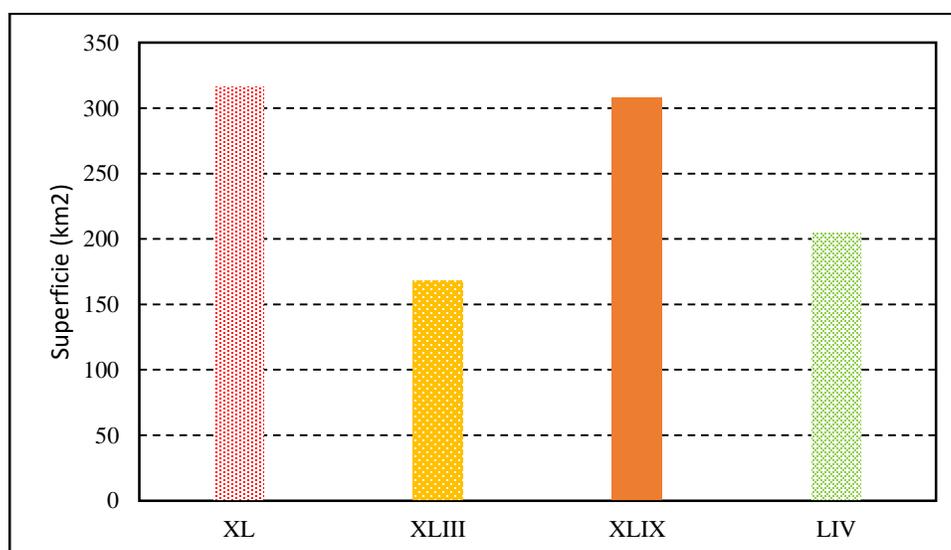


Figura 9. Ocupación espacial de los PFG con categoría óptima de los paisajes.

El paisaje con mayor potencial productivo es la localidad XL que corresponden a un piedemonte fluvio-proluvial, formados por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo. Esta localidad está integrada por colinas residuales y de superficies y cauces con ángulos de inclinación de 0 a 10° con Luvisoles y Vertisoles. La superficie ocupada por estos geocomplejos es de 316.3 km<sup>2</sup> y representan el 16.7% de las áreas con un potencial óptimo. Este PFG se distribuye de manera paralela en municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores y Villa Corzo.

De acuerdo a la tipología obtenida, la siguiente localidad que conforma la categoría óptima es el geocomplejo representado con clave XLIX, el cual corresponde a planicies acumulativas acolinadas ligera a medianamente diseccionadas (DV=15-30 m/km<sup>2</sup>) formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo. Esta localidad está integrada por un paraje complejo y un paraje simple; su estructura vertical está compuesta por complejos de colinas residuales con ángulos de inclinación de 0 a 3° y son caracterizadas por Vertisoles, Cambisoles y en menor proporción suelos Phaeozems. Tienen un uso agrícola; representan 16.2 % de la superficie de esta categoría, se localizan principalmente en los municipios de Venustiano Carranza y Pujilic en forma de corredor, sin embargo, es posible encontrarlos, aunque en menor proporción en los municipios de Las Margaritas y Frontera Comalapa.

De acuerdo a su extensión territorial, la localidad **LIV** se encuentra en el tercer lugar respecto a los paisajes productivos, representa el 10.7% de las áreas óptimas de toda la zona de estudio; su estructura vertical la compone un valle fluvio-acumulativo con terrazas y vegas con ángulos de inclinación de 0 a 3° en clima cálido subhúmedo, en ellos se desarrollan actividades agrícolas sobre suelos Cambisoles, Regosoles y Luvisoles. Estos valles son labrados por el río el Tablón en Villaflores, río Nijundilo en Villacorzo, Custepeques y

Hustate en La Concordia y el Río Grijalva desde los municipios de Venustiano Carranza, Totolapa, Chiapilla, Acala, Emiliano Zapata y Chiapa de Corzo. En general, este geosistema es productivo debido a que es modelado por ríos, los cuales arrastran y acumulan sedimentos que enriquecen los suelos y los tornan más fértiles.

La unidad de paisaje que ocupa el cuarto sitio según el grado de representatividad es la XLIII; esta localidad está integrada por un paraje complejo y un paraje simple, representa el 8.8% de las superficies de paisajes con alta productividad. Los componentes abióticos están representados por un piedemonte fluvio-acumulativo formado por aluvión en clima cálido subhúmedo; las unidades inferiores son definidas por un complejo de superficies y cauces con ángulos de inclinación de 0 a 3°, en ellos se desarrollan actividades de agricultura sobre Vertisol y Phaeozem. Estos geocomplejos tienen la característica de ser vecinas de otros geocomplejos con potencial para el cultivo de maíz.

Los paisajes de tipo XLVIII correspondiente a Planicies acumulativas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas (15-40 m/km<sup>2</sup>) en clima cálido subhúmedo, formadas por lutita-arenisca, conglomerado polimíctico, limolita-arenisca y lutita-caliza se posicionan en el quinto sitio con mayor representatividad con el 7.1% de la superficie óptima. La conforma un paraje complejo y un paraje simple, su estructura vertical se define por complejo de colinas residuales con ángulos de 0 a 3°. En estas unidades se desarrollan actividades agrícolas y de pastoreo sobre Cambisol, Luvisol y Phaeozem. La distribución de estos geocomplejos es de manera aislada en los municipios de Chiapa de Corzo, La Concordia y Frontera Comalapa.

Como se mencionó inicialmente, los geosistemas de esta categoría tienen una distribución aislada en toda la DC; alguno tienen forma de un corredor interrumpido, ejemplo

de esto sucede entre el valle de Acala el cual pertenece a la región planicies y valles Centrales con las planicies de Venustiano Carranza; las zonas óptimas de la Frailesca tienen una dirección vertical, de sur a norte, rodeadas por montañas graníticas al igual que las de Cintalapa y Jiquipilas; por su parte, las regiones altamente potenciales de Chicomuselo y La Trinitaria forman otra especie de corredor interrumpido por lomeríos kársticos.

### X.5 Evaluación de la V-560 y el H-565

Los ejercicios realizados para la V-560 y el H-565 dan como resultado una distribución contrastante en la DC, esto debido a que existe una diferencia de ocho veces en la superficie entre ambas (figura 10).

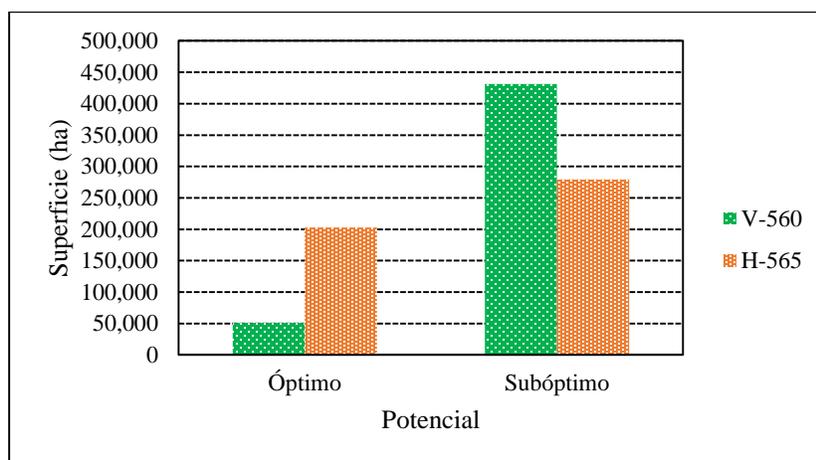


Figura 10. Gráfica de superficies para cada semilla mejorada.

La superficie de los paisajes de la categoría óptima de la V-560 de maíz es de aproximadamente 5 mil km<sup>2</sup>, distribuidos en los geocomplejos: XL, XXIII, XVII; la primera está integrada por un piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo, con agricultura sobre Luvisol, Vertisol, Phaeosem y Regosol; la estructura vertical de la segunda considera un relieve de planicies

fluvio-acumulativas, formadas por aluvión en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Luvisol; la tercera está conformada por piedemonte fluvio-proluvial, formado por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima semicálido subhúmedo con agricultura sobre Luvisol y Vertisol (figura 10).

Los paisajes dentro de la categoría óptima se distribuyen en 11 municipios (ver tabla 17). Respecto a los paisajes en categoría subóptimas ascienden a 4,313.48 km<sup>2</sup>, en donde los municipios de La Trinitaria, Villaflores, La Concordia y Frontera Comalapa tienen más representatividad (ver tabla 18).

Tabla 17. Superficies de la categoría óptimo para la V-560 por municipio (km<sup>2</sup>).

<b>Municipio</b>	<b>Óptimo</b>
Ocozocoautla de Espinosa	188.07
Jiquipilas	153.72
Tuxtla Gutiérrez	72.11
Cintalapa	57.45
Berriozábal	19.97
San Lucas	7.7545
Emiliano Zapata	2.8671
Suchiapa	2.3174
Acala	2.197
Chiapa de Corzo	1.6948
Chiapilla	0.2679
<b>Total</b>	<b>508.42</b>

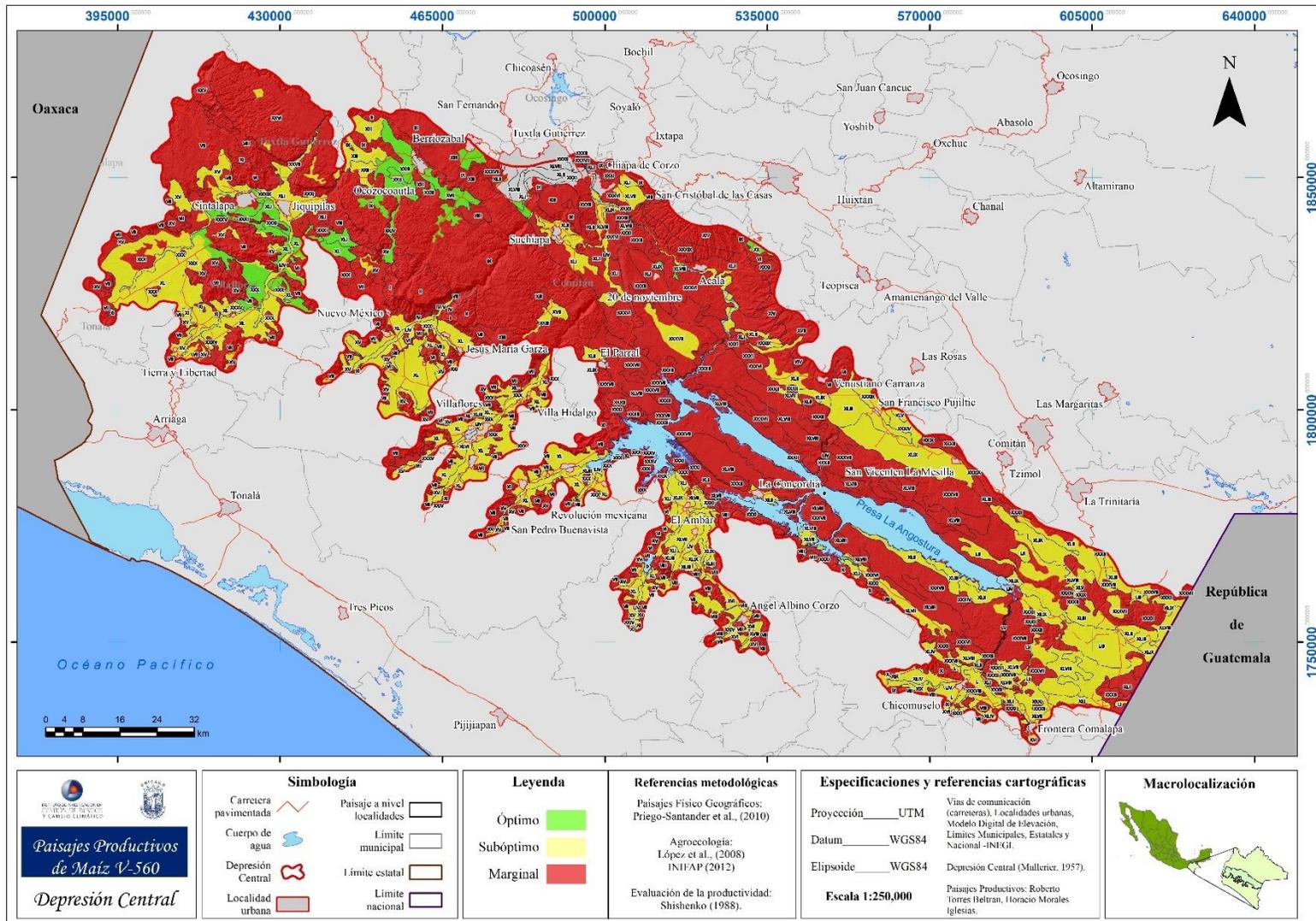


Figura 11. Mapa de Paisajes productivos de la V560. Elaboración propia.

Tabla 18. Superficies de la categoría subóptimo para la V-560 por municipio.

<b>Municipio</b>	<b>Subóptimo</b>	<b>%</b>
La Trinitaria	499.59	11.58
Villaflores	483.89	11.21
La Concordia	438.15	10.15
Frontera Comalapa	426.39	9.885
Cintalapa	365.93	8.483
Venustiano Carranza	359.96	8.345
Jiquipilas	332.28	7.703
Villa Corzo	297.27	6.891
Chicomuselo	232.68	5.394
Ocozocoautla de Espinosa	146.67	3.4
Otros	730.66	16.93
<b>Total</b>	<b>4,313.47</b>	<b>100</b>

En torno a los patrones espaciales, destaca la conectividad de la categoría en los municipios de Jiquipilas y Cintalapa a través de un sistema de piedemonte que rodean las Montañas tectónica-intrusivas; en el municipio de Ocozocoautla esta clase forma un corredor, el cual inicia en el centro de este a través de paisajes de planicies que se dirigen al sur por un geosistema de valle hasta conectar con un paisaje de piedemontes. Respecto al H-565, ocupa una superficie de 2,030 km<sup>2</sup> en la categoría óptima y 2,790.54 km<sup>2</sup> en el nivel subóptimo (ver tabla 20).

Tabla 19. Superficies de la categoría subóptimo para el H-565 por municipio (km<sup>2</sup>).

Elaboración propia.

<b>Municipio</b>	<b>Superficie</b>	<b>Municipio</b>	<b>Superficie</b>
Frontera Comalapa	36,860.41	Jiquipilas	480.41
La Trinitaria	32,947.13	Cintalapa	423.38
La Concordia	27,585.29	Ocozocoautla de Espinosa	286.18
Villaflores	27,367.79	Villaflores	210.21
Venustiano Carranza	20,957.76	Chicomuselo	207.04

Socoltenango	11,369.11	Villa Corzo	203.66
Chiapa de Corzo	10,750.96	La Trinitaria	170.12
Villa Corzo	9,360.60	La Concordia	162.30
Ocozocoautla de Espinosa	4,855.47	Venustiano Carranza	150.39
Otrod	20,980.8	Otros	497.85
<b>Total</b>	<b>203,035.32</b>	<b>Total</b>	<b>2,791.54</b>

De acuerdo con la figura 11 la regionalización es opuesta a la V-560 debido a que desde el centro al sureste de la DC existen corredores. Los principales paisajes potenciales para el híbrido son las siguientes localidades: XL, XLIX, LIII, XLIVII, XLIVIII, XLI, LIV entre otros.

Los municipios que consideran este tipo de paisajes son Frontera Comalapa con 368.60 km<sup>2</sup> distribuidas principalmente en paisajes de planicies acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas, formadas por aluvión sobre Vertisol, Phaeozem y Fluvisol; para La Trinitaria los resultados consideran 329.74 km<sup>2</sup> en paisajes de piedemonte fluvio-coluvial, formado por caliza-lutita, sobre Phaeozem, Luvisol y Planicies acumulativas formadas por aluvión sobre Vertisol, Cambisol y Phaeozem; en Villaflores se estimaron 273.67 km<sup>2</sup> en Piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita sobre Luvisol, Vertisol, Phaeozem, Regosol y en un valle fluvio-acumulativo, formado por aluvión sobre Luvisol; en La Concordia existen 275.85 km<sup>2</sup> en planicies acumulativas formadas por lutita-arenisca, conglomerado polimíctico, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura y pastizal sobre Cambisol, Vertisol y Phaeozem y Valle fluvio-acumulativo caracterizado por Cambisol, Regosol y Luvisol.

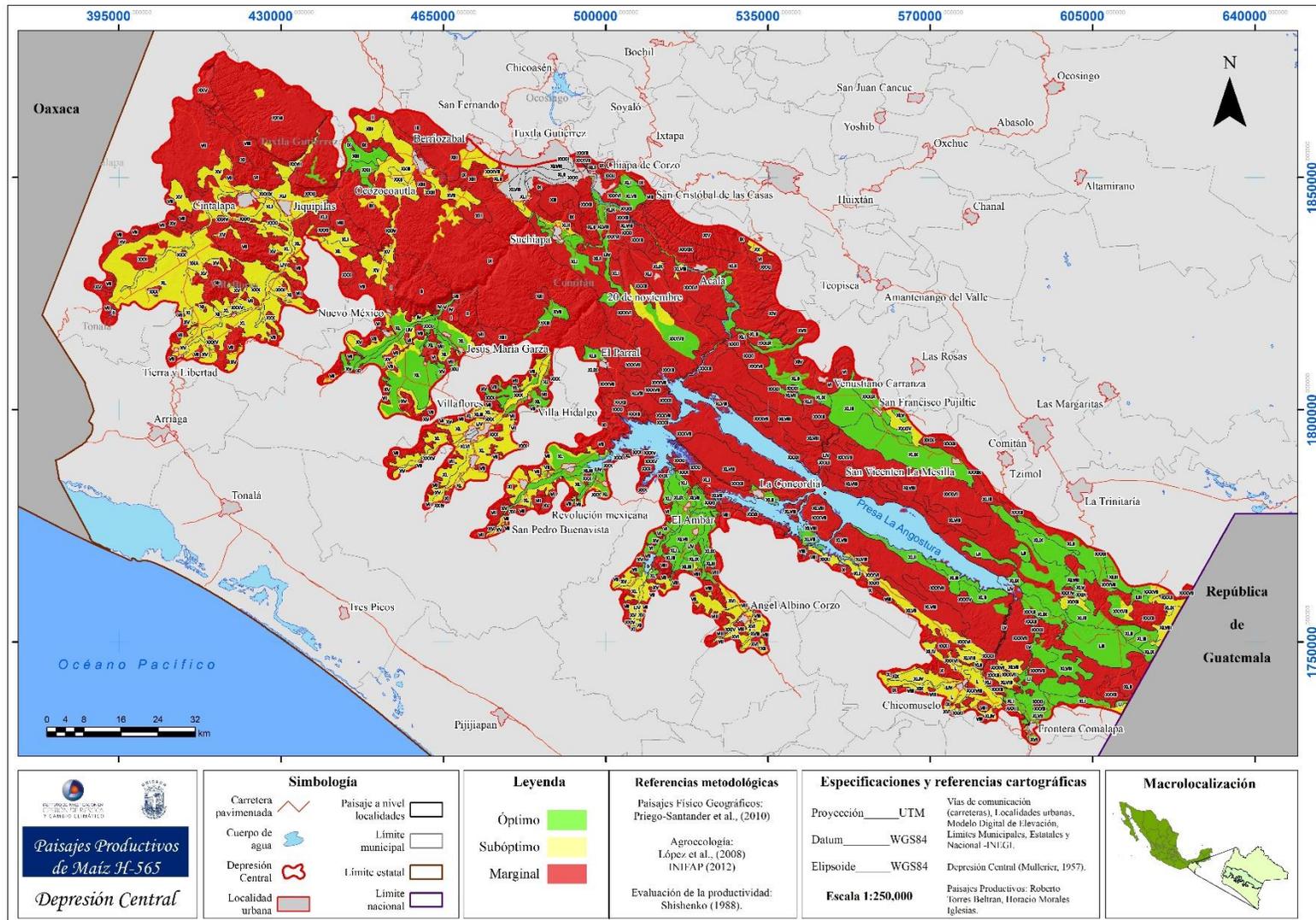


Figura 12. Mapa de Paisajes productivos de la H-565. Elaboración propia.

## X.6 Regiones productivas

A partir de la distribución de las categorías óptimas y subóptimas, se identificaron ocho regiones productivas (figura 12), cada una con paisajes con aptitud agrícola. En este sentido, la región con mayor representatividad en la zona de estudio son los valles de Cintalapa y Jiquipilas seguidos de los valles de la Frailesca (ver tabla 20).

Tabla 20. Regiones productivas y superficies. Elaboración propia.

Región agrícola	Municipio	Paisaje que la integran	Superficie (ha)	%
Valles de Suchiapa-Chiapa de Corzo y Acala:	Acala, Chiapa de Corzo y Suchiapa	LIV, XLII	269.01	2.23
Valles de Cintalapa y Jiquipilas	Cintalapa, Jiquipilas	XL, LIV	852.06	7.07
Valles de Cuxtepeques	La Concordia	XLIX, XV	377.85	3.14
Valles de la Frailesca	Villaflores y Villa Corzo	XL, LIV	774.83	6.43
Llanuras de Frontera Comalapa	Frontera Comalapa-Chicomuselo	XLVII	392.17	3.26
Llanuras de Ocozocoutla	Ocozocoautla de Espinosa	XXIII, XXIV	184.19	1.53
Llanuras de Pujilic	Venustiano Carranza y Socoltenango	XLIII, XLIX	297.84	2.47
Llanuras de San Gregorio Chamic	La Trinitaria	XLVIII, LIII	490.88	4.08
<b>Total</b>			<b>363,882.16</b>	<b>30.21</b>

Los resultados señalan que en la DC hay aproximadamente 3,638.82 km<sup>2</sup> propicios para actividades agrícolas. Estas áreas se caracterizan por pendientes suaves, escorrentía superficial, suelos relativamente profundos y condiciones climáticas óptimas.

**Valles de Suchiapa-Chiapa de Corzo y Acala:** Esta región tiene una extensión de 269.01 km<sup>2</sup>, se encuentra en los municipios de Suchiapa, Chiapa de Corzo y Acala, la conforman piedemontes y valles en ambientes fluvio-coluviales y fluvio-acumulativos. Las localidades más representativas son LIV y XLII, la primera corresponde a valles fluvio-

acumulativos, formado por aluvión en clima cálido subhúmedo, con agricultura sobre Cambisol, Regosol y Luvisol; la segunda es un piedemonte fluvio-proluvial, formado por conglomerado polimíctico, lutita-arenisca, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con agricultura sobre Regosol y Cambisol. La acumulación de sedimentos es común en la región, esto produce que la zona esté llena de nutrientes, además, los regímenes de temperatura y precipitación, las pendientes suaves y suelos como Luvisoles y Cambisoles producen un ambiente que incentiva la producción agrícola (Figura X).

**Valles de Cintalapa y Jiquipilas:** Esta región tiene una extensión de 852.05 km<sup>2</sup>, la componen los paisajes tipo XL correspondiente a piedemontes fluvio-proluvial, en ambientes tectónico-intrusivo en clima cálido, con agricultura sobre Luvisol, Vertisol, Phaeozem y Regosol, así como los LIV equivalentes a valle fluvio-acumulativo, formado por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Cambisol, Regosol y Luvisol.

**Valles de Cuxtepeques:** Esta región tiene una superficie de 377.84 km<sup>2</sup>, se encuentra de manera exclusiva en el municipio de La Concordia, los paisajes que la integran son XLIX correspondiente a planicies acumulativas acolinadas ligera a medianamente disecionadas (DV=15-30 m/km<sup>2</sup>) formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol, Cambisol y Phaeozem. También la integran geocomplejos del tipo XV conformado por un piedemonte fluvio-proluvial, de metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo, con agricultura y pastos sobre Regosol, Phaeozem y Cambisol, Leptosol y Luvisol.

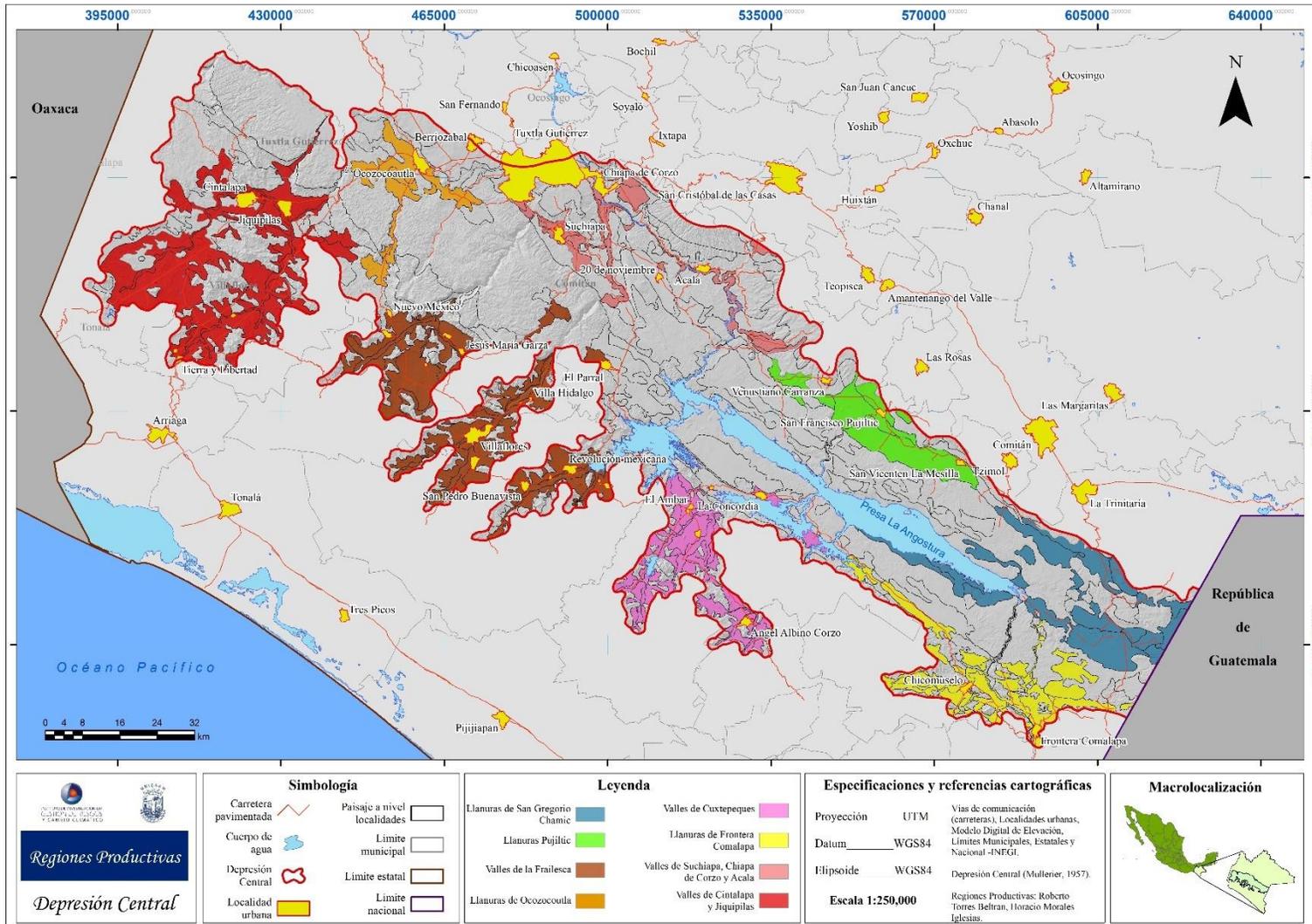


Figura 13. Mapa de regiones productivas. Elaboración propia.

**Valles de la Frailecana:** Tiene una extensión de 774.82 km<sup>2</sup>, se ubica en los municipios de Villaflores y Villa Corzo. Las unidades representativas de esta zona son LIV correspondiente a valles fluvio-acumulativos, formado por aluvión en clima cálido subhúmedo, con agricultura sobre Cambisol, Regosol y Luvisol, así como piedemonte fluvio-proluvial, formado por conglomerado polimíctico, lutita-arenisca, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con agricultura sobre Regosol, y Cambisol.

**Lanuras de Frontera Comalapa:** La región tiene una extensión de 392.16 km<sup>2</sup>, se ubica en el municipio de Frontera Comalapa y Chicomuselo; se compone por paisajes XLVII los cuales corresponden a planicies acumulativas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas, formadas por lutita-arenisca, conglomerado polimíctico, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido, con agricultura y pastizal sobre Cambisol, Vertisol y Phaeozem. También la integran paisajes de Planicies tectónicas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas, formadas por pizarra-filita, en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Luvisol, Regosol, Acrisol y Leptosol.

**Valles de Ocozocoautla:** Está región se localiza en el municipio de Ocozocoautla y tiene una superficie de 184.18 km<sup>2</sup>, está integrada por los paisajes XXIII correspondiente a planicies fluvio-acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas, formadas por aluvión en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Luvisol; también la conforman paisajes del tipo XXIV; compuesto por un valle fluvio-acumulativo, formado por aluvión en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Fluvisol.

**Lanuras de Pujilic:** La región tiene una superficie de 297.83 km<sup>2</sup> pertenece al municipio de Venustiano Carranza. Los paisajes predominantes presentan un relieve

constituido por planicies acumulativas acolinadas ligera a medianamente diseccionadas (XLIX) formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol, Cambisol y Phaeozem. Otro paisaje que sobresale por su amplia extensión territorial es el XLIII; integrado por piedemonte fluvio-acumulativo formado por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Phaeozem.

**Llanuras de San Gregorio Chamic:** Está región tiene una extensión de 490.88 km<sup>2</sup> se encuentra en el municipio de la Trinitaria, la conforman claves del tipo LIII correspondiente a planicies acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas, formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol, Phaeozem y Fluvisol así como Planicies tectónico-kársticas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas, formadas por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Leptosol con clave XLVIII.

## **XI. Discusión**

Históricamente se ha concebido a la DC como una región relativamente homogénea desde una perspectiva fisiográfica (Mullerier, 1957), apta en su totalidad para la agricultura; ha sido definida geomorfológicamente como un graben o fosa tectónica de dimensión regional, sin embargo, morfogeneticamente en la provincia reconocen cuatro orígenes: tectónico-intrusivo, tectónico-kárstico, volcánico y tectónico-acumulativo, los cuales discrepan con lo mencionado.

De acuerdo con lo anterior, en la región sur-oeste y sur-este de la zona de estudio se encuentran paisajes de origen tectónico-intrusivos debido a la presencia de las estribaciones del sistema montañoso Sierra Madre de Chiapas resultado del proceso de subducción las placas tectónicas: Cocos y Norteamérica. El gradiente altitudinal de la vertiente interna de este sistema de relieve manifiesta un descenso progresivo a la DC, este factor al interactuar con el componente climático genera escurrimientos superficiales de régimen torrencial, los cuales originan un proceso de irrigación en los paisajes de origen fluvio-acumulativos y fluvio-erosivos de piedemonte, valle y planicie que se ubican al interior de la zona de estudio; esto forma paisajes modelados por procesos de erosión hídrica y eólica; el resultado de esto son regiones influenciadas por el acarreo y depósito de sedimentos los cuales son muy característicos de municipios como Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Villa Corzo y La Concordia.

Un segundo proceso que ha modelado a lo largo del tiempo a la DC son los esfuerzos tectónicos disyuntivos generados por la falla Motagua-Polochí (Mora *et al.* 2012), la cinemática de estas fallas regionales ha inducido al levantamiento del Bloque o Macizo Central (Franco *et al.*, 2012). Estos procesos han generado en su vertiente una serie de terrazas, las cuales son aprovechadas para las actividades agrícolas, en estas estructuras geomorfológicas se encuentran las localidades: XLIX y XXXIX los cuales pertenecen a la región productiva de Llauras de Pujilic.

Así mismo, en esta misma vertiente se encuentran material piroclástico producto de una erupción volcánica antigua (Mora *et al.*, 2012), el cual sepultó parte de las terrazas tectónicas; esta zona se caracteriza por formar ambientes fluvio-torrenciales y fluvio-acumulativos, resultado de esto, son los paisajes XIV y XII. Los geocomplejos de la DC son

influenciados permanentemente por la dinámica del flujo de materia y energía provenientes de ambas formaciones geológicas y sus respectivos orígenes evolutivos.

Es posible enunciar que la DC es un sistema alóctono (Soliz *et al.*, 2014), es decir, es una región receptora de materia y energía proveniente fuera de ella, tanto de la Sierra Madre de Chiapas, como del Bloque o Macizo Central, pero también de Guatemala a través del río Grijalva. Además, los esfuerzos tectónicos de la falla Motagua-Polochí han provocado que los paisajes modelados (Franco *et al.*, 2012) por el río Grijalva al igual que la DC sea Alóctono, por lo tanto, se convierte en un agente importante en el traslado de materia a la zona de estudio.

Es importante resaltar que los paisajes no funcionan de forma aislada sino, se encuentran en interrelación dialéctica (Mateo, 2004), y si bien son transformados y modificados por la acción humana como ocurre en la DC, permanecen como parte de la naturaleza, lo que permite identificarlos y cartografiarlos (Bollo *et al.*, 2015) para reorientar las acciones en el territorio.

Respecto al interior de la zona de estudio, se puede observar la presencia de una serie de bloques incrustado de montañas tectónico-kársticas con dirección noroeste a sureste, los cuales conforman las localidades IX y XXVI. Desde un punto de vista genético e histórico evolutivo (Mateo, 2002) podrían funcionar como límites estrictos de la DC; por tanto, los paisajes físico-geográficos de origen fluvio-acumulativo y fluvio-erosivos ubicados entre la Sierra Madre de Chiapas.

De acuerdo a todo lo anteriormente mencionado, la DC presenta una heterogeneidad en su estructura vertical, lo cual, se refleja en los elementos diferenciadores de los paisajes,

en este sentido, la selva baja y alta, el bosque de pino, pino-encino y encino-pino representan la diversidad de condiciones abióticas de la zona de estudio (Ramírez *et al.*, 2012).

Morales *et al.*, (2020) expresa que los paisajes que conservan su cobertura primaria, son aquellos al que el hombre se le dificulta el acceso, para la zona de estudio, los paisajes VII son los que cumplen esta característica, debido a que aún conservan su vegetación inicial, sin embargo, esta se ha reducido a parches aislados. En este sentido, García *et al.*, (2017) enuncian que el relieve ha sido un factor para que la frontera agrícola no avance.

### **Paisajes Productivos**

La configuración y distribución de las zonas potenciales en la DC obedecen a las condiciones resultantes de las interacciones de los factores físicos en periodos geológicos, los cuales, definieron los paisajes inventariados de este trabajo.

En este sentido, los paisajes óptimos se encuentran asociados a relieves de piedemontes, planicies y valles los cuales son caracterizados por ángulos con inclinación suave en ambientes fluvio-acumulativos, en relación a esto, Olivares *et al.*, (2018) enunciaron que la mayoría de las tierras aptas para el cultivo se encuentran en valles, en los que existen suelos bien drenados, fértiles y planicies con pendientes del terreno menores al 5 %, de formación aluvial, con deposición coluvio-aluvial. En relación a esto, los paisajes LIV corresponden a la descripción anterior, los cuales se han formado a lo largo del tiempo por deposición y acumulación de sedimentos debido a la acción de ríos y la escorrentía superficial.

Es necesario mencionar respecto a la categoría subóptima, que la variable precipitación influye notablemente en la clasificación de los paisajes ubicados en Cintalapa,

Jiquipilas y Villaflores. Sin embargo, en estas regiones se pueden obtener rendimientos similares a las zonas óptimas a partir de utilizar un sistema de riego y un manejo agronómico adecuado. De acuerdo a Pérez *et al.*, (2017) los productores locales saben que además de las variables acotadas al suelo es necesario considerar la temperatura y la precipitación. En este sentido, Cintalapa y Jiquipilas son los municipios con menor precipitación de la DC y esto en parte se debe a la configuración de los sistemas montañosos kársticos del Norte y las montañas tectónico-intrusivas del sur, es por ello, que la V-560 se torna una opción para mejorar la rentabilidad del cultivo.

Respecto a la hegemonía de la categoría marginal, se debe al predominio de paisajes de génesis tectónico-kárstico y tectónico-intrusivo; en donde, la estructura vertical está conformados por relieves de lomeríos y montañas asociados principalmente a suelos Leptosoles, que se distinguen por su elevada pedregosidad, escaso espesor y poca materia orgánica; estas condiciones no incentivan el potencial productivo.

Se puede enunciar que los paisajes de mayor singularidad de la DC, son los que tienen las condiciones ideales para el cultivo de maíz mientras que los más comunes son pocos aptos (Morales *et al.*, 2019). En este sentido, tres de los cuatro distritos de riego de la entidad se encuentran en esta Provincia Fisiográfica (CONAGUA, 2023) y tienen una correspondencia espacial con las regiones productivas identificadas en este estudio. El distrito No.059 “Río Blanco” con las Planicies y Piedemontes de Pujilic; el No. 101 “Cuxtepeques” con los piedemontes y valles de Cuxtepeques y, por último, el No. 107 “San Gregorio” con la región productiva planicies y piedemontes de San Gregorio Chamic. Todas clasificadas como óptimas. Estas regiones se caracterizan por tener sistemas de riego en donde existen superficies agrícolas establecidas con años de anterioridad.

Por otra parte, Bollo y Hernández *et al.*, (2008), señalan que las condiciones óptimas para los cultivos en el noroeste de la entidad se establecen en los paisajes de planicies, en este sentido, el presente estudio se hace la misma referencia a planicies tectónicas como uno de los geosistemas con potencial productivo óptimo; por tanto, es posible enunciar que los paisajes que presentan un rango de pendiente entre 0 a 6° tendrán potencial agrícola con excepción de aquellos que tengan suelo del tipo Leptosol (Vega, 1998).

Respecto a los suelos, los resultados afirman que los paisajes caracterizados por relieves de baja energía, conformados por suelos de textura media o fina, presentan mayor probabilidad de ofrecer rendimientos óptimos y es donde el cultivo puede alcanzar su máximo rendimiento y potencialmente incrementarse con un adecuado manejo agronómico.

De acuerdo a INIFAP (1995, citado en INEGI 1997) las regiones socioeconómicas Centro, Fronteriza y Frailesca tiene superficies muy buenas para la producción de maíz, si bien, no se mencionan cifras, es importante indicar que las tres regiones se ubican en la DC. Bajo esta óptica, sabemos que desde hace años se conoce el potencial productivo de la región, sin embargo, los resultados del presente trabajo manifiestan de manera objetiva las áreas agrícolas, las cuales están acotadas a parámetros físicos producto de la intervención sistémica de componentes naturales dentro y fuera de la provincia fisiográfica; en este sentido, es muy arbitrario enunciar que la DC como provincia-fisiográfica o que alguna otra región socioeconómica tiene un potencial productivo óptimo en su totalidad.

Por otra parte, los resultados fueron comparados con los obtenidos por López *et al.*, (2008) (ver tabla 21).

Tabla 21. Comparativa de superficies. Elaboración propia.

Municipios	Área obtenida por López <i>et al.</i> , (2008) (km2).		Área obtenida en el presente estudio (km2)		Paisajes que integran la categoría	
	Muy bueno	Bueno	Óptimo	Subóptimo	Óptimo	Subóptimos
Chiapa de Corzo	137		102	7.89	XLI, XLVII, LIV	
Cintalapa	0		57	359	XL, XLI	XL
Frontera Comalapa	25		238	72	LIII, XLVIII, XXXII, XLI	XLVIII, XLVII, XLI
Jiquipilas	6.91		145	291	XL, XLI	XL, LIV, XLI
La Concordia	338	6.71	205	198	XLI, XLIVII, XLIX, LIV	XV, XV, LIV, XL
Ocozocoautla de Espinosa	49	17	178	5.73	XXIII, XV, XXII, XVII, XXIV	
San Lucas	6.02		7.75	0.21	XX	
Suchiapa	15		33	9.19	XLI, XLII,	XLII
Totolapa	5.66		4.79	76.67	LIV	XLII, XLIV
Venustiano Carranza	471		210	145	XLIX, XLII, XLIII,	XXXIX, XIV, XVII, XLII
Villa Corzo	358		94	200	XL, LIV,	XV, XL
Villaflores	118		184	285	XL, LIV, XV	XL, LIV,

En este sentido, en algunos casos las cifras son relativamente similares, sin embargo, existen diferencias muy significativas en algunos municipios, esto puede ocurrir por los niveles de información utilizados. En el presente trabajo se consideró el tipo de suelo, López *et al.*, (2008) consideraron la profundidad y variables como el Ph. Además, en las mediciones de temperatura utilizaron datos de 30 años, respecto a 10 años de este trabajo. Un factor importante a considerar es que ellos trabajaron a nivel estado y este se realizó a nivel provincia fisiográfica ya que los paisajes consideran una estructura clara y objetiva regida por el componente geólogo-geomorfológico.

## **XII. Conclusiones**

Uno de los temas relevantes en esta investigación fue la aplicación de una visión geoecológica del paisaje para la obtención del potencial productivo; son pocos, o casi nulas las investigaciones que han realizado este ejercicio, son escasos los trabajos que relacionan o acotan los estudios agroecológicos a un espacio geográfico definido de manera sistémica, por lo tanto, las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

- La DC no es homogénea en su condición geomorfológica (relieve semiplano), la región presenta una diversidad de tipos de relieve, por lo tanto, se rechaza la hipótesis.
- Los piedemontes son las unidades de relieve en donde se presenta la mayor superficie de potencial productivo.
- La metodología geoecológica del paisaje permitió zonificar y evaluar de manera objetiva la DC; en este sentido, la lógica geográfica que utiliza el índice propuesto por Shishenko (1988) -principio de predominio espacial- puede ser aplicado a la evaluación agrícola.
- La mayoría de Los PFG que integran la DC no tienen una vocación agrícola.
- Los PFG conformados por piedemontes, valles y planicies son los que tienen mayor vocación agrícola.
- Los PFG óptimas para la agricultura tienen una génesis fluvio-erosiva, fluvio-acumulativa.

- Las condiciones climáticas (precipitación) y la estructura vertical permiten una mayor potencial de la distribución del H-560.
- Los resultados obtenidos pueden ser útiles a los escenarios de cambio climático y a la planificación agrícola del estado de Chiapas.

### **XIII. Bibliografía**

- Aguirre Gómez, J. F., & Garcia Leños, M. d. (2012). Selección para el mejoramiento del maíz criollo Manual de capacitación. Celaya, Gto, México: INIFAP. Aplicada. Editorial de la Escuela Superior, Kiev, Ucrania. 195 pp
- Bollo Manent, M., Hernández Santana, J. R., Priego Santander, A., Zaragoza Álvarez, R. A., Ortiz Rivera, A., Espinosaa Maya, A., Ruíz López, R. (2015) Una propuesta de Regionalización físico-geográfica de México, UNAM: CIGA, Morelia, 59pp
- Bollo Manent, Manuel, & Hernández Santana, José Ramón. (2008). Paisajes físico-geográficos del noroeste del estado de Chiapas, México. Investigaciones geográficas, (66), 7-24.
- Bollo Manent. M. (2018). La Geografía del Paisaje y la Geoecología: Teoría y enfoques. En: Paisaje: métodos de análisis y reflexiones. Ed. Ediciones del Lirio - Editorial UAM. México. ISBN: 978-607-28-1169-0
- Gerald C. Nelson, Mark W. Rosegrant, Jawoo Koo, Richard Robertson, Timothy Sulser, Tingju Zhu, Claudia Ringler, Siwa Msangi, Amanda Palazzo, Miroslav Batka, Marília Magalhaes, Rowena Valmonte Santos, Mandy Ewing, y David Lee El impacto en la agricultura y los costos de adaptación (2009).
- Casanova Pérez, L., Martínez Dávila, J. P., López Ortiz, S., & Rosales-Martínez, V. (2019). Mercantilización del maíz en un contexto político y de cambio climático en el trópico subhúmedo mexicano. Cuadernos de Desarrollo Rural, 16(83), 1-18. [fecha de Consulta 19 de Diciembre de 2023]. ISSN: 0122-1450. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11774627006>
- CEIEG (2017). Mapa de regiones socioeconómicas de Chiapas. Constitución política, del Estado de Chiapas. Recuperado de [https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/storage/posts/productos/MAPESTEM/MUNICIPIOS\\_Y\\_REGIONES.pdf](https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/storage/posts/productos/MAPESTEM/MUNICIPIOS_Y_REGIONES.pdf)
- CFE. (1989). Geología del Estado de Chiapas. Subdirección de Construcción Unidad de Estudios de Ingeniería Civil Subjefatura de Estudios Geológicos Departamento de Geología. Chiapas México. 185 páginas.
- CONAGUA. (2023). Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Temporal Tecnificado, año agrícola 2021-2022. Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Recuperado de <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGIH-1-23%20Estad%20C3%ADsticas%20Agr%20C3%ADcolas%20de%20los%20Distritos%20de%20Temporal%20Tecnificado%202021-2022.pdf>
- Corona, R. I. (2016). El desarrollo de la Agricultura y el impacto que tendría en las finanzas públicas de México. Recuperado el 22 de Agosto de 2021, de <https://cefp.gob.mx/>
- Coutiño Estrada, Bulmaro, Gómez Montiel, Noel O., Vázquez Carrillo, Gricelda, & Vidal- Martínez, Víctor A. (2014). 'V-560', nueva variedad precoz de maíz para regiones tropicales. Revista fitotecnia mexicana, 37(2), 187-188. Recuperado en 10 de marzo de 2022, de

- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802014000200010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000200010&lng=es&tlng=es).
- De Castro, Monica, C & Robbi Sluter, C. (2014). Proposta de metodologia para generalizaçã cartográfica para mapeamento topográfico de áreas urbanas. *Revista Cartográfica* 90 enero-diciembre 2014:9-26. Recuperado el 25 de noviembre 2021 <https://www.revistasipgh.org/index.php/rcar/article/view/461/482>
- Delgado, Ruiz, Fredy, Guevara, Hernández, Francisco, & Acosta-Roca, Rosa. (2018). Criterios campesinos para la selección de maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores y Villa Corzo, Chiapas, México. *CienciaUAT*, 13(1), 123-134. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i1.985>
- Delisles Dámaso, P. & Lau Quan, A. (2013). Uso de las imágenes de satélites y los SIG en el campo de la Ingeniería Agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(4), 75-80. Recuperado en 07 de noviembre de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000400013&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000400013&lng=es&tlng=es).
- Downing, T. and Chambwera, M., Cabot Venton, C., Dyszynski, J., Crawford, V., 2011. Planning and costing agriculture's adaptation to climate change: Policy Perspectives. International Institute for Environment and Development (IIED), London, UK. en: <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf> . Fecha de consulta: 5 de junio de 2022.
- Dronin N, M. & Francis, J, M. (2019). *Landscape Concept in History of Russian (Soviet) Geography*. Philadelphia USA. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30069-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30069-2_2)
- FAO. (2014a). México: El Sector Agropecuario Ante el Cambio Climático. Recuperado el 15 de agosto de 2020, de [openknowledge.fao.org](https://openknowledge.fao.org/): <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c9d9ade5-6ff8-4a40-8ba3-67db0e5a68ce/content>
- FAO. (2014b). *Agricultura Familiar en América Latina y El Caribe: Recomendaciones de Política*. Santiago de Chile. E-ISBN 978-92-5-308364-0 (PDF). Recuperado de <https://www.fao.org/4/i3788s/i3788s.pdf>.
- FAO. (2018). *Cambio Climático y Seguridad Alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe*.
- FAO. 1996. *Zonación Agroecológica: Guía General*. Boletín de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Flores., E. J., & Aldana, A. T. (2000). La generalización, controles y procesos en la producción cartográfica. *Geoenseñanza*, 5(1), 81-94. [fecha de Consulta 21 de Diciembre de 2023]. ISSN: 1316-6077. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36050104>
- Franco, A., Laserre, C., Lyon-Caen, H., Kostoglodov, V., Molina, E., Guzmán Speziale, M., Monterosso, D., Robles, V., Figueroa, C., Amaya, W., Barrier, E., Chiquin, L., Moran, S., Flores, O., Romero, J., Santiago, J.A., Manea, M., Manea, V.C., 2012, *Fault kinematics in northern Central America and coupling along the subduction*

- interface of the Cocos Plate, from GPS data in Chiapas (Mexico), Guatemala and El Salvador: *Geophysical Journal International*, 189, 1223-1236.
- García, A. E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de KOPPEN*. México: Instituto de Geografía de la UANM.
- García Barrios, L., & González Espinosa, M. (2017). Investigación ecológica participativa como apoyo de procesos de manejo y restauración forestal, agroforestal y silvopastoril en territorios campesinos. Experiencias recientes y retos en la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(Supl. dic), 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.022>
- Gómez Martínez, Emanuel (2015). *Maíz, milpa, milperos y agricultura campesina en Chiapas*.
- Gómez Montiel, Noel Orlando, Cantú Almaguer, Miguel Ángel, Sierra Macías, Mauro, Hernández Galeno, César del Ángel, Espinosa Calderón, Alejandro, & González-Camarillo, Marino. (2013). Maíz híbrido H-565, nueva versión del H-507 para el trópico bajo de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(5), 819-824. Recuperado en 07 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000500014&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000500014&lng=es&tlng=es).
- HOLT, J. 1992. *Geografía: Historia y conceptos*. Madrid: Vicens, Vives.
- Howden, Stuart & Soussana, Jean-Francois & Tubiello, Francesco & Chhetri, Netra & Dunlop, Michael & Meinke, Holger. (2008). *Adapting Agriculture to Climate Change*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 104. 19691-6. [10.1073/pnas.0701890104](https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104).
- INEGI (1997). *El maíz en el estado de Chiapas*. Recuperado el 27 de mayo del 2021 de: [inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118532/702825118532\\_3.pdf](http://inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118532/702825118532_3.pdf)
- INEGI. *Aspectos generales del territorio mexicano. Recursos Naturales. Edafología*. Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx>. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2022 ISBN 978 607 30 1371 0 (libro) DOI <http://dx.doi.org/10.14350/gsxix.tu.25>
- Lasso Benítez, L., Cruz Espinosa, G., Prado Renato, G., (2010). *Zonificación Agroecológica de tres cultivos estratégicos (Maíz, Zea mays L.; Arroz oryza sativa L.; Caña de azúcar Saccharum officinarum L.) En 14 Cantones de la Cuenca Baja del Río Guayas. Ecuador*. Recuperado el 07 de junio de 2022 de <https://es.scribd.com/document/227941447/ZONIFICACION-AGROECOLOGICA-CEPEIGE>
- Secretaría General de Gobierno. (2017). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable DECRETO NÚM. 238. Tomo III Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*
- López Báez, W., López Luna, A., Coutiño Estrada, B., Camas Gomez, R., Villar Sanchez, B., López Martínez, J., Serrano Altamirano, V., Cadena Iñiguez, P., Zamarripa Morán A., & Sandoval Morado, C. (2008). *Zonas potenciales y recomendaciones técnicas para la producción sustentable de maíz en Chiapas. Libro Técnico. No. 1 Campo*

- Experimental Centro de Chiapas, INIFAP. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. 228 páginas.
- López Feldman, Alejandro J., & Hernández Cortés, Danae (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, LXXXIII (4)(332), 459-496. [fecha de Consulta 1 de Marzo de 2021]. ISSN: 0041-3011.
- Lü, G., Batty, M., Strobl, J., Lin, H., Zhu, A. X., & Chen, M. (2018). Reflections and speculations on the progress in Geographic Information Systems (GIS): a geographic perspective. *International Journal of Geographical Information Science*, 33(2), 346–367. <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1533136>
- Martínez Cuero, J. (2011). Desagrarización del campo chiapaneco. *Encrucijadas. Revista Crítica De Ciencias Sociales*, 1, 105–128. Recuperado a partir de <https://recyt.fecyt.es/index.php/encrucijadas/article/view/78836>
- Martínez Sánchez, J., Espinoza Paz, N., & Ramírez Córdova, A. L., (2018). Camas Gómez, R., & Villegas Aparicio, Y. Expresión fenotípica y estabilidad en poblaciones de maíz nativo de Chiapas. Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. Artículo de investigación ISSN: 2007-9559 *Revista Mexicana de Agroecosistemas*.
- Martínez Serrano, A., & Bollo Manent, M. (2023). El paisaje. Una mirada a través del análisis espacial. Morelia, Michoacán México.: UNAM.
- Martínez Serrano, A., & Bollo Manent, M. (2017). Aplicación del enfoque geocológico para la interpretación espacial de los niveles de urbanización. *Economía, sociedad y territorio*, 17(53), 115-144. <https://doi.org/10.22136/est002017624>
- Mateo Rodríguez, J., V. da Silva y A. P. Brito Cavalcante (1994), *Análise da paisagem como base para estratégias de Organização Geoambiental: Corumbatai* csp/ Colectario 004 *Planeamiento Ambiental*, Universidad de São Paulo, Brasil, pp. 57–105.
- Mateo, J., Da Silva, E., Cavalcanti, A. (2004) *Geología de los Paisajes*, UFC, Brasil.
- Mateo Rodríguez, J. M., (2000). *Geología de los paisajes: bases para la planificación y la gestión ambiental*. La Habana: La Habana.
- Mateo Rodríguez, J. M., (2002) *Geografía de los paisajes. Primera parte. Paisajes Naturales* / José M. Mateo Rodríguez. -- Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, 2008. ISBN 978- 959-16-0730-0. -- 188 p.g.
- Shishenko, P. G. 1988. Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas. *Geografía Física*.
- Medina-García, Guillermo, Ruiz-Corral, José Ariel, Rodríguez-Moreno, Víctor Manuel, Soria-Ruiz, Jesús, Díaz-Padilla, Gabriel, & Zarazúa Villaseñor, Patricia. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(spe13), 2465-2474. Recuperado en 11 de noviembre de 2022, de

- [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000902465&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000902465&lng=es&tlng=es).
- Molina, Adriana María, López, Luis Fernando, & Villegas, Gloria Isabel. (2005). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA PLANIFICACIÓN
- Mora, J. C., Layer, P. W., & Jaimes Viera, M. C. (2012). New <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages from the Central Part of the Chiapanecan Volcanic Arc, Chiapas, Mexico. *Geofísica internacional*, 51(1), 39-49. Recuperado en 11 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-71692012000100003&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692012000100003&lng=es&tlng=en).
- Morales Iglesias, H., & Priego Santander, Ángel G. (2020). La diversidad paisajista en el estado de Chiapas, México. *Cuadernos Geográficos*, 59(1), 316–336. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i1.8862>
- Morales Iglesias, H., Priego Santander, A. G., Bollo Manent, M., & Ríos, M. J. . (2020). La antropización de la cobertura vegetal en los paisajes del estado de Chiapas, México. *Papeles de Geografía*, (65), 139–154. <https://doi.org/10.6018/geografia.396571>
- Morales, Horacio & Priego Santander, Ángel & Bollo-Manent, M. (2017). Los Paisajes Físico-Geográficos del estado de Chiapas, México a escala 1:250 000. *Terra Digitalis*. 1.10.22201/igg.terradigitalis.2017.1.8.MUNICIPAL. *Revista EIA*, (4), 21-31. Retrieved July 28, 2023, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372005000200003&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372005000200003&lng=en&tlng=es).
- Mülleried, F. K. G. (1957). *La Geología de Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez, México: Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas.
- Olivares, B. O., Hernández, R., Arias, A., Molina, J. C., & Pereira, Y. (2018). Zonificación agroclimática del cultivo de maíz para la sostenibilidad de la producción agrícola en Carabobo, Venezuela. *Revista Universitaria de Geografía*, 27(2), 135-156.
- Ortiz Pérez, M. A., (2019) *Apuntes de geografía física y del paisaje / Mario Arturo Ortiz Pérez; editado por Luis Miguel Espinosa Rodríguez, Gisselle Oliva Valdés*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. 175 p.: il. (Geografía para el siglo XXI. Textos universitarios; 25) ISBN 970 32 2965 4 (obra general).
- Pardo Núñez, Joaliné. (2017). Identidad, organización y estrategia en dos movimientos que pugnan por la soberanía alimentaria en México. *Desacatos*, (55), 152-171. Recuperado en 07 de noviembre de 2024, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-050X2017000300152&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2017000300152&lng=es&tlng=es).
- Pérez Soto, F., Figueroa Hernández, E., Godínez Montoya, L., & García Nuñez, R. M. (2017). *La producción Agrícola en México*. Texcoco de Mora, México.: ECORFAN: 607-8324.

- Pineda Santos, L. D., & Suárez Hernández, J. E. (2014). Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3), 28-32.
- Priego Santander, A., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2010). Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes fundamentos y métodos. Morelia, Michoacán, México: ISBN: 978-968-Impreso y hecho en México. Recuperado en 21 de agosto de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112008000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112008000200002&lng=es&tlng=es).
- Priego, Á. G., Morales, H., & Enríquez, C. (2004). Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta Ecológica*, (71), 11-22.
- Ramírez Abarca, O., Ibarra Zavala, D. G., & Gutiérrez Estrada, A. (2023). Análisis económico de la producción de maíz en Chiapas, México, en la región de la Frailesca. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 423-437. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.6879](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6879)
- Reynoso Santos R.; López Báez W.; López Luna A.; Ruíz Corral J.A.; Castro Mendoza, I.; Cadena Iñiguez, P.; Valenzuela Núñez, L.M.; Camas Gómez, R. (2016). Áreas potenciales para el cultivo del Agave (agave americana) En la meseta Comiteca, Chiapas. *Texcoco, Estado de México: ISSN-0188-7394*. Recuperado el 15 de noviembre de 2021 de [https://www.academia.edu/22813736/%C3%81REAS\\_POTENCIALES\\_PARA\\_EL\\_CULTIVO\\_DEL\\_AGAVE\\_Agave\\_americana\\_L\\_EN\\_LA\\_MESETA\\_COMITECA\\_CHIAPAS](https://www.academia.edu/22813736/%C3%81REAS_POTENCIALES_PARA_EL_CULTIVO_DEL_AGAVE_Agave_americana_L_EN_LA_MESETA_COMITECA_CHIAPAS)
- Roa Fuentes, L., & López Martínez, J. O. (2016). Agricultura funcional para la seguridad alimentaria. Recuperado el 21 de Agosto de 2021, de [www.revistaciencia.amc.edu.mx](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx): [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/67\\_2/PDF/AgriculturaFuncional.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/67_2/PDF/AgriculturaFuncional.pdf)
- Cruz Roblero, G., Ramos Hernández, S., & Palma-López, D., (2024). Evaluación de la calidad de suelo en municipios pertenecientes a la depresión central de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 42, e1730. Epub 23 de junio de 2024. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1730>
- Rocha Loredo, Ana Guadalupe, Ramírez Marcial, Neptalí, & González Espinosa, Mario. (2010). Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la depresión central de chiapas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 89-103. Recuperado en 12 de octubre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-21282010000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-21282010000200008&lng=es&tlng=es).
- Ruíz Vega, J., (1998). Zonificación agroecológica del maíz de temporal en los valles centrales de Oaxaca. I. Determinación del potencial productivo. *Terra Latinoamericana*, 16(3), 269-275.

- Ruiz Almar, Ernest. (2010). El impacto de las tecnologías de la información geográfica en la Cartografía y la Geografía: Reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica.
- Ruiz Corral, José Ariel, Medina-García, Guillermo, Rodríguez-Moreno, Víctor Manuel, Sánchez-González, José de Jesús, Villavicencio García, Raymundo, Durán Puga, Noé, Grageda Grageda, José, & García Romero, Giovanni Emmanuel. (2016). Regionalización del cambio climático en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(spe13), 2451-2464. Recuperado en 11 de marzo de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000902451&lng=pt&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000902451&lng=pt&tlng=es).
- Sánchez Toledano, Blanca Isabel, Kallas, Zein, & Gil, José María. (2017). Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 49(2), 269-287. Recuperado en 12 de agosto de 2023, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1853-86652017000200019&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652017000200019&lng=es&tlng=es).
- Sancho, F., & Villatoro, M. (2005). EFECTO DE LA POSICIÓN EN LA PENDIENTE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE TRES SECUENCIAS DE SUELOS EN AMBIENTES ÚSTICOS DE COSTA RICA. *Agronomía Costarricense*, 29(3), 159-174.
- Santos Preciado, J, M., (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Universidad Nacional de Educación a Distancia. ISBN electrónico: 978-84-362-7616-9
- Serratos, J. A. (2009). El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. [En línea]. Disponible en: Disponible
- SIAP. (2021). Indicadores productivos del maíz en México. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- SIAP. (2019a). Gobierno de México. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287234/Utilidad\\_de\\_Frontera\\_Agricola\\_en\\_Chiapas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287234/Utilidad_de_Frontera_Agricola_en_Chiapas.pdf)
- SIAP. (2019b). Indicadores productivos del maíz en Chiapas. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2018). Indicadores productivos del maíz en México. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Solís Castillo, B., Ortiz Pérez, M A. & Solleiro Rebolledo, E. (2014). Unidades geomorfológico-ambientales de las Tierras Bajas Mayas de Tabasco-Chiapas en el río Usumacinta: Un registro de los procesos aluviales y pedológicos durante el Cuaternario. México DF. *Boletín de Sociedad Geológica Mexicana*. VoluMen 66, núM. 2, 2014, p. 279-290

- Turrent, F. A., Wise, T. A & Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz en México. Mexican Rural Development Research Report No. 24. Woodrow Wilson International Center for Scholars. 1-36 p.
- UNCCD. (2017). Perspectiva Global de la Tierra. Recuperado el 22 de Agosto de 2021, de [www.unccd.int](http://www.unccd.int):  
[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO\\_Full\\_Report\\_low\\_res\\_Spanish.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res_Spanish.pdf)
- Urquijo Torres & Gerardo, Bocco. (2011). Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010. *Journal of Latin American Geography*. 10. 37-63. 10.1353/lag.2011.0025.
- USS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106.FAO, Roma.
- Valdés Carrera, A. C., Hernandez Guerrero, J. A., & Carbajal Monroy, J. c. (2020). *Optimización del uso del paisaje físico-geográfico en las zonas funcionales de la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México*. Recuperado el 17 de Mayo de 2021, de <https://www.revistasipgh.org/index.php/rcar/article/view/727/845>
- Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A. y Alpizar, F. 2017. Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 47 páginas.

# Anexos

Anexo 1.

## **Inventario de los paisajes físico-geográficos de la DC del estado de Chiapas, a escala 1:250,000**

### **A. Montañas, Lomeríos, Piedemonte y Valles en clima semicálido húmedo.**

#### **A.1. Montañas magmáticas en clima semicálido húmedo.**

**I. Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente disecionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita, en clima semicálido húmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria, sobre Leptosol.**

*I.1 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva y arbórea sobre Leptosol.*

1 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol éutrico.

2 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino sobre Leptosol éutrico.

#### **A.2. Montañas tectónico-modeladas en clima semicálido húmedo.**

**II. Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente disecionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía, caliza-lutita, en clima semicálido húmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria y pastos sobre Leptosol.**

*II.1 Complejo de dolinas y uvalas, con vegetación secundaria arbustiva sobre Leptosol.*

3 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña y selva mediana subcaducifolia sobre Leptosol calcárico.

*II.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, pastizales sobre Leptosol.*

4 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña sobre Leptosol éutrico.

5 Fuertemente inclinado (10°-30°), con pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

#### **A.3. Lomeríos tectónico-modelados en clima semicálido húmedo.**

**III. Lomeríos tectónico-kársticos ligeramente disecionados (DV= 40-60 m/km<sup>2</sup>), formados por caliza-lutita, en clima semicálido húmedo con lluvias de verano, con pastos y vegetación secundaria sobre Leptosol.**

*III.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizales y vegetación secundaria arbustiva sobre Leptosol.*

6 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia sobre Leptosol calcárico.

7 Muy ligeramente inclinado ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia sobre Leptosol calcárico.

#### **A.4. Piedemonte fluvio-acumulativo en clima semicálido húmedo.**

#### **IV. Piedemonte fluvio-proluvial formado por metagranito-metagranodiorita, en clima semicálido-húmedo con lluvias de verano, con agricultura y pastos sobre Luvisol y Leptosol.**

##### ***IV.1 Complejo de colinas residuales, interfluvios y barrancos, con agricultura de temporal y pastizales sobre Luvisol y Leptosol.***

8 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol éutrico.

9 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Luvisol crómico y Leptosol éutrico.

#### **A.5. Valle fluvial en clima semicálido húmedo.**

#### **V. Valle fluvio-acumulativo, formado por depósitos aluviales, en clima semicálido húmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Fluvisol y Leptosol.**

##### ***V.1 Complejo de terrazas y vegas, con agricultura de temporal sobre Fluvisol y Leptosol.***

10 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Fluvisol éutrico y Leptosol éutrico.

## **B. Montañas, Lomeríos, Piedemonte, Planicies y Valles en clima semicálido subhúmedo.**

#### **B.1. Montañas magmáticas en clima semicálido subhúmedo.**

#### **VI. Montañas volcánicas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV=100-500\text{ m/km}^2$ ), formadas por toba andesítica-andesita, riolíticas, andesítica, y riolítica-dacítica, en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria y agricultura sobre Phaeozem y Leptosol.**

##### ***VI.1 Complejo de cimas y puertos, con vegetación secundaria arbustiva sobre Phaeozem.***

11 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ ), con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino sobre Phaeozem háplico.

##### ***VI.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva y agricultura sobre Leptosol.***

12 Muy fuertemente inclinado ( $>30^{\circ}$ ), con vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia sobre Leptosol lítico.

13 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual Leptosol lítico y Phaeozem háplico.

14 Ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol lítico.

15 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol lítico.

**VII. Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita, en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria, bosque y pastos sobre Leptosol y Regosol.**

***VII.1 Complejo de cimas y puertos, con vegetación secundaria arbórea sobre Leptosol.***

16 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia sobre Leptosol éútrico.

***VII.2 Complejo de laderas y barrancos, con bosques, vegetación secundaria arbustiva y pastizales sobre Leptosol y Regosol.***

17 Muy fuertemente inclinado (>30°), con bosque de encino-pino y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol éútrico y Regosol dístrico.

18 Fuertemente inclinado (10°-30°), con bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y pastizal inducido Leptosol éútrico y Regosol dístrico.

19 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Regosol éútrico y Leptosol éútrico.

20 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol éútrico.

21 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y pastizal cultivado sobre Regosol éútrico.

**B.2. Montañas tectónico-modeladas en clima semicálido subhúmedo.**

**VIII. Montañas tectónico-acumulativas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por arenisca-lutita, limolita-arenisca, lutita-caliza, conglomerado polimíctico en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria y pastos sobre Acrisol y Leptosol.**

***VIII.1 Complejo de cimas y puertos, con vegetación secundaria arbustiva sobre Acrisol.***

22 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con Acrisol háplico.

***VIII.2 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal, vegetación secundaria arbórea y arbustiva sobre Leptosol.***

23 Muy fuertemente inclinado (> 30°), con vegetación secundaria arbórea de bosque de pino y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia sobre Leptosol éútrico.

24 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol lítico.

25 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal inducido sobre Leptosol éútrico.

**IX. Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 250-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía, caliza-arenisca, caliza-lutita, en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria, pastos y agricultura sobre Leptosol, Phaeozem y Luvisol.**

***IX.1 Complejo de dolinas y uvalas, con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, pastizal y agricultura sobre Leptosol.***

26 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva mediana subcaducifolia y pastizal cultivado sobre Leptosol lítico.

27 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal cultivado sobre Leptosol calcárico.

28 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico y Leptosol lítico.

***IX.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva, arbórea y pastizal sobre Leptosol y Phaeozem.***

29 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

30 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico y Phaeozem calcárico.

31 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal cultivado sobre Leptosol calcárico.

**X. Montañas tectónicas ligeramente diseccionadas (DV= 100-250 m/km<sup>2</sup>), formadas por pizarra-filita en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria sobre Acrisol y Phaeozem.**

***X.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal y vegetación secundaria arbustiva sobre Acrisol y Phaeozem.***

32 Muy fuertemente inclinado (>30°), con pastizal inducido sobre Phaeozem háplico.

33 Fuertemente inclinado (10°-30°), con pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino sobre Acrisol háplico y Phaeozem háplico.

**B.3. Lomeríos magmáticos en clima semicálido subhúmedo.**

**XI. Lomeríos tectónico-intrusivos ligera a fuertemente diseccionados (DV= 40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastos y agricultura sobre Regosol, Leptosol, Vertisol y Luvisol.**

***XI.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal y agricultura de temporal sobre Regosol, Leptosol, Vertisol y Luvisol.***

34 Fuertemente inclinado (10°-30°), con pastizal inducido y agricultura de temporal anual sobre Regosol dístrico.

35 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol éutrico y Vertisol mázico.

36 Ligeramente inclinados (3°-5°), con pastizal inducido sobre Regosol dístrico.

37 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico.

**B.4. Lomeríos tectónico-modelados en clima semicálido subhúmedo.**

**XII. Lomeríos tectónico-acumulativos ligera a fuertemente diseccionados (DV= 40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por limolita-arenisca, lutita-caliza en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura y pastos sobre Phaeozem y Acrisol.**

***XII.1 Complejo de laderas y barrancos con agricultura de temporal y pastizal sobre Phaeozem y Acrisol.***

38 Fuertemente inclinado (10°-30°), con agricultura de temporal anual sobre Phaeozem epiléptico.

39 Medianamente inclinado (5°-10°), con pastizal cultivado y agricultura de temporal anual sobre Acrisol húmico.

**XIII. Lomeríos tectónico-kársticos ligera a medianamente diseccionados (DV= 40-80 m/km<sup>2</sup>), formados por caliza-arenisca, caliza-lutita, caliza dolomía en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura, vegetación secundaria y pastos sobre Leptosol, Luvisol, Vertisol y Phaeozem.**

***XIII.1 Complejo de dolinas y uvalas, con agricultura de temporal, sobre Leptosol y Luvisol.***

40 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol calcárico y Luvisol crómico.

***XIII.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva, pastizal sobre Leptosol, Vertisol y Phaeozem.***

41 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

42 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico y Vertisol mázico.

43 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con sabanoide y pastizal cultivado sobre Phaeozem calcárico y Leptosol calcárico.

**B.5. Piedemonte fluvio-acumulativo en clima semicálido subhúmedo.**

**XIV Piedemonte fluvio-proluvial formado por toba andesítica, lahar en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con bosque, pastos y agricultura sobre Luvisol, Regosol y Phaeozem.**

***XIV.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos, con bosque, pastizal y agricultura sobre Luvisol, Regosol y Phaeozem.***

44 Muy fuertemente inclinado (>30°), con bosque de encino y pastizal inducido sobre Luvisol cálcico y Regosol crómico.

45 Fuertemente inclinado (10°-30°), con agricultura de temporal anual, pastizal inducido y bosque de encino sobre Regosol crómico y Phaeozem háplico.

**XV Piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con agricultura y pastos sobre Regosol, Phaeozem y Cambisol, Leptosol y Luvisol.**

***XV.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos con agricultura de temporal sobre Regosol, Luvisol y Phaeozem.***

46 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ -  $30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Regosol dístrico.

47 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual y pastizal inducido sobre Cambisol crómico, Regosol éútrico y Leptosol éútrico.

48 Ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol Pélico, Regosol éútrico, Phaeozem háplico y Luvisol crómico.

***XV.2 Complejo de superficies y cauces con agricultura de temporal y pastizal sobre Cambisol y Luvisol.***

49 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual y pastizal cultivado sobre Cambisol húmico y Luvisol crómico.

**XVI Piedemonte fluvio-proluvial, formado por limolita-arenisca, lutita-caliza en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con vegetación secundaria, pastizal sobre Acrisol.**

***XVI.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos con vegetación secundaria arbórea y pastizal sobre Acrisol.***

50 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con vegetación secundaria arbórea de bosque de pino y pastizal inducido sobre Acrisol plíntico.

51 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Acrisol húmico.

52 Ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Acrisol húmico.

53 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado Acrisol plíntico.

***XVI.2 Complejo de superficies y cauces, con pastizal sobre Acrisol.***

54 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Acrisol húmico.

**XVII Piedemonte fluvio-proluvial, formado por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con agricultura sobre Luvisol y Vertisol.**

***XVII.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos con agricultura de temporal sobre Luvisol.***

55 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), agricultura de temporal anual sobre Luvisol háplico.

***XVII.2 Complejo de superficies y cauces con agricultura de temporal sobre Vertisol.***

56 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), agricultura de temporal anual sobre Vertisol pélico.

**XVIII Piedemonte fluvio-acumulativo, formado por aluvi3n en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con pastizal sobre Acrisol.**

***XVIII.1 Complejo de superficies y cauces, con pastizal sobre Acrisol.***

57 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Acrisol plíntico.

**XIX Piedemonte fluvio-proluvial, formado por pizarra-filita, en clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con pastos sobre Fluvisol y Luvisol.**

***XIX.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos con pastizal sobre Fluvisol.***

58 Ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), pastizal cultivado sobre Fluvisol éútrico.

***XIX.2 Complejo de superficies y cauces con pastizal sobre Luvisol.***

59 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), pastizal cultivado sobre Luvisol háplico.

**B.6. Planicies magmáticas en clima semicálido subhúmedo.**

**XX Planicies volcánicas acolinadas medianamente diseccionadas ( $DV=20-30\text{ m/km}^2$ ), formadas por toba riolítica en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol.**

***XX.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de temporal sobre Vertisol.***

60 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico.

**XXI Planicies tectónico-intrusivas acolinadas fuertemente diseccionadas ( $DV=30-40\text{ m/km}^2$ ), formadas por metagranito-metagranodiorita en clima semicálido subhúmedo, con agricultura sobre Luvisol.**

***XXI.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de temporal sobre Luvisol.***

61 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico.

**B.7 Planicies tectónico-modeladas en clima semicálido subhúmedo.**

**XXII Planicies tectónico-kársticas onduladas fuertemente diseccionadas ( $DV=10-15\text{ m/km}^2$ ), formadas por caliza-dolomía en clima semicálido subhúmedo, con pastizal sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.**

***XXII.1 Complejo de superficies y cauces, con pastizal sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.***

62 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Leptosol réndzico, Luvisol crómico y Vertisol pélico.

**B.8 Planicies fluviales en clima semicálido subhúmedo.**

**XXIII Planicies fluvio-acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas ( $DV=10-15\text{ m/km}^2$ ), formadas por aluvión en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Luvisol.**

***XXIII.1 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de temporal sobre Vertisol y Luvisol.***

63 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol pélico y Luvisol crómico.

**B.9. Valle fluvial en clima semicálido subhúmedo.**

**XXIV Valle fluvio-acumulativo, formado por aluvión en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Fluvisol.**

***XXIV.1 Complejo de terrazas y vegas, con agricultura de riego sobre Vertisol y Fluvisol.***

64 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de riego anual sobre Vertisol pélico y Fluvisol dístrico.

## C. Montañas, Piedemonte y Valles en clima cálido húmedo.

### C.1. Montañas tectónico-modeladas en clima cálido húmedo.

**XXV Montañas tectónico-acumulativas ligera a medianamente diseccionadas (DV=100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por arenisca-lutita en clima cálido húmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria y pastos sobre Leptosol.**

*XXV.1 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, pastizal sobre Leptosol.*

65 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia sobre Leptosol calcárico.

66 Fuertemente inclinado (10°-30°), pastizal inducido y cultivado, vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y mediana subperennifolia sobre Leptosol éútrico.

**XXVI Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas (DV=100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía en clima cálido húmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria y pastos sobre Leptosol y Luvisol.**

*XXVI.1 Complejo de dolinas y uvalas, con vegetación secundaria arbórea y pastizales inducidos sobre Leptosol y Luvisol.*

67 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia sobre Leptosol calcárico y Luvisol crómico.

68 Ligeramente inclinados (3°-5°), con sabanoide y vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia sobre Leptosol calcárico.

69 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia y sabanoide sobre Leptosol calcárico.

*XXVI.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbórea y pastizal inducidos sobre Luvisol y Leptosol.*

70 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia sobre Luvisol crómico.

71 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia Leptosol calcárico.

72 Medianamente inclinado (5°-10°), con sabanoide sobre Leptosol calcárico.

73 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con sabanoide Leptosol calcárico.

### C.2. Piedemonte fluvio-acumulativo en clima cálido húmedo.

**XXVII Piedemonte fluvio-proluvial, formado por limolita-arenisca en clima cálido húmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol.**

*XXVII.1 Complejo de superficies y cauces son agricultura de riego sobre Vertisol.*

74 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de riego anual Vertisol mázico.

### C.3. Valle tectónico en clima cálido húmedo.

**XXVIII Valle tectónico-kárstico, formado por caliza-dolomía en clima cálido húmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol.**

*XXVIII.1 Complejo de terrazas y vegas, con agricultura de temporal sobre Vertisol.*

75 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico.

## D. Montañas, Lomeríos, Piedemonte, Planicies y Valles en clima cálido subhúmedo.

### D.1. Montañas magmáticas en clima cálido subhúmedo.

**XXIX Montañas volcánicas ligeramente diseccionadas (DV= 100-250 m/km<sup>2</sup>), formadas por toba riolítica, toba riolítica-dacítica, andesítica-andesita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastos sobre Regosol, Luvisol.**

*XXIX.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal inducido sobre Regosol, Luvisol y Leptosol.*

76 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con pastizal inducido sobre Regosol éútrico y Luvisol crómico.

77 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Leptosol lítico.

**XXX Montañas tectónico-intrusivas ligera a medianamente diseccionadas (DV= 100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo con agricultura sobre Leptosol y Cambisol.**

*XXX.1 Complejo de laderas y barrancos, con agricultura de temporal sobre Leptosol y Cambisol.*

78 Muy fuertemente inclinado ( $>30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual Leptosol éútrico.

79 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol éútrico.

80 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), agricultura de temporal anual sobre Cambisol crómico.

### D.2. Montañas tectónico-modeladas en clima cálido subhúmedo.

**XXXI Montañas tectónico-acumulativas ligera a medianamente diseccionadas (DV=100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por arenisca-lutita, lutita-arenisca, limolita-arenisca lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura, vegetación secundaria, pastizal y asentamientos humanos sobre Leptosol y Regosol.**

*XXXI.1 Complejo de laderas y barrancos, con agricultura de temporal, vegetación secundaria arbustiva, pastizal y asentamientos humanos sobre Leptosol y Regosol.*

81 Fuertemente inclinado ( $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Leptosol éútrico.

82 Medianamente inclinado ( $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ), con pastizal inducido, agricultura de temporal anual y asentamientos humanos sobre Leptosol éútrico y Regosol éútrico.

**XXXII Montañas tectónico-kársticas ligera a medianamente diseccionadas (DV=100-500 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal, vegetación secundaria y agricultura sobre Leptosol, Regosol y Phaeozem.**

***XXXII.1 Complejo de dolinas y uvalas, con pastizal, vegetación secundaria arbórea y herbácea sobre Leptosol.***

83 Muy fuertemente inclinado (>30°), pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

84 Fuertemente inclinado (10°-30°), vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia y pastizal inducido Leptosol calcárico.

***XXXII.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbustiva, agricultura de temporal y pastizal sobre Regosol y Leptosol.***

85 Muy fuertemente inclinado (>30°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

86 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y agricultura de temporal anual sobre Regosol calcárico y Leptosol calcárico.

87 Medianamente inclinado (5°-10°), con vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y agricultura de temporal anual sobre Leptosol húmico, Regosol éutrico y Phaeozem calcárico.

88 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual y pastizal inducido sobre leptosol calcárico.

89 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con pastizal inducido Leptosol réndzico.

**XXXIII Montañas tectónicas ligeramente diseccionadas (DV=100-250 m/km<sup>2</sup>), formadas por pizarra-filita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal sobre Regosol.**

***XXXIII.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal sobre Regosol.***

90 Fuertemente inclinado (10°- 30°), pastizal cultivado sobre Regosol éutrico.

**D.3. Lomeríos magmáticos en clima cálido subhúmedo.**

**XXXIV Lomeríos volcánicos ligera a fuertemente diseccionados (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por toba riolítica, toba riolítica-toba dacítica, toba andesítica-andesita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal, vegetación secundaria agricultura sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.**

***XXXIV.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal, vegetación secundaria arbustiva y agricultura de riego sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.***

91 Fuertemente inclinado (10°-30°), pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Luvisol crómico y Leptosol calcárico.

92 Ligeramente inclinados (3°-5°), agricultura de riego semipermanente sobre Vertisol mázico y Leptosol réndzico.

**XXXV Lomeríos tectónico-intrusivos fuertemente diseccionados (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura y vegetación secundaria sobre Luvisol, Regosol y Phaeozem.**

**XXXV.1 Complejo de laderas y barrancos, con agricultura de temporal, vegetación secundaria arbustiva sobre Luvisol, Regosol y Phaeozem.**

93 Fuertemente inclinado (10°-30°), agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico.

94 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Regosol éútrico y Leptosol éútrico.

95 Ligeramente inclinados (3°-5°), agricultura de temporal anual sobre Phaeozem epiléptico y Leptosol réndzico.

**D.4. Lomeríos tectónico-modelados en clima cálido subhúmedo.**

**XXXVI Lomeríos tectónico-acumulativos ligera a fuertemente diseccionados (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por lutita-arenisca, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal y agricultura sobre Regosol, Cambisol y Leptosol.**

**XXXVI.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal, agricultura de temporal sobre Regosol, Cambisol y Leptosol.**

96 Fuertemente inclinado (10°-30°), pastizal inducido y agricultura de temporal anual sobre Phaeozem epiléptico y Leptosol réndzico.

97 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual y pastizal cultivado Regosol calcárico, Leptosol calcárico, Cambisol crómico y Luvisol crómico.

98 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Regosol calcárico.

99 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Regosol calcárico, Leptosol calcárico y Phaeozem háplico.

**XXXVII Lomeríos tectónico-kársticos ligera a fuertemente diseccionados (DV=40-100 m/km<sup>2</sup>), formados por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con vegetación secundaria, pastizal y agricultura sobre Leptosol.**

**XXXVII.1 Complejo de dolinas y uvalas, con vegetación secundaria arbustiva, pastizal sobre Leptosol.**

100 Fuertemente inclinado (10°-30°), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol éútrico.

101 Medianamente inclinado (5°-10°), pastizal inducido y vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol réndzico.

102 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol éútrico.

103 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual Leptosol calcárico.

**XXXVII.2 Complejo de laderas y barrancos, con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, agricultura de temporal y pastizal sobre Leptosol.**

104 Fuertemente inclinado (10°-30°), con vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia sobre Leptosol calcárico.

105 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia sobre Leptosol húmico.

106 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual y pastizal cultivado sobre Leptosol calcárico.

107 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol húmico.

**XXXVIII Lomeríos tectónicos mediana a fuertemente diseccionados (DV=60-100 m/km<sup>2</sup>), formados por pizarra-filita en clima cálido subhúmedo, con pastizal sobre Leptosol.**

***XXXVIII.1 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal cultivado sobre Leptosol.***

108 Fuertemente inclinado (10°- 30°), con pastizal cultivado sobre Leptosol lítico.

#### **D.5. Piedemonte fluvio-torrencial en clima cálido subhúmedo.**

**XXXIX Piedemonte fluvio-coluvial formado por toba riolítica, toba andesítica-andesita, lahar en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal y agricultura sobre regosol y Luvisol.**

***XXXIX.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos, con pastizal y agricultura de temporal sobre Regosol y Luvisol.***

109 Fuertemente inclinado (10°-30°), con pastizal inducido y agricultura de temporal anual sobre Regosol crómico y Luvisol calcárico.

110 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico.

***XXXIX.2 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de riego sobre vertisol.***

111 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de riego y temporal sobre Vertisol pélico y Leptosol mólico.

#### **D.6. Piedemonte fluvio-acumulativo en clima cálido subhúmedo.**

**XL Piedemonte fluvio-proluvial, formado por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Leptosol, Luvisol, Vertisol, Phaeosem y Regosol.**

***XL.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos, con agricultura de temporal y pastizal sobre Leptosol, Luvisol y Vertisol.***

112 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual y pastizal inducido sobre Leptosol éutrico y Luvisol crómico.

113 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico y Luvisol crómico.

***XL.2 Complejo de superficies y cauces con agricultura de temporal sobre Vertisol, Phaeozem, Regosol y Luvisol.***

114 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico, Phaeozem háplico, Regosol éútrico y Luvisol crómico.

**XLI Piedemonte fluvio-proluvial, formado por conglomerado polimíctico, lutita-arenisca, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano con agricultura sobre Regosol, Leptosol y Cambisol.**

***XLI.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos, con agricultura de temporal sobre Regosol y Leptosol.***

115 Medianamente inclinado (5°-10°), con agricultura de temporal anual sobre Regosol éútrico y Leptosol éútrico.

116 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual y permanente sobre Regosol éútrico.

***XLI.2 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de temporal sobre Regosol y Cambisol.***

117 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Regosol éútrico y Cambisol húmico.

**XLII Piedemonte fluvio-proluvial, formado por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo, con agricultura y vegetación secundaria sobre Phaeozem, Luvisol, Regosol y Leptosol.**

***XLII.1 Complejo de colinas residuales e interfluvios y barrancos con agricultura de temporal, vegetación secundaria arbustiva sobre Phaeozem, Luvisol, Regosol y Leptosol.***

118 Fuertemente inclinada (10°-30°), con agricultura de temporal anual sobre Phaeozem háplico y Luvisol cálcico.

119 Medianamente inclinada (5°-10°), con asentamientos humanos, vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia y agricultura de temporal anual sobre Leptosol calcárico.

120 Ligeramente inclinados (3°-5°), con agricultura de temporal anual sobre Regosol éútrico y Phaeozem háplico.

***XLII.2 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de temporal sobre Vertisol, Leptosol, Regosol y Phaeozem.***

121 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico, Leptosol réndzico, Regosol éútrico y Phaeozem calcárico.

**XLIII Piedemonte fluvio-proluvial formado por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Phaeozem.**

***XLIII.1 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de riego y temporal sobre Vertisol y Phaeozem.***

122 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de riego y temporal anual sobre Vertisol mázico y Phaeozem calcárico.

**XLIV Piedemonte fluvio-acumulativo, formado por pizarra-filita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal sobre Luvisol y Acrisol.**

***XLIV.1 Complejo de superficies y cauces, con pastizal sobre Luvisol y Acrisol.***

123 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado sobre Luvisol crómico y Acrisol háplico.

#### **D.7. Planicies endógeno-modeladas en clima cálido subhúmedo.**

**XLV Planicies volcánicas acolinadas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV=15-30$  m/km<sup>2</sup>), formadas por toba riolítica, toba riolítica-toba dacítica en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura y pastizal sobre Vertisol y Luvisol.**

***XLV.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de riego sobre Vertisol.***

124 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de riego semipermanente sobre Vertisol mázico.

***XLV.2 Complejo de laderas y barrancos, con pastizal sobre Vertisol y Luvisol.***

125 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal inducido sobre Vertisol mázico y Luvisol crómico.

**XLVI Planicies tectónico-intrusivas acolinadas ligeramente diseccionadas ( $DV=15-20$  m/km<sup>2</sup>), formadas por metagranito-metagranodiorita en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Luvisol.**

***XLVI.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de temporal sobre Luvisol.***

126 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico.

**XLVII Planicies acumulativas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas ( $15-40$  m/km<sup>2</sup>), formadas por lutita-arenisca, conglomerado polimíctico, limolita-arenisca, lutita-caliza en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura y pastizal sobre Cambisol, Vertisol y Phaeozem.**

***XLVII.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de riego y pastizal sobre Cambisol, Vertisol y Phaeozem.***

127 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de riego anual y pastizal cultivado sobre Cambisol húmico, Vertisol pélico y Phaeozem epiléctico.

**XLVIII Planicies tectónico-kársticas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas ( $DV=15-40$  m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-lutita, caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Leptosol.**

***XLVIII.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de temporal sobre Leptosol.***

128 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de temporal anual sobre Leptosol calcárico.

**XLIX Planicies acumulativas acolinadas ligera a medianamente diseccionadas ( $DV=15-30$  m/km<sup>2</sup>), formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol, Cambisol y Phaeozem.**

***XLIX.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de riego sobre Vertisol, Cambisol y Phaeozem.***

129 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con agricultura de riego semipermanente sobre Vertisol húmico, Cambisol húmico y Phaeozem calcárico.

**L Planicies tectónicas acolinadas ligera a fuertemente diseccionadas (DV=15-40 m/km<sup>2</sup>), formadas por pizarra-filita, en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Luvisol, Regosol, Acrisol y Leptosol.**

***L.1 Complejo de colinas residuales, con agricultura de temporal sobre Luvisol, Regosol, Acrisol y Leptosol.***

130 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Luvisol crómico, Regosol calcárico, Acrisol háplico y Leptosol éutrico.

#### **D.8. Planicies fluviales en clima cálido subhúmedo.**

**LI Planicies acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas (DV=10-15 m/km<sup>2</sup>), formadas por limolita-arenisca en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Phaeozem.**

***LI.1 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de temporal sobre Vertisol y Phaeozem.***

131 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), con agricultura de temporal anual sobre Vertisol mázico y Phaeozem epiléctico.

**LII Planicies tectónico-kársticas onduladas fuertemente diseccionadas (DV=10-15 m/km<sup>2</sup>), formadas por caliza-dolomía en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol y Leptosol.**

***LII.1 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de temporal sobre Vertisol y Leptosol.***

132 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), agricultura de temporal anual y riego sobre Vertisol pélico y Leptosol húmico.

**LIII Planicies acumulativas onduladas fuertemente diseccionadas (DV=10-15 m/km<sup>2</sup>), formadas por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Vertisol, Phaeozem y Fluvisol.**

***LIII.1 Complejo de superficies y cauces, con agricultura de riego sobre Vertisol, Phaeozem y Fluvisol.***

133 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), agricultura de riego anual sobre Vertisol húmico, Phaeozem lúvico y Fluvisol calcárico.

#### **D.9. Valle fluvial en clima cálido subhúmedo.**

**LIV Valle fluvio-acumulativo, formado por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con agricultura sobre Cambisol, Regosol y Luvisol.**

***LIV.1 Complejo de terrazas y vegas, con agricultura de riego y temporal sobre Fluvisol, Cambisol, Regosol y Luvisol.***

134 Muy ligeramente inclinados (0°-3°), agricultura de riego y temporal anual sobre Fluvisol éutrico, Cambisol húmico, Regosol dístrico y Luvisol crómico.

**LV Valle tectónico, formado por aluvión en clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con pastizal y vegetación secundaria sobre Phaeozem, Leptosol y Fluvisol.**

***LV.1 Complejo de terrazas y vegas, con pastizal y vegetación secundaria arbórea sobre Phaeozem, Leptosol y Fluvisol.***

135 Muy ligeramente inclinados ( $0^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia sobre Phaeozem epiléptico, Leptosol lítico y Fluvisol calcárico.

**Anexo 2. Datos colectados en campo.**

ID	X	Y	ALTITUD (m)	MUNICIPIO	LOCALIDAD	P_COMPLEJO	P_SIMPLE	CLIMA	GEOLOGIA	RELIEVE	VEGUSO	SUELO
1	404670	1826185	750	Cintalapa	XL	XL.1		Cálido subhúmedo	Ígnea intrusiva/Granito	Piedemonte	Agricultura y vegetación secundaria arbustiva de selva baja	Leptosol-Regosol
2	404603	1825916	742	Cintalapa				Cálido subhúmedo	Ígnea intrusiva/Granito	Piedemonte		Leptosol-Regosol
3	408000	1821152	637	Cintalapa	XL	XIL.2	114	Cálido subhúmedo	Depósito/Arenoso no litificado	Valle	Vegetación riparia	Fluvisol-Luvisol
4	423187	1846698	540	Cintalapa	LIV					Valle fluvioacumulativo	Vegetación de galería	
5	421675	1853497	697	Cintalapa	VI	VI.2		Semicálido subhúmedo	Ígnea intrusiva/Granito	Piedemonte	Pastizales inducidos	
6	423711	1862921	833	Cintalapa	XXVI						Vegetación secundaria arborea de Selva Alta Perennifolia (SAP)	
7	424645	1863205	800	Cintalapa	XXVI			Cálido húmedo	Carbonatada/caliza	Montaña	Pastizales y Veg secundaria de Selva Alta.	Leptosol-calcáreo-rendzinas
8	417511	1840571	617	Cintalapa	XLI			Cálido subhúmedo	Ígnea intrusiva/Granito	Piedemonte	Pastizales con veg secundaria de Selva baja	
9	448466	1831709	815	Ocozocoautla	XV	XV.2	49	Semicálido subhúmedo	Ígnea Intrusiva/		Agricultura de temporal, relictos de BP y BQ, Veg sec de Selva baja y media	Regosol y Leptosol
10	451946	1814813	666	Villaflores	XL	XL.2		Cálido subhúmedo	Ígnea Intrusiva/Granito	Piedemonte	Pastizales y agricultura	Regosol
11	516148	1825594		Acala	XXXII			Semicálido subhúmedo	Areniscas	Planicies colinosas	Pastizal inducido	Regosol
12	516969	1831539	450	Acala	42.1			Cálido subhúmedo	Volcánica (Andesita, reolita)	Piedemonte	Vegetación secundaria de selva baja	
13	594584	1773343	706	La Trinitaria	XLII	120	120	Cálido subhúmedo	Terrígenas	Planicies colinosas	Agricultura de temporal (maíz)	