

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA



“DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA
APLICANDO LA METODOLOGÍA USDA, PARA PROPONER
LINEAMIENTOS GENERALES QUE ORIENTEN EL MANEJO DEL
RECURSO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA, 2013”.

LESTER ESTUARDO GARCÍA MÉNDEZ

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

“DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA
APLICANDO LA METODOLOGÍA USDA, PARA PROPONER
LINEAMIENTOS GENERALES QUE ORIENTEN EL MANEJO DEL
RECURSO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA, 2013”.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

LESTER ESTUARDO GARCÍA MÉNDEZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA**



**RECTOR
DR. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla
Representante de Profesores:	Ph.D. Felipe Nery Agustín Hernández
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Alberto Genesio Orellana Roldán
Representante de Estudiantes:	Br. Heidy Jeaneth Martínez Cuestas
Representante de Estudiantes:	Br. Otoniel Sagastume Escobar
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
Coordinador de Carrera:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos
M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
M.Sc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda

TERNA EVALUADORA

Ing. Agr. Otto Mauricio Valdez Méndez
Ing. Agr. Adolfo Vásquez Manchamé
Ing. Agr. Milton Leonardo Solís Rodríguez

Guatemala, Octubre de 2013

Señores:

Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente

Ciudad Chiquimula

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: "DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA APLICANDO LA METODOLOGÍA USDA, PARA PROPONER LINEAMIENTOS GENERALES QUE ORIENTEN EL MANEJO DEL RECURSO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013", como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Lester Estuardo García Méndez

REF-EACCH-04-2013
Chiquimula, septiembre de 2013

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Chiquimula, Ciudad

Respetable Licenciado Galdámez:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación - PTG-, para asesorar al estudiante LESTER ESTUARDO GARCÍA MÉNDEZ, en el trabajo de investigación denominado **“DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA APLICANDO LA METODOLOGÍA USDA, PARA PROPONER LINEAMIENTOS GENERALES QUE ORIENTEN EL MANEJO DEL RECURSO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, 2013”**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en Sistemas de Producción, en el Grado Académico de Licenciado.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



Ing. Agr. MSc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla
Asesor Principal



cc. Archivo

D-TG-A-074/2013

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **LESTER ESTUARDO GARCÍA MÉNDEZ** titulado “**DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE USO DE LA TIERRA APLICANDO LA METODOLOGÍA USDA, PARA PROPONER LINEAMIENTOS GENERALES QUE ORIENTEN EL MANEJO DEL RECURSO EN EL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA 2013**”, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniero Agrónomo. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a catorce de octubre de dos mil trece.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por brindarme la vida y permitirme alcanzar este triunfo, en sus manos mi presente y mi futuro.
- A MIS PADRES:** Santos Gabriel García Vásquez y María Rosaura Méndez de García, por brindarme su apoyo incondicional y estar presentes en mis logros alcanzados.
- A MI HERMANO Y HERMANAS:** Luis Fernando, Gabriela Beatriz y Fabiola María, por su cariño y apoyo en todo momento, son los mejores hermanos que pude tener.
- A MI NOVIA:** Brenda Marisol Recinos González, por estar en todo momento a mi lado amándome, escuchándome y animándome a seguir adelante para poder lograr mis metas.
- A MIS SOBRINOS:** Jhemeerye, Rossmery, Gabriel y especialmente a Lestercito y Mariandré, por demostrarme su cariño, que este triunfo sea un ejemplo de superación para alcanzar sus metas.
- A MIS FAMILIARES:** Abuelos (as), tíos (as), primos (as), cuñados (as), como muestra de cariño y respeto.
- A MIS ASESORES:** M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola, Ing. Agr. Víctor Villalta, por la orientación brindada para que esta investigación alcanzara los objetivos, los aprecio grandemente.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** Por transmitirme sus conocimientos, este logro es resultado de su enseñanza y de dedicación en mi formación profesional.

A MIS AMIGOS:

Con los que he vivido momentos inolvidables en mi vida, Mario, Otto, Guanché, Braulio, Ferdy, Ronald, Antonio, César, Sergio, Carlos, Mirna, Heidy, gracias por todo.

AL MINISTERIO DE AGRICULTURA: Por confiar en mí y permitirme iniciar el ejercicio de mi profesión.

AL MUNICIPIO DE JOCOTÁN: Que sea esta una herramienta de planificación que oriente a darle el uso correcto al suelo.

AGRADECIMIENTO ESPECIALES

**Al Centro Universitario de
Oriente –CUNORI–**

Hogar de mis estudios superiores que ha formado profesionales orgullosos de haber egresado de tan prestigiosa casa de estudios.

**A la Municipalidad de Jocotán,
Chiquimula.**

Por el apoyo y ayuda mostrada para la realización de esta investigación.

A los Ingenieros Agrónomos:

Msc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda e Ing. Agr. Mario Orlando Lemus Martínez, por ser mis padrinos y ejemplo de profesionales

A los Ingenieros Agrónomos:

Luis Emilio Granados Padilla y Hugo Elías Lemus, profesionales que me animaron y apoyaron constantemente para la culminación de esta investigación.

A los catedráticos:

Edwin Filiberto Coy, Emerio Guevara, Edgar Casasola, Rodolfo Chicas, Leónidas Ortega, Godofredo Ayala, Marlon Bueso, Hugo Villafuerte, Ricardo Suchini, Mirna Carranza, Eunice Recinos de Vásquez, siempre compartiendo sus enseñanzas y mostrando su apoyo incondicional en todo momento.

A DICORER, MAGA:

Por apoyarme en la implementación de esta investigación y por mostrarme el lado social de la Carrera de Agronomía.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO CONCEPTUAL	03
2.1 Antecedentes	03
2.2 Definición y delimitación del problema	04
2.3 Justificación	05
III. MARCO REFERENCIAL	07
3.1 Ubicación del área de estudio	07
3.2 Descripción del área de estudio	08
3.3 Características biofísicas del área	08
a) Zonas de vida	08
b) Suelos	08
c) Importancia del relieve	08
d) Vocación	09
e) Fuentes de agua y/o cuerpos de agua	09
f) Conservación de recursos naturales	10
g) Producción agrícola	10
h) Producción pecuaria	12
i) Producción forestal	13
j) Producción agroindustrial	13
k) Producción artesanal	14
IV. MARCO TEÓRICO	15
4.1 Clasificación de tierras por capacidad de uso	15
4.2 Sistema USDA	18
4.3 Conceptos básicos	22
4.3.1 Tipos de erosión	22
4.3.2 Cárcavas	22
4.3.3 Clima	22
4.3.4 La profundidad efectiva de un suelo	23
4.4 Perfil del suelo	23

4.4.1 Textura del suelo	23
4.4.2 Relieve	24
4.4.3 Pendiente	24
4.4.4 Cobertura vegetal y uso de la tierra	25
4.5 Plan estratégico	26
V. MARCO METODOLÓGICO	27
5.1 Objetivos	27
General	27
Específicos	27
5.2 Descripción de la metodología	27
5.3 Fase de gabinete inicial	30
a) Delimitación del área de estudio	30
b) Elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo	30
c) Elaboración de mapa de unidades fisiográficas	31
d) Determinación de puntos de muestreo	33
5.4 Fase de campo	33
5.4.1 Determinación de texturas de suelo	34
5.4.2 Profundidad efectiva del suelo	34
5.4.3 Actualización de la cobertura vegetal y uso de la tierra	35
5.5 Fase de gabinete final	35
5.5.1 Elaboración de mapas del área de estudio	35
a) Mapa de pendientes	35
b) Mapa de textura de suelos	36
c) Mapa de profundidad efectiva del suelo	37
d) Mapa de cobertura vegetal	37
e) Mapa de uso del suelo	38
f) Determinación del mapa de clima	39
5.5.2 Determinación de la capacidad de uso de la tierra	39
5.5.3 Elaboración del mapa de intensidad de uso	40
5.6 Propuesta de lineamientos generales para el manejo de las categorías de capacidad de uso de la tierra	40

VI. RESULTADOS	41
6.1 Delimitación del área de Estudio	42
6.2 Puntos de muestreo	42
6.3 Mapa geológico del municipio de Jocotán	44
6.4 Mapa de pendientes del municipio de Jocotán	46
6.5 Texturas de los suelos del municipio de Jocotán	48
6.6 Profundidad efectiva del suelo	50
6.7 Clima del municipio de Jocotán	53
6.8 Cobertura vegetal y uso del suelo del municipio de Jocotán	54
6.9 Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán	57
6.10 Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán por micro regiones	59
6.11 Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán por micro cuencas priorizadas	72
6.12 Intensidad de uso del suelo	76
6.13 Intensidad de uso del suelo por micro regiones	78
6.14 Intensidad de uso del suelo por micro cuencas priorizadas	79
6.15 Lineamientos generales de manejo para cada categoría de capacidad de uso de la tierra delimitada en el municipio de Jocotán.	80
VII. CONCLUSIONES	84
VIII. RECOMENDACIONES	85
IX. BIBLIOGRAFIA	86
X. ANEXOS	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Micro cuencas del municipio Jocotán.	09
2. Unidades de cobertura vegetal y uso del suelo identificadas en el mapa generado por el MAGA.	30
3. Matriz para la reclasificación de la profundidad efectiva, en el municipio de Jocotán, Chiquimula	35
4. Matriz utilizada para la reclasificación de las pendientes, en el municipio de Jocotán, Chiquimula	36
5. Matriz para la reclasificación de la textura, en el municipio de Jocotán, Chiquimula.	37
6. Matriz para la reclasificación del uso de la tierra, en el municipio de Jocotán, Chiquimula	38
7. Matriz para la reclasificación del clima, en el municipio de Jocotán, Chiquimula.	39
8. Cuadro de distribución de pendientes, áreas y porcentajes en el municipio de Jocotán, Chiquimula.	47
9. Texturas del suelo en el municipio de Jocotán, Chiquimula.	49
10. Rangos de profundidades efectivas en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	52
11. Tipos de clima presentes en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	54
12. Cobertura actual y uso del suelo del municipio de Jocotán, Chiquimula.	56
13. Área por clase agrológica en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	59
14. Clase agrológica por micro región y lineamientos de manejo	60
15. Área de acuerdo a la intensidad de uso de los suelos del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	78

16. Síntesis específica para uso adecuado y recomendaciones, para el manejo sostenible de cada clase agrologica de capacidad de uso determinada en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del municipio, Jocotán, Chiquimula 2010.	07
2. Micro regionalización municipal.	12
3. Triangulo textural para la determinación de la textura de los suelos.	24
4. Esquema de modelamiento para la determinación de la capacidad de uso e intensidad de uso de la tierra.	28
5. Esquema que muestra la metodología para la determinación de la capacidad de uso de la tierra del municipio de Jocotán, Chiquimula.	29
6. Mapa base del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	42
7. Mapa de distribución de puntos de muestreo en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	43
8. Mapa de paisajes del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	44
9. Mapa de pendientes del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	46
10. Mapa de texturas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	48
11. Mapa de profundidad efectiva en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	51
12. Mapa del clima del municipio de Jocotán.	53
13. Mapa de uso del suelo del municipio de Jocotán.	55
14. Mapa de capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	58
15. Mapa de capacidad de uso del suelo por micro regiones del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	60
16. Mapa de capacidad de uso del suelo por micro cuencas priorizadas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	72
17. Mapa de Intensidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	77

18. Mapa de intensidad de uso del suelo por micro regiones del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula	79
19. Mapa de intensidad de uso del suelo por micro cuencas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1. Distribución de las unidades geológicas en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	45
2. Distribución de las pendientes en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	47
3. Distribución de las texturas del suelo, del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.	50
4. Profundidad efectiva del suelo en el municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula.	52
5. Distribución de las áreas de uso del suelo del municipio de Jocotán, Chiquimula.	57

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superficial de la corteza terrestre. En ella se encuentran agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. El suelo es vital, ya que el ser humano depende de él para la producción de alimentos, la crianza de animales, plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras actividades productivas. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo de los ecosistemas y de la vida natural.

El crecimiento demográfico del país y por consiguiente el aumento de la presión ejercida sobre el recurso suelo ha sido ocasionada por la necesidades de los humanos para producir mayor cantidad de alimentos que satisfagan las necesidades actuales, este aumento en la demanda se ha dado sin considerar el hecho de que este es un recurso no renovable, que mientras ha sido sometido a una mayor explotación superior a la capacidad de regeneración que presenta, esto puede presentar una degradación que es prácticamente irreversible.

Es muy importante realizar una planificación para organizar la producción de forma que el aprovechamiento sea compatible con la capacidad productiva o el potencial que presenten los suelos, de esta manera es necesario agrupar y delimitar geográficamente las tierras de acuerdo a su potencial y características similares que presenten.

Para realizar una correcta planificación se han realizado estudios a escalas 1:250,000, tal es el caso del “Mapa de Capacidad de Uso de la tierra” y el Mapa de Uso actual e intensivo” de la República de Guatemala, generado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- en el año 2005, así también la determinación del mapa de capacidad de uso de la tierra del departamento de Chiquimula; basados en la Metodología adoptada por el –INAB- en el año 2000.

Es importante armonizar la capacidad de uso de la tierra con el aprovechamiento más racional posible, a fin de optimizar la producción que por un lado satisfaga las diversas necesidades de la población y que por otro lado contribuya al desarrollo de la región, sin menoscabo de la conservación y sostenibilidad de los recursos naturales existentes.

Con la presente investigación se determinó la capacidad de uso de la tierra en el municipio de Jocotán, Chiquimula, utilizando para el efecto la metodología aplicada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, -MAGA- la cual clasifica las tierras por capacidad de uso en ocho clases, que van en orden de importancia desde la I hasta la VIII. En ella se consideran factores como la pendiente, la profundidad efectiva, clima, drenaje, cobertura vegetal y textura del suelo.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

En Guatemala, se han realizado varios estudios relacionados con la identificación y determinación de la capacidad de uso de la tierra, los mismos han hecho uso de diversas metodologías, tal es el caso del “*Mapa de Capacidad de Uso de la tierra*” y el *Mapa de Uso actual e intensivo*” de la República de Guatemala, generado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- en el año 2005, *basado en la Metodología adoptada por el Instituto Nacional de Bosques –INAB- en el año 2000*, otros trabajos se han enfocado en zonas específicas a nivel local, utilizando la “cuenca hidrográfica” como unidad de estudio, este es el caso de la mancomunidad Copán Chorti, la cual ha aplicado un modelo de Desarrollo Económico Local, basado en microcuencas..

Estos estudios se encuentran a una escala de semidetalle de 1:50,000, esto significa que la información generada es de utilidad para planificar a nivel de microcuenca, por lo que cuando se pretende facilitar la planificación a nivel municipal es necesario realizar el nivel de estos estudios a todo el municipio, para generar información que oriente la planificación en cuanto al tema de recursos naturales, su conservación y preservación.

Debido a la limitante de la información cartográfica, algunos de estos estudios a nivel local han adoptado la metodología del INAB, en donde las variables profundidad efectiva, pendiente, pedregosidad y drenaje, permiten determinar la capacidad de uso de la tierra; sin embargo, en este estudio se incorporan otras variables que están contempladas en la metodología utilizada actualmente por el MAGA, que es una modificación elaborada en el 2008 de la metodología del Departamento de Agricultura de Estados Unidos; la que facilitó la realización del presente estudio en el municipio de Jocotán.

2.2 Definición y delimitación del problema

Los problemas más comunes con relación al suelo tienen que ver con las actividades humanas, dedicadas a la producción de alimentos y de insumos para satisfacer sus necesidades. Al respecto, los problemas directamente derivados del uso antrópico de los suelos son actualmente muy severos. La erosión, la desertificación, la contaminación, la compactación y la pérdida de fertilidad, se encuentran entre los problemas más graves que afectan hoy a los suelos.

En el municipio de Jocotán actualmente se identifican dos problemas en el uso de la tierra, por una parte los agricultores que utilizan sistemas tradicionales de producción de granos básicos, principalmente como agricultura migratoria y por otro lado la sobre utilización del recurso bosque para la extracción de leña o madera, quienes en conjunto ejercen presión sobre el recurso suelo, derivado de la necesidad de satisfacer sus requerimientos de alimentación e insumos para sus actividades, a tal grado que en las últimas décadas, tierras que con anterioridad estaban cubiertas por grandes extensiones de bosques se encuentran deforestadas, presentando altos niveles de degradación por la utilización de estas prácticas agrícolas y actividades humanas.

El recurso suelo constituye un factor determinante para la producción agrícola, ganadera y forestal del país, siendo de suma importancia planificar la organización de la producción de tal forma que el aprovechamiento y utilización sea compatible con la capacidad productiva o potencial de los suelos, para lo cual es necesario agrupar y delimitar geográficamente las tierras según su potencial y características similares.

Las autoridades municipales, carecen de información sobre la capacidad de uso de la tierra en su municipio, lo que propicia una mala planificación y ejecución de acciones, proyectos y programas que tengan por objetivo el uso racional del recurso.

Actualmente existe una fuerte tendencia que clama por una utilización racional del suelo. Sus principios se agrupan en lo que se conoce por conservación de suelos. Las teorías conservacionistas persiguen obtener máximos rendimientos pero con mínima degradación, lo que se logrará con la generación de este tipo de información, la cual se enmarca en el eje de investigación de los “Recursos naturales y sostenibilidad ambiental”, en la línea de investigación sobre manejo de suelos y fertilidad, así como el ordenamiento territorial, definidos como prioritarios por la Carrera de Agronomía del Centro Universitario de Oriente.

2.3 Justificación

Klingebiel y Montgomery 1961, definen que la capacidad de uso de la tierra es la determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo.

En la zona de estudio, el proceso de deterioro físico del recurso suelo está en su etapa inicial, siendo la deforestación del recurso bosque y la utilización de prácticas agrícolas migratorias de granos básicos, los mayores factores degradativos. Asimismo la forma de manejo de estos cultivos acelera los procesos erosivos del medio, reduciendo drásticamente los niveles de fertilidad del suelo, contribuyendo de esta manera a la agricultura migratoria. Si bien es cierto que en los últimos años los proyectos alternativos han tratado de mitigar estos efectos y de cambiar las prácticas agrícolas, sus resultados han sido muy limitados en la conservación de los recursos naturales y la mejora de la seguridad alimentaria.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) en el año 2002 elaboró un mapa de capacidad de uso de la tierra para Guatemala. Este mapa a escala 1:250,000 fue elaborado para la toma de decisiones de desarrollo de todo el país. Sin embargo el mapa a esta escala es muy general y su uso en la planificación del

desarrollo a nivel de municipios es limitado, mucho más a nivel de comunidades rurales, quienes son muchas veces las más necesitadas y las que más sufren deterioros de sus recursos. Las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se ven afectadas al momento de definir y planificar sus estrategias tendientes a mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales.

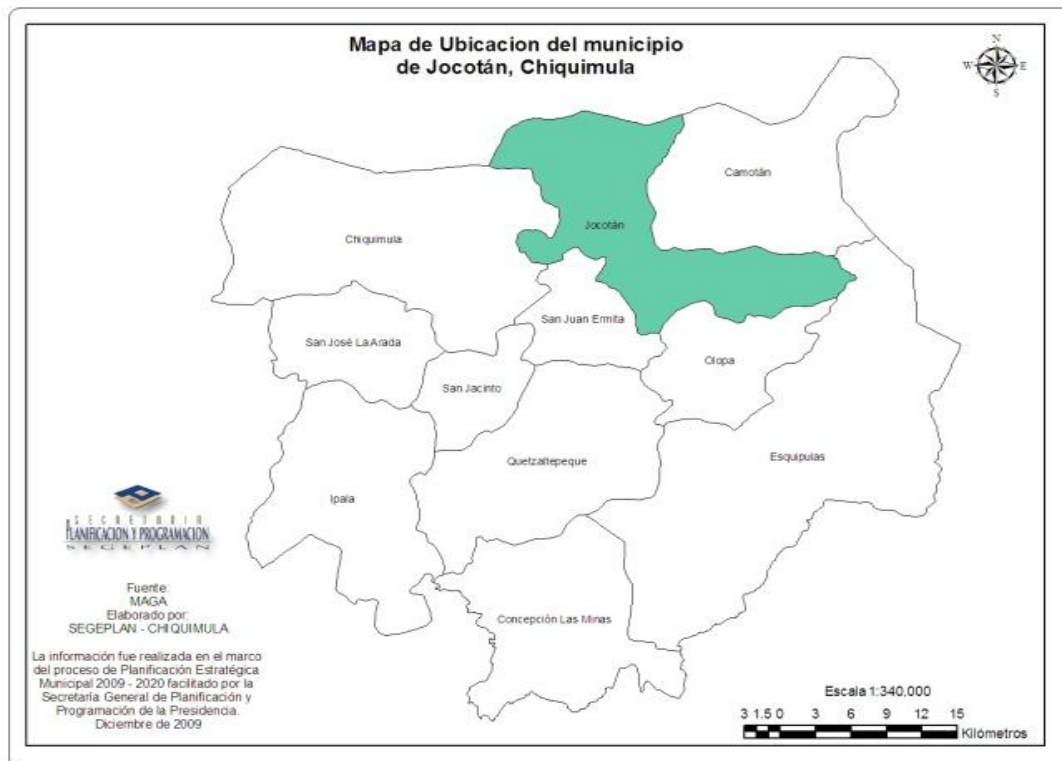
En el proceso de planificación del uso de la tierra, una etapa importante es la determinación de la aptitud de la misma. El proceso de armonización y agrupación de las tierras acorde a los tipos de uso, por medio de una evaluación sistemática de su potencial, sirvió de base para la elaboración de planes de manejo enfocados a la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso suelo del municipio de Jocotán, Chiquimula.

Por lo anterior se considera de mucha importancia la elaboración de un mapa sobre la capacidad de uso de la tierra del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula, en base a la metodología utilizada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Con esta metodología se está elaborando el mapa a nivel nacional a una escala 1:50,000 que constituye un nivel de semidetalle, lo que permitirá contar con una herramienta adecuada de planificación.

III. MARCO REFERENCIAL

3.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Jocotán, en el departamento de Chiquimula y se ubica dentro de la cuenca denominada Copan Chortí cuyo cauce principal es el río Grande de Copan. Colinda al Norte con los municipios de Zacapa y La Unión. Y dentro del departamento de Chiquimula, colinda al este con los municipios de Camotán y Esquipulas; al Sur con los municipios de Olopa y San Juan Ermita y al Oeste con el municipio de Chiquimula. El área se encuentra localizada dentro del cuadrante definido por las coordenadas: 607388 y 638485 en "X"; y 1648439 y 1628120 en "Y" (Sistema Coordenado GTM, Zona 15.5, Datum WGS84), la cabecera municipal cuenta con una elevación de 457 msnm, tomando como referencia el parque central de la cabecera municipal.



Fuente: SEGEPLAN 2010.

Figura 1. Ubicación del municipio de Jocotán, Chiquimula 2010.

3.2 Descripción del área de estudio:

El municipio cuenta con un área aproximada de 251.76 kilómetros cuadrados (km²) y dista de la cabecera departamental a 29 kilómetros y hacia la ciudad capital 204 kilómetros utilizando como vía la carretera del atlántico.

3.3 Características biofísicas del área

a) Zonas de vida

Según Cruz 1982, en el municipio se han identificado tres zonas de vida:

- Bosque húmedo sub-tropical (templado), especialmente en el área rural con precipitaciones de 1,100 a 1,350 mm; y una época de lluvias de mayo a noviembre, biotemperatura media anual de 20° a 26° centígrados.
- Bosque seco sub-tropical, en la parte media y baja, con precipitaciones de 500 a 1,000 mm, aquí se encuentra la región urbana de la Villa de Santiago Jocotán.
- Monte espinoso sub-tropical, en la colindancia con los municipios de Zacapa y Chiquimula, con precipitación pluvial anual de 400 a 600 mm.

b) Suelos

Los suelos de Jocotán son arcillosos por sectores y en algunas regiones con piedra caliza blanca. Su topografía es irregular, quebrada y mixta con suelos poco profundos. Se puede observar puntos de valles y cerros, que con una pendiente bastante elevada son utilizados para cultivos, sin existir técnicas de conservación que permitan generar mejores rendimientos y la protección del mismo.

c) Importancia del relieve

El municipio de Jocotán se encuentra rodeado por una serie de cerros y montañas, lo cual brinda una diversidad de climas que para una diversidad de cultivos y opciones productivas.

d) Vocación

El municipio es de vocación forestal, con el 12.09% de cobertura forestal, pero la misma necesidad de la población los ha obligado a sembrar sus cultivos limpios como maíz, frijol, sorgo en laderas; también se observa la producción bajo plástico de tomate y chile, así como sistemas de riego por goteo; como parcelas demostrativas que las instituciones como CARITAS, ACCION CONTRA EL HAMBRE, FAO-PESA y MAGA han promovido.

e) Fuentes de agua y/o cuerpos de agua

El municipio es parte de la Cuenca Copan-Ch'orti', por lo que el río Grande que irriga los suelos del municipio proviene de Camotán y del municipio de Copán, Honduras. El río Grande de Jocotán tiene una longitud de 14.4 Km. dentro del municipio. En total, más de 250 Km. de ríos y quebradas son registradas dentro del territorio municipal, existiendo muchos más pequeños o estacionales no identificados.

Cuadro 1. Micro cuencas del municipio Jocotán.

Micro Cuenca	Área km2 *	% Área Total	Tramo del afluente mayor Km. *
Torjá	39.26	15.9	11.4
Shalagua	30.74	12.4	12.2
Cayur	23.98	9.7	11.6
Guaraquiche	19.45	7.9	13.3
El Abundante	16.34	6.6	8.0
Agua Fría	13.97	5.6	-
Carcar	13.94	5.6	8.6
Suchichic	13.03	5.3	-
Oquén	11.26	4.6	-
Región Las Florest†	10.29	4.2	-
La Mina	8.92	3.6	-
Lanchor	5.30	2.1	-
Quebrada Seca	5.16	2.1	-
Tanshá	4.89	2.0	-
Agua Caliente	4.59	1.9	-
Ticanchan	3.50	1.4	-
Otras	22.79	9.2	-

Fuente: FLACSO 1998.

f) Conservación de recursos naturales

En el municipio se han iniciado procesos de conservación de bosques, con programas de incentivos forestales, iniciando procesos a los que la población ha sido indiferente, sin embargo cuando los efectos climáticos causados por el desequilibrio se dejan sentir, los pobladores reconocen que estas son consecuencias de los malos manejos ambientales que se han generado.

Con el apoyo de instituciones como la mancomunidad Copanch'orti' se realizaron esfuerzos en la creación del catastro de fuentes de agua de la región, lo que ha sentado la bases para la protección de las mismas con un enfoque de protección de la cuenca, garantizando con ello, la disponibilidad del recurso agua para las poblaciones futuras.

Con el apoyo de instituciones presentes en el municipio se han establecido procesos de conservación de los suelos, lo que ha representado múltiples esfuerzos, debido a que implica utilizar otras formas de cultivar la tierra, a lo que muchas veces la población se resiste, considerando que por muchos años, su particular forma de cultivo ha sido de otra forma.

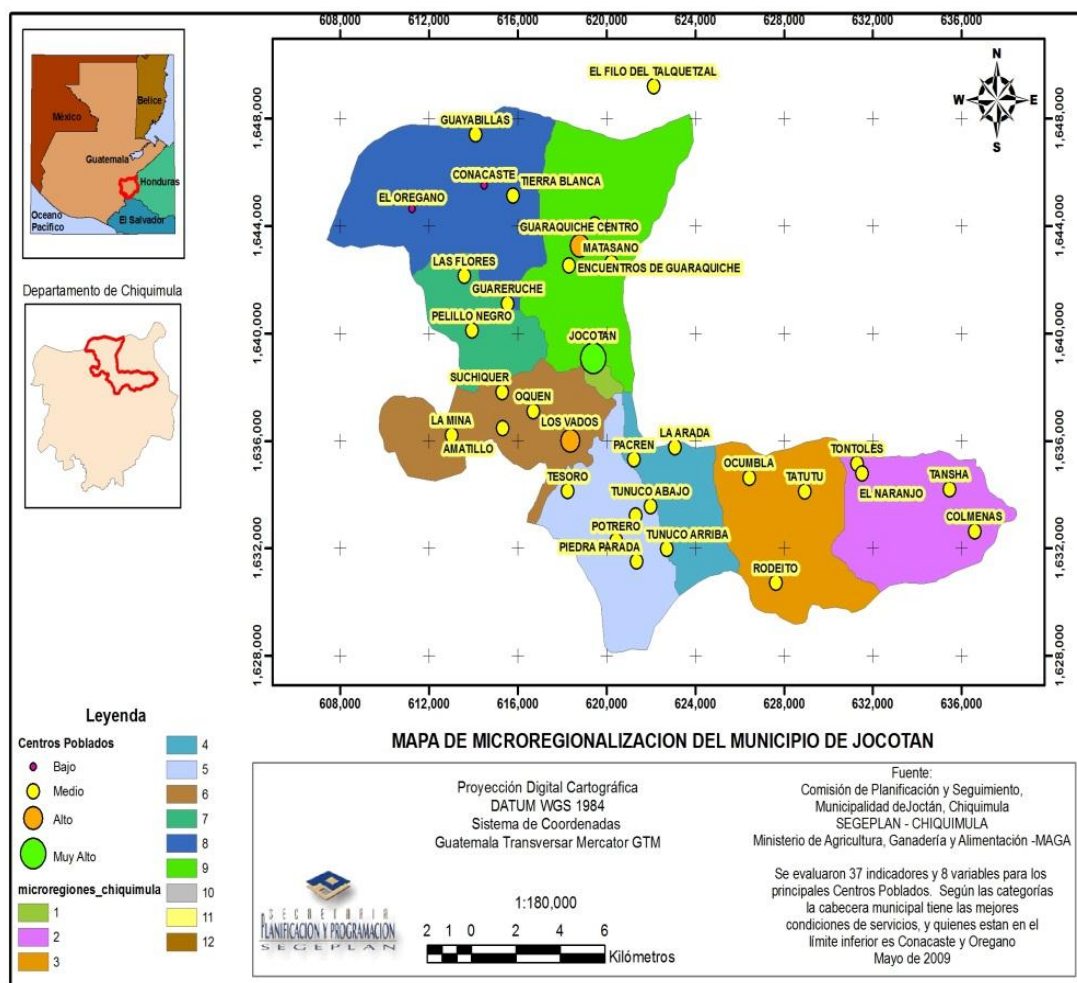
g) Producción agrícola

Los cultivos primordiales del municipio son: el maíz, frijol de segunda, siendo la producción en mayor escala en casi todas las microregiones y el cultivo de sorgo que se produce en las microregiones IV, V y VI; que están en la categoría de granos básicos y en menor escala, árboles frutales como: mango, chico zapote, jocote colorado siendo las microregiones IV, V y VI; Siembra de hortalizas, consistentes en: chile, tomate y pepino, en las microregiones I y IX. Pastos forrajeros de corte para alimentación de ganado bovino y equino como el sorgo y napier, siendo las microregiones I.

Dentro los cultivos bajo plásticos encontramos: tomates de variedades comerciales e híbridos, manzano entre otros y chile dulce, estos sistemas han sido impulsados por las instituciones FAO – PESA y el Ministerio de Agricultura a través del programa VISAN. Entre los cultivos que se adaptan (con potencial) a las condiciones climáticas y edáficas y de altitud están, los frutales como: el tamarindo, guanaba, guayaba, jocote, papaya, piña, zapote, marañón, anona mango y nance; los cítricos como: limones y naranjas, en las microregiones IV, VI, VII y IX; hortalizas como: chile, tomate, repollo, acelga y pepino en microregiones VIII, V, VI y IX. Cultivos como: pitahaya, loroco, tabaco, izote coco, maní, bambú, y árboles forrajeros para alimentación de ganado bovino como madre cacao, leucaena, caulote, pito, yaje, upay en microregiones VII, IX, VI y V y aguacate en Microregión IX.

Se han implementado huertos escolares con el apoyo del Ministerio de Agricultura a través del programa VISAN en coordinación con la Municipalidad.

Las prácticas de post-cosecha solamente se aplican a los cultivos de granos básicos, específicamente en maíz, frijol y sorgo, el fin de dicha actividad es de conservar granos para la alimentación familiar, de animales de corral, semillas para siembra y comercializar cuando el producto se cotice mejor. El método utilizado regularmente por los productores es el silo metálico de forma cilíndrica con capacidad de 12 y de 18 quintales, agregando pastillas de Photoxine a los granos a almacenar.



Fuente: SEGEPLAN 2010.

Figura 2. Micro regionalización municipal.

h) Producción pecuaria

En el municipio se realizan actividades pecuarias de traspatio, principalmente aves de corral y cerdos, las aves y sus huevos se destinan para el consumo familiar, en los cerdos una parte de la crianza se destina para la venta en pío y la otra se contempla con anticipación para una fecha u ocasión especial en la familia, siendo en las microregiones III, IV y V, en la cual consumen la carne. En el área rural del municipio existen familias con la práctica de producción de pollos de engorde de modo artesanal, que contribuye a abastecer el mercado local.

Esta escasa producción se debe al precio de los insumos que cada año aumentan, la ausencia de prácticas asociativas, el precio de los fletes y un mercado que no ofrece buenas expectativas para ellos, además el precio de la carne de pollo se sigue manteniendo igual o con un ligero aumento, que no compensa el trabajo y la inversión.

i) Producción forestal

Con base a la información proporcionada por el INAB - 2007, la producción del sector forestal en el municipio se reduce a los consumos familiares, de producciones de leña como fuente energética para la cocción de los alimentos, especialmente en el área rural donde más del 90% de ellos utilizan este recurso, y de aquí que se genera el mal aprovechamiento del mismo.

Debido a la poca cobertura forestal del municipio está no constituye una alternativa económica para los vecinos del municipio, más bien representa retos y compromisos bien definidos en cuando al aumento de la cobertura y hacer de esta actividad fuente de ingresos económicos a largo plazo considerando que el municipio es de vocación forestal.

j) Producción agroindustrial

En el municipio existe escasa iniciativa de impulsar cultivos agroindustriales excepto por el café, que se lava para venderlo como café pergamino, pero no se vende como producto terminado, sino como materia prima. Algunos vecinos se dedican al cultivo de naranja Washington, Valencia y Mandarina, siendo en la Microregión IX para venderlo en el mercado local, y también está la producción de Mango Tommy, siendo las microregiones, IV, V, VI y VII, pero en menor escala; además de cultivos para materia prima de biodiesel (piñón e higuérillo), siendo las microregiones IV, V, VI y VII.

k) Producción artesanal

En el municipio, la artesanía también es una fuente de ingreso para las familias, gracias a la actividad productiva de la mujer quien principalmente se dedica a estas labores. La remuneración de esta actividad está vinculada al mercado local y departamental.

En el municipio de Jocotán los productos elaborados artesanalmente son de mucha aceptación a nivel del departamento, entre los que se mencionan, petates, escobas de palma, bolsas de pita de maguey, comales, jarros, y hoyas de barro, los cuales son comercializados directamente por los productores o por intermediarios de los mercados locales en los espacios de comercialización ya definidos.

Una de las debilidades edificadas al respecto lo constituyen los bajos precios que por estos productos se ofrecen, representando el artesano, muy poca atracción en cuanto a la producción en masa, constituir de esto un motor que impulsa el desarrollo del territorio.

A nivel municipal se conoce que artesanos del territorio producen la envoltura de una reconocida bebida alcohólica, que se exporta al extranjero, dando muestras de la capacidad competitiva de los vecinos al abordar esta dinámica ajustados a los estándares de calidad a ese nivel.

El municipio de Jocotán se ve fortalecido con una serie de organizaciones e instituciones que son parte de los procesos productivos del municipio, que como antecedentes generales, constituyen haberse fortalecido de instituciones y ONG que apoyan los procesos productivos para el Desarrollo económico del territorio, que constituyen parte fundamental de las cadenas productivas en los procesos de comercialización en las diferentes transacciones comerciales, como artesanías, producciones agrícolas, infraestructura para producciones, productos de la agroindustria.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Clasificación de tierras por capacidad de uso

Según el USDA, el mapa de los estudios de tierras con sus estándares, muestra las diferentes clases que tienen significación y su ubicación, en relación a otras características del paisaje. Estos mapas se preparan para hacer frente a las necesidades de los usuarios con numerosos problemas y por consiguiente, contienen considerables detalles para mostrar diferencias básicas de las clases de suelos que existen dentro de las unidades de tierra.

Estas explicaciones se llaman interpretaciones. Los mapas pueden ser interpretados por:

- Las clases individuales de suelos en el mapa de clases de tierra; y
- El grupo de tierras que se comporta de manera similar, respecto a la respuesta al manejo y tratamiento.

Como existen muchas clases de tierras, por consiguiente, hay muchas interpretaciones de suelos individuales. Tales interpretaciones proveen al usuario de todas las informaciones que se pueden obtener del mapa de tierras. Muchos usuarios de mapas desean informaciones más generales, que aquellas que provee la unidad individual de mapeo. Las tierras se agrupan de diferentes maneras, de acuerdo con las necesidades específicas del usuario del mapa. La clase de agrupamiento y las variaciones permisibles dentro de cada grupo, difieren de acuerdo al uso que se intenta dar al grupo o agrupamiento.

Análisis fisiográfico y geomorfológico

El análisis fisiográfico y geomorfológico, es un examen sistemático en el campo y en el laboratorio, el cual incluye la descripción, clasificación y el mapeo de las clases de suelos, la interpretación para usos múltiples, como lo es la recarga hídrica; y la predicción de su comportamiento bajo diferentes usos y/o sistemas de manejo (Zinck 1987).

Comprende varias etapas a saber: a) mapeo, b) descripción y caracterización, c) clasificación, d) interpretación del reconocimiento realizado (Zinck 1987).

La fotografía aérea desempeña un papel fundamental en la primera de estas fases, en donde el uso sistemático de la fotointerpretación es indispensable para la obtención de un mejor resultado, cualitativo y cuantitativo; teniendo en cuenta que la fotointerpretación es el procedimiento para inferir las “relaciones” a partir del análisis visual de las fotos aéreas.

En la génesis de los diferentes tipos de suelo intervienen dos procesos fundamentales, los cuales tienen distinta importancia entre sí según el suelo del que se trate. Ellos son:

- a) Geogénesis: que nos indica el tipo, origen y evolución de los paisajes y sus materiales a partir de los cuales se origina el suelo y;
- b) Pedogénesis: que hace referencia a los distintos factores y procesos que han actuado sobre el material parental y que dieron como resultado un suelo determinado (Botero 1984).

Por otro lado, el análisis fisiográfico permite entender los procesos que han originado los distintos paisajes de una región, dentro de los cuales habrá cierta homogeneidad en su Geogénesis (Botero, 1984), permitiendo a su vez conocer las características internas de los suelos. De allí se desprende un principio básico del análisis fisiográfico: existe una relación directa entre las propiedades externas de un paisaje y sus características internas. De acuerdo a este principio el Soil Survey Manual (Zinck 1987) sostiene que los suelos son perfiles tanto como paisajes.

En consecuencia es posible predecir los distintos perfiles de suelos que se encontrarán en un lugar determinado si se logra entender la fisiografía de esos

paisajes. En ello juega un papel fundamental la comprensión de los procesos que actúan sobre los diferentes paisajes y que están condicionados por los factores: clima, tiempo, material parental y relieve. Estos, junto a los organismos del suelo (biota), son los que determinan el origen y evolución de los distintos tipos de suelos. Esta similitud entre los factores formadores de los suelos y de los paisajes refuerza el principio en que se basa el Soil Survey Manual (Zinck 1987), de tal forma que para llevar a cabo un buen estudio pedológico será necesario un conocimiento de la fisiografía del lugar. Debido a que el paisaje se nos presenta como un complejo de elementos muy diferentes que pueden alcanzar una diversidad muy grande, si relacionamos las características más sobresalientes de los mismos, reconoceremos a cada uno de ellos (Botero 1984).

La clasificación fisiográfica del Centro Interamericano de Aero Fotointerpretación (CIAF), utiliza una serie de unidades territoriales que se encuentran organizadas jerárquicamente en una disposición piramidal en cuyos vértices están las estructuras geológicas propias de todo continente.

La primera categoría del sistema, la provincia fisiográfica, corresponde aproximadamente a la región natural, en la que pueden prevalecer una o más unidades climáticas. Estas están constituidas por conjuntos de unidades genéticas de relieve con relaciones de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

La segunda, la unidad climática, es una categoría fisiográfica superior que comprende tierras cuyas temperaturas promedio anuales y la humedad disponible son lo suficientemente homogéneas como para reflejarse en la génesis específica de los suelos o, al menos, en la cobertura vegetal y en el uso de la tierra.

La siguiente, gran paisaje o unidad genética de relieve, abarca asociaciones y complejos de paisajes con relaciones de parentesco de tipo espacial, genético y topográfico definidos, en donde se presenta un alto grado de homogeneidad climática (Villota, 2005). Los paisajes fisiográficos se definen por: el clima, el

material originario y la edad (Botero 1984), y se caracterizan por los aspectos externos (relieve) e internos (perfiles), típicos para cada paisaje. Villota (2005) los define como porciones tridimensionales de la superficie terrestre resultante de una misma Geogénesis, que pueden describirse en términos de semejantes características climáticas, morfológicas, de material parental y edad, dentro de las cuales puede esperarse una alta homogeneidad pedológica y una cobertura vegetal o un uso de la tierra similar.

Ellos se establecen dentro de un Gran Paisaje, en base a su morfología específica, a la cual se le adiciona como atributos: el(los) material(es) parental(es) y/o edad, esta última en términos relativos (muy antiguo, antiguo, sub reciente, reciente, sub actual, actual) o de niveles (alto, medio, bajo). Es la unidad fundamental, ya que sirve para definir las clases de suelos que tienen características comunes al nivel de generalización taxonómica utilizada en este estudio. El Subpaisaje, unidad que sigue en jerarquía, es una división del paisaje fisiográfico que se realiza con criterios prácticos relacionados con algún cambio en las condiciones de los suelos, y por ende en la cobertura vegetal y uso de la tierra. Generalmente se establecen con base en la posición específica que tienen dentro del paisaje (por ejemplo: cima, hombro, ladera, etc.) y que se califica por el grado y forma de la pendiente, clase y grado de erosión, condición de drenaje, etc. (Villota 2005).

4.2 Sistema USDA

Según el USDA (Tobias y Salguero 2008), el sistema USDA, es un método revisado desde los años cincuenta, clasifica las tierras por capacidad de uso en ocho clases, las cuales van en orden de importancia desde la I hasta la VIII.

La clasificación por capacidad de uso de las tierras, es un agrupamiento de un número de interpretaciones, que se hace principalmente para fines agropecuarios. En la misma forma que se hace con todas las clases de interpretaciones, la clasificación por capacidad comienza por las unidades de mapeo, las cuales

constituyen la piedra angular del sistema. En esta clasificación las tierras arables se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones, para una producción continua de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares (USDA 1950).

Así mismo incluye factores determinantes para cada clase los cuales se describen a continuación:

a) Factores limitantes: son todos aquellos que por su importancia y por sus rangos de variación sirven para definir las clases de capacidad y algunos problemas específicos. Estos son: topografía, profundidad, erosión y clima (USDA 1950).

b) Factores auxiliares: son todos aquellos que nos permiten determinar condiciones de manejo, pero no nos definen clases agrologicas. Estos son: textura, permeabilidad. Ejemplo, dos clases agrologicas diferentes pueden tener la misma textura, por lo tanto estas características no definen la clase de capacidad (USDA 1950).

Clases de Capacidad de uso

Las tierras de clase I, tienen muy pocas limitaciones para que restrinjan su uso. Las tierras de esta clase son adecuadas para un amplio margen de plantas y pueden ser usados con toda seguridad para toda clase de cultivos agronómicos, pastos, bosques y vida silvestre. Las tierras son casi planas y los problemas de erosión muy pequeños. Son suelos profundos, generalmente bien drenados y fáciles de trabajar; tienen una buena capacidad de retención de agua y están bien provistos de nutrientes, y responden a los agregados de fertilizantes (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras de la clase II, tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación. Los suelos en la clase II requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación

para prevenir el deterioro o para mejorar las relaciones agua-aire, cuando los suelos son cultivados. Las limitaciones son pocas y las prácticas son fáciles de aplicar. Las tierras pueden ser usadas para cultivos agronómicos, pastos, pastoreo y extensivo, lotes de bosques o vida silvestre y cubierta (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras en la clase III, tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación, o ambas a la vez. Las tierras en la clase III, tienen más restricciones de uso que aquellas en la clase II, y cuando son usados para cultivos agronómicos, las prácticas de conservación son generalmente más difíciles de aplicar y de mantener. Pueden ser utilizadas para cultivos agronómicos, pastos, producción forestal, pastoreo extensivo, vida silvestre y cubierta (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras de la clase IV, tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso. Las restricciones en el uso, para tierras de clase IV, son mayores que para las de clase III, lo mismo que la elección de plantas que pueden ser cultivadas, que es mucho más limitada. Cuando estas tierras son cultivadas se requieren cuidadosas prácticas de trabajo y también de conservación, que son más difíciles de aplicar y de mantener. Las tierras en la clase IV, pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, sitios o vida silvestre y cubierta vegetal (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras en la clase V, no tienen problemas de erosión, o si lo tienen, es muy pequeño. Sin embargo, tienen otras limitaciones que no son prácticas de remover y que limitan su uso únicamente para pastos, sitios, lotes de árboles o vida silvestre y cubierta. En la clase V, tienen limitaciones que restringen la clase de plantas que pueden ser cultivadas y que prevengan el normal laboreo de cultivos agronómicos. Son terrenos casi planos, pero algunos son húmedos frecuentemente inundados por cursos de agua, tienen piedras, tienen limitaciones climáticas o tienen alguna combinación de estas limitaciones (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras de la clase VI, tienen limitaciones severas que hacen de ellos generalmente inadecuados para cultivos y limitan su uso, principalmente para pastos o sitios, o lotes de árboles o vida silvestre y cubierta. Las condiciones físicas de los suelos de la clase VI de tierras, son tales que es práctico aplicar ciertas medidas de mejoramiento en los pastos y en los sitios, si son necesarios, tales como sembrarlos, encalarlos y abonarlos, proceder a medidas de control de agua mediante surcos en contorno, drenaje, etc. Las tierras en la clase VI tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas tales como pendientes muy pronunciadas, susceptibles de severa erosión, efecto de erosión pasada, pedregosidad, zona radicular poco profunda, excesiva humedad o inundabilidad, baja capacidad de retención de humedad, salinidad o sodio, o factores climáticos severos. Debido a una o más de estas limitaciones, en general estos suelos no son adecuados para cultivos, pero pueden ser utilizados para pastos, sitios, lotes de árboles, o vida silvestre, o para algunas de estas combinaciones (Tobias y Salguero 2008).

Las tierras de la clase VII, tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, desarrollo de vegetación o la vida silvestre. Las condiciones físicas de esta clase, son tales, que es impracticable aplicar aquellas medidas que fueron mencionadas para la clase VI. Las restricciones son más severas que las de los suelos de la clase VI, debido a una o más limitaciones continuas que no pueden ser corregidas (Tobias y Salguero 2008).

Los suelos y la forma del terreno en la clase VIII, tienen limitaciones que indican que su uso para cultivos comerciales está excesivamente restringido y que solamente deben ser usados para recreación, vida silvestre o abastecimiento de agua, y aun también para propósitos históricos. Estas tierras no pueden devolver los gastos que se le han aplicado para su laboreo, en el caso que se realicen

cultivos o pastos, aunque si benefician el uso de la vida silvestre, protegen las cuencas hidrográficas y hacen posible la recreación (Tobias y Salguero 2008).

4.3 Conceptos básicos

4.3.1 Tipos de erosión:

- Erosión Hídrica: se le denomina al desplazamiento debido al agua, provocando el humedecimiento de la tierra y que esta se deslave, ya sea por pendiente a cuesta o pendiente en vertical.
- Erosión Eólica: Se presenta cuando el viento transporta partículas diminutas que chocan contra alguna roca y se dividen en más partículas que van chocando con otras cosas.
- Erosión Kárstica: Se da cuando el agua se interna dentro de la tierra y disuelve las rocas y granos de tierra cercanos. Se suele presentar en ríos subterráneos y ojos de agua, cuando la tierra ya es muy débil para sostener lo de la superficie, se hunde y forma un boquete o agujero más o menos grande.
- Erosión Biótica: En esta se involucran todos los procesos químicos que se llevan a cabo en las rocas. Intervienen factores como calor, frío, agua, compuestos biológicos y reacciones químicas del agua con las rocas.

4.3.2 Cárcavas: son los socavones producidos en los suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión retrogradante. Abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertera vegetal suficiente, ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos.

4.3.3 Clima: abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo de tiempo representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente.

4.3.4 La profundidad efectiva de un suelo: es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables.

4.4 Perfil del suelo: Un perfil de suelo es la exposición vertical, de horizontes o capas horizontales, de una porción superficial de la corteza terrestre.

4.4.1 Textura del suelo

Está determinada por la conformación granulométrica o composición mecánica del suelo e indica la proporción que existe entre las diferentes fracciones granulométricas como arena ($2 - 0.05$ mm), limo ($0.05 - 0.002$ mm) y arcilla (< 0.002 mm). Para determinar la clase textural de los suelos, se realizan análisis mecánicos de laboratorio y los resultados se interpretan a través del triángulo de la textura.

La textura del suelo es una de las características básicas del suelo e influencia otras propiedades como las relaciones hídricas, la fuerza o succión con que es retenida el agua por los coloides o arcillas del suelo y el rango de disponibilidad de agua (en porcentaje), para las plantas. Determina parcialmente el grado de aireación del suelo, ya que dependiendo del tipo de textura predominante dominan macroporos (rango $60 - 100 \mu$) o microporos (menores de 60μ) y el aire se desplaza más fácilmente en los macroporos.

La infiltración o velocidad con que el agua penetra en la superficie del suelo, es siempre mayor en suelos de textura gruesa (arenosa, franco arenosa, arenosa franca) que en suelos de textura fina o pesados, como los arcillosos.

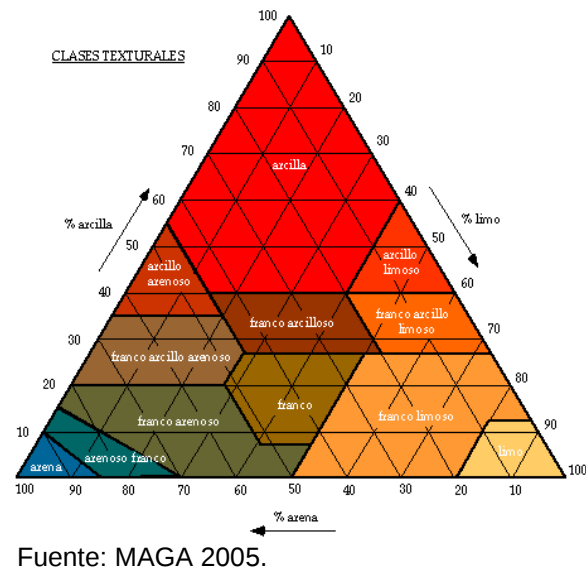


Figura 3. Triángulo textural para la determinación de la textura de los suelos.

4.4.2 Relieve

Según Matus 2007, el relieve es la configuración física de la superficie de la tierra, incluyendo las irregularidades (elevaciones y depresiones de la tierra) al considerarlas en conjunto. El relieve es consecuencia de los procesos geológicos y de la meteorización actuando sobre los materiales geológicos, y es considerado como factor formador del suelo. Una de las varias características del relieve es la pendiente, que modifica las condiciones del suelo como son el drenaje, la infiltración, la profundidad, la susceptibilidad a la erosión, el cúmulo de materiales, etc., afectando por lo tanto el desarrollo y la evolución del perfil en el tiempo, su grado de utilidad agrícola y su clasificación.

4.4.3 Pendiente

Según MAGA 2005, la pendiente se refiere a la relación entre el cambio en distancia horizontal de dos puntos en el terreno y su respectivo cambio en distancia vertical, de manera que esto determina el grado de inclinación de la superficie del terreno.

4.4.4 Cobertura vegetal y uso de la tierra

Según MAGA 2005, la cobertura vegetal concierne a la vegetación natural que proporciona una cobertura al suelo y que puede o no estar utilizada por el hombre (pastos, bosques y humedales), y el uso de la tierra concierne al hombre y el uso que éste le está dando al suelo para su provecho, principalmente la agricultura.

También es importante considerar que el uso del suelo es dinámico y que un mapa sobre este tema representa un período establecido de tiempo (determinado por la fecha de toma del producto de sensor remoto utilizado y la comprobación de campo). Por lo tanto el mapa en sí, constituye una imagen tridimensional que representa: a) el cultivo y/o cobertura natural, b) la superficie que ocupa y c) el tiempo.

El uso de la tierra puede definirse como cualquier aplicación humana del recurso tierra. El manejo del uso de la tierra es básicamente un asunto de gobierno e incluye la administración, definición y hasta cierto punto el establecimiento de determinados usos dentro de ciertos límites de la tierra. Esto incluye dar licencias para usar la tierra de cierta manera y tal vez cierto tiempo, y puede incluir en alguna forma el control sobre la aplicación de las políticas de uso de la tierra dentro de un contexto legal (USDA 1950). La necesidad del manejo de la tierra se explica mediante dos factores: la apremiante escasez del recurso tierra per cápita y los efectos negativos de los usos de la tierra más allá de un potencial sostenible fuera de su propio ambiente en tiempo y espacio.

Intensidad de Uso, se refiere al grado de intervención humana, para la modificación de los ecosistemas naturales y dar origen a los agroecosistemas, que permitan la utilización sostenida del medio, para obtener plantas y animales de consumo inmediato o que son transformables (Komives *et al* 1985).

Las categorías utilizadas son: **sobreuso, uso correcto y subuso**, de tal manera que, las actividades que conllevan más intensidad de trabajo, generalmente ofrecen más riesgo de impactos negativos a los recursos naturales.

4.5 Plan estratégico

Es el proceso de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos y objetivos. La planificación estratégica se aplica sobre todo en los planes de manejo generales para un área específica, como un municipio. Las herramientas que utiliza este método son válidas para la gestión de cualquier plan de manejo de un área territorial, en cuanto a la implementación de proyectos para el desarrollo sostenible local.

La misión es una breve declaración que da respuesta a una pregunta muy creativa. ¿Por qué hacemos lo que hacemos? Describe el propósito o razón de ser del plan de manejo.

La visión describe cómo desea ser el área en el futuro y su importancia radica en que sea compartida por todo el equipo. Sólo entonces se conseguirá ilusionar a los responsables con el proyecto de desarrollo sostenible.

Las políticas son compromisos explícitos que se adquiere en determinadas áreas relevantes para el desarrollo de la estrategia: costes, calidad, clientes, tecnología, recursos humanos, etc. Sirven para orientar la toma de decisiones de los niveles de coordinación y toma de decisiones. Así pues, **las estrategias** sirven para hacer operativa la misión de desarrollar un área específica; a su vez se desarrollan mediante políticas, programas de acción de medio/corto alcance y procesos operativos y de gestión. Para la vigilancia de su implantación según lo previsto se elabora un sistema de control coherente con los objetivos perseguidos.

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Objetivos

General

Determinar la intensidad de uso de la tierra del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula, con la finalidad de generar información a nivel de semidetalle, que permita la correcta planificación de estrategias tendientes a usar el recurso de una manera racional.

Específicos

1. Determinar la capacidad de uso de la tierra del municipio Jocotán, aplicando la metodología USDA, a escala 1:50,000.
2. Determinar el uso actual de la tierra y las áreas homogéneas, para conocer el uso, manejo y la dinámica aplicada en las intervenciones sociales sobre el recurso.
3. Definir la intensidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, aplicando el cruce de las variables de capacidad de uso con el uso actual de la tierra.
4. Proponer lineamientos estratégicos para el manejo adecuado y sostenible en cada categoría de capacidad de uso de la tierra, delimitada dentro del municipio de Jocotán, Chiquimula.

5.2 Descripción de la metodología

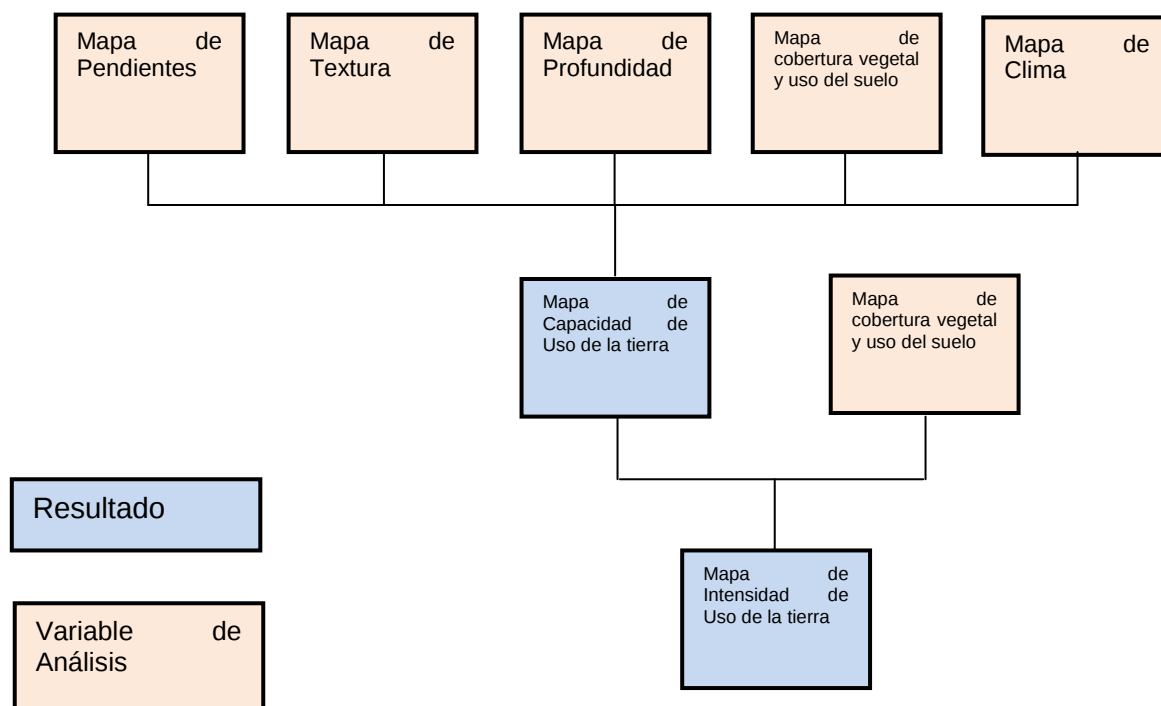
La metodología utilizada para determinar la capacidad de uso de la tierra se basó en la metodología propuesta y modificada por el USDA para Guatemala en su revisión julio de 2008 (Tobias y Salguero 2008).

Esta metodología establece que para la determinación de la capacidad de uso se debe realizar una clasificación interpretativa, basada en los efectos de

combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de dañar el suelo, limitaciones en uso y capacidad de producción, y requerimientos de manejo del suelo.

La pendiente del terreno, la textura, la profundidad del suelo, los efectos de la erosión del pasado, la pedregosidad superficial, la capacidad de mantener la humedad, el tipo de arcilla, cobertura vegetal, clima y otras características; son consideradas cualidades permanentes del suelo. Los árboles, los troncos, los arbustos, no son consideradas características permanentes.

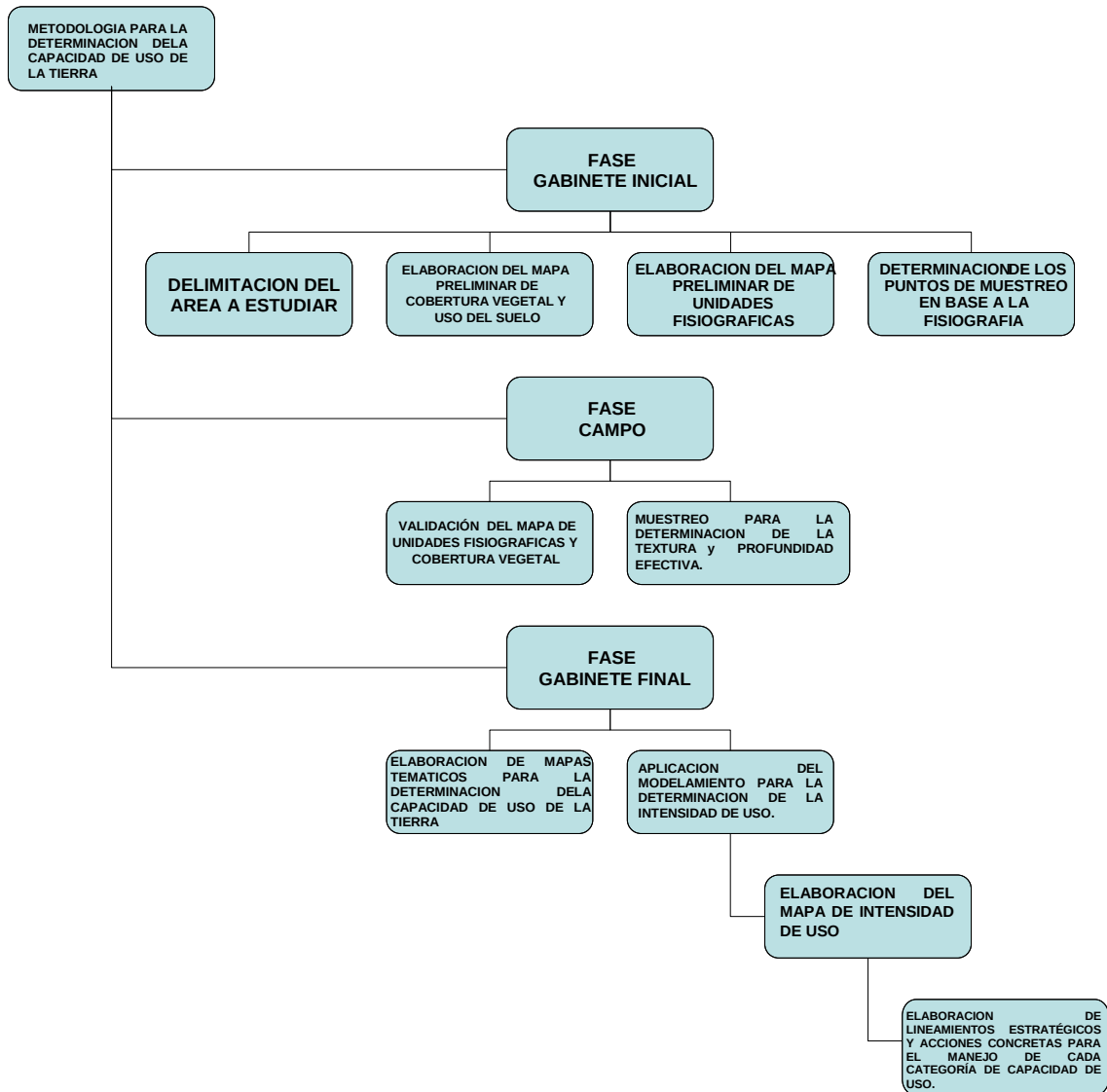
El modelo que se empleó para la determinación de la intensidad de uso de la tierra se detalla en la figura 4.



Fuente: MAGA 2005.

Figura 4: Esquema de modelamiento para la determinación de la capacidad de uso e intensidad de uso de la tierra.

Con base al Modelamiento expuesto anteriormente; y un detalle del estudio que permita la toma de decisiones a nivel municipal, éste comprendió tres fases metodológicas detalladas en la Figura 5.



Fuente: MAGA 2005.

Figura 5. Esquema que muestra la metodología para la determinación de la capacidad de uso de la tierra del municipio de Jocotán, Chiquimula.

5.3 Fase de gabinete inicial

a) Delimitación del área de estudio

El primer paso fue delimitar el área del municipio de Jocotán. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando el Modelo Digital del Terreno a escala 1:50000 generado por el Instituto Geográfico Nacional –IGN–. Una vez delimitada el área de estudio se procedió a calcular su área geométrica en kilómetros cuadrados, a través del software ArcGIS del SIG; la que se utilizó como punto de partida para el muestreo de campo, en base a la información del IGN.

b) Elaboración del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo

El mapa de cobertura vegetal y uso del suelo fue extraído del mapa generado por MAGA publicado en 2006 a escala 1:50,000, además de realizar la verificación de estas unidades con la ortofotografía 2006 y visitas de campo.

Los usos extraídos de dicho mapa son comparados con los criterios propuestos por la Metodología del USDA para su reclasificación. En el Cuadro 2 se muestra la clasificación propuesta por el MAGA.

Cuadro 2. Unidades de cobertura vegetal y uso del suelo identificadas en el mapa generado por el MAGA.

COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO
Infraestructura
Agricultura
Arbustos y matorrales
Bosque natural
Cuerpos de agua
Zonas áridas y mineras

Fuente: MAGA 2005.

c) **Elaboración de mapa de unidades fisiográficas**

El Análisis fisiográfico se realizó con el método de interpretación de imágenes de la superficie terrestre basada en la relación existente entre fisiografía y suelo, teniendo en cuenta que el suelo es un elemento de los paisajes fisiográficos, y que al mismo tiempo, el entorno geomorfológico definido por el relieve, el material parental, y el tiempo junto con el clima, son factores formadores de tales paisajes, y por consiguiente de los suelos que presentan.

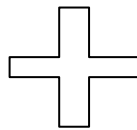
Desde el análisis fisiográfico, se estableció un sistema de clasificación de tipo jerárquico del terreno y ubicar sus unidades fisiográficas en distintas categorías, las cuales están directamente relacionadas con la escala de las imágenes disponibles y el nivel de detalle requerido para este caso de estudio.

Considerando que la estructura del sistema jerárquico tiene forma piramidal ubicando en el vértice las estructuras geológicas de todo continente como son:

- Cordilleras de Plegamiento
- Escudos o Cratones
- Geosinclinales o grandes cuencas de sedimentación

Luego de este punto de partida, distribuidas en orden descendente, se encuentran las siguientes categorías fisiográficas:

Paisaje
Subpaisaje
Tipo de relieve
Forma del Terreno



Clima
Geología
pendiente

Para la determinación de las unidades fisiográficas y geomorfológicas, se utilizaron diferentes materiales de gabinete y de campo. Entre los primeros tenemos: fotografías aéreas (con escala de 1:5,000), fotografías aéreas ampliadas, hojas cartográficas a escala 1:50,000, mapa político del municipio de Jocotán y hojas geológicas de la región de estudio. Los equipos de campo

son los comunes a todo relevamiento edafológico: barrenos, palas, tabla de color de suelo “Munsell”, etc. (Zinck 1987; Botero 1984).

El trabajo fue realizado en diferentes etapas (Botero 1984). En la fase preparatoria se evaluó el material bibliográfico disponible relacionado con la geología, geomorfología, climatología, vegetación, agricultura y otros aspectos de interés general de la zona de estudio y se analizaron los mapas e informes de levantamientos de suelos existentes. En una segunda parte, se realizó el mosaico de las fotografías aéreas con el fin de comprobar la zona de cubrimiento. Esto permitió obtener una idea preliminar de los grandes paisajes en que se divide la superficie de estudio.

Luego se efectuó la fotointerpretación permitiendo identificar los elementos básicos: pendiente y relieve, vegetación natural, cultivos, características de la superficie del suelo, rocas, etc., los elementos compuestos: patrón de drenaje, uso de la tierra, etc., y los elementos inferidos: condición de drenaje, clima y material parental.

A partir de la detección y la delineación de algunos de estos elementos, se hizo posible la confección de un mapa fisiográfico preliminar en donde se reconocerán distintas unidades de terreno con características homogéneas y en donde se utilizó el sistema de clasificación fisiográfica hasta el nivel de Subpaisaje. Se seleccionaron áreas de muestreo teniendo en cuenta la presencia de los diferentes paisajes, cubriendo aproximadamente entre el 10 y el 15% de la totalidad del área de trabajo.

Se llevó a cabo un reconocimiento preliminar de la zona, con lo cual se obtendrá una caracterización de los paisajes y de los suelos, verificándose la confiabilidad de la fotointerpretación y la validez de la ubicación de las áreas de muestreo.

La última etapa consistió en compilar los mapas, clasificar en forma definitiva los suelos encontrados de acuerdo con los resultados de campo y confeccionar el informe respectivo, obteniendo el mapa de escala 1:50,000 para el área de trabajo de fisiografía y geomorfología.

d) Determinación de puntos de muestreo

Delimitada y calculada el área de estudio y sus unidades fisiográficas, se procedió a determinar los puntos de muestreo, lo que permitió mapear el área de una manera lógica y consistente para la elaboración del mapa de texturas de suelo, profundidad efectiva y la rectificación y elaboración final del mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo, así como el mapa final de fisiografía y geomorfología; para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La intensidad de muestreo respondió a un nivel medio “semidetallado”.
- El muestreo para las clases texturales y profundidad efectiva se realizó en función a las unidades fisiográficas identificadas dentro del área.
- Para el muestreo de campo se excluyeron las áreas que corresponden a los centros poblados dentro del área de estudio y otras estructuras, lo que permitió reducir el nivel de error.
- Una vez distribuidos los puntos de muestreo sobre el área de estudio se calcularon sus coordenadas en el plano geográfico, las cuales sirvieron para la identificación de los puntos a nivel de campo.

5.4 Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo a partir de los datos resultantes de la fase de gabinete inicial, en cuanto a las coordenadas de los puntos de muestreo se refiere. A nivel de campo los puntos de muestreo se identificaron utilizando un sistema GPS, a través de un receptor tipo navegador. La fase de campo comprendió muestreos sucesivos para la obtención de los valores de las variables relacionadas con la determinación de la capacidad de uso de la tierra.

5.4.1 Determinación de texturas de suelo.

Comprendió el primer muestreo llevado a cabo en el campo. Para ello, una vez ubicado el punto de muestreo con la ayuda de un sistema GPS se procedió a recolectar una muestra de suelo para la determinación de su textura por el método del tacto, por considerarlo de bajo costo y de fácil aplicabilidad. Para este propósito se utilizó el triángulo textural modificado y el método al tacto que aparece en el Anexo 1.

El procedimiento se repitió a fin de determinar el tipo textural de cada uno de los puntos de muestreo considerados en el estudio. Los datos son recolectados por medio de una boleta de campo que se diseñó para tal propósito. Si para determinada muestra de suelo resulta muy difícil establecer la clase textural a la que pertenece, la muestra se remitió al laboratorio para su análisis.

5.4.2 Profundidad efectiva del suelo

Tomando como base la profundidad radicular máxima de las especies vegetales presentes en el área a muestrear, se hicieron perforaciones con un diámetro de 20 cm. y una profundidad acorde a la especie predominante ya sea nativa o cultivada en el punto de muestreo.

No se consideraron parte de la profundidad efectiva horizontes "R" o capas endurecidas en forma natural o por efectos de la labranza. Se consideraron como limitante de la profundidad, las capas endurecidas cuya dureza no permitan ser rayadas (en estado seco), con una moneda de cobre. En forma práctica, la mayoría de capas "R" del suelo o bien los horizontes parcialmente alterados que no permiten la penetración de las raíces, son las que determinaron la profundidad efectiva dentro del suelo. Se tomaron en cuenta las capas freáticas cercanas a la superficie del suelo como límite de la profundidad efectiva.

Cuadro 3. Matriz para la reclasificación de la profundidad efectiva, en el municipio de Jocotán, Chiquimula

CLASE	Profundidad cms
I	> 90
II	50 – 90
III	25 -50
IV	15 – 25
V	Especial
VI	< 15
VII	NSC
VIII	NSC

Fuente: MAGA 2005.

5.4.3 Actualización de la cobertura vegetal y uso de la tierra

De acuerdo a los recorridos de campo por el área de estudio, se observaron en los puntos de muestreo cual es el uso actual que se le está dando en forma general, ratificando el mapa de cobertura vegetal y uso del suelo elaborado en la fase inicial. Además también por medio de la observación y haciendo uso de material bibliográfico, se determinaron las principales especies forestales y matorrales presentes en el área, así como también los cultivos que se están produciendo actualmente.

5.5 Fase de gabinete final

5.5.1 Elaboración de mapas del área de estudio

a) Mapa de pendientes.

Las pendientes dentro del área de estudio fueron calculadas en base al Modelo Digital del Terreno a escala 1:50000, y se reclasificaron de acuerdo a la matriz de pendientes y relieves de la capacidad de uso del USDA.

Cuadro 4. Matriz utilizada para la reclasificación de las pendientes, en el municipio de Jocotán, Chiquimula

CLASE	Pendiente %
I	0 –3
II	3–7
III	7– 12
IV	12–25
V	Especial
VI	25–50
VII	50–75
VIII	Mayor –75

Fuente: MAGA 2005

b) Mapa de textura de suelos.

Para la elaboración del mapa de texturas de suelo, se partió de los datos de campo obtenidos durante el muestreo respectivo. Los cuales fueron comparados en su conjunto y se delimitaron aquellas áreas que reunían puntos de muestreo bajo la misma clase textural.

Cuadro 5. Matriz para la reclasificación de la textura, en el municipio de Jocotán, Chiquimula.

CLASE	Texturas
I	Medianas, franco arcillo limoso, franco arcilloso, franco arcilloso arenoso, franco limoso, limoso, franco y franco arenoso.
II	Poco finas o levemente gruesas, como: arcillo arenoso, franco arcilloso limoso, franco arenoso o arena franca.
III	Arena franca o arcillosa pero permeable
IV	Arena, arcilla o arcilloso limosos.
V	Generalmente son finas en todo el perfil aunque puede ser mediana o gruesa en algunos casos.
VI	Estratos compactados desde la superficie o muy gruesa en todo el perfil.
VII	Estratos compactados desde la superficie o muy gruesa, con grava, en todo el perfil.
VIII	Extremadamente arcilloso

Fuente: MAGA 2005.

c) Mapa de profundidad efectiva del suelo

Para la elaboración del mapa de profundidad efectiva del suelo, se partió de los datos de campo obtenidos durante el muestreo respectivo. Los cuales fueron comparados en su conjunto y se delimitaron aquellas áreas que reunían puntos de muestreo bajo la misma profundidad efectiva, estas áreas fueron analizadas y ubicadas en cada clase de uso de la tierra, tal y como se presenta en el Cuadro 3.

d) Mapa de cobertura vegetal

La cobertura vegetal para el presente estudio, se refiere al porcentaje de área de suelo cubierta por vegetación permanente. Para la determinación

de esta cobertura se utilizó el mapa de “Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra, 2003” elaborado por el MAGA.

El porcentaje de cobertura representa una proporción entre el área de una unidad de mapeo y el área cubierta por determinada vegetación, es necesario contar con dicha unidad de mapeo.

e) Mapa de uso del suelo.

El mapa de uso del suelo fue extraído del mapa de Cobertura y Uso de la Tierra, 2003 generado por el MAGA para la república de Guatemala. Fue reclasificado según los recorridos de campo realizados y la matriz de uso de la tierra según el USDA.

Cuadro 6: Matriz para la reclasificación del uso de la tierra, en el municipio de Jocotán, Chiquimula

CLASE	Uso de la tierra
I	Cultivos de ciclo anual, limpios, escarda
II	Cultivos anuales o de dos cosechas por año.
III	Cultivos anuales, pastos, praderas, cultivos perennes y bosques.
IV	Cultivos de una cosecha anual, pastos, praderas, bosques o cultivos perennes.
V	Praderas o bosques. siembra de especies con alto cociente de transpiración o en especies hidrófilas
VI	Cultivos perennes. Requieren prácticas, fundamentalmente de conservación
VII	Protección
VIII	Sin uso

Fuente: MAGA 2005.

f) Determinación del mapa de clima

Según el modelo digital del terreno en la base de datos del sistema de información geográfica, del 2005. Los datos obtenidos del clima se reclasificaron según la matriz del clima del USDA.

Cuadro 7. Matriz para la reclasificación del clima, en el municipio de Jocotán, Chiquimula.

CLASE	CLIMA
I	Ningún problema
II	Inundaciones ocasionales
III	Inundaciones frecuentes
IV	Inundaciones frecuentes que afectan los cultivos
V	Inundaciones que solo permiten pastos o bosques
VI	No se considera
VII	No se considera
VIII	No se considera

Fuente: MAGA 2005.

5.5.2 Determinación de la capacidad de uso de la tierra

Una vez realizados todos los pasos, se integraron los mapas elaborados con el uso de la herramienta ArcGis 9.2 utilizando para ello el álgebra de mapas; en el sistema de información geográfica del Centro Universitario de Oriente. En el cual se tomaron en cuenta las especificaciones para ubicar las unidades de tierra de acuerdo a cada clase de uso de la tierra según metodología del USDA.

5.5.3 Elaboración del mapa de intensidad de uso

Este se realizó integrando los mapas de uso actual con el de capacidad de uso de la tierra, al igual que los anteriores se utilizó la herramienta ArcGis 9.2 del laboratorio del Sistema de Información Geográfica del centro Universitario de Oriente, el cual se puede encontrar en la figura 15.

5.6 Propuesta de lineamientos generales para el manejo de las categorías de capacidad de uso de la tierra

De acuerdo a las clases de uso de la tierra identificadas se desarrolló la propuesta de manejo y conservación para cada una de ellas, tomando en cuenta el área y el manejo que actualmente se les está dando, para orientar el uso sostenible y eficiente de los recursos presentes en el municipio.

VI. RESULTADOS

El municipio de Jocotán presenta características de suelo, que utilizándose de acuerdo a su vocación pueden ser sostenibles, por lo que se analizó la topografía, relieve, clima, entre otras.

Como resultado de la investigación, se determinaron las características de los suelos del municipio, para orientar a productores, propietarios y arrendatarios de las tierras, como o en qué medida deben establecer sistemas productivos con base a sus capacidades.

El estudio de capacidad de uso de la tierra como un sistema coordinado sirvió para agrupar las unidades de tierra en diversas clases establecidas en orden de importancia con base al potencial natural, basada en la metodología utilizada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- la cual es adaptada del método del Departamento de Agricultura de Estados Unidos – USDA-, se establecieron los parámetros que van acorde a la aptitud y limitaciones de los suelos (pendiente, profundidad efectiva, clima, cobertura vegetal y uso actual del suelo).

También se definieron las características permanentes como la topografía, pendientes, drenaje, producto también de las texturas del área que particularmente son resultado de la geomorfología del lugar (franco arenosa, franco arcillosa y franco limosa).

En los 251 km² del municipio de Jocotán, de forma general se pueden encontrar las unidades geomorfológicas: Lomerío, Montaña y Valle. Según el estudio de capacidad de uso de la tierra, el municipio de Jocotán se encuentra clasificado dentro de las clases agrologicas: IV, VI, VII y VIII; en función de la similitud de sus limitantes.

6.1. Delimitación del área de estudio

El municipio de Jocotán de acuerdo a la utilización del modelo digital del terreno a escala 1:50,000 generado por el IGN, su área es de 251 km², haciendo un total 25,100.98 hectáreas, de acuerdo al software ArcGis del SIG.

El mapa base sobre el municipio de Jocotán, presenta los datos de alturas del mismo, siendo los rangos de altura de entre 241 a 588 metros sobre el nivel del mar y de 589 a 803 metros sobre el nivel del mar, los rangos que mayor presencia tienen en el municipio.

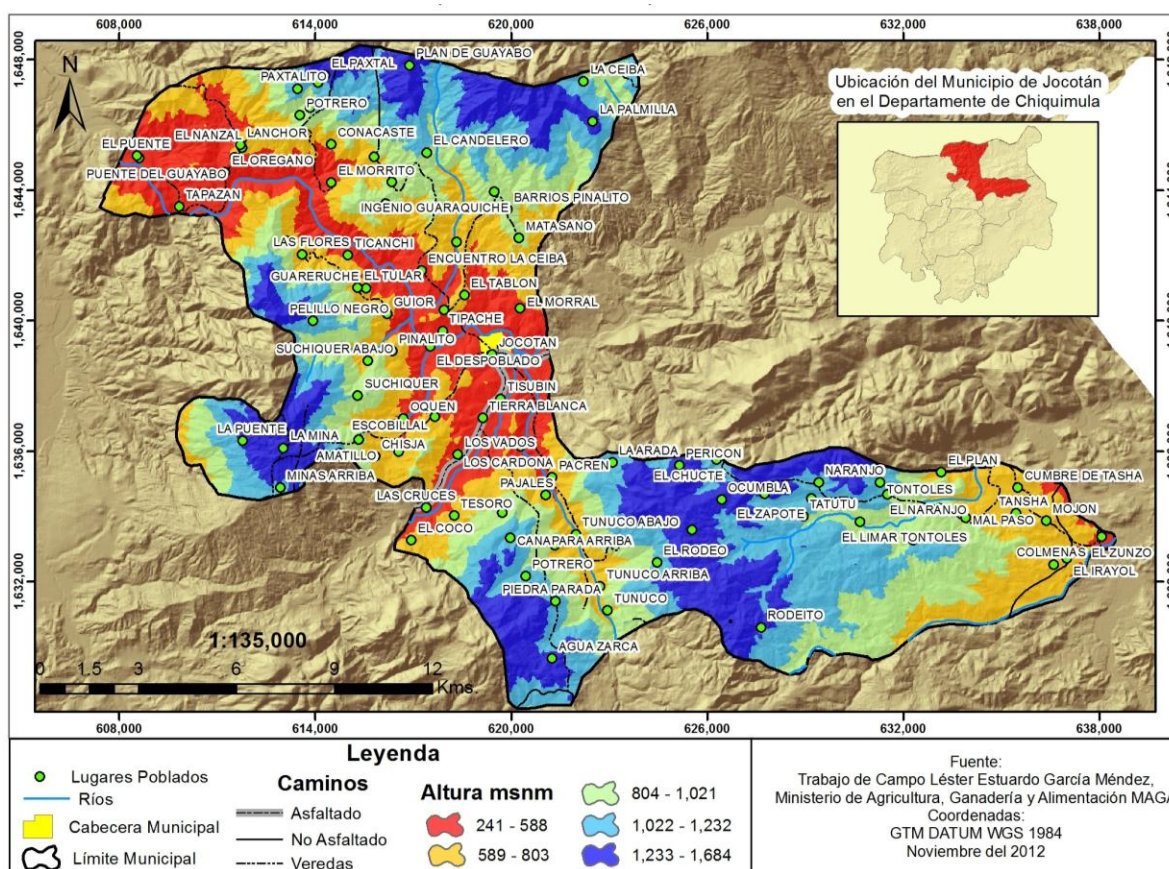


Figura 6. Mapa base del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

6.2 Puntos de muestreo

De acuerdo a la delimitación y cálculo de las áreas de estudio y sus unidades fisiográficas, se establecieron los puntos de muestreo para continuar con el proceso de investigación en el campo, tomando muestreos sucesivos para la

obtención de los valores de las variables relacionadas con la determinación de la capacidad de uso de la tierra.

Los puntos ubicados se realizaron en base a las condiciones fisiográficas y distribuidos proporcionalmente en el municipio de Jocotán, se pueden observar en el siguiente mapa, la distribución de puntos de muestreo es proporcional al tamaño del municipio y tomando en cuenta las unidades fisiográficas del municipio.

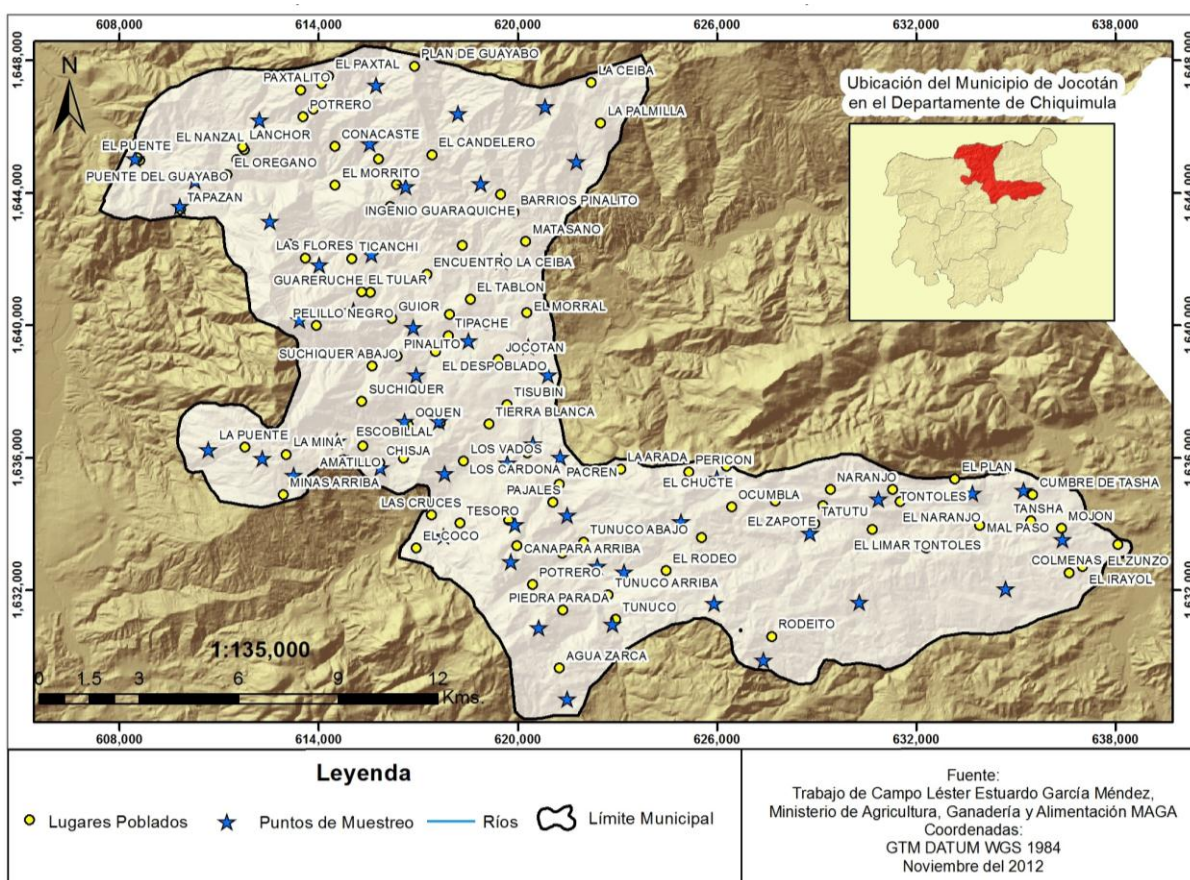


Figura 7. Mapa de distribución de puntos de muestreo en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

En el Anexo 2, se puede observar la tabla sobre los puntos de muestreo ubicados en el municipio y con sus respectivas coordenadas, distribuidas en las diferentes unidades fisiográficas.

6.3. Mapa geológico del municipio de Jocotán

De acuerdo a los materiales de gabinete, fotografías aéreas, hojas cartográficas, mapa político del municipio de Jocotán y hojas geológicas; además del trabajo de verificación en el campo, se obtuvo la figura 8 y datos sobre las unidades geológicas del municipio de Jocotán, mostrando la dominancia de 6 unidades Geológicas, las cuales suman un total de 20,335.82 hectáreas, de un total de 25,100.99 hectáreas, representando un 81.01% del territorio.

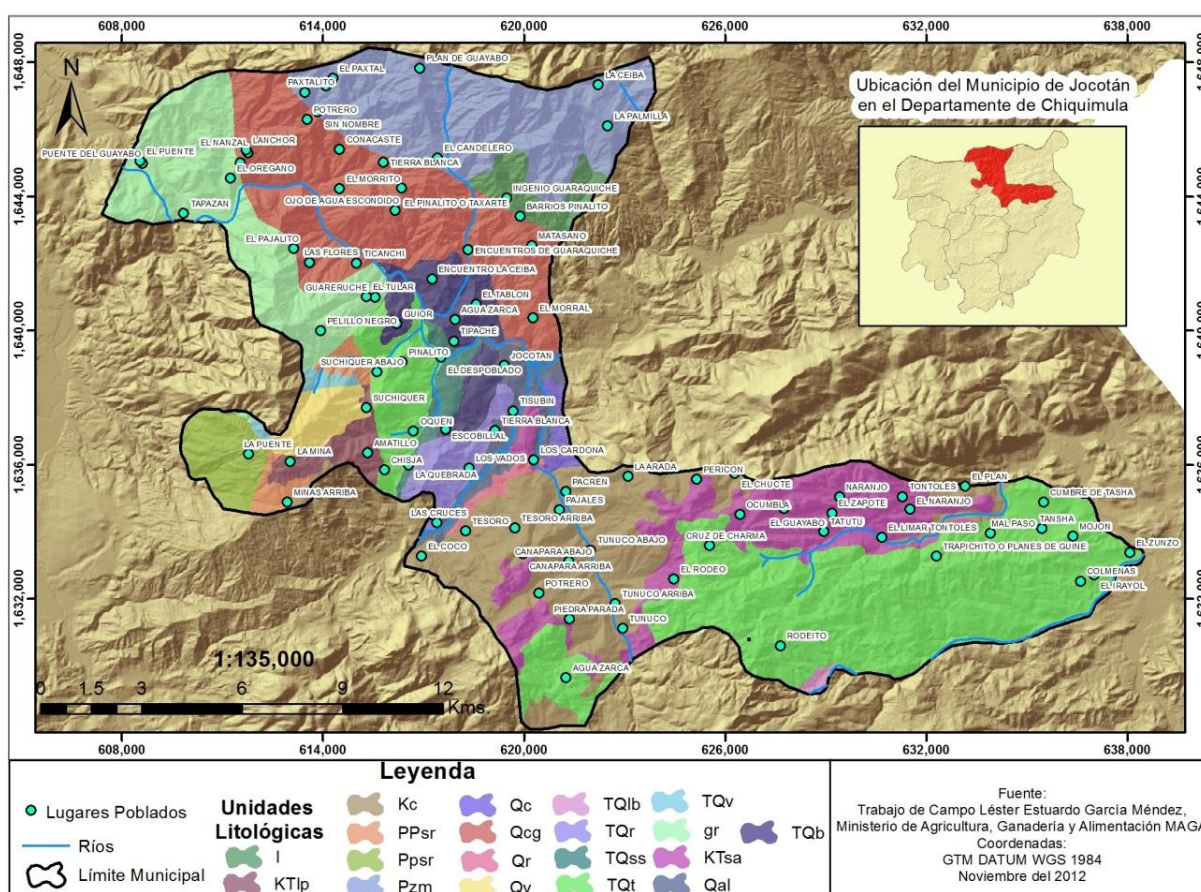
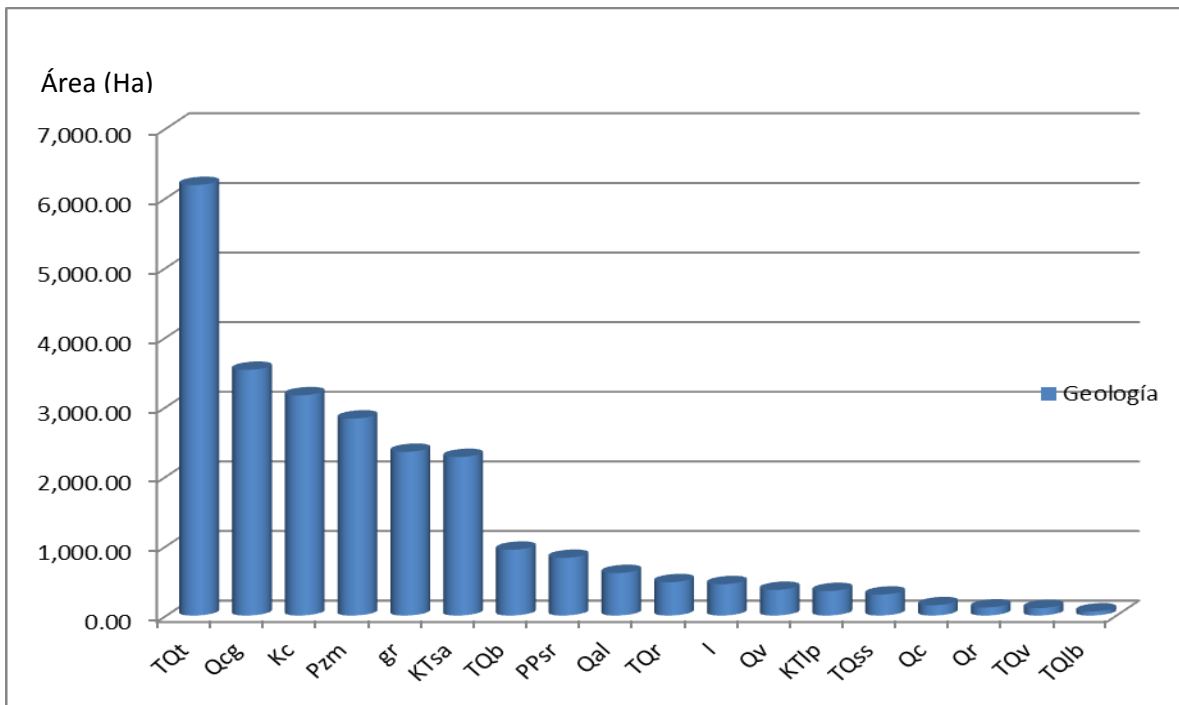


Figura 8. Mapa de paisajes del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Distribución de las unidades geológicas en el municipio de Jocotán, departamento de Chiapas.

El Grupo Padre Miguel (TQt) está presente en un 24.64%, que indica que hay presencia de afloramientos de rocas volcánicas; el Conglomerado Cuaternario (Qcg), con presencia de rocas originadas en el período cuaternario están presentes en un 14.06% del territorio; la Formación Cisneros (Kc), que es una compleja asociación de rocas de bajo grado de metamorfismo ocupa el 12.6% del territorio, la unidad geológica Rocas Metamórficas (Pzm) constituye el 11.27% del municipio de Jocotán, Formación de rocas en gránulos (gr) constituye el 9.37% y la formación subinal (KTsa) que es un conglomerado litológicos compuestos por rocas pobremente gradadas, cuyos colores varían de rojo pálido a un marrón rojizo, así en algunos tramos de gris oliva, constituyendo un 9.07% del territorio. Las anteriores 6 unidades geológicas constituyen en conjunto un 81.01%.

6.4 Mapa de pendientes del municipio de Jocotán

El mapa de pendientes fue calculado en base al modelo digital del terreno, a escala 1:50,000 y se reclasificaron de acuerdo a la matriz de pendientes y relieves de la capacidad de uso del USDA, obteniéndose el siguiente mapa de pendientes del municipio de Jocotán. El mapa muestra una mayor cantidad de pendientes en los rangos de la clase VI que van de porcentajes de 25% a 50% y clase VII que van en rangos de 50% a 75% de pendientes, de acuerdo a lo que se observa en la siguiente figura.

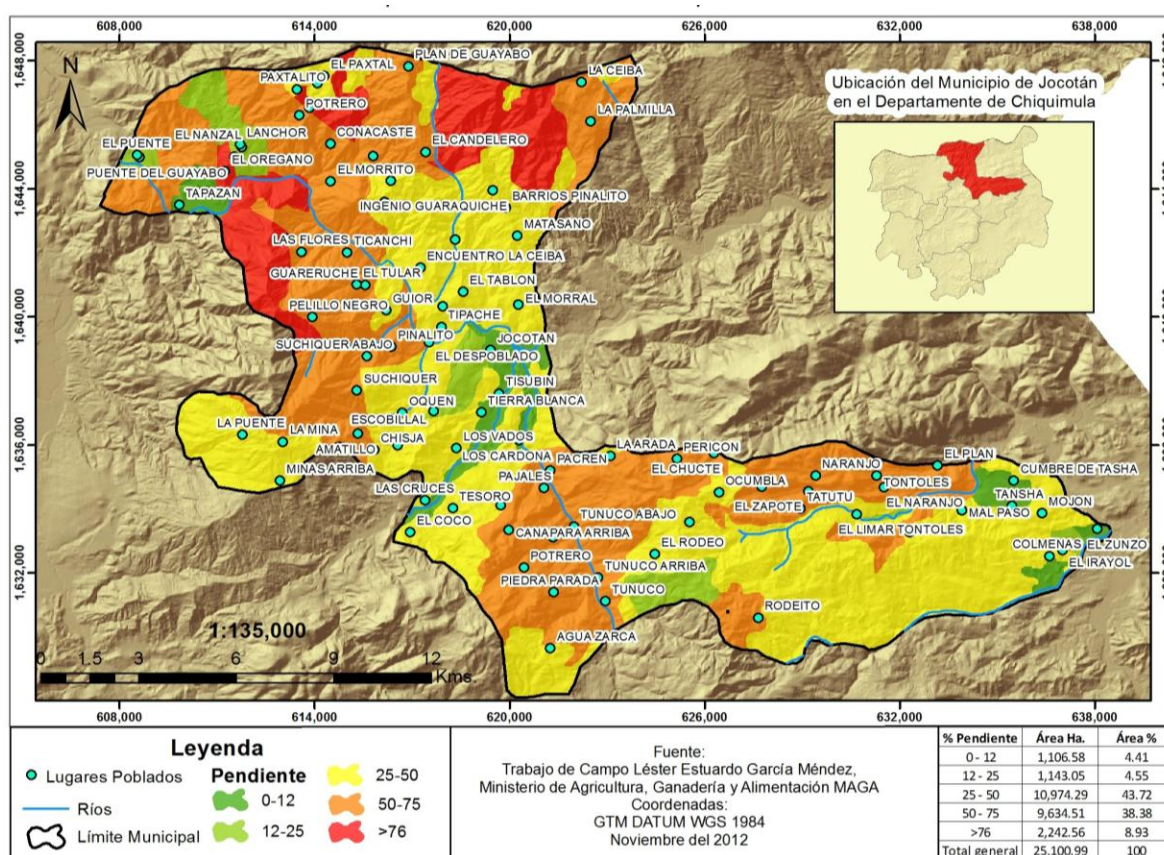


Figura 9. Mapa de pendientes del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

El cuadro 8 define el área y porcentaje de las clases de acuerdo a pendiente, en relación a la matriz utilizada para la reclasificación de las pendientes. El cuadro muestra que las pendientes predominantes por cobertura en el municipio de Jocotán, se encuentra en los rangos de 25–50 por ciento de pendiente, con un área total de 10,974 Ha.; le sigue, el rango de 50-75 por ciento de pendiente con

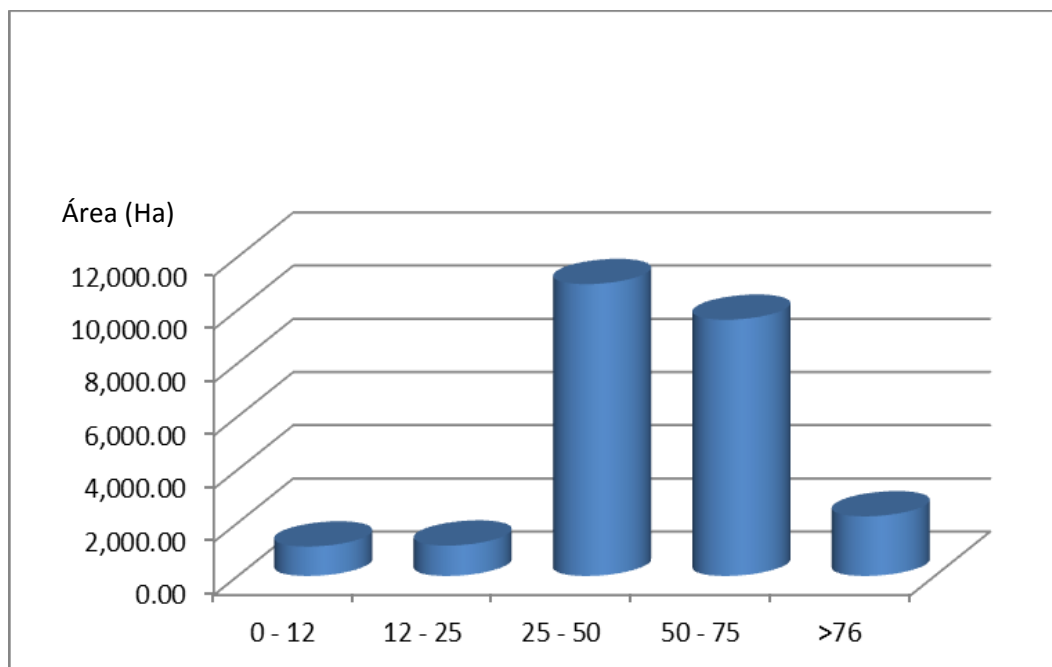
un total de 9,634 Ha, que entre ambos rangos no presentan diferencia significativa.

Cuadro 8. Cuadro de distribución de pendientes, áreas y porcentajes en el municipio de Jocotán, Chiquimula.

% Pendiente	Área Ha	Área %
0 - 12	1,106.58	4.41
12 - 25	1,143.05	4.55
25 - 50	10,974.29	43.72
50 - 75	9,634.51	38.38
>76	2,242.56	8.93

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico muestra las diferencias ya observadas en el mapa y en el cuadro sobre la distribución de pendientes de acuerdo a rangos establecidos para el presente estudio.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Distribución de las pendientes en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

De acuerdo a los datos obtenidos sobre la distribución de las pendientes en el municipio de Jocotán y según la Matriz utilizada para la reclasificación de las pendientes, la Clase de suelos que habrían en el municipio sería predominantemente las clases VI y VII, considerando únicamente la variable pendiente.

6.5. Texturas de los suelos del municipio de Jocotán

De acuerdo a la recolección de muestras de suelo para determinar la textura por medio del método del tacto, por ser un procedimiento de bajo costo y de fácil aplicabilidad, se utilizó la tabla del triángulo textural modificado. Ver figura 10.

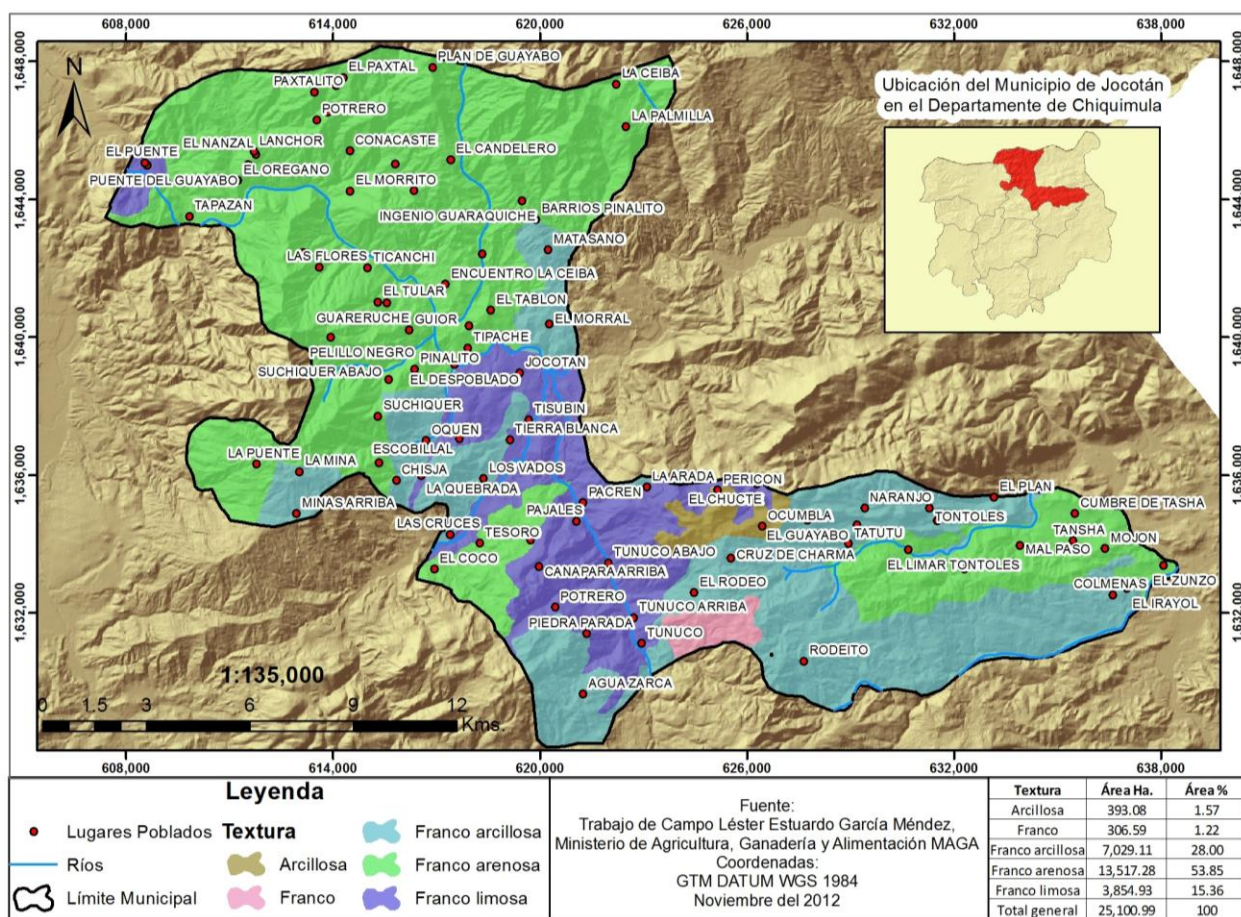


Figura 10. Mapa de texturas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

El mapa de texturas muestra la abundancia de suelos con textura franco arenosa, seguido por franco arcillosa, lo cual al visualizarlo en el mapa, se puede apreciar que en las comunidades del Nor-Oeste del municipio (Guayabillas, Orégano, Conacaste, Candelero, Las Flores, Guareruche, Pelillo) predomina esta textura, la cual está asociada en esas comunidades con un alto porcentaje de pendiente, por lo cual son muy susceptibles de ser erosionadas y de haber deposición de material en las partes bajas. El cuadro 9 muestra las áreas y porcentaje de las diferentes texturas de suelo presentes en el municipio de Jocotán.

Cuadro 9. Texturas del suelo en el municipio de Jocotán, Chiquimula.

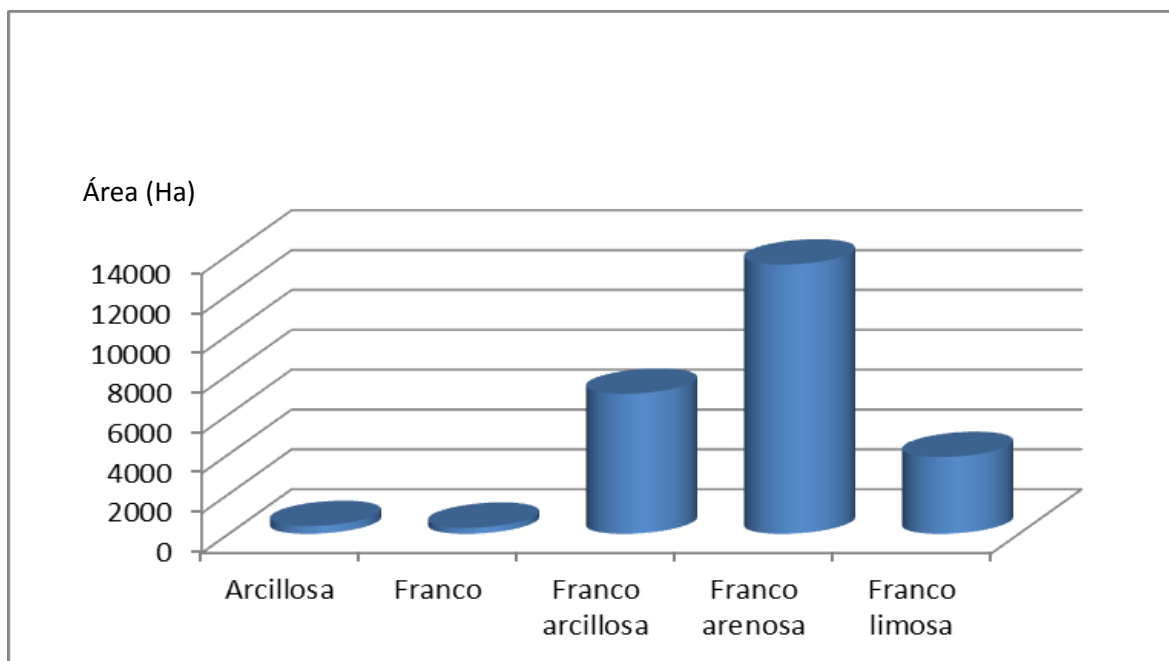
Textura	Área Ha	Área %
Arcillosa	393.08	1.57
Franco	306.59	1.22
Franco arcillosa	7,029.11	28
Franco arenosa	13,517.28	53.85
Franco limosa	3,854.93	15.36
Total general	25,100.99	100

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 9, sobre texturas de suelo en el municipio de Jocotán, muestra en área y porcentualmente que los mayor presencia de suelos franco arenoso con 13,517 hectáreas, siendo el 53.85% de los suelos de este municipio, le siguen los suelos franco arcilloso y franco limoso con 7,029.11 Ha y 3,854.93 Ha, respectivamente. Los suelos francos son en el municipio el 1.22% de los suelos y los arcillosos son el 1.57% de los suelos en el municipio de Jocotán.

Estos datos indican que de acuerdo a las principales texturas de suelos y de acuerdo a la Matriz de reclasificación de texturas para definir clases, los suelos en su mayoría se encontrarían en la clase III y V, sin considerar el resto de factores que se evalúan.

La gráfica 3 muestra la diferencia existente entre las texturas identificadas.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Distribución de las texturas del suelo, del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

6.6 Profundidad efectiva del suelo

De acuerdo a los muestreos de campo realizados y el análisis en conjunto, se delimitaron las áreas bajo la misma profundidad efectiva, obteniéndose los resultados que se observan en la figura 11.

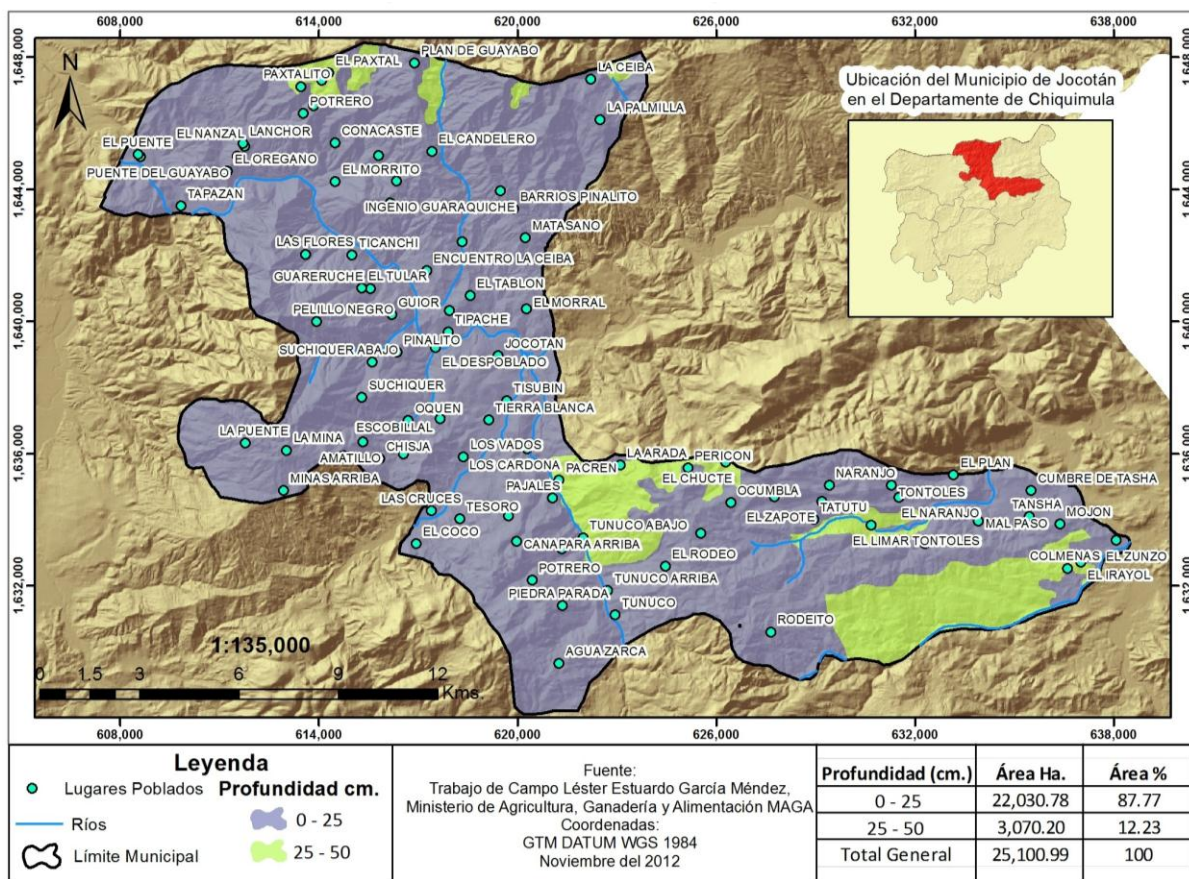


Figura 11. Mapa de profundidad efectiva en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

El mapa de profundidad efectiva muestra la calidad por profundidad de los suelos en el municipio de Jocotán, siendo dominantes los suelos con profundidades superficiales, en el rango de 0 – 25 cm, lo cual da un panorama de la difícil situación a nivel productivo, debido a eso se obtienen bajos rendimientos en cultivos de granos básicos.

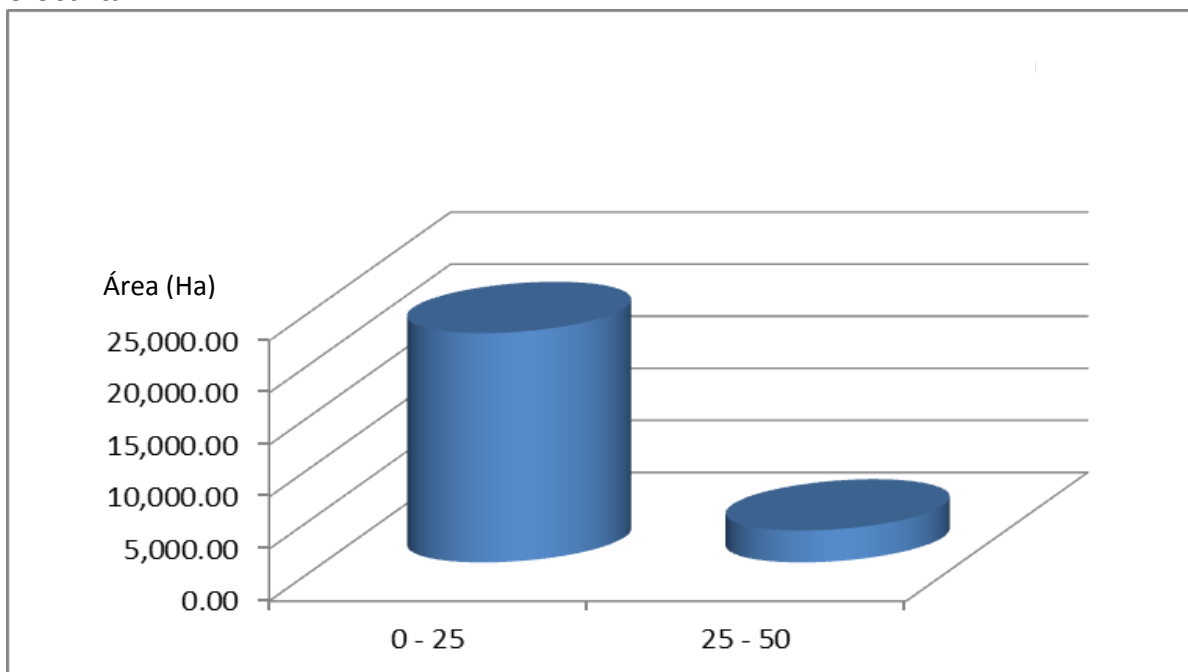
El cuadro 10 muestra el área por rango de profundidad de suelo y el porcentaje que representan del municipio de Jocotán.

Cuadro 10. Rangos de profundidades efectivas en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

Profundidad (cm.)	Área Ha	Área %
0-25	22,030.78	87.77
25-50	3,070.20	12.23
Total General	25,100.99	100

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 10 muestra que el rango dominante de profundidad en el municipio de Jocotán es de 0 a 25 cm de profundidad con 22,030 Ha y el otro rango de profundidad encontrado es el de 25 a 50 cm, con únicamente 3,070 Ha. De acuerdo a los rangos obtenidos en la profundidad efectiva las clases dominantes según la Matriz para la reclasificación de la profundidad efectiva, se encuentran entre las clases V, VI y principalmente la Clase VII, considerando únicamente esta variable. La gráfica 4 muestra las diferencias entre los rangos de profundidad efectiva.



Fuente: Elaboración propia.

Grafico 4. Profundidad efectiva del suelo en el municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula.

6.7 Clima del municipio de Jocotán

Se presentan datos actualizados sobre la condición del clima en el municipio de Jocotán, el clima dominante es el muy cálido húmedo, las características de este clima, son los promedios de temperatura entre 22 °C y 26 °C, con lluvias entre 400 y 800 mm anuales, existente en un 61.30% del territorio, equivalente a 15,386 Ha. Se considera que el clima en el municipio es Clase I, debido a que no hay problemas con inundaciones.

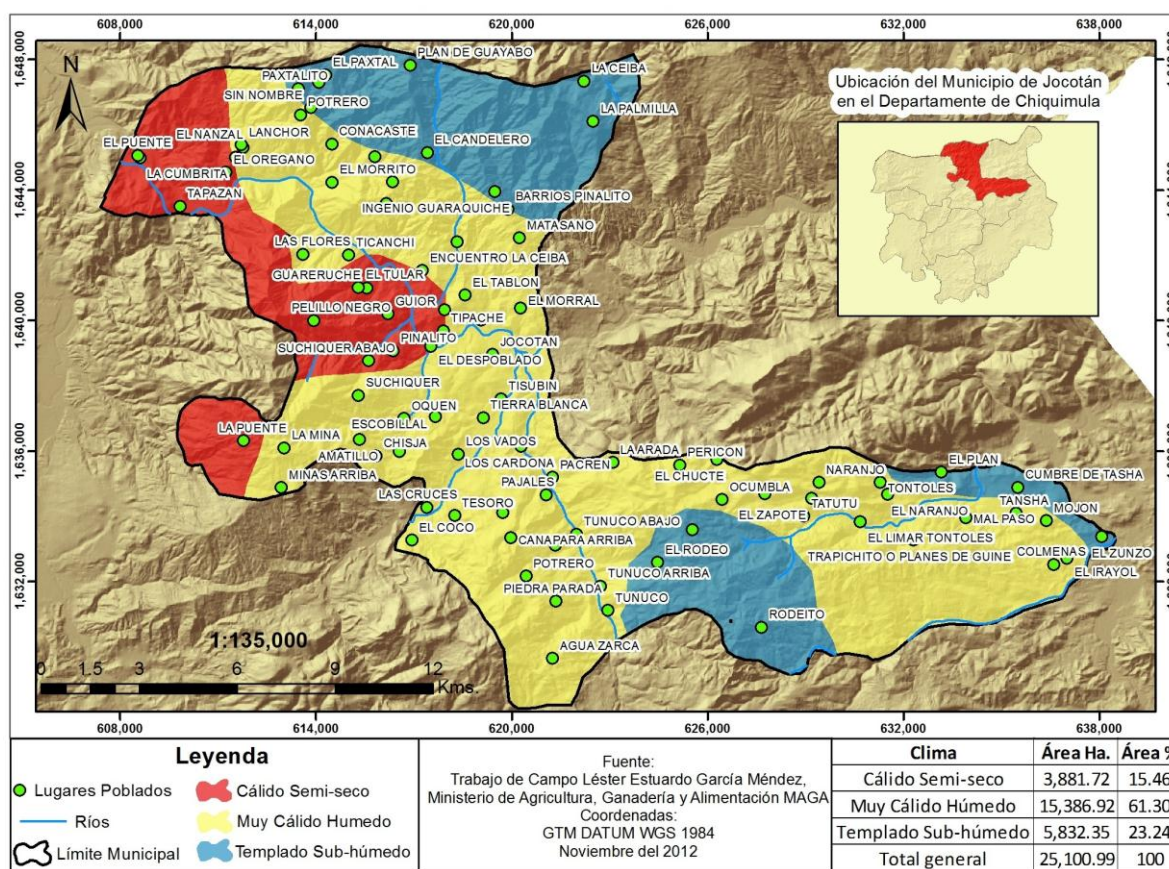


Figura 12. Mapa del clima del municipio de Jocotán.

Cuadro 11. Tipos de clima presentes en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

Clima	Área Ha	Área %
Cálido Semi-seco	3,881.72	15.46
Muy Cálido Húmedo	15,386.92	61.30
Templado Sub-húmedo	5,832.35	23.24
Total general	25,100.99	100

El cuadro 11 muestra las diferencias entre los tipos de climas encontrados en el municipio de Jocotán.

6.8. Cobertura vegetal y uso del suelo del municipio de Jocotán

De acuerdo al mapa generado por el MAGA y publicado en el año 2006 a escala 1:50,000 y de acuerdo a la verificación de la ortofotografía y visitas de campo, se logró la siguiente clasificación de acuerdo a la propuesta del MAGA e incluso ampliada debido a la calidad del detalle a esta escala.

El mapa de uso actual detalla en un mosaico la cobertura y el uso que actualmente se le está dando a los suelos del municipio de Jocotán, este mapa incluye información actualizada (cuadro 12).

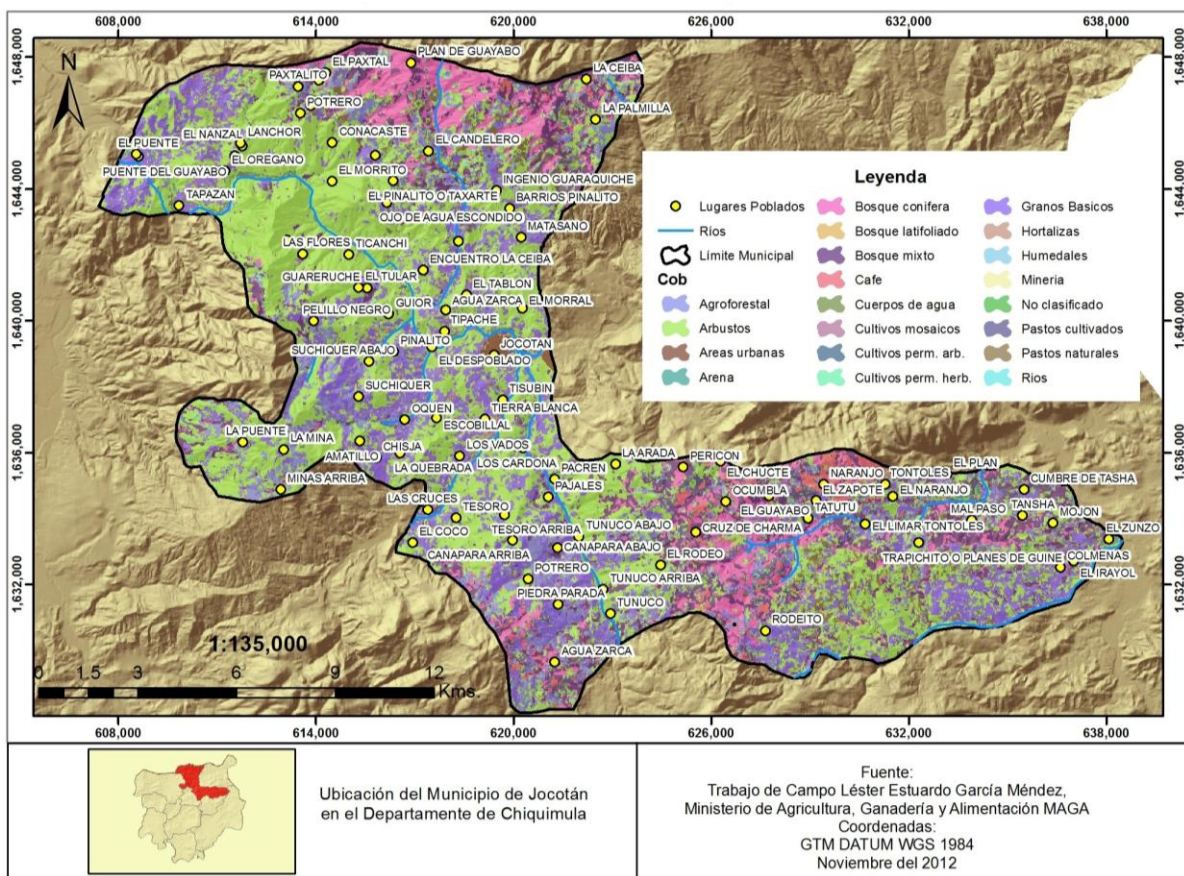


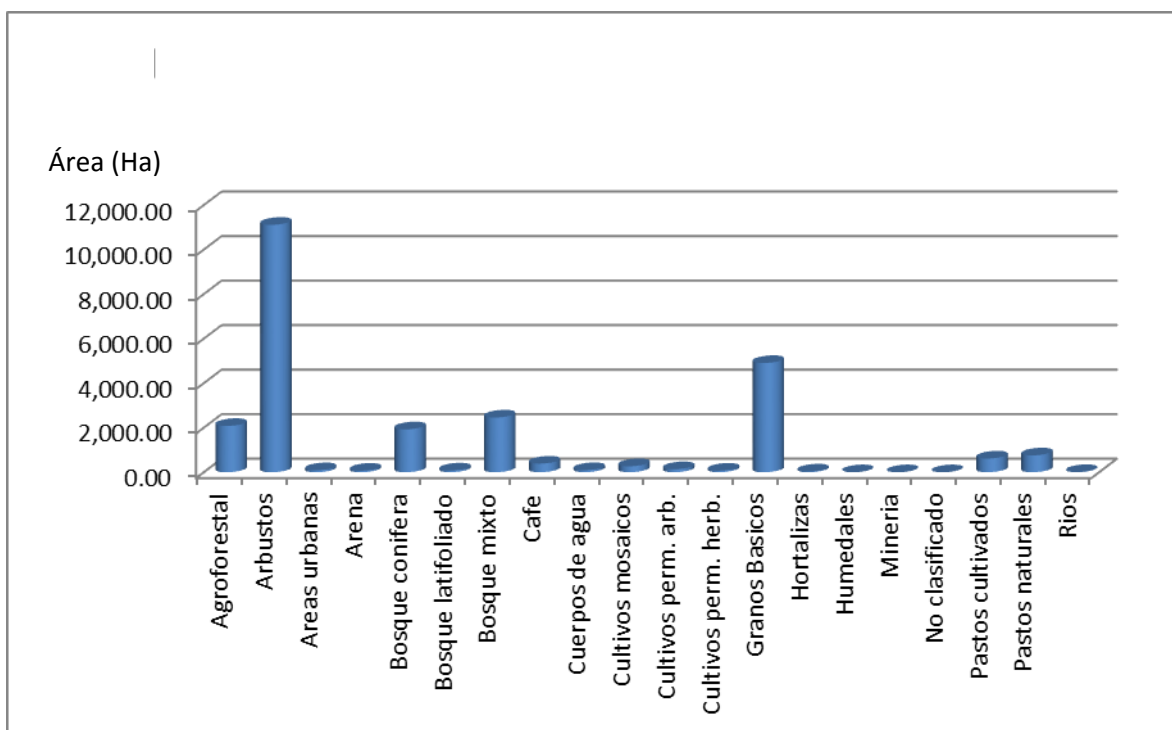
Figura 13. Mapa de uso del suelo del municipio de Jocotán.

Cuadro 12. Cobertura actual y uso del suelo del municipio de Jocotán, Chiquimula.

Uso de la Tierra	Área Ha	Área %
Agroforestal	2,079.16	8.28
Arbustos	11,112.53	44.27
Areas urbanas	89.79	0.36
Arena	68.11	0.27
Bosque conifera	1,928.29	7.68
Bosque latifoliado	78.07	0.31
Bosque mixto	2,459.38	9.80
Cafe	387.13	1.54
Cuerpos de agua	96.70	0.39
Cultivos mosaicos	268.80	1.07
Cultivos perm. arb.	136.54	0.54
Cultivos perm. herb.	70.54	0.28
Granos Basicos	4,906.16	19.55
Hortalizas	32.53	0.13
Humedales	3.69	0.01
Mineria	0.90	0.00
No clasificado	1.35	0.01
Pastos cultivados	615.08	2.45
Pastos naturales	757.22	3.02
Ríos	9.02	0.04
Total general	25,100.99	100

Fuente: Elaboración propia

La principal cobertura o uso del suelo en el municipio es: arbustos con 44.27%, granos básicos con el 19.55%, bosque mixto con 9.80%, sistema agroforestal con el 8.28% y el bosque de conífera con el 7.68%. Los 5 usos predominantes en conjunto representan el 89.58% del territorio.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Distribución de las áreas de uso del suelo del municipio de Jocotán, Chiquimula.

En el gráfico 5 se observan las diferencias entre las áreas de uso del suelo, notándose especialmente las áreas de arbustos, granos básicos, bosque mixto, agroforestal y bosque de conífera. De acuerdo a los principales usos que se le da al suelo en el municipio de Jocotán y según la Matriz de reclasificación del uso de la tierra, se encontraron las clases IV, VI, VII y VIII.

6.9. Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán

Al integrar los mapas elaborados con la herramienta ArcGis 9.2, y utilizando para ello el álgebra de mapas, en donde se tomaron en cuenta las especificaciones para ubicar las unidades de tierra de acuerdo a cada clase de uso de la tierra según metodología USDA. Los productos obtenidos se presentan en la figura 14 y el cuadro 13

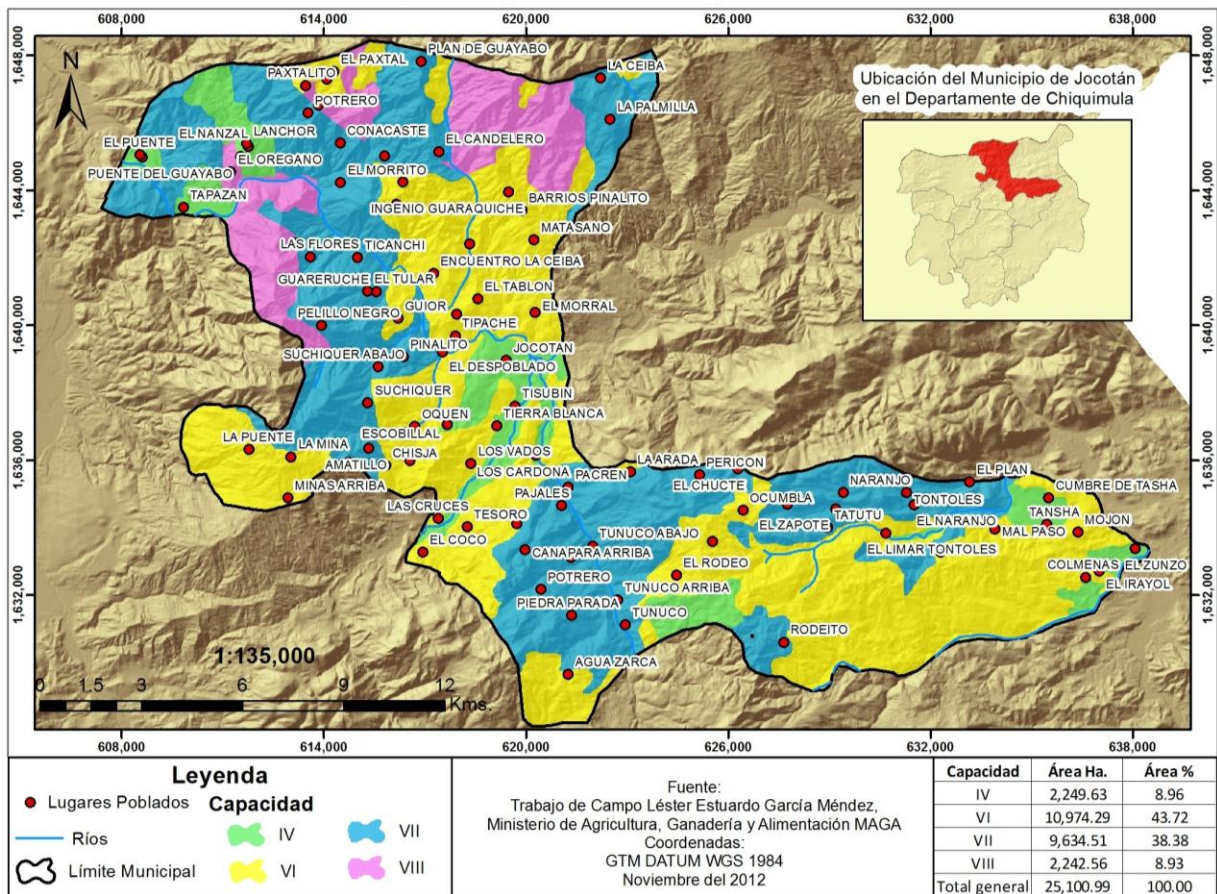


Figura 14. Mapa de capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

De acuerdo al mapa obtenido de la información generada en la investigación, se observan las clases agrológicas IV, VI, VII y VIII. De estas clases agrológicas se ve mayor presencia de las clases VI y VII, tomando en cuenta que existen áreas considerables con clase IV que son lugares con mayor facilidad de manejo y condiciones para la productividad con limitaciones.

Cuadro 13. Área por clase agrológica en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

Capacidad	Área Ha	Área %
IV	2,249.63	8.96
VI	10,974.29	43.72
VII	9,634.51	38.38
VIII	2,242.56	8.93
Total general	25,100.99	100.00

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 13 muestra la alta presencia de los suelos clase VI, con 10,974.29 Ha; suelos clase VII con 9,634.51 Ha, siendo los que dominan en el municipio.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los suelos clase VII son aptos para protección, suelos clase VI son para cultivos perennes y requieren prácticas de conservación de suelos, fundamentalmente y la clase IV, son suelos para cultivos de una cosecha anual, pastos, praderas, bosques o cultivos perennes.

6.10 Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán por micro-regiones

El municipio de Jocotán se encuentra dividido en 9 micro-regiones, las cuales son la base de la división político-administrativa del municipio, con lo cual se logra la toma de decisiones y la elaboración de proyectos de desarrollo dirigidos a mejorar las condiciones de vida de los habitantes, de esta manera se hace necesario presentar el mapa de capacidad de uso del suelo de acuerdo a cada micro región existente.

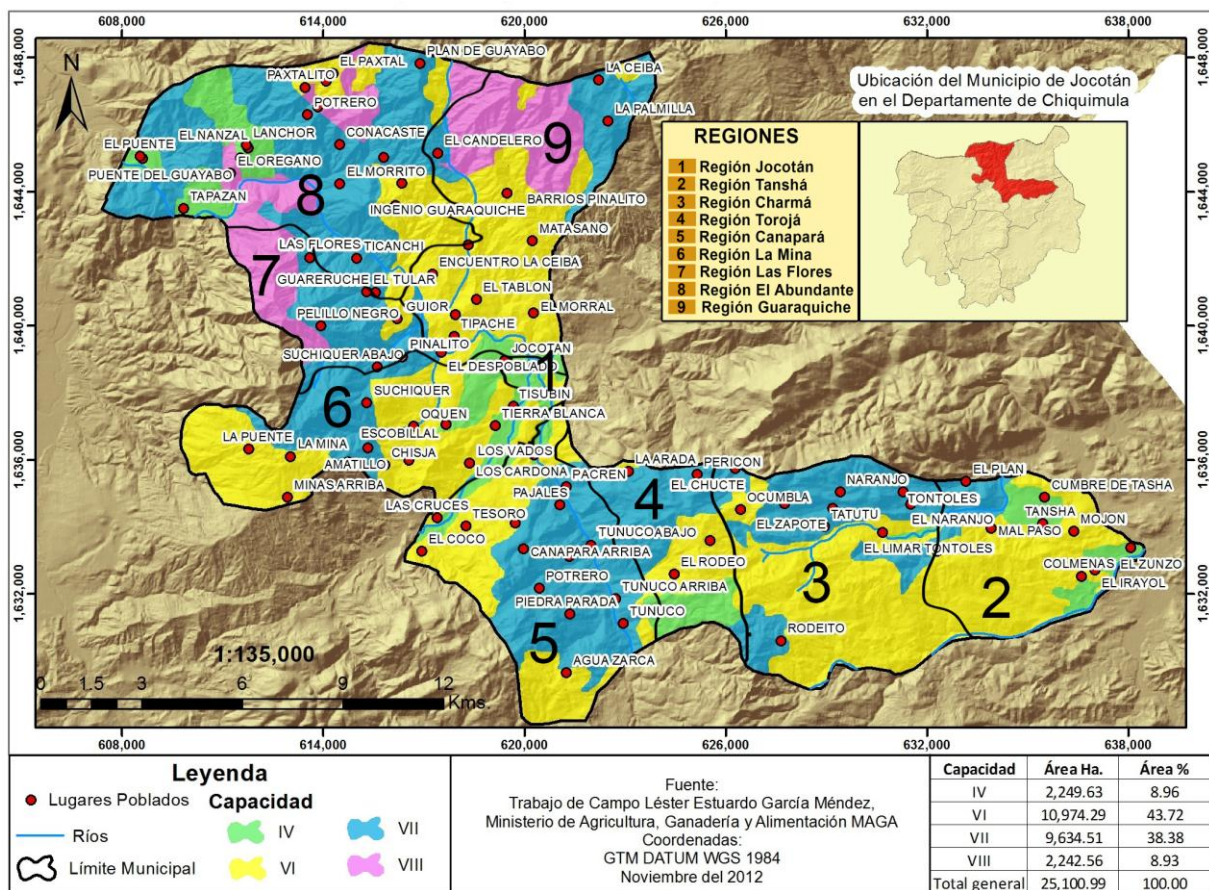


Figura 15. Mapa de Capacidad de Uso del suelo por micro regiones del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

Cuadro 14. Clase agrológica por micro región y lineamientos de manejo

Región	Clase agrológica	Comunidades y actividades
1 – Región Jocotán	IV	Área urbana: la implementación de sistemas agroforestales y el establecimiento de casas mallas o de cultivos hortícolas en la rivera del río carcaj, torjá y jupilingo, aplicando prácticas de conservación de suelo, como la no quema, siembra de árboles al contorno.
	VI	Área Urbana: sistemas agroforestales de cultivos en callejones, árboles al contorno, barreras de piedra, terrazas continuas, cultivos en asocio de maíz y frijol con especies nativas

		que diversifiquen la producción agrícola
2 – Región Tanshá	IV	Tanshá y Colmenas: la implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola, árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI	Caseríos Cumbre, Mojón y Mal Paso de Tanshá y Caseríos El Irayol, Colmenas: sistemas agroforestales de cultivos en callejones, árboles al contorno, barreras de piedra, terrazas continuas, cultivos en asocio de maíz y frijol con especies nativas que diversifiquen la producción agrícola. Enriquecimiento del bosque, inclusión de áreas reforestadas al PINPEP, estableciendo planes de manejo de las masas boscosas existentes. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo.
	VII	Plan, Travesía y Tontoles: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un

		plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
3- Región Charmá	VI	Tontoles, Rodeíto, Ocumblá, Naranjo: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con café, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.
	VII	El Zapote, Tatutú, Rodeíto, Caseríos El Chucte, Pericón de Ocumblá: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una

		menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
4 – Región Torojá	IV	Tunucó: la implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola, árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI	Tunucó Arriba: sistemas agroforestales de cultivos en callejones, árboles al contorno, barreras de piedra, terrazas continuas, cultivos en asocio de maíz y frijol con especies nativas que diversifiquen la producción agrícola. Enriquecimiento del bosque, inclusión de áreas reforestadas al PINPEP, estableciendo planes de manejo de las masas boscosas existentes. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo.
	VII	Tunucó Abajo, Pacrén, La Arada Abajo, Plan de la Arada, Cumbre La Arada, Cruz de Charmá: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al

		contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
5 – Región Canapará	IV	Tierra Blanca y La Calera, Los Vados: La implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola, árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI	Los Vados, Crucitas, Tesoro Abajo, Tesoro Arriba: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia,

		incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.
	VII	Canapará Abajo, Canapará Arriba, Potrero, Piedra Parada, Tishmuntique Tunucó Arriba: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
6 – Región La Mina	IV	Cercano al área urbana: La implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola,

		árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI	Oquén (Quebrada Seca, Escobillal, Lajas, Lomas), La Mina (Hierba Buena): Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.
	VII	Oquén (Despoblado), La Mina (Mojón), Amatillo, Suchiquer: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el

		sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
7 – Región Las Flores	VI	Guior Guareruche: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.
	VII	Guareruche, Las Flores, Pelillo Negro: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de

		cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
	VIII	Las Flores (San Pedrito), Pelillo Negro (El Arenal): Conservar el bosque existente. Propiciar la regeneración natural. Establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados. Revegetalizar con especies nativas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales. De existir áreas erosionadas fuertes establecer programa de recuperación.
8 – Región El Abundante	IV	Pequeñas áreas en la ribera del río Grande: La implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola, árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI	Guaraquiche Centro, La Ceiba Guaraquiche: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras

		vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión
	VII	Tierra Blanca (Ojo de Agua Escondido, Barrio Nuevo y El Centro), Conacaste (Morrito, Potrerito), Guayabillas: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de

		reforestación en áreas deforestadas.
	VIII	Orégano, Guayabillas: Conservar el bosque existente. Propiciar la regeneración natural. Establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados. Revegetalizar con especies nativas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales. De existir áreas erosionadas fuertes establecer programa de recuperación.
9 – Región Guaraquiche	VI	Tablón Agua Zarca, Matasano, Ingenio Guaraquiche: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión
	VII	La Palmilla y La Ceiba Talquezal: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con café, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de

		ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
	VIII	Ingenio Guaraquiche: Conservar el bosque existente. Propiciar la regeneración natural. Establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados. Revegetalizar con especies nativas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales. De existir áreas erosionadas fuertes establecer programa de recuperación.

6.11 Capacidad de uso del suelo del municipio de Jocotán por microcuencas prioritizadas

En el municipio de Jocotán se encuentra la mancomunidad Copan Chorti, la cual trabaja con enfoque de microcuenca, siendo las 2 microcuencas prioritizadas la microcuenca Oquén y la microcuenca Torjá.

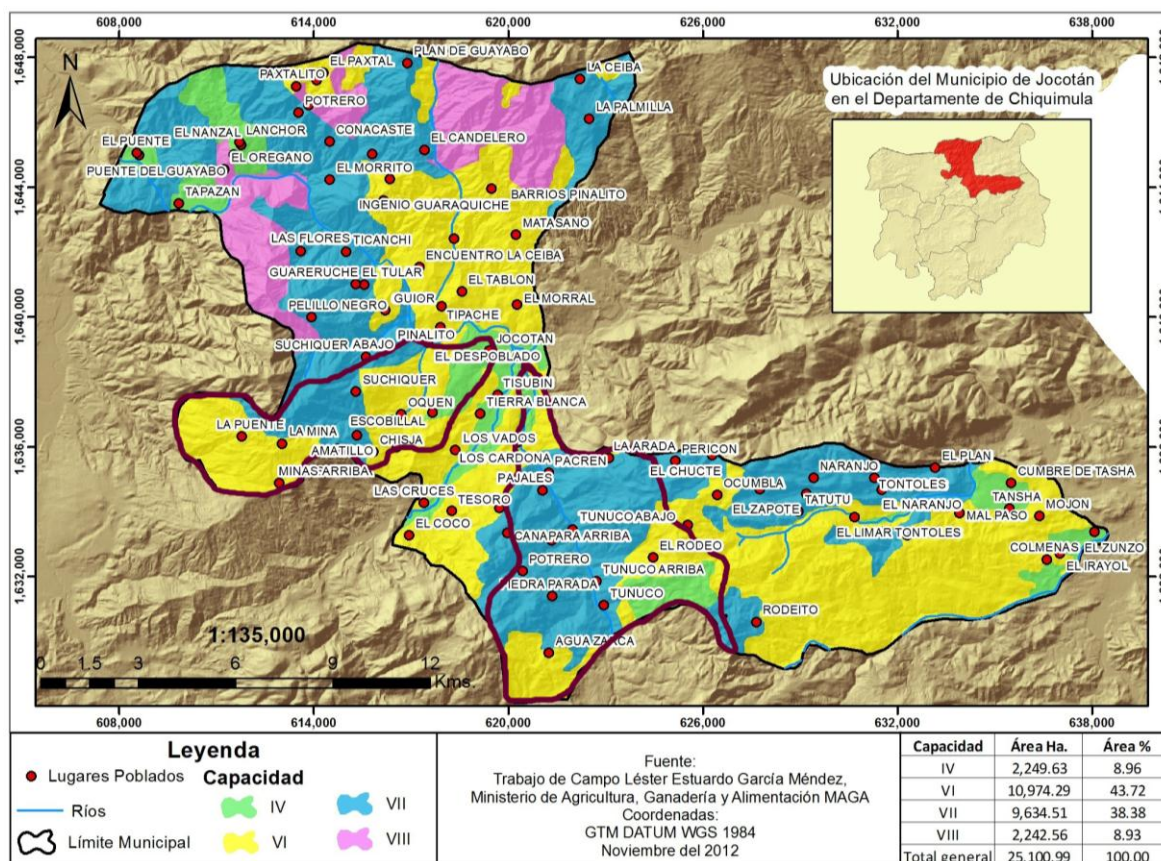


Figura 16. Mapa de Capacidad de Uso del suelo por micro cuencas prioritizadas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

En las microcuencas prioritizadas se puede observar la importancia de mantener las zonas de recarga hídrica y la poca cubierta forestal que todavía se puede observar, asimismo son zonas de concentración poblacional considerable, en dichas zonas se pueden realizar actividades productivas orientadas a utilizar los recursos de una manera racional, cuyo uso sea sustentable y sostenible a lo largo del tiempo.

Microcuenca	Clase agrológica	Comunidades y actividades
Oquén	VI – Parte Alta	La Mina: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos y/o café, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión
	VI – Parte Media y Baja	Amatillo, Oquén (Despoblado, Lomas, Lajas, Quebrada Seca, Escobillal): Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales

		sembrar al contorno para evitar erosión
	VII – Parte Media y Alta	Suchiquer: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
Torjá	IV – Parte baja	Tunucó: La implementación de sistemas agroforestales, implementación de mini riegos para poder realizar la producción en asocio de maíz y frijol con producción hortícola, árboles al contorno, barreras de piedra y cultivos en callejones.
	VI – Parte alta	Tunucó Arriba, Cumbre La Arada, Piedra Parada: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales con granos básicos y/o café, siembras al contorno siguiendo las curvas a

		nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión
	VI – Parte media y baja	Tunucó Abajo, Pacrén, La Arada Abajo, Plan de la Arada, Canapará Abajo, Potrero: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales, siembras al contorno con curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporar abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área, rotar potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.

	VII – Parte media y alta	Potrero, Canapará, Pacrén: Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; sistemas agroforestales, siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión y establecer un plan de manejo para su aprovechamiento, tomando en cuenta el incremento medio anual, para determinar la corta permisible y establecer programas de reforestación en áreas deforestadas.
--	--------------------------	--

6.12 Intensidad de uso del suelo

El proceso de integración de los mapas de capacidad de uso y uso del suelo, a través de la herramienta Arcgis 9.2, se obtuvo el mapa de intensidad de uso, que nos muestra la correcta, sobre o sub utilización que actualmente se da a los suelos del municipio de Jocotán.

La figura 17 muestra la dominancia en la sobreutilización de los suelos en el municipio, observándose también que hay algunos espacios que presentan uso correcto.

La intensidad de subutilizado, obedece en muchos lugares a que los bosques están ubicados en un área de capacidad IV, que soporta cultivos de poca intensidad, sin embargo podría considerarse como una intensidad de uso correcto.

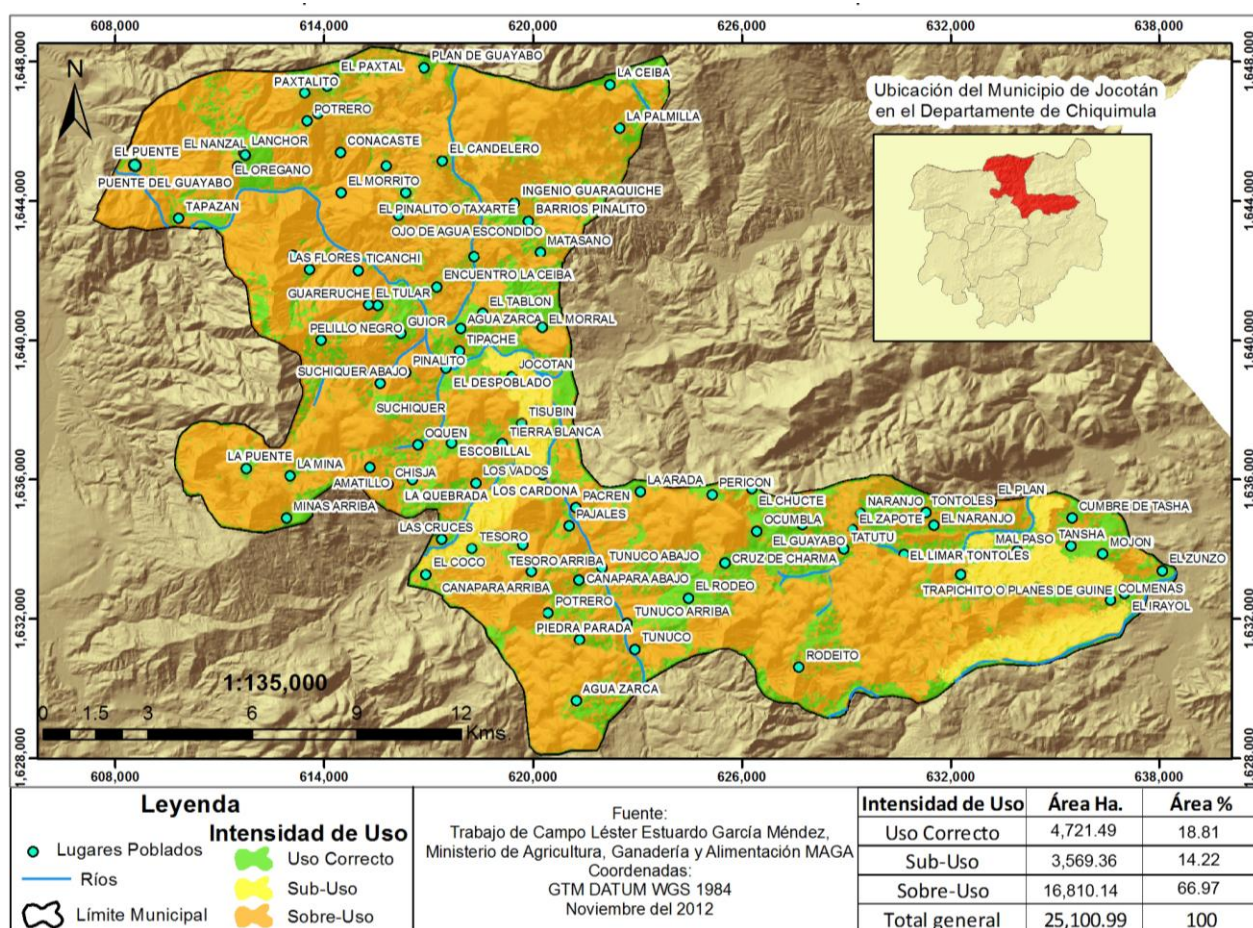


Figura 17. Mapa de intensidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

El cuadro 15 muestra las diferencias en cuanto a la intensidad de uso en el municipio de Jocotán.

Cuadro 15. Área de acuerdo a la intensidad de uso de los suelos del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

INTENSIDAD DE USO	AREA (Ha)	AREA (%)
Uso correcto	4,721.49	18.81
Sobre utilizado	16,810.14	66.97
Sub utilizado	3,569.36	14.22
TOTAL GENERAL	25,100.99	100.00

Fuente: Elaboración propia.

La mayor área es la intensidad sobre utilizada, con el 66.97%, siendo un total de 16,810.14 Ha, seguido por el uso correcto, con un 18.81% y un área de 4,721.49 Ha, por último la menor intensidad es subutilizado con 14.22% que hacen 3,569.36 Ha.

6.13 Intensidad de uso del suelo por micro regiones

Al analizar la intensidad de uso del suelo del municipio de Jocotán, de acuerdo a las micro regiones definidas, se puede observar que en la mayoría de las regiones se encuentra la sobre utilización, prevaleciendo en mayor porcentaje las regiones 5, 6, 7, 8 y 9, las cuales, en efecto, son las más susceptibles al cambio climático, por sequía y la baja productividad por lo degradado de sus suelos.

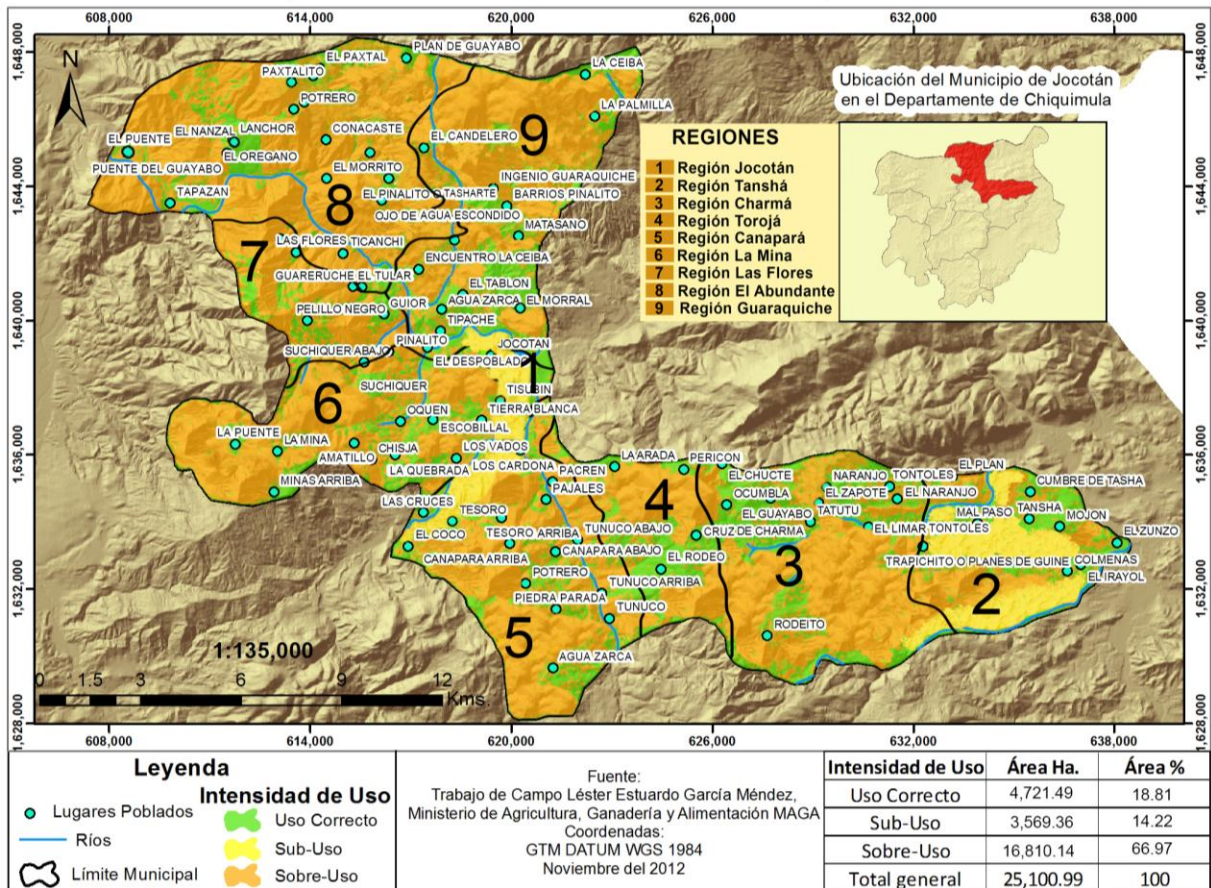


Figura 18. Mapa de Intensidad de Uso del suelo por micro regiones del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

6.14 Intensidad de uso del suelo por micro cuencas priorizadas

En el municipio de Jocotán se encuentran priorizadas 2 microcuencas, las cuales son Oquén y Torjá, las cuales son intervenidas por la Mancomunidad Copan Chorti, de tal forma que la micro cuenca Oquén es la que presenta mayor sobre uso del recurso suelo, sin embargo, la microcuenca Torjá en las partes cercanas al parte aguas presentan áreas más vulnerables, debido a sus características.

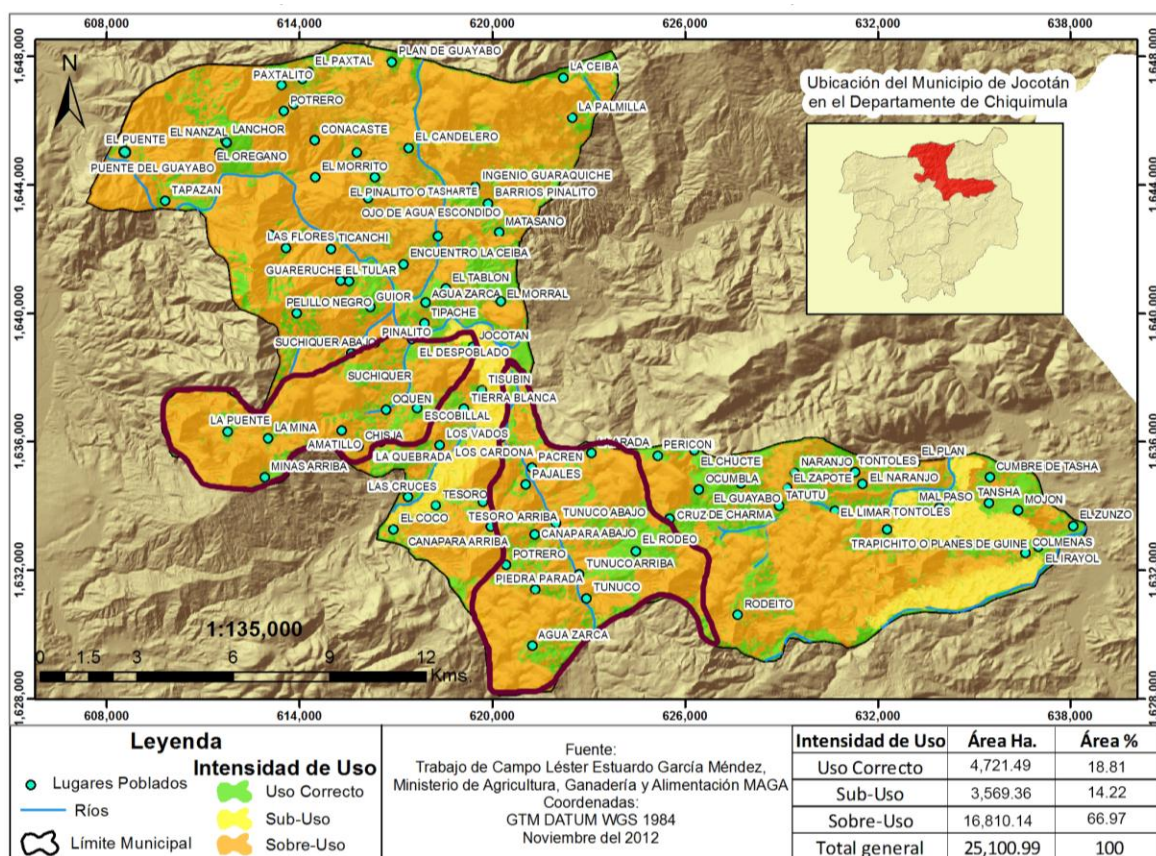


Figura 19. Mapa de Intensidad de Uso del suelo por micro cuencas del municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

6.15 Lineamientos generales de manejo para cada categoría de capacidad de uso de la tierra delimitada en el municipio de Jocotán.

Las acciones planteadas para su desarrollo y posterior aplicación de forma estratégica, que permitan obtener los resultados esperados, se ha enfocado a la utilización racional, sostenible y sustentable del recurso suelo, objeto de la presente investigación, es de esta manera como se establecen lineamientos generales para el manejo del recurso suelo, dichos lineamientos van dirigidos a la ejecución de prácticas agrícolas, ambientales, de protección forestal, de producción forestal, conservación de los recursos, decisiones administrativas, tomando en cuenta actividades socioeconómicas y culturales, que puedan

contribuir al desarrollo integral del municipio y se logre prevenir los riesgos que se pueden generar, producto de la degradación del recurso suelo.

La implementación de los lineamientos de manejo y la información generada en la investigación, permitirá a las autoridades, organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y población en general fortalecer las capacidades en el manejo adecuado de las clases agrológicas presentes en el municipio.

Cuadro 16. Síntesis específica para uso adecuado y recomendaciones, para el manejo sostenible de cada clase agrologica de capacidad de uso determinada en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula.

Clase	Área (Ha)	Características de la unidad de capacidad	Usos recomendados	Prácticas de manejo
IV	2249.63	Presenta limitaciones severas para el uso en agricultura, requieren de un laboreo cuidadoso, pendientes de mayor porcentaje, erosión moderada y severa, problemas de humedad.	La vocación de estas tierras es agrícola, se pueden establecer cultivos de clima semicálido, subhúmedo; granos básicos, hortalizas, arveja china, frutales; plantaciones arbóreas con sistemas agroforestales.	Sembrar al contorno siguiendo curvas a nivel, establecer barreras vivas y muertas para minimizar la escorrentía; realizar labranza mínima en áreas con incremento de pedregosidad, mantener los suelos cubiertos para minimizar el impacto de la gota de lluvia.
VI	10974.29	Pendientes pronunciadas >25%; grado de erosión moderada; áreas con pedregosidad abundante; suelos pobremente drenados.	Agroforestal con cultivos permanentes bajo fuertes medidas de conservación de suelos; café bajo sombra, maíz y frijol. Otros cultivos y usos posibles: ganadería extensiva con pastos mejorados cultivados, plantaciones forestales.	Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.
VII	9634.51	Presenta limitaciones fuertemente severas que las hacen inadecuadas para usos de agricultura con sistemas de cultivos comunes. Pendientes pronunciadas >75%, erosión severa y pedregosidad abundante.	Forestal de producción y bosques naturales de clima muy cálido húmedo y templado subhúmedo. Otros usos posibles sistemas agroforestales con café bajo sombra	Fuertes prácticas de conservación de suelos para evitar la erosión hídrica; siembras al contorno siguiendo las curvas a nivel, barreras vivas y muertas, acequias de ladera y pozos de infiltración. Suelos necesitan la incorporación de materia orgánica para mantener su fertilidad y reducir el impacto de la gota de lluvia, incorporación de abonos verdes, residuos de cosechas, manejo de hojarasca. La ganadería debe tener una menor carga animal por unidad de área para evitar la erosión, rotar los potreros y evitar el sobre pastoreo. Plantaciones forestales sembrar al contorno para evitar erosión.

Clase	Área (Ha)	Características de la unidad de capacidad	Usos recomendados	Prácticas de manejo
VIII	2242.56	Partes más erosionadas del municipio de Jocotán, principalmente en la región nor-oeste del municipio	Tierras no aptas para uso agrícola, ganadero. Tierras adecuadas para la conservación de la cobertura boscosa y biodiversidad; establecer sistemas de conservación ambiental y ecoturismo.	Conservar el bosque existente. Propiciar la regeneración natural. Establecer programas de recuperación integral de suelos erosionados. Revegetalizar con especies nativas. Evitar la utilización de los productos del bosque y las prácticas agrícolas. Establecer programas de control de incendios forestales. De existir áreas erosionadas fuertes establecer programa de recuperación.

VII. CONCLUSIONES

Los suelos del municipio de Jocotán, según su capacidad de uso, se agrupan en cuatro categorías: IV, VI, VII, VIII, las cuales quedan distribuidas en tierras clase IV, con 2,249.62 Ha, para un 8.96% del territorio municipal; tierras clase VI, con 10,974.29 Ha, que hacen el 43.72%, siendo la clase con mayor presencia en el municipio; tierras clase VII, con 9,634.51 Ha, que representa el 38.38% y las tierras clase VIII con 2,242.56 Ha, que son el 8.93%; por lo que la vocación de los suelos incluye actividades agrícolas con severas limitaciones, ganaderas, forestales, prácticas predominantes que incluyen conservación y recreación.

La principal cobertura o uso del suelo en el municipio de Jocotán, es la de arbustos con 44.27%, con un área de 11,112.53 Ha; granos básicos con el 19.55%, y un área de 4,906.16 Ha; bosque mixto con 9.80%, que representa un área de 2,459.38 Ha, sistema agroforestal con el 8.28%, y un área de 2,079.16 Ha y el bosque de conífera con el 7.68%, que equivale a 1,928.29 Ha.

La intensidad de uso dominante es el sobreuso, afectando el 66.97% del territorio, representando un área de 16,810.14 Ha; se considera que la subutilización del suelo obedece en muchos lugares a que los bosques están ubicados en un área de capacidad IV, que soporta cultivos de poca intensidad, sin embargo de realizar un asocio entre sistemas agroforestales de café con árboles forestales, podría considerarse como una intensidad de uso correcta.

La propuesta de desarrollo se orienta a promover el desarrollo integral de la población, mediante la utilización del recurso suelo de forma sostenible y respetando la capacidad productiva del suelo.

VIII. RECOMENDACIONES

Gestionar la implementación de la propuesta de desarrollo, para cumplir con los objetivos planteados, basado en los resultados de cada clase agrologica determinada en la investigación, para alcanzar en el futuro el desarrollo de las micro-regiones, las microcuencas y el municipio en general.

Articular la coordinación inter-institucional a nivel municipal de actores claves, entre municipalidad, MAGA y demás instituciones gubernamentales, mancomunidad Copán Chorti y otras instituciones no gubernamentales, universidad y productores, para poder establecer acciones en conjunto para realizar actividades productivas de acuerdo a la máxima intensidad soportada por el recurso suelo.

Determinar la capacidad de uso en áreas más pequeñas, pudiendo ser por comunidad o por muni-regiones, que es la forma de regionalización del municipio de Jocotán, que permita llevar a cabo las acciones específicas plasmadas en los lineamientos de manejo establecidos.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Botero, P. 1984. Guías para el análisis fisiográfico. Bogotá, CO, Unidad de Suelos, Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica. 68 p.
- Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala. INAFOR. 324 p.
- Komives, R *et al.* 1985. Notas sobre el uso de la tierra. Costa Rica, CATIE. 217 p. (Documento mimeografiado).
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2005. Presentación del mapa de capacidad de uso de la tierra. Guatemala, MAGA/INAB. 57 p.
- _____. 2005. Presentación del mapa de capacidad y uso de la tierra, del departamento de Chiquimula. Guatemala. MAGA/INAB. Escala 1:250000.
- Matus Silva, OD. 2007. Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis MSc. Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE. 247 p.
- SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación, GT). 2010. Plan de desarrollo municipal de Jocotán. Guatemala, SEGEPLAN. 310 p.
- Tobias, HA; Salguero, M. 2008. Clasificación de tierras por capacidad de uso: metodología USDA. Guatemala, FAUSAC. 37 p.

- USDA (United States of Department of Agriculture, US). 1950. Metodología para determinar la capacidad de uso de la tierra (en línea). Estados Unidos de América. Consultado 1 sep. 2009. Disponible en <http://www.usda.com.gov>
- Villota, H. 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Bogotá, CIAF. 210 p.
- Zinck, A. 1987. Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos en zonas aluviales y definición del ambiente geomorfológico con fines de descripción de suelos. Santa Fe de Bogotá, CO, CIAF. 165 p.

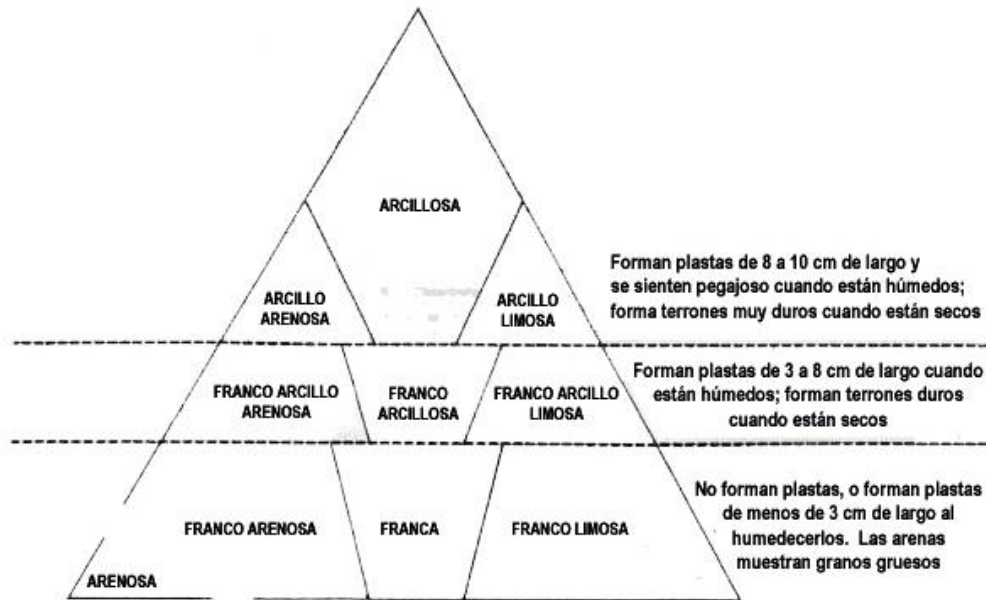


X. ANEXOS

Anexo 1. Determinación de la textura del suelo mediante la técnica del “Tacto”

Procedimiento:

1. Mediante el triángulo textural modificado como se muestra en la Figura. Se observará que básicamente está constituido por suelos con textura *arcillosa*, *franco-arcillosa*, y *franca*.



Triangulo Textural para la determinación de la textura del suelo, mediante el método al Tacto.

2. Se tomará una porción del suelo y se hará una pelota humedeciéndola hasta llegar al “punto pegajoso”. El punto pegajoso se logra cuando la bola de suelo no está tan húmeda que tienda a quedarse pegada en la mano, ni tan seca que no se sienta pegajosa. Cuando el suelo esté en su punto, se presionará entre el dedo pulgar y el índice hasta formar una plasta lo más larga posible.
3. Se determinará si el suelo cae dentro de la categoría textural *arcillosa*, *franco-arcillosa*, o *franca*. Esto se logrará observando si al humedecer el suelo se puede formar con los dedos plastas *largas*, *medianas*, o *cortas*, respectivamente.
4. Los suelos de textura *arcillosa* (arcillo-arenosa, arcillosa, y limo-arcillosa) formarán plastas largas (8-10 cm); los de textura *franco-arcillosa* (franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa) se determinarán si las plastas se hacen medianas (3-8 cm); los de textura *franca* (franco-arenosa,

franca, y franco-limosa) estos formaran plastas muy cortas (menos de 3 cm) o no forman plastas, y suelos de textura *arenosa* no forman plastas.

5. Una vez determinado si el suelo es *arcilloso*, *franco-arcilloso*, o *franco*, reexamine la muestra. Si al frotarlo se siente arenoso (áspero), llámelo *arcillo-arenoso*, *franco-arcillo-arenoso*, o *franco-arenoso*, dependiendo del tipo de plasta que se haya formado. Si al frotarlo se siente suave, llámelo *arcillo-limoso*, *franco-arcillo-limoso*, o *franco-limoso*. Si no se siente ni arenoso ni suave, llámelo simplemente *arcilloso*, *franco-arcilloso*, o *franco*, dependiendo del tamaño de la plasta formada.

**Anexo 2. Tabla de puntos de muestreo en el municipio de Jocotán,
departamento de Chiquimula**

PUNTO	COORD_X	COORD_Y	Textura	Cobertura vegetal
1	609,813.27	1643,591.06	Franco arenosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
2	610,264.04	1644,357.38	Franco arenosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
3	612,202.38	1646,205.57	Franco arenosa	Bosque latifoliados (pequeñas áreas)/granos básicos
4	612,517.93	1643,140.29	Franco arenosa	Granos básicos/arboles dispersos de latifoliados
5	613,419.48	1640,165.16	Franco arenosa	Cultivo de café/granos básicos
6	615,042.28	1640,435.62	Franca	Bosques latifoliado (pequeñas áreas)/cultivos agrícolas
7	615,583.21	1642,148.58	Franco arenosa	Granos básicos
8	615,718.44	1647,242.36	Franco arenosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
9	620,812.22	1646,611.27	Franco arenosa	Granos básicos (pequeñas áreas)/Cultivo de café/Bosques de coníferas (pequeñas áreas)
10	618,873.88	1644,267.23	Franca	Bosque latifoliados y matorrales
11	615,538.13	1645,484.33	Franco arenosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
12	619,504.97	1641,923.19	franco arcillosa	Bosque de latifoliadas/arbustos y matorrales
13	620,316.37	1639,353.76	Franco arenosa	Cultivo agrícola/Bosque latifoliadas
14	618,513.26	1639,534.07	Franco limosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas/arbustos y matorrales
15	617,611.71	1637,099.88	Franco limosa	Cultivos agrícolas/Bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)
16	614,546.42	1636,513.86	Franco arenosa	Bosque de latifoliadas/cultivos agrícolas
17	610,669.74	1636,243.40	Franco arenosa	Árboles frutales dispersos/Bosque de coníferas/arbustos y matorrales
18	612,292.54	1635,972.93	Franco arcillosa	Cultivos agrícolas/Bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)
19	615,853.68	1635,702.47	Franco arcillosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
20	617,792.02	1635,522.16	Franco arcillosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)
21	617,746.94	1633,628.89	Franco arenosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)
22	619,685.28	1635,837.70	Franco limosa	Bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)/arbustos y matorrales
23	621,263.00	1636,018.01	Franco arcillosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)
24	620,451.60	1636,423.71	Franco limosa	Granos básicos/Arbustos y matorrales

25	619,910.67	1633,989.51	Franco limosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas/arbustos y matorrales
26	619,775.44	1632,862.57	Franco limosa	Granos básicos/bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)/arbustos y matorrales
27	621,488.39	1634,259.98	Franco limosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
28	622,840.72	1630,969.31	Franco arcillosa	Bosque de latifoliadas/arbustos y matorrales
29	623,201.34	1632,547.03	Franco arcillosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
30	622,389.94	1632,727.34	Franco limosa	Granos básicos/bosques de latifoliadas (pequeñas áreas)/arbustos y matorrales
31	621,488.39	1628,715.42	Franco arcillosa	Bosque de coníferas/arbustos y matorrales (pequeñas áreas)
32	625,906.00	1631,600.40	Franca	Granos básicos/Cultivo de café/arbustos y matorrales
33	628,790.98	1633,719.05	Franco arcillosa	Granos básicos/cultivo de café/coníferas/arbustos y matorrales
34	625,996.16	1635,386.92	Franco limosa	Granos básicos/Cultivo de café/arbustos y matorrales
35	624,914.29	1634,079.67	Arcillosa	Bosque de coníferas (pequeñas áreas)/ granos básicos/Cultivo de café
36	633,704.44	1634,936.15	Franco arcillosa	Pequeñas áreas de pasto/arbustos y matorrales
37	635,237.09	1635,026.30	Franco arenosa	Bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)/arbustos y matorrales
38	636,409.11	1633,538.74	Franco arenosa	Granos básicos/arbustos y matorrales/pequeñas áreas de coníferas
39	634,696.15	1632,051.17	Franco arcillosa	Bosque de coníferas
40	630,278.54	1631,645.47	Franco limosa	Bosque de conífera/áreas con cultivo de café
41	627,393.57	1629,887.44	Franco arcillosa	Bosque de coníferas/Cultivo de café (pequeñas áreas)
42	616,845.39	1639,939.77	Franca	Granos básicos/bosque de latifoliadas/arbustos y matorrales
43	621,758.86	1644,943.39	Franco arenosa	Granos básicos/bosque de latifoliados (pequeñas áreas)
44	613,239.17	1635,477.08	Franca	Granos básicos/bosque de latifoliadas
45	608,460.94	1645,033.55	Franco limosa	Granos básicos/cultivo de café/arbustos y matorrales
46	630,864.55	1634,755.83	Franco arcillosa	Granos básicos/cultivo de café/arbustos y matorrales
47	616,935.54	1638,497.28	Franca	Granos básicos/bosque de latifoliadas

48	618,197.72	1646,385.88	Franco arenosa	Granos básicos/hortalizas/ arbustos y matorrales
49	614,005.49	1641,833.03	Franco arenosa	Bosque de latifoliadas/granos básicos
50	620,631.91	1630,879.15	Franco limosa	Bosque de latifoliadas/granos básicos/árboles frutales dispersos/Cultivo de café (pequeñas áreas)
51	620,902.38	1638,497.28	Franco limosa	Granos básicos/arbustos y matorrales
52	616,574.92	1637,099.88	Franco arcillosa	Bosque de latifoliadas (pequeñas áreas)/árboles frutales dispersos/Granos básicos
53	616,611.00	1644,194.00	Franco arenosa	Bosque de coníferas/arbustos y matorrales