

*Universidad Nacional Agraria.
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente.
Escuela de Suelos y Aguas.*

TRABAJO DE DIPLOMA

*Caracterización de los Recursos Edáficos de la Subcuenca
del Río Calico, San Dionisio, Matagalpa.
Nicaragua 1998.*

*Autores: Karla Murillo López.
Donny José Osorio López.*

*Asesores: Ing. Martha Orosco Izaguirre.
Ing. Efraín Acuña Espinal.*

Tutor: Ing. M. Sc. Carlos Zelaya Martínez.

Managua, Noviembre 1999.

	Pág.
INDICE	
INDICE	i
INDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivo Específico	4
III. DESCRIPCION GENERAL DE LA SUBCUENCA DEL RIO CALICO	5
3.1 Localización Geográfica y extensión territorial	5
3.2 Información Físico-climática	5
3.2.1 Temperatura	5
3.2. 2 Relieve	6
3.2.3 Precipitación	6
3.2.4 Suelo	6
3.3 Condiciones Socioeconómicas	6
3.3.1 Población	6
3.3.2 Producción	7
3.3.3 Servicios	7
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA	8
4.1 Recursos Naturales	8
4.2 Recurso Suelo	11
4.3 Planificación del Uso de la Tierra	12
4.4 Sistema de Información Geográfico	24
V. METODOLOGIA	25
5.1 Proceso Metodológico	25
5.2 Elaboración de Mapas	25
VI. RESULTADOS	34
6.1 Generalidades	34
6.2 Recursos Edáficos	35
6.2.1 Fisiografía	35
6.2.2 Pendiente	37
6.2.3 Geología y Geomorfología	39
6.2.4 Factores de Formación de Suelos	39
6.2.5 Procesos de Formación de Suelos	42
6.2.6 Clasificación Taxonómica de los Suelos	45
6.2.7 Uso Actual de la Tierra	51
6.2.8 Capacidad de Uso de la Tierra	54
6.2.9 Confrontación del Uso de la Tierra	59
6.2.10 Uso Propuesto de la Tierra	60
6.2.11 Especies de plantas adaptables	60
6.2.12 Sistemas Planteados en la Propuesta de Uso de la Tierra	60

VII. SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES PROPUESTOS SEGÚN PENDIENTE Y USO ACTUASL DE LA TIERRA	62
VIII. CONCLUSIONES	70
IX. RECOMENDACIONES	72
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	75
XI. ANEXOS	77
11.1. Mapas resultados en la subcuenca del río calico	77
11..2. Descripción de perfiles	77
11.3. Metodologías utilizadas en el laboratorio para el análisis de suelos	85
11.4. Metodología utilizada para la elaboración del mapa de clases de capacidad de uso	87
11.5. Metodología para la elaboración del mapa de uso propuesto	87

INDICE DE TABLAS	Pág.
1.Distribución de la población en la subcuenca del río calico, San Dionisio, Matagalpa.	7
2.Clasificación de los estudios de suelos según la escala e intensidad	13
3. Rangos de pendientes	27
4. Simbología y tipo de uso actual de la tierra	29
5. Gradao de limitación para los usos, agrícolas, pecuarios y PVS	30
6. Uso de la tierra según sus capacidades de uso y uso actual	31
7. Uso propuesto en función de las clases de capacidad de uso del suelo	32
8. Tipos de sistemas propuestos	33
9. Sistemas terrestres que conforman la fisiografía de la subcuenca del río calico, San Dionisio, Matagalpa	37
10. Pendientes que conforman la subcuenca del río calico, San Dionisio, Matagalpa	39
11. Áreas y porcentajes de los suelos encontrados en la subcuenca del río calico, San Dionisio, Matagalpa	49
12. Características y áreas de los ordenes de suelo de la subcuenca del río calico, San, Dionisio, Matagalpa	50
13. Uso actual de los suelos en la subcuenca del río calico, San, Dionisio, Matagalpa	53
14. Distribución de clases de capacidad de uso de la tierra en la subcuenca del río calico, San, Dionisio, Matagalpa	58
15. Áreas que ocupan los estados de uso de la capacidad de los suelos en la subcuenca del río calico, San, Dionisio, Matagalpa	59
16. Distancia de siembra del gandul según el porcentaje de pendiente	67
17. Áreas que ocupan los sistemas de la propuesta de uso de la tierra para la subcuenca del río calico, San, Dionisio, Matagalpa	69
18. Breve descripción del perfil # 1	78
19. Breve descripción del perfil # 2	80
20. Breve descripción del perfil # 3	82
21. Breve descripción del perfil # 4	84
22. Matriz utilizada para la elaboración del mapa de capacidad de uso	87

23.Matriz utilizada para la elaboración	87
24.Análisis de laboratorio de los suelos de la subcuenca del río calico	88
25.Parámetros para la evaluación de la capacidad de uso	89

Abstract

The present work was made in the Calico sub-basin located in San Dionisio municipality belonging to Matagalpa department this sub-basin has approximately 171 km. The scarce and not up-to-day information about natural resource mainly the soil drive to carry out the present study with the main target of generate basic up to day information about this resource trough a characterisation that support projects and research to preserve the resource and help to improve the socio-economic condition of the population that live in this hydrological unit, to fulfil this research a recognisant of high intensity was made with twenty-one aerial-photographs scale: 1: 25 000, generating seven maps, with physiography, slope, soil, use capacity and propose use confrontation. The publication scale of this information is 1: 50 000, also were describe totally four representative soil profiles with its physic and chemical characteristics. To the elaboration of the map was use Geographical Information System that reflect the result of the study; The sub-basin show an irregular relieve that change from almost flat to very straight, The physiography is conform by slope system mainly with slope from four to bigger than forty-five. The Entisol soil are good to crops, grass and crop-grass association that represent 86.23 % of the total area, The Alfisols, Inceptisol, Vertisol orders are in less proportion. The presence of rocks is one of the bigger handicaps to the productivity, which allow to classify the 88.23 % of the soil in the eight class. According to this the sub-basin is being over-used in a 88,37 %, similarly the sub-basin has wildlife protection vocation . A propose land use was made support in agroforestry-systems, silvo-pastoriles and wildlife protection, The variability of the species is restricted due to the dry-forest life zone.

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la subcuenca del río Calico ubicada en el municipio de San Dionisio del departamento de Matagalpa, posee un área de de aproximadamente 171.72 km². La escasa y desactualizada información acerca del estado actual de los recursos naturales principalmente el suelo, es lo que motiva a realizar el presente estudio con el objetivo de generar información básica actualizada sobre este recurso a través de una caracterización que sirva de apoyo para la realización de proyectos e investigaciones que tengan como fin fundamental la conservación de los recursos naturales y ayudar a mejorar las condiciones socioeconómicas de la población que habita en esta unidad hidrológica. Para la ejecución de esta investigación se realizó un reconocimiento de alta intensidad para ello se utilizaron 21 fotografías aéreas a escala 1:25000 obteniéndose un total de 7 mapas con confrontación de fisiografía, pendiente, suelo, capacidad de uso y uso propuesto; la escala de publicación de esta información es 1: 50000, también se realizó la descripción completa de cuatro perfiles representativos; con sus características físicas y químicas. Para la elaboración de los mapas se utilizó sistemas de información geográficos los cuales reflejan los resultados del estudio. La subcuenca presenta un relieve muy irregular que va de casi plano a muy escarpado; la fisiografía esta conformada por sistemas de laderas Que. es el sistema terrestre que más predomina, con pendientes que varían de 4 a mayores de 45%. Los suelos de orden Entisols destacan su uso para cultivos, pastos y asociación de pastos con cultivos ocupando un área de 86.50%,; encontrándose en menor proporción los órdenes Alfisols, Inceptisols y Vertisols. La presencia de piedras en la superficie del terreno así como dentro del perfil constituyen una de las mayores limitantes para la productividad, lo que permite clasificar la capacidad de uso del suelo en la clase VIII ocupando un 88.23% del área total; la confrontación del uso actual de la tierra y la capacidad de uso reflejo que la subcuenca esta sendo sobreutilizada hasta un 88.37% del área total. Tomando en consideración los resultados de dicha confrontación podemos afirmar que esta subcuenca tiene vocación de protección de la vida silvestre de acuerdo al nivel de degradación de los recursos naturales y por el uso inadecuado a que estos han estado sometidos. Basándonos en las características generales se realizó una propuesta de uso de la tierra sustentada en sistemas agroforestales, silvopastoriles y protección de la vida silvestre dado que la subcuenca se ubica en la zona de vida correspondiente a bosque seco, por lo que la variabilidad de especies adaptables a la zona se ve restringida.

INTRODUCCIÓN:

El desarrollo económico de Nicaragua exige un incremento en el uso de los recursos naturales, por lo que la introducción de una agricultura sostenible en nuestro país asegura las necesidades crecientes de la población sin la degradación de los recursos **(UNCED,1992)**.

Las diferentes formas en que se han venido utilizando los recursos naturales han producido una serie de problemas en el medio ambiente tales como la degradación de la calidad y potencialidad de los recursos.

A nivel municipal tiene mucha importancia la implementación de estrategias que conlleven a un manejo sostenible de los recursos naturales, la inadecuada planificación es producto de la falta de apoyo técnico, económico y de una caracterización que permita conocer el potencial real de los recursos naturales.

El municipio de San Dionisio, pertenece al departamento de Matagalpa ubicado en la región VI, forma parte de varios proyectos impulsados por el CIAT-Laderas (Centro Internacional de Agricultura Tropical), los cuales en coordinación con productores líderes ejecutan varias actividades, se han logrado organizar formando los CIAL (Comité de Investigación Agrícola Local); en los cuales realizan una serie de ensayos que se ponen en prácticas y luego exponen los resultados y experiencias con los demás productores.

El conocimiento popular – local, junto con el estudio dinámico de los recursos naturales del municipio pueden dar las bases para delinear políticas de investigación educación, promoción de actividades productivas, políticas financieras y fiscales que posibiliten llegar al objetivo principal de aprovechar mejor los recursos naturales.

La economía de este municipio, ha estado basada en la producción de granos básicos, la mayoría de la producción es destinada para el autoconsumo.

El conocimiento local, junto con el estudio de los recursos naturales del municipio pueden dar lugar a la creación de políticas de investigación, educación ambiental, políticas financieras, que posibiliten lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales.

Los recursos naturales constituyen un requisito previo para la gestión y aprovechamiento sostenible de los mismos, ya que sin una correcta y detallada evaluación es casi imposible planificar, concebir, operar y mantener debidamente los planes y proyectos de aprovechamiento de tan importantes recursos como son el suelo y el agua.

La degradación de los recursos naturales en Nicaragua lleva un ritmo acelerado, los bosques constituyen un gran atractivo como fuente de leña y madera, las fuentes de agua son manejadas incorrectamente, por consiguiente la erosión se hace presente en sus diferentes formas, lo que despierta una gran preocupación por buscar alternativas que ayuden a conservar nuestros recurso.

En 1984, aproximadamente 33,850 Km² (12.84%) del territorio nacional poseen cuatro o más meses de sequía, este porcentaje se ha incrementado debido a la crisis ecológica planetaria, al deterioro de la capa de ozono y de la disminución del área de bosques, y localmente por el avance de la frontera agrícola y la tala de árboles para madera o leña, además del continuo desgaste de los suelos y a la disminución de las potencialidades de las fuentes de agua lo que va modificando el microclima.

La escasa y desactualizada información, así como la falta de seguimiento y registros, son factores que determinan la necesidad de un estudio de inventario-diagnóstico de los recursos naturales, para conocer sus potencialidades y limitaciones con el fin de planificar un desarrollo y aprovechamiento sostenible de los mismos.

Se conoce universalmente que unas de las principales causas de degradación del suelo y la pérdida de agua resulta de los desajustes entre el uso actual y la aptitud de los suelos; ello desencadena una serie de trastornos físico natural, afectando la productividad misma del ecosistema.

La correcta planificación del uso de los recursos naturales permitirá formular proyectos de inversión para el desarrollo territorial de la subcuenca, mejorar las condiciones socio-económicas de los habitantes; así como la conservación de estos recursos para las futuras generaciones **(CIERA, 1980)**.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Generar información básica actualizada sobre los recursos Edáfico a través de una caracterización de suelos, que sirva de base para la formulación de futuros proyectos e investigaciones con el fin de preservar los recursos naturales, determinando sus potencialidades y limitantes que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de la población en la subcuenca del Río Calico.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar una caracterización de los suelos de la subcuenta del río Calico, con la taxonomía de suelos versión 1994 (**Soil Taxonomy USDA, 1995**).
- Identificar áreas con riesgos de degradación basándose en las propiedades de los suelos de la subcuenca del río Calico.
- Proporcionar información útil a organismos que tienen como área de trabajo el municipio de San Dionisio, que contribuyan a identificar proyectos de investigación y desarrollo para la conservación y recuperación del recurso suelo .
- Elaborar una propuesta de uso de la tierra considerando las características agroecológicas (relieve, clima, suelo y cultivos aprovechables) basado en una explotación adecuada de los recursos naturales, especialmente del recurso suelo.

III. DESCRIPCION GENERAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CALICO

3.1. Localización Geográfica y Extención Territorial

La cuenca del río Grande de Matagalpa comprende 3 subcuencas:

- Río tapasle - Bulbul
- Los caños Oloma
- Río Calico

La subcuenca tiene una superficie de aproximadamente 171.72 Km², de la cual 144 Km² pertenecen al municipio de San Dionisio y 27.72 Km² a los municipios de San Ramón, Esquipulas y Terrabona.

El municipio de San Dionisio está ubicado a 165 Km. de Managua, y 40 Km. de Matagalpa; sus coordenadas geográficas son 12^o 45' 45" Latitud Norte y 85^o 51'10" Longitud Este (**INIFOM , 1992**).

3.2. Información Biofísica

3.2.1. Temperatura

Según **NITLAPAN, 1995**, divide el país en seis macroregiones; ubicando al municipio de San Dionisio en la macroregión IV o región seca; la temperatura promedio oscila en el rango de 22.5 a 25° C (**CIAT- Laderas, 1997**).

3.2.2. Relieve

El relieve está formado en su mayoría por terrenos ondulados o quebrados; con altitudes que varían de 450 – 1200 msnm aproximadamente, de suelos superficiales generalmente pedregosos con pendientes que varían desde 2% a mayores de 45% , (**CIAT- Laderas, 1997**).

3.2.3. Precipitación

El clima va de seco a semiárido, con régimen de lluvia deficitario de 800 - 1100 milímetros anuales y más abundante hasta un máximo de 1600 milímetros pero mal distribuidos a lo largo de los 7 meses de estación lluviosa, lo que representa una limitante fundamentalmente para la actividad agrícola (**CIAT-Laderas, 1997**).

3.2.4. Suelos

La subcuenca posee cuatro ordenes de suelos en su totalidad Entisols, Vertisols, Inceptisols, Alfisols. Los suelos que predominan son los del orden Entisols que cubren casi toda el área, generalmente son suelos superficiales que limitan la productividad de los cultivos.

3.3. Información Socioeconómicas

3.3.1 . Población

El municipio de San Dionisio tiene aproximadamente una población de 23,825 habitantes con una densidad poblacional de 140 hb /Km. La población esta

Existe servicio de luz eléctrica, suministro de agua potable, aunque muy deficiente por la alta contaminación de los cuerpos de agua. Se ha conformado con un Comité de Agua Potable con el propósito de buscar alternativas de mejoramiento de este servicio, centros de educación primaria y secundaria, Centros de salud, servicio telegráfico y una red vial transitable en todo tiempo.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1. Recursos naturales

Los recursos naturales con que cuenta Nicaragua son producto de condiciones geológicas de suelo, clima, y ecología tropical. Al realizar un estudio de estos recursos necesariamente se tiene que estudiar su fisiografía, clima, suelo, zonificación, ecología de los cultivos, hidrología, riego, vegetación y recursos forestales **(CIERA, 1980)**.

La degradación de los recursos en Nicaragua lleva un ritmo acelerado; los bosques constituyen un gran atractivo como fuente de leña y madera, las fuentes de agua son manejadas de forma incorrecta; por consiguiente la erosión se hace presente en sus diferentes formas, lo que despierta una gran preocupación por buscar alternativas que ayuden a conservar nuestros recursos **(Barreto, 1996. Citado por Bermejo, 1998)**.

Para poder mantener nuestros recursos es necesario conservar y todo lo que esto implica no se crea en una semana. A todas luces es difícil conciliar dos mundos contrarios; por una parte obtener los beneficios del crecimiento económico, con lo subsiguiente destrucción de los recursos naturales, el consumo de energía y la contaminación.

Por otro lado, mantener las áreas naturales y lograr un balance entre el hombre y la naturaleza, y así proteger la diversidad natural y las alternativas de las generaciones futuras.

Es digno proteger las últimas áreas naturales, con su flora y fauna, todo esto se ve relacionado con la vista creciente de una población de campesinos pobres y desposeídos y una producción agrícola que no logra suministrar los alimentos necesarios para una población en aumento (**Budowsky, 1985**).

En Nicaragua las zonas secas incluyen las regiones del bosque seco y muy seco según el sistema de L.R. Holdridge 1983; éstas formaciones se encuentran en zonas con precipitaciones entre 500 - 2000 mm anuales y entre los 0 - 1000 msnm ; temperaturas superiores a 20 °C todo el año y durante la estación seca menos de 50 mm/mes de 4 - 7 meses.

Los ecosistemas pueden cambiar bruscamente cuando existe factores de tensión o disturbio. Un tensor es cualquier factor o situación que fuerza a un sistema a movilizar sus recursos (**SALAS, 1987**).

Castillo, 1988 señala que el estado ha pasado de un rol meramente comparativo a otro de activa injerencia con respecto al uso de los recursos naturales. Su participación no sea restringido al control del uso, si no que ha trascendido a la explotación de los recursos.

Ello se ha debido a varios factores entre los que destacan :

- La necesidad de atender la conservación haciendo un uso eficiente de los recursos naturales .
- El uso óptimo de los recursos naturales afecta al estado como guardián de los intereses de la colectividad social, pues cuando la demanda es mayor que la disponibilidad de recursos, el mejor uso beneficia a más personas .

SALAS, 1987. afirma que existe la necesidad de conservar y manejar los ecosistemas, para esto se tienen que tomar en cuenta algunos aspectos como: Cuencas hidrográficas, Vertientes hidrográficas, Topografía, Clima, División política administrativa, División regional en función de la topografía, clima, zona de vida, actividad de producción, cultura, etc.

Caracterización de cuencas

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

La definición anterior se refiere a una cuenca superficial; asociada a cada una de éstas existe también una cuenca subterránea, cuya forma en planta es semejante a la superficial. De ahí la aclaración de que la definición es válida si la superficie fuera impermeable (**Aparicio, 1993**).

La cuenca como unidad de planificación toma en cuenta el costo de las obras de conservación de suelos y agua en las laderas y las integraciones con los beneficios que este tipo de programas trae a las zonas bajas, tal como la generación de energía y los proyectos de irrigación teniendo por lo tanto influencia en el alcance y evaluación en las decisiones de inversión.

La cuenca hidrográfica concebida como un sistema dentro del medio ambiente, esta compuesta por las interrelaciones de los sistemas socioeconómicos, demográfico y biofísicos (**Faustino, 1996**).

Caracterización de cuencas Hidrográficas

La caracterización de una cuenca está dirigida fundamentalmente a cuantificar las variables que tipifican a la cuenca con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de los recursos naturales y las diferentes condiciones socioeconómicas de las comunidades que la habitan. Esta etapa es conocida generalmente como la fase de inventarios, evaluación e interpretación en la cual se van adelantando los estudios básicos necesarios que constituyen el marco biofísico, social, económico y administrativo de todos los recursos de la cuenca, también deberá identificar los problemas potenciales presentes y las relaciones de cualidades que los determinan, (Faustino, 1996).

4.2. Recurso suelo

Suelo : El suelo puede describirse como un material natural complejo proveniente de rocas y materiales orgánicos descompuestos y desintegrados; que proporcionan nutrientes, humedad y soporte para las plantas terrestres (**Gúzman, 1995**).

Perfil de Suelo : Una sección vertical a través de un suelo muestra típicamente un patrón estratificado. Esta sección se denomina perfil, y cada uno de los estratos se conoce como horizonte. Un suelo representativo tiene tres horizontes generales, que pueden o no diferenciarse claramente.

El horizonte superior incluye al suelo superficial y se designa como horizonte A. El horizonte que está por debajo del suelo superficial, se denomina subsuelo, u horizonte B. La combinación de los horizontes A y B se conoce como solum. Por debajo del horizonte B está el material madre, u horizonte C (Gúzman, 1995).

4.3. Planificación del uso de la tierra

FAO, 1976, define la tierra como un área de la superficie del planeta cuyas características abarcan aquellos atributos razonablemente estables o predeciblemente cíclicas de la biósfera, verticalmente por encima y por debajo de ésta área incluyendo los de la atmósfera, el suelo y la geología subyacente, hidrología, población animal y vegetal.

El objetivo de la planificación del uso de la tierra es orientar las decisiones que sobre el particular deben tomarse con el propósito de permitir la conservación y el uso adecuado de los recursos ambientales en beneficio del hombre (FAO, 1976).

Según **Richters, 1995** el manejo del uso de la tierra es la actividad estatal cuya meta es la determinación, establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómica relevante del sistema de usos variados de la tierra del país hasta el potencial sostenible que tiene la tierra en el lugar afectado. La aplicación de sistemas relevantes de uso de la tierra se determina con cierta regularidad por medio de un proceso más o menos cíclico de redefinición y reevaluación de los sistemas.

La planificación del uso de la tierra debe basarse en una comprensión tanto del medio ambiente natural como de las clases de uso de la tierra prevista.

Existen muchos ejemplos de daños a los recursos naturales y de iniciativas del uso de la tierra por no haberse tomado en cuenta las relaciones recíprocas entre la tierra y los usos a que se les dedica (**FAO, 1996**).

(**FAO, 1996**) describe: Se puede decir que la función de la planificación del uso de la tierra es orientar las decisiones que sobre el particular se debe tomar en cuenta afin de permitir la conservación y el uso más adecuado de los recursos ambientales a beneficio del hombre del futuro.

La planificación de los estudios de suelo deben de ser inicialmente generales; para cumplir objetivos, luego se realizan los estudios detallados con el fin de cumplir con los anteriores objetivos y llevar a cabo los estudios de suelo de forma clara y precisa. (Citado por Forero, 1987).

Tabla No.2 Clasificación de los estudios de suelos según la escala e intensidad.

Orden	Nivel	Escala de publicidad	
1	Muy detallado	1:2000	1:5000
2	Detallado	1:10000	1:25000
3	Semi detallado	1:25000	1:50000
4	General	1:50000	1:100000
5	Exploratorio	1:250000	1:500000
6	Esquemático	>500 000	

Levantamiento de suelo

Se entiende por levantamiento de suelo todas aquellas investigaciones necesarias para:

- Determinar características importantes de los suelos.
- Clasificar los suelos dentro de un sistema científico.

- Determinar y presentar en un mapa las clases de suelo.
- Interpretar los suelos desde un punto de vista de aptitud a los usos dominantes ya sean agrícolas, pecuarios, forestales, etc.
- Predecir el comportamiento y su productividad bajo diferentes sistemas de manejo (**Citados por Forero, 1987**).

Clasificación por Capacidad de Uso

La clasificación por capacidad, es una clasificación interpretativa basada en los efectos de combinación de clima y características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de daños, limitaciones de uso y capacidad de producción y requerimiento de manejo de suelo.

(**Richters, 1995**), destaca que la clasificación por capacidad de uso propuesto por (**Klingebiel y Montgomery 196**), es el agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas por otro lado esta clasificación distingue 2 grupos:

- **Suelos arables:** Los cuales se agrupan de acuerdo a su potencialidad y limitaciones para obtener una producción continúa de los cultivos comunes que no requieren condiciones o tratamientos particulares.
- **Suelos no arables:** No son adecuado para una producción continua y de largo tiempo, se agrupan de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones para la producción de vegetales permanentes y de acuerdo con los riesgos de destrucción o daño si son mal manejados. .

Este sistema de clasificación fué elaborado para:

- Ayudar al usuario de tierras y a otros en la interpretación y uso de mapas de suelo.
- Permitir ciertas generalizaciones con respecto a las potencialidades del uso del suelo y problemas de manejo.

Dicha interpretaciones generan en forma clara y sencilla, la información obtenida en un estudio de suelo.

Klingebiel y Montgomery, 1961 señalan que la evaluación de tierra para fines generales representa un método estandarizado para toda clase de tierra a fin de poder fijar su aptitud para un uso de la tierra en general el ejemplo más conocido es el sistema de capacidad de uso de **USDA, 1965**.

Descripción de las Clases de Capacidad de Uso

CLASE I: Puede ser usada para todo tipo de cultivos agronómicos, pastos, bosques, y vida silvestre. Estos suelos son casi planos y los problemas de erosión son muy pequeños, suelos profundos generalmente bien drenados y fáciles de trabajar; buena retención de agua, provistos de nutrientes y responden a los fertilizantes.

CLASE II : Tienen algunas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir el deterioro y mejorar las relaciones agua aire. Estos suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, pastos, pastoreo, bosque o vida silvestre.

Las limitaciones pueden resultar del efecto de una o más de la siguientes:

- Pendientes moderadamente elevadas
- Alta susceptibilidad a la erosión por el agua o por el viento, o efectos adversos severos de pasadas erosiones.
- Frecuente inundación acompañada de daños a los cultivos.
- Muy baja fertilidad del subsuelo.
- Humedad o condiciones de sobre saturación que continua después del drenaje.
- Poca profundidad a la roca madre, o pan de arcilla, que limita la zona radicular y la capacidad de almacenar agua.
- Baja capacidad de retención de humedad.
- Baja fertilidad, difícilmente corregible.
- Moderada salinidad.

CLASE IV : Los suelos de la clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso. Cuando estos suelos son cultivados se requieren de cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación que son más difíciles de aplicar y de mantener. Los suelos en la clase IV pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, árboles y sitios de vida silvestre.

El uso de cultivos agronómico es limitado como un resultado de los efectos de una o más de las características permanentes, tales como:

- Pendientes muy pronunciadas.
- Susceptibilidad severa a la erosión por el agua y por el viento.
- Severos efectos de pasadas erosiones.
- Suelos superficiales.
- Baja capacidad para retención de humedad.
- Frecuentes inundaciones acompañada por severos daños a los cultivos.
- Excesiva humedad con continuos peligros y problemas de sobre saturacion aún después del drenaje.
- Salinidad o sodio severo.
- Moderado efectos adversos del clima.

En las áreas húmedas se pueden sembrar cultivos agronómicos de forma ocasional, algunos de los suelos son pobremente drenados, casi planos, son poco adecuados para cultivos simples debido al poco tiempo que permanecen secos, algunos de estos suelos son aptos para frutales y ornamentales.

CLASE V: No tienen problemas de erosión o si lo tienen es muy pequeño, tienen limitaciones que restringen su uso para pasto; árboles o vida silvestre.

Son suelos planos, pero algunos son húmedos frecuentemente inundados por cursos de aguas, tienen piedras o combinaciones de estas limitantes por ejemplo:

- Suelos de terrenos bajos sujetos a frecuentes inundaciones que impiden el normal desarrollo de los cultivos.
- Suelos casi planos con una estación de crecimiento que previene el normal desarrollo de los cultivos agronómicos.
- Suelos casi planos con piedras sobre la superficie.

CLASE VI : Tienen limitaciones severas que los hacen inadecuados para cultivos y limitan su uso para pasto , árboles y vida silvestre . Esta clase de capacidad presenta las siguientes limitaciones.

- Pendientes pronunciadas
- Susceptibilidad a la erosión
- Efectos por la erosión del pasado
- Pedregosidad
- Zona radicular poca profunda
- Excesiva humedad.

- Riesgo de erosión; se designan con la letra (e).
- Humedad, drenaje o inundaciones (h).
- Limitación en la zona radicular (s).
- Limitaciones climáticas (c).

Las clases proporcionan información sobre el grado de limitaciones, y la subclase identifica la limitación.

- Subclase por erosión: Esta formada por suelos donde la susceptibilidad es el problema dominante para el uso.
- Subclase por exceso de agua: Esta formada por suelos donde el agua es el factor dominante para el uso.
- Subclase determinada por limitaciones en la zona radicular: son suelos que tienen limitaciones en el nivel radicular o que presentan piedras en abundancia, o que tienen baja capacidad de retener humedad, fertilidad baja, problemas de salinidad.

Unidad de capacidad Proporciona una información más específica y detallada que las subclases, los suelos en la unidad de capacidad, deben ser suficientemente uniformes en las combinaciones de las características que influyen en sus cualidades para tener potencialidades similares y limitaciones continuas, así:

- Los suelos de una unidad deben ser suficientemente uniformes para producir similares clases de cultivos y pasto, con similares prácticas de laboreo.
- Requieren tratamientos de conservación similar y trabajos bajo la misma clase y condiciones de cubierta vegetal.
- Tienen productividad potencial comparable

USO ACTUAL

La calidad del entorno físico dado principalmente por el clima y la edafología, indican que la intervención del hombre en la naturaleza, con mira a su aprovechamiento tiene que ajustarse a la capacidad y potencialidades de los recursos naturales, **(Rodríguez, 1989)**.

El análisis de los recursos naturales se entiende por confrontación al aspecto comparativo de una situación real dada que toma como referencia o patrón unos parámetros que definen la situación ideal que debe prevalecer.

Para llevar acabo la confrontación del potencial del uso de la de tierra con el uso actual de la misma, se establecen los siguientes parámetros:

- Bien utilizados: Aquellas tierras que están siendo bien utilizadas de acuerdo a su vocación y las características climáticas, son adecuada para los cultivos.
- Subutilizados: Aquellas tierras que están siendo utilizadas por debajo de su capacidad de uso.
- Sobre - utilizados: Los que se encuentran utilizados por encima de su capacidad de uso **(CIERA, 1980)**.

El uso potencial se determina mediante el análisis de las características edáficas y ecológicas de una región climática, para determinar la ecología de la zona y establecer la clase de uso potencial **(CIERA, 1980)**.

4.4 Sistema de Información Geografico

Un SIG es un conjunto de herramientas de análisis para recoger, almacenar, buscar, transformar y desplegar datos especiales del mundo real para determinados objetivos.

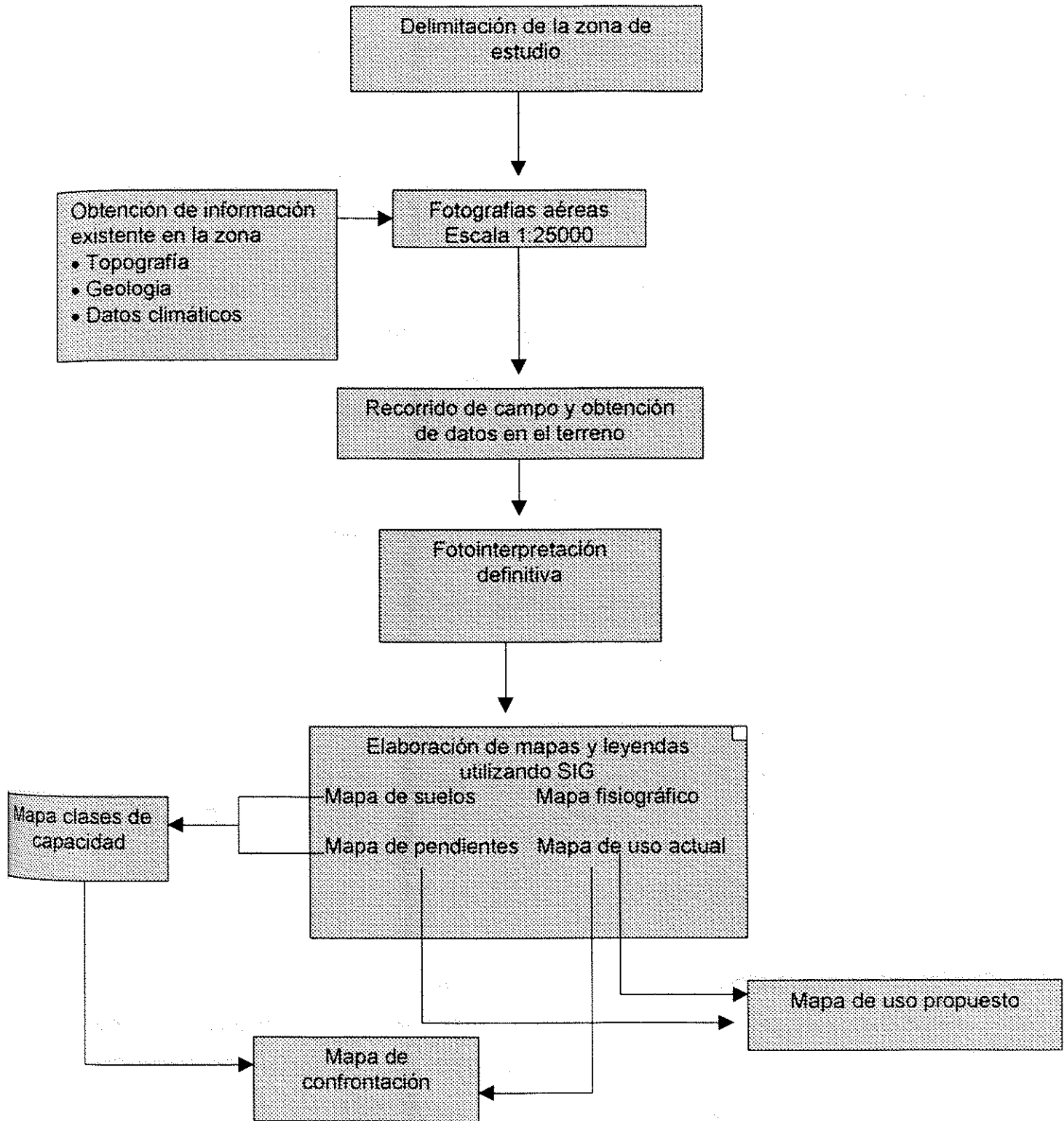
El objetivo principal ayudar y asistir durante la toma de decisiones especiales para el manejo y conservación efectiva de los recursos naturales, el conocimiento básico sobre la localización, cantidad y disponibilidad de recursos naturales para la planificación más racional, y el desarrollo y explotación inteligentes de los recursos.

No es solamente un sistema de computación para la elaboración de mapas aunque puede crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con diferentes colores, su mayor ventaja es que permite al usuario identificar las relaciones especiales entre las características de los mapas.

Según **Bosque, 1992** considera que es un sistema informatizado que ofrece cuatro tipos de posibilidades:

- Entrada de datos (digitalización).
- Manejo de datos (almacenamiento y búsqueda).
- Manipulación y análisis.
- Salida de datos.

Fig. 3 Diagrama ilustrativo de la metodología



V. METODOLOGIA

La caracterización de suelos se lleva a cabo mediante la ejecución de las siguientes actividades en conjunto: Recopilación de Información Básica, Fotointerpretación, Levantamiento Edafológico, Comprobación de campo y Procesamiento y Síntesis de la Información.

Se seleccionan transectos utilizando un mapa topográfico, escala 1:50,000 información climática, geología y fotointerpretación para estudiar las combinaciones existentes de relieve, clima, geología, y garantizar el conocimiento necesario de los recursos a caracterizar.

El nivel de detalle del estudio es de Reconocimiento de Alta Intensidad el cual es una modificación de las normas del estudio de reconocimiento según (Soil Survey Staff, 1962) a escala 1 :50,000. Este nivel de reconocimiento establece realizar 2 observación por Km².

5.1. Proceso Metodológico

5.1.1. Elaboración de Mapas

Los mapas se elaboraron con la aplicación de un SISTEMA DE INFORMACION GEOGRÁFICO (SIG), procediendo de la siguiente manera:

- **Mapa Fisiográfico**

El mapa fisiográfico se elaboró por fotointerpretación preliminar en la etapa de Pre-campo y se comprueba en el campo, empleando el método fisiográfico propuesto por Ortiz y Cuánalo 1984, el cual puede ser considerado prácticamente como una subdivisión del paisaje.

Este método cuenta a nivel regional con un sistema de clasificación muy simple, con dos tipos de unidades: la faceta y el sistema terrestre.

La faceta es una proporción de la superficie terrestre, usualmente con una forma simple, sobre una misma roca y con un suelo y régimen de humedad que son uniformes o varían en forma simple y consistente. Una repetición de un conjunto de facetas da un carácter particular a un paisaje; se reconocen diferentes paisajes en donde hay un diferente conjunto de facetas o donde los patrones de las relaciones entre facetas difieren; tales patrones son conocidos como sistemas terrestres (**Ortíz y Cuánalo, 1984**).

Las unidades encontradas se digitalizan en **TOSCA** como **ARCOS**, posteriormente se crean los polígonos. En IDRISI se rasterizan, cada polígono posee una leyenda para cada unidad descrita.

• **Mapa de Pendiente**

Para obtener el mapa de pendientes, se digitalizan las curvas de nivel cada 20 metros conforme al mapa topográfico. En IDRISI se convierten las curvas digitalizadas del sistema vector al sistema raster (cuadrícula), a partir del cual se crea una imagen: modelo de elevación digital del terreno, que es un mapa de entrada que permite calcular las pendientes.

El mapa de pendientes, pasa por un proceso de filtros con el objetivo de suavizar las superficies del terreno y luego agruparlas hasta lograr una mejor uniformidad en los rangos establecidos para su clasificación.

Para la clasificación se utiliza una escala de orden alfabético con sus respectivos porcentajes según la inclinación de la pendiente. Los rangos varían desde 0 hasta mayores del 45 % que corresponde al máximo valor, indicando que los valores más bajos corresponden a terrenos planos a casi planos hasta llegar a los más accidentados o escarpados, las pendientes se comprueban en el campo utilizando un clinómetro.

Tabla No. 3 Rangos de Pendientes

A	0-2 %	Plano a casi plano
B	2-4 %	Ligeramente inclinado u ondulado
C	4-8 %	Moderadamente inclinado
D	8-15 %	Fuertemente inclinado
E	15-30 %	Colinado
F	30-45 %	Escarpado
G	>45 %	Muy escarpado

• Mapa de Suelos

El Levantamiento de suelos se realiza a nivel de Reconocimiento de Alta Intensidad siguiendo la metodología propuesta por **American Soil Survey staff, 1962** a través de barrenadas y descripción de perfiles representativos (observaciones georeferenciadas), se obtienen muestras de suelos de cada horizonte descrito para su posterior análisis en el laboratorio.

Los límites de las unidades de suelos por fotointerpretación se corrigen en base a las observaciones de campo, para luego proceder a la restitución de la información de la fotografía aérea al mapa topográfico. Con los resultados de los análisis del laboratorio se elaboró la clasificación definitiva de los suelos en las categorías de Orden, Suborden, Gran grupo y Sub-grupos taxonómicos respectivamente de acuerdo al (**Soil Taxonomy, 1994**).

Después de georeferenciar las observaciones se crea una base de datos de suelos, después se digitalizaron en **TOSCA** las unidades de suelos encontradas y se relacionaron con la base de datos; para la elaboración del mapa final se realiza el mismo procedimiento a través del SIG, utilizado para elaborar el mapa fisiográfico.

El muestreo de suelo que se realiza se anotan las siguientes características:

- Pendiente.
- Pedregosidad.
- Profundidad.
- Textura.
- Color.

Detectadas todas las características de los suelos se clasifican a nivel de orden, y sub-grupo. Para la descripción de los perfiles representativos, se eligen los sitios de la zona de estudio, los cuales se seleccionan en base a la variación de los suelos encontrados en el muestreo.

En cada perfil se llena una tarjeta para la descripción de los perfiles la cual contiene los siguientes parámetros:

- Clasificación tentativa.
- Uso actual.
- fisiografía.
- Pedregosidad.
- Escurrimiento superficial.
- Horizonte.
- Color.
- Textura.

- Límites.
 - Raíces.
 - Localización del perfil.
 - Material madre.
 - Drenaje natural.
 - Permeabilidad.
 - Profundidad.
 - Estructura.
 - Consistencia.
 - Poros.
- **Mapa de uso actual**

El uso actual de la tierra se determina por fotointerpretación y comprobación de campo; las unidades se digitalizan en Tosca. En el campo se observa el uso mayor de la tierra; las áreas de cultivos anuales, pasto y las que están cubiertas por bosque; etc.

Para esto utiliza la siguiente tabla:

TABLA No. 4 Simbología y tipo de uso actual de la tierra

Símbolo	Tipo de Uso de la Tierra
AT	Agricultura Temporal
AI	Agricultura Intensiva
PN	Pasto Natural
PN+B	Pasto Natural+Bosque
B	Bosque
B+C	Bosque+Café

- **Mapa de capacidad de uso**

Este mapa se obtiene por sobreposición de los mapas de suelo y pendiente; las áreas se determinan por las características de suelo y rangos de pendientes, para tal efecto se utiliza la siguiente tabla:

Tabla No. 5 Grados de limitación para los usos agrícola, pecuario y protección de la vida silvestre.

Clases / uso	Agrícola	Pecuario	Forestal	PVS
I	Nulo			
II	Leve			
III	Moderado			
IV	Severo	Leve		
V		Moderado		
VI		Severo	Leve	
VII			Moderado	
VIII			Severo	Leve

- **Mapa de confrontación del uso de la tierra**

El mapa de confrontación se obtiene al sobreponer el mapa de capacidad de uso con el mapa de uso actual; utilizando SIG, las áreas se valoran según su uso actual que están de conformidad con la capacidad de uso de la tierra, se clasifica el suelo en áreas:

- Bien utilizadas (Bu)
- Sobre utilizada (SO)
- Subutilizada (Sub)

Para ello se utiliza la siguiente tabla:

Tabla No. 6 Uso de la tierra según sus capacidades de uso y uso actual

Confrontación/Ca	BUT	SUB	SUT
I, II, III	A	P, P+T, BE	Urbanismo
IV	P, P+T	BE, PVS	A
V, VI	P, BE, P+T	PVS	A
VII	BE	PVS	A+P
VIII	PVS	PVS	P+T, A, BE

Clave

A - Agrícola

P - Pasto

T - Tacotal

BE –Bosque de explotación

PVS – Protección de la vida silvestre

• Mapa de uso y manejo propuesto

Los resultados del estudio demuestran que la subcuenca presenta una capacidad de uso para la protección de la vida silvestre en un 88.23 % sin embargo, las condiciones reales en que viven los habitantes del área no permiten que se proponga un Mapa de uso y manejo propuesto según la capacidad de uso que presenta el área, por tal razón se tomaron como parámetros para elaborar dicho mapa dos condiciones: la pendiente y el uso actual.

Para esto se propone la siguiente tabla:

Tabla No. 7 Uso propuesto en función de las clases de capacidad de uso del suelo.

Clase	Uso
I	A
II	AF1
III	AF1
IV	AF2 /G/ GF1
V	AF3 /GF1 /GF2
VI	AF3 /GF2 /F
VII	AF3 /F
VIII	PVS

Rodríguez,1996. Citado por Bermejo,1998.

Clave

A – Agricultura

AF - Sistema agroforestal

GF - Sistema silvopastoril; (forestal- ganado)

G - Ganadera

PVS - Protección de la vida silvestre

Tabla No. 8 Tipos de Sistemas Propuestos

Sistemas Agroforestales	Sistemas Silvopastoriles
AF1 Cultivos anuales, cultivos semiperennes, cultivos perennes y especies forestales	GF1 Pastos de gramíneas, forraje (leguminosas, árboles y arbustos) especies forestales.
AF2 Cultivos semiperennes, especies forestales.	GF2 Leguminosas, árboles, arbustos, especies forestales.
AF3 Cultivos perennes y especies forestales	

VI. RESULTADOS

6.1. GENERALIDADES

- La falta de ordenamiento y planificación del uso y manejo de los recursos naturales en la subcuenca del Río Calico, ha repercutido principalmente en los recursos suelos y bosques debido a que se han explotados por encima de su capacidad de uso y sometido a un manejo inadecuado.
- La degradación del bosque se ha acelerado al incrementar las necesidades de tierra para la explotación agrícola y pecuaria, quedando únicamente un bosque bajo secundario (tacotal).
- La sobreutilización a que han estado expuestos estos suelos ha repercutido notoriamente en su capacidad para retener el agua proveniente de la precipitación lo que ha provocado que haya un déficit hídrico en la estación seca.
- Por la falta de planificación del uso de la tierra el ciclo hidrológico ha sido afectado provocando la disminución del caudal del Río, contaminación de las fuentes de aguas, así como la deforestación y desaparición de especies valiosas tanto de la flora como de la fauna, sin obviar la devastadora erosión de suelos.
- Los recursos naturales han sufrido un gran desgaste debido a la falta de una planificación de uso adecuada de los mismos principalmente el recurso suelo. La mayoría de la subcuenca se encuentra degradada, todo esto repercute en el bajo potencial agrícola de los suelos.

6.2. Recursos Edáficos

6.2.1. Fisiografía

En la subcuenca del Río Calico se determinaron nueve sistemas terrestres o paisajes a los cuales se les estimó el área que ocupa cada uno de ellos con planímetro polar y luego se comprobó el porcentaje de áreas a través del Sistema de Información Geográfica (SIG). (Ver mapa fisiográfico).

De los sistemas que a continuación se detallan el sistema de laderas es el más predominante en toda el área de la Subcuenca.

- **Sistema de Serranías (SS):** Este sistema corresponde generalmente a las partes más altas del municipio en los lugares conocidos como Cerro La Máscara, Cerro Grande y Cerro Santiago entre otros con elevaciones que van de 565 a 1058 msnm. El área que ocupa este sistema es de aproximadamente de 6.39 km² para un porcentaje de 3.72 con respecto al área total.

- **Sistema de Colinas (Sc):** Este sistema se encuentra localizado fisiográficamente en las partes altas en las zonas comprendidas entre La Luz, Piedra Colorada, Los Angeles, Piedra de Arco, La Palmera y Los Mangos. Se caracterizan por tener formas redondeadas moderadamente disectadas a fuertemente disectadas según el grado de erosión e inclinación de la pendiente que presente cada estructura, ocupa un área de 36.42 Km², para un porcentaje de 21.21 del área total.

- **Sistema de laderas (Sl):** Este sistema es el de mayor extensión con respecto a los demás sistemas terrestres, se determinaron tres tipos de laderas de acuerdo al grado de pendiente y son los siguientes:

→ **Sistemas de laderas muy escarpadas (Sime):** Este sistema generalmente se ubica en pendientes mayores de 45 %, ocupado un área de 62.79 km² con un 36.57 % respecto al área total.

→ **Sistema de laderas semi inclinadas (Sli):** Este sistema se ubica en pendientes de 15 –30 % ocupando un área de 21.57 km² para un porcentaje de 12.56 con respecto al área total.

→ **Sistema de laderas moderadamente inclinadas (Sلمي):** Este sistema se localiza generalmente en pendientes de 30 - 45 %, ocupando un área de 21.76 km² lo cual representa un 12.67 % del área total de la Subcuenca.

• **Sistema de mesas (Sm):** Este sistema está conformado por dos tipos de mesas las cuales son:

→ **Sistema de mesas disectadas (Smd):** Estas se ubican en pendientes de 30 - 45 % ocupa un área de 11.23 km,² para un porcentaje del área total de 6.54 %.

→ **Sistema de mesas no disectadas (Smnd):** Este sistema se encuentra en pendientes de 8 - 30 % ocupa un área total de 4.19 km² lo que representa un 2.44% respecto al área total de la Subcuenca.

• **Sistema de Terrazas Fluviales (Stf):** Este sistema se localiza en las zonas bajas muy cerca del río y sus principales afluentes se caracterizan por ser pequeñas unidades planas que ocupan un área de 6.59 km², para un 3.84 % del área total.

• **Sistema de Terrazas Coluvio – aluvial (Stca):** Este sistema se localiza contigua al sistema de terrazas fluviales y en algunos sitios mas bajos donde se ha aculado materiales que han sido arrastrados por efecto de la pendiente y el arrastre de partículas por el agua, ocupa un área de 0.78 km² para un 0.45 % del área total.

Los diferentes sistemas terrestre que constituyen la fisiografía de la Subcuenca se muestran en la tabla No.7.

Cuadro No. 9 Sistemas terrestres que forman la fisiografía de la subcuenca del Río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

SISTEMAS TERRESTRES	Área (Km²)	Área(%)
Sistema de laderas muy escarpada	62.79	36.57
Sistema de ladera moderadamente escarpada	21.76	12.67
Sistemas de laderas semi inclinadas	21.57	12.56
Sistemas de Colinas	36.42	21.21
Sistemas de mesas disecadas	11.23	6.54
Sistemas de Terrazas Fluviales	6.59	3.84
Sistemas de serranías	6.39	3.72
Sistemas de Mesas no disectadas	4.19	2.44
Sistemas de Terrazas coluvio- aluvial	0.78	0.45
TOTAL	171.72	100.00

6.2.2. Pendiente

La topografía del área en estudio se caracteriza por un relieve irregular con pendientes que varían de 2>75%. Las partes planas descienden de las partes altas con fuertes pendientes dando origen a la formación de pequeños valles; que generalmente ocupan una pequeña área de la subcuenca (ver Mapa de Pendientes).

De acuerdo a la metodología empleada se lograron clasificar los siguientes rangos de pendientes.

- **Pendientes A (0-2 %):** Plano casi plano, éstas son pequeñas en consideración con el resto del área, se encuentran ubicadas rodeando el río, en su mayoría están formadas por terrazas fluviales y coluvio-aluviales, ocupando un área de 2.43 Km² lo que representan 1.42% del área total de la subcuenca.
- **Pendientes "B" (2-4%):** Ligeramente inclinado u ondulado, este tipo de pendiente es muy común en terrazas fluviales, abarcan un área de 0.85 Km², para un 0.49 % del área total.
- **Pendientes "C" (4-8%):** Moderadamente Inclinado, éste tipo de relieve ocupa un área de 4.82 Km² para un 2.81 % del área total.
- **Pendientes "D" (8-15%):** Fuertemente inclinado, ocupa un área de 18.99 km² para un 11.06 % del área total de la subcuenca.
- **Pendientes "E" (15-30%):** Colinado, éste tipo de relieve es el que más prevalece en la zona de estudio ocupando un área de 59.34 km² para un 34.56 % del área total.
- **Pendientes "F" (30-45%):** Escarpado, éste tipo de pendiente ocupa un área de 44.60 km² para un 25.97 %.
- **Pendientes "G" (>45%):** Muy escarpado, ocupa un área de 40.68 km² para un 23.69 % con respecto al área total.

A continuación se presentan los diferentes rangos de pendientes encontrados en el área, de estudio a través del presente tabla.

Tabla No.10 Pendientes que conforman la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

Rangos de pendientes	Area (Km ²)	Area %
A (0-2 %)	2.43	1.42
B (2-4 %)	0.85	0.49
C (4-8 %)	4.82	2.81
E (15-30%)	59.34	34.56
F (30-45%)	44.60	25.97
G (>45%)	40.68	23.99
TOTAL	171.72	100.00

6.2.3.- Geología y Geomorfología

Las formaciones geológicas del municipio de San Dionisio se remontan a la era Cenozoica, del período terciario y cuaternario, momento en el cual se originaron las formaciones Coyal y depósitos sedimentarios recientes.

Los depósitos sedimentarios recientes (Oleoceno Cuaternario) constituyen las planicies del noroeste de la provincia fisiográfica de la depresión de Nicaragua; están formadas por sedimentos aluviales y coluviales de materiales piroclásticos.

6.2.4.- Factores de Formación de Suelo:

La formación de los suelos a partir de los materiales rocosos originales es un proceso que toma mucho tiempo, donde actúa el intemperismo tanto físico como químico, junto con actividad biológica. Las características bastante variables de los suelos se debe a efectos diferenciales de los siguientes factores de formación de suelos :

→ Material madre: materia de la que se originaron los suelos.

→ Clima; temperatura y humedad.

- Organismos vivos; plantas y animales microscópicos y macroscópicos.
- Topografía; forma y posición de la superficie terrestre.
- Tiempo; período durante el cual el material madre ha estado expuesto a la formación del suelo (California Fertilizer Association, 1995).

En el municipio de San Dionisio el actuar de estos factores se describe a continuación:

• **Material Parental (Geología)**

Las rocas que dan origen a los suelos en esta subcuenca pertenecen a la formación geológica Coyol Superior Basalto (Tpcb).

El grupo Coyol está compuesto por una sucesión de una serie de rocas ígneas, entre las cuales podemos destacar en orden ascendente; ignimbritas dacíticas, aglomerados, lavas basálticas e ignimbritas distribuidas irregularmente en toda la subcuenca a partir de la cuales se han formado los diferentes suelos

(**Catastro, 1971**).

También se encuentran sedimentos pertenecientes al Cuaternario (Qa), distribuidos en las partes bajas y las márgenes del Río Calico.

• **Clima:** Es el factor principal que determina la tasa y el tipo de formación de suelo, uno de los factores del clima que interviene en la formación del suelo es la temperatura ésta acelera la velocidad de las reacciones químicas, la descomposición de la materia orgánica e influye en la cantidad de agua evaporada.

En el municipio de San Dionisio predomina un clima que va de seco a semi-árido, con temperaturas que oscilan entre 22.5 y 25 °C. Tiene un régimen de lluvia

deficitario, de 800 a 1000 mm/anuales, o más abundante hasta un máximo de 1600 mm, pero mal distribuido a lo largo de los 6 meses de período lluvioso, las zonas de vida según (Holdridge, 1987), está comprendida entre Bosque seco Sub-tropical transición a más seco (Bs-S ▼) y Bosque Seco Subtropical a Bosque seco Tropical transición mas húmedo (Bs – S , Bs - T ▲).

• **Relieve:** La está ubicada geomorfológicamente en la provincia Montañas Altas del Interior, el relieve está formado en su mayoría por terrenos ondulados o quebrados, con pendientes que oscilan de 15 % hasta más de 45 %, por lo que los materiales geológicos afloran, o están muy cerca de la superficie lo que ha incidido mayormente en la formación de los suelos. Puede afirmarse con certeza que el relieve es el factor más importante en la formación de suelos a diferencia del resto de factores.

Los sistema terrestre encontrados tienen una estrecha relación con los diferentes subgrupos taxonómicos de suelos, ya que la mayoría de estos sistemas se encuentran ubicados en suelos de orden Entisols, por lo general se encuentran bien degradados, algunos de los sistemas que se encuentran son: serranías, sistemas de laderas semi inclinadas, mesas disectadas, laderas muy escarpadas y moderadamente escarpadas. En algunos sistemas de laderas moderadamente escarpadas y de colinas se encuentran localizados los suelos del orden Alfisols además se encuentran en este sistema terrestre suelos del orden Entisols, en las terrazas fluviales que se forman por deposiciones de sedimentos se encuentran suelos del orden Inceptisol, suelos del orden vertisols se encuentran ubicados en pequeños valles, generalmente cubiertos por pasto.

• **Organismos:** La influencia de los organismos tanto animales como vegetales es de vital importancia en la formación de suelos ya que su dinámica hace que en el suelo se produzcan mucho más reacciones químicas que contribuyen a la descomposición de la materia mineral y su incorporación propiamente dicha al suelo mismo como la parte viva del suelo. En el curso de la formación de suelos se lleva a cabo un ciclo biológico de los materiales orgánicos en combinación con la macro y meso fauna y los microorganismos, ésta dinámica se trata de explicar en el siguiente esquema:

Suelo → **Plantas y Animales** → **Microorganismos** → **Suelo**

• **Tiempo:** El material parental más viejo corresponde al grupo Coyal con aproximadamente 13.8 millones de años del período Mioceno-Plioceno terciario. El grupo más joven corresponde a depósitos sedimentarios recientes, con edades menores a 10 millones de años del período Holoceno cuaternario, sin embargo aunque los materiales son relativamente viejos la formación de suelos está marcada por la influencia del relieve de la subcuenca (**Catastro, 1971**).

6.2.5 Procesos de Formación de Suelos

Los procesos de formación son una secuencia de sucesos donde van incluidas reacciones químicas y redistribuciones de la materia que afecta directamente al suelo. La meteorización o intemperización es un proceso precursor de la formación del suelo, que se realiza con la intervención de agentes climáticos (temperatura y precipitaciones), organismos (plantas y animales).

Este proceso es una transformación gradual de los minerales primarios de las rocas, a través de procesos físicos, químicos y biológicos confiriéndole al suelo características que lo distinguen del material original.

La importancia que tienen en la génesis de los suelos radica en que nos permite predecir su comportamiento ante diferentes condiciones de manejo.

En la subcuenca los procesos de formación de suelo ocurren de la siguiente manera:

- **Suelos jóvenes:** Con muy poco o ningún desarrollo evolutivo y sin diferenciación de horizontes, superficiales o con afloramiento rocosos (Orden Entisol). Según **Mc Kraken, 1983**, la morfología típica de estos suelos es que presentan un horizonte **A - C - R**, o en casos en los que la erosión sea mas severa presentan una secuencia de **A - R**.

La mayoría de los suelos encontrados corresponden al orden Entisols y los principales factores que tuvieron gran influencia en su formación es la intensa erosión a la que han estado sometidos por efectos del relieve, clima y la intervención humana, lo que se corresponde con la gran inclinación del terreno por las pendientes.

Todos estos elementos han intervenido de manera negativa en la formación de estos suelos que año con año se pierde parte de su horizonte "A" (capa mas superficial de suelos), lo cual no da paso al desarrollo en la profundidad de otras capas de suelo. Por lo que se afirma que están en constante rejuvenecimiento.

- **Suelos con cierto grado de desarrollo o de volteo:** Estos suelos se consideran jóvenes, son suelos de volteo (que se invierten); estos presentan horizontes mezclados homogéneos (Orden Vertisols). La secuencia de horizontes o capas de estos suelos es la siguiente; **A - C - R** o **Ap - A2 - C - R** donde están cultivados.

El proceso de haploidización tiene gran influencia en la formación de estos suelos lo cual mantiene una homogeneización constante que no da lugar a la diferenciación de horizontes, favoreciendo también la alternancia de períodos húmedos y secos, tal y como se presenta en el área de la subcuenca.

Una característica común de los diversos materiales originales de los vertisoles es una reacción básica (alcalina). Estos materiales originales incluyen, rocas ígneas básicas y basaltos.

Estos suelos son llamados por los pobladores de la subcuenca como suelos sonsocuites, que se aguachinan o barriolosos negros que no son aptos para cultivos agrícolas.

- **Suelos maduros:** Los suelos del orden Alfisols son catalogados como suelos maduros y la mayoría de estos se encontraron en áreas de cultivo de café, los factores de su formación se atribuyen al asocio del microclima y la macrotopografía además de altitud del terreno sobre el nivel mar ya que estos suelos se han desarrollado en las partes mas altas y mas húmedas de la subcuenca y su factor determinante es la humedad del clima. La secuencia de los horizontes o capas de estos suelos es : **A – Bt – C-R**.

Muchos suelos que tienen cantidades significativas de arcilla en el horizonte " B " que en el " A " se dividen entre este orden y el orden Ultisoles (más intemperizado no se encontró en la subcuenca). Puede esperarse que las propiedades requeridas de los suelos se pueden producir bajo muchas condiciones; y aunque los Alfisoles modales están en regiones templadas se encuentran representantes del orden en materiales moderadamente intemperizados en regiones tropicales y subtropicales.

- Suelos **embrionicos o incipientes** : (Inceptisoles)

La mayoría de los Inceptisols encontrados se encuentran localizados a lo largo del río Calico (ver mapa de suelos), y su formación se atribuye a la deposición de sedimentos de las partes altas por efectos de la erosión hídrica principalmente. La secuencia de los horizontes o capas que estos suelos presentan es la siguiente: **A-Bw-C-R (Mc Kraken, 1983)**.

Los Inceptisoles son suelos inmaduros que tienen rasgos de horizontes expresados más débilmente que los suelos maduros y que conservan cierta semejanza con el material original, en la subcuenca estos suelos se han formado por la acumulación de sedimentos que han sido depositados recientemente por los cursos de los ríos o de sedimentos acumulados en las partes bajas por procesos coluvio-aluviales y de erosión de las partes altas hacia las partes bajas.

6.2.6 Clasificación Taxonómica de los Suelos

Los suelos de la subcuenca fueron clasificados en las siguientes categorías: ordenes, suborden, gran-grupo y subgrupo; de acuerdo a la clasificación de suelo del sistema **USDA (Claves para la taxonomía de suelos, versión 1995)**.

ORDEN ENTISOLS : Estos suelos son típicos de superficies geomórficas muy recientes por lo general con pendientes muy escarpadas y algunos tipos de tierras moderadamente escarpada a muy escarpada y muy superficiales. Estos tienen muy poco o ninguna evidencia de desarrollos de horizontes pedogenéticos, son de poco espesor.

En la subcuenca se encuentran ubicados en los siguientes sistemas terrestres; sistemas de serranías, sistemas de laderas y colinas donde las pendientes varían de 15 % hasta mayores de 45 %.

El principal suborden encontrado en la subcuenca es el:

- **Orthents**, que se caracteriza por presentar condiciones típicas de suelos con pendientes mayores de 30%.

Gran Grupo, Ustorthents, estos suelos presentan un régimen de humedad ústico ya que se mantiene seco por más de 90 días acumulativo en la mayoría de los años.

Dentro del gran grupo Ustorthents se clasificaron los siguientes subgrupos taxonómicos:

- **Lithic Ustorthents**: Son suelos superficiales encontrándose la roca a menos de 50 cm de la superficie, este suelo es característico en las partes menos húmeda.
- **Vertic Ustorthents**: Son suelos que presentan alto contenido de arcilla y grietas en la superficie de mas de 5mm hasta una profundidad de 30 cm por un período al año, son llamados por los pobladores la subcuenca como suelos que se aguachinan o barrial negro.

ORDEN VERTISOLS: Son suelos arcillosos que se expanden y encharcan, es decir se aguachan en la estación lluviosa, se contraen y agrietan en la estación seca. Estos suelos se definen como suelos minerales sin un contacto lítico o paralítico. Dentro de los primeros 50 cm. de profundidad presentan 30 % o más de arcilla en todos los horizontes hasta un metro de profundidad.

En la subcuenca se pueden encontrar hasta en pendientes de 15%, donde el suelo se ha formado de basaltos y rocas altas en bases y fácilmente meteorizables.

El suborden encontrado es el **Usterts**, es característico de regiones tropicales y subtropicales más secas, presentan grietas que permanecen abiertas por más de 90 días acumulativos durante el año.

El **Gran Grupo Haplusterts**, que no tiene ninguna característica relevantes, sino las condiciones mínimas para este nivel taxonómico.

Dentro del gran grupo se clasificaron dos subgrupos taxonómicos:

- **Sub Grupo: Typic Haplusterts**, son suelos que tienen las condiciones típicas del gran grupo.
- **Sub Grupo: Entic Haplusterts**, son suelos que tienen una capa de 25 cm o más de espesor, hasta con menos del 27% de arcilla, menos pesada que la arcilla de las capas más profundas por la cantidad de materia orgánica que contiene.

ORDEN ALFISOLS: En general estos suelos son bien desarrollados y de mediana fertilidad, han sufrido un proceso de descomposición de su material madre más intenso producto de la acción de los factores y procesos en el período de su formación. Los principales procesos que actúan en la formación de este orden de suelo, son la translocación de la arcilla, lixiviación tanto de arcilla como de nutrientes de un horizonte a otro más bajo donde se forma el horizonte argílico (horizonte arcilloso).

Dentro de este orden de suelos se clasificó el suborden.

- **Udalfs:** son suelos que se han desarrollado en régimen de humedad údico o sea que nunca están secos por más de 90 días acumulativos al año.
- **Gran Grupo; Hapludalfs**, son suelos que poseen las condiciones mínimas para estar en este orden de suelos.

Para éste gran grupo se clasificó el subgrupo.

- **Sub-Grupo; Mollic Hapludalfs**, son suelos que presentan colores oscuros y se describen como sigue; valúe en húmedo de 3 o menos y un valúe en seco de 5 o menos hasta una profundidad de 18 cm en la capa mas superficial.

ORDEN INCEPTISOLS: Estos suelos se consideran suelos incipientes ya que no presentan un desarrollo muy marcado y muestran todavía restos del material que les dió origen, por lo general presentan un horizonte que está en proceso de cambio llamado horizonte cámbico, se ubican en superficies de reciente formación, como es el caso de los suelos encontrados en esta subcuenca.

Se encontró el suborden siguiente;

- **Ochrepts**, estos suelos presentan un epipedón llamado ochrico y cámbico.
- **Gran Grupo, Eutrochrepts**, son suelos que tienen una saturación de bases de 60 % o más en los horizontes del suelo o sea suelos de alta fertilidad natural.
- **Sub-Grupo, Fluventic Eutrochrepts**, son suelos que presentan un decrecimiento irregular de materia orgánica en la profundidad por la repetida acumulación de diferentes capas de sedimento por el río.
- **Sub-Grupo, Typic Eutrochrepts**, son suelos que presentan las propiedades típicas del gran grupo para este orden.

Tabla No.11 Areas y porcentajes de los suelos encontrados en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

ORDEN	NOMBRE	Área (Km²)	Área(%)
ENTISOLS	Lithic Ustorthents	148.13	86.26
	Vertic Ustorthents	0.41	0.24
INCEPTISOLS	Fluventic Eutrochrepts	5.07	2.95
	Typic Eutrochrepts	1.55	0.90
ALFISOLS	Mollic Hapludalfs	7.30	4.25
VERTISOLS	Entic Haplusterts	2.69	1.57
	Typic Haplusterts	6.57	3.83
TOTAL		171.72	100.00

En el Anexo No 11 contiene la descripción de cada uno de los perfiles de suelos que se seleccionaron y describieron de acuerdo a las características encontradas, según los diferentes ordenes de suelos.

Tabla No.12. Características y áreas de los ordenes de suelos de la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

Orden	Características Principales	Área (km²)	%
Entisols	Son suelos superficiales que no tienen una capa de suelo lo suficientemente gruesa para ser cultivados, presentan rocas en la superficie que limitan el desarrollo de las plantas, están siendo utilizados para pasto, granos básicos.	148.54	86.50
Vertisols	Son los llamados suelos barrialosos o pegajosos o que se aguachinan, aquellos que en épocas de lluvias son difíciles para ser labrados o preparados, y en época seca se abren (se agrietan), son utilizados para pastos	6.62	3.86
Alfisols	Son suelos de moderada fertilidad (aunque en la subcuenca estos suelos presentan una alta fertilidad natural), con cierto grado de desarrollo, presentan un perfil con horizontes bien diferenciados se caracterizan porque presentan colores más claros que los mollisoles e incluso tienen mayor cantidad de arcilla, por debajo de la capa fértil; generalmente son utilizados para la agricultura.	7.30	4.25
Inceptisols	Estos suelos son de alta fertilidad natural en la subcuenca se presentan a lo largo de la rivera del río Calico, son profundos y están siendo utilizados para la agricultura y pastos.	9.26	5.39
	TOTAL	171.72	100.00

6.2.7. Uso Actual de la Tierra

La mayor parte de la subcuenca se encuentra mal utilizada; y cubierta por pasto natural y la asociación de este con cultivos anuales (Ver Cuadro No.12Y mapa de uso actual). teniendo como resultado un bajo potencial agrícola, esto se agudiza por las pendientes pronunciadas y al uso inadecuado del suelo. Las áreas dedicadas a la producción de granos básicos; generalmente son destinadas para el autoconsumo; tales como Maíz, Sorgo, millon, Frijoles, etc.

Los usos actuales de la tierra identificados son los siguientes:

- **Pasto Natural + Cultivo:** En esta asociación predominan los pastos combinados con pequeñas áreas de cultivos agrícolas , se encuentran presentes en la mayoría del área en comparación con los demás usos de la tierra; ocupando un área de 75.25 Km² para un 43.82 % del área total.
- **Tacotal:** Esta vegetación generalmente está formada por arbustos con alturas máximas de 7mts; ocupando un área de 1.20 Km² para un porcentaje de 0.70 % del área total de la Subcuenca.
- **Cultivos:** Este tipo de uso ocupa un área de 0.52 Km² para un porcentaje de 0.30 % del área total.
- **Bosque de Galería:** Este se encuentra distribuido a lo largo del curso del cause principal del Río Calico y algunos de sus tributarios tanto en la parte alta como en la baja ocupando un área de 13.89 km² para un 8.09 % del área total.
- **Pasto Natural:** Están distribuidos en la mayoría de subcuenca ocupando un área de 46.86 km² para un 27.28 % del área total.

- **Tacotal + Pasto Natural:** Este tipo de uso ocupa un área de 6.49 Km² lo que equivale a un 3.78 % del área total de la subcuenca.
- **Café con Sombra:** Este uso generalmente se encuentra en las partes altas de la subcuenca ocupando un área de 24 Km², para un 13.98 % del área total de la subcuenca.
- **Bosque Ralo:** Presenta un área mínima de 0.17 Km² los árboles alcanzan alturas máximas de 20mtrs. Este tipo de vegetación representa 0.10 % del área total.
- **Poblado:** Este tipo de uso abarca un área de 0.33 Km² para un 0.19 % del área total de la subcuenca.
- **Cultivo + Pasto Natural:** En este tipo de uso predomina los cultivos anuales sobre el pasto; ocupando un área de 1.83 Km² para un 1.07 % del área total.
- **Pasto Natural + Tacotal:** Este tipo de uso está distribuido ocupando un área de 1.18 Km² para un 0.69 % del área total.
- **Cultivo + Pasto Natural:** En este tipo de uso predomina los cultivos anuales sobre el pasto; ocupando un área de 1.83 Km² para un 1.07 % del área total.
- **Pasto Natural + Tacotal:** Este tipo de uso está distribuido ocupando un área de 1.18 Km² para un 0.69 % del área total.

Tabla No. 13 Uso Actual de los suelos en la Subcuenca del Río Calico, San Dionisio

TIPO DE USO	ÁREA	
	Km ²	%
Pasto Natural + Cultivo (Pn+H)	75.25	43.82
Pasto Natural (Pn)	46.86	27.28
Tacotal + pasto Natural (tc+pn)	6.49	3.78
Café con Sombra (Cs)	24.00	13.98
Cultivo (H)	0.52	0.30
Bosque Raio (Br)	0.17	0.10
Bosque de Galería (Bg)	13.89	8.09
Poblado (Pb)	0.33	0.19
Cultivo + Pasto Natural (H+Pn)	1.83	1.07
Pasto Natural+ Tacotal (Pn+Tc)	1.18	0.69
Tacotal	1.20	0.70
TOTAL	171.72	100.00

6.2.8. Mapa de capacidad de uso de la tierra

El sistema de clasificación de capacidad de Uso de la tierra (**USDA, 1965 Handbook 210**), cita que la clasificación es interpretativa basada en los efectos de combinación de las características física-químicas de los suelos; de las cuales se originan limitaciones y restricciones de uso que afectan la capacidad de producción y de los requerimientos de manejo del suelo. Para esto se determinaron ocho clases de capacidad de uso determinada por números romanos.

La capacidad de Uso de los suelos se define según las limitaciones edafoclimáticas que presenten, las cuales indican su vocación a determinados Usos de cada grupo taxonómico de suelo. Para establecer las categorías se consideran cuatro factores básicos: Suelo, Ecología, Topografía y drenabilidad que son características determinantes en el establecimiento del Uso apropiado de los suelos.

En la Subcuenca se determinaron seis clases de capacidad de acuerdo a las limitaciones que se describen (**ver cuadro No.13 y Mapa de clases de capacidad de Uso**).

- **Clase III:** Estos suelos tienen más restricciones de Uso, presentan severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación.

Esta clase puede ser utilizada para cultivos agronómicos, lotes de árboles, pastoreo extensivo y protección de la vida silvestre.

Entre las limitaciones más importante que presenta esta clase de capacidad figuran:

- Pendiente moderada (4 – 8 %).
- Susceptibilidad moderada a la erosión por el agua.
- Muy baja fertilidad.

Los suelos del **orden Alfisols (mollic Hapludalfs)** se ubican en ésta clase con pendientes de 4 – 8 %, ocupando un área de 0.04 Km² lo cual representa el 0.02 % del área total.

- **Clase IV:** Tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de plantas y requieren un laboreo muy cuidadoso ; las restricciones en el uso clase son mayores que para los suelos de la clase III, lo mismo que para la elección de plantas que puedan ser cultivadas.

Entre las limitaciones más importantes que presentan estos suelos se destacan los siguientes:

- Pendientes pronunciadas (8 –15 %).
- Susceptibilidad a la erosión por el agua y el viento moderada.
- Severos efectos de la erosión del pasado.
- Suelos superficiales.
- Baja capacidad de retención de retención de humedad

Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, bosques y protección de la vida silvestre. Presentan pendientes inclinadas, pertenecen a esta clase los suelos del **orden Entisols (Lithic Ustorthents)** con pendientes de 0 – 4 %, y suelos del orden **Alfisols (Mollic Hapludalfs)** con pendientes de 4 – 8 %; los suelos del orden **Inceptisols (Fluventic Eutrochrepts)**,

(Typic Eutrochrepts), con pendientes de 0 – 8 %, ésta clase de capacidad de uso ocupa un área de 3.81Km,² para un 2.22 % del área total de la subcuenca.

- **Clase V:** No tienen problemas de erosión y si lo tienen es muy pequeño, presentan limitaciones que restringen su Uso para pasto, árboles o protección de la vida silvestre, se caracterizan por poseer las siguientes características:

- Pendientes suaves pero tendientes a inundarse en estación lluviosa.
- Presencia de piedras en la superficie.

Aquí se encuentran suelos del **orden Entisols (Vertic Ustorthents)** con pendientes de 0-8 %, suelos de orden **Vertisols (Entic Hapluderts)** con pendientes de 8 – 15 %, y **(Typic Hapluderts)**, con pendientes de 0 – 15 %.

Esta clase de capacidad ocupa un área de 3.24 Km² para un porcentaje de 1.89 respecto al área total de la subcuenca.

- **Clase VI:** Presentan limitaciones severas lo cual los hace inadecuados para cultivos agronómicos y limitan su Uso para pasto, árboles y protección de la vida silvestre.

Estos presentan las siguientes características importantes que los ubican dentro de ésta clase de capacidad:

- Pendientes pronunciadas.
- Susceptibles a la erosión.

En la subcuenca se ubican dentro de ésta clase a los suelos del orden; Entisols (Lytic Ustorthents) con pendiente de 4 – 8 %, orden Inceptisols (FluventicEutrochrepts, Typic Eutrochrepst) con pendientes de 8 –1 5 %.

Orden alfisols (mollic hapludalfs) 8 – 3%, orden Vertisols (Entic Hapluderts) con pendientes de 30 – 45 %, (Typic Hapluderts) pendientes de 15 – 30 %. Esta clase de capacidad ocupa un área de 11.64 Km² para un porcentaje de 6.78 del área total de la subcuenca.

- **Clase VII:** Son inadecuados para cultivos y se restringe su Uso para pastoreo intensivo, árboles, protección de la vida silvestre.

Presentan las siguientes características importantes:

- Pendientes bien pronunciadas.
- Erosión.
- Suelos superficiales.
- Presencia de piedras.

Estos suelos abarcan un área de 1.47Km² para un 0.86 % del área total.

- **Clase VIII:** Tiene limitaciones que indican que su Uso es para cultivos comerciales, recreación, protección de la vida silvestre, abastecimientos de agua y propósitos estéticos, entre las limitaciones más importante están:

- Clima severo.
- Suelos mal drenados.
- Abundantes piedras.
- Baja capacidad de retención de humedad.

En esta clase se ubican los ordenes:

Entisols (Evue, Eluo) con pendientes que varían de 8 > 45 %, Inceptisols (Ifeo, Iteo) con pendientes de 15 > 45 %, Alfisols (Amhu) con pendientes de 30 > 45 %, Vertisols (Veh, Vth) con pendientes 45 %.

Los suelos del Orden Entisols ocupan un área de 151.52 Km² para un 88.23% del área total de la subcuenca.

Tabla No.14. Distribución de clases de capacidad de Uso de la tierra en la Subcuenca del Río Calico San Dionisio, Matagalpa.

CLASES DE CAPACIDAD	ÁREA	
	Km ²	%
Clase III	0.04	0.02
Clase IV	3.81	2.22
Clase V	3.24	1.89
Clase VI	11.64	6.78
Clase VII	1.47	0.86
Clase VIII	151.52	88.23
TOTAL	171.72	100.00

6.2.9. Confrontación del Uso de la tierra.

Para la obtención de la confrontación de uso, se sobrepuso el mapa de capacidad de Uso con el mapa de uso Actual de la tierra por medio de lo cual se identificó en conformidad con la aptitud del suelo, las áreas Sobre utilizadas, es decir que el uso Actual está por encima de la capacidad de Uso, las áreas Bien utilizadas son las que están siendo usadas a capacidad, y las Sub utilizadas por debajo de la capacidad del suelo.

Sobre utilizadas: Debido al uso inadecuado son áreas que están degradadas, suelos descubiertos que facilitan el arrastre de las partículas de suelo fértil, generalmente ocasionada por la erosión hídrica, estas ocupan un área de 151.75 Km² para un 88.37 % del área total.

Sub utilizadas: Son aquellas tierras que están siendo utilizadas por debajo de su capacidad productiva, por ejemplo, suelos de vocación agrícolas destinados para pastos, éstas ocupan un área de 9.18 Km² para un 5.35 % del área total.

Bien utilizadas: Estas tierras están siendo bien utilizadas de acuerdo a su aptitud esta ocupa un área de 10.79 Km² para un 6.28 % del área total.

Tabla No.15 Areas que ocupan los estado de Uso de la capacidad de los suelos en la Subcuenca del Río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

ESTADO	Área (Km²)	Área (%)
Bien Utilizada (BU)	10.79	6.28
Sub Utilizadas (Sub)	9.18	5.35
Sobre Utilizadas (so)	151.75	88.37
TOTAL	171.72	100.00

6.2.10. Uso propuesto de la Tierra.

Los suelos sobre los cuales descansa la producción agropecuaria del municipio de San Dionisio, son suelos jóvenes (Entisols) de muy baja fertilidad por ser suelos superficiales. Dichos suelos ocupan un 86.50 % del área total, y suelos de fertilidad media que se localizan en áreas destinadas a la producción cafetalera (Alfisols) ocupan un área de 4.25 % con respecto al área total. El mayor porcentaje del suelo presente en la subcuenca es del orden Entisols, estos suelos son frágiles y susceptibles a procesos de degradación y requieren de prácticas de recuperación y manejo adecuado.

La propuesta de uso para ésta subcuenca está basada en la implementación de Sistemas Agrosilvopastoriles y Zonas de Protección de la Vida Silvestre, cuya principal función es recuperar los sistemas degradados y el aprovechamiento de la tierra tomando en cuenta la capacidad de uso del suelo, condiciones climáticas y especies de plantas adaptables a esas condiciones. Para la elaboración de la Propuesta de uso se tomaron en consideración los diferentes sistemas fisiográficos presentes y las condiciones climáticas prevalecientes en la subcuenca como parámetros. **(ver Mapa de Uso Propuesto).**

6.2.11. Especies de plantas adaptables a las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio

Las especies de plantas adaptables a altitudes de 400 – 1500 msnm y zonas de vida de bosque seco subtropical de transición a más seco, y de bosque seco subtropical a bosque seco tropical transición a más húmedo. Con temperaturas medias anuales que oscilan entre 22.5 a 25 °C y precipitación media anual de 800 a 1600 mm; son los siguientes:

- **Cultivos Anuales:** Sorgo (*Sorghus bicolor*), Maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolm vulgaris*), Hortaliza; tales como, Tomate (*Lycopersicon esculentun*), Melón (*Cucumis melo*), etc.
- **Cultivos semiperennes:** Granadilla (*Passiflora edulis*), Helequeme (*Erytrina berteroana*), Melocotón, higuera arbustiva, Chayote, yuca.
- **Cultivos perennes:** Guayabo (*Terminalia oblonga*), Mango (*Mangifera indica*), Tamarindo (*Tamarindus indica*), Jícara (*Crescentia alata*) y Cítricos.
- **Pastos:** Jaragua (*Hiparenea rufa*), Taiwan (*Panicum maximum*) Estrella (*Cynodon sp*), Gamba (*Andropogon gayanus*),
- **Forraje no gramíneas:** Jícara (*Crescentia alata*), Genízaro (*Pithecellobium saman*), Tamarindo (*Tamarindun indica*), Guayaba (*Terminali oblonga*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Leucaena (*Leucaena Teucocephala*), Madero negro (*Gliricidia sepium*), etc.
- **Forestal para leña:** Gavilán (*Albizia guachepele*), Melero (*Thouinydium decandrum*), Cachito (*Stenmadenia obovata*), Chaperno (*Lonchocarpus acuminatus*), Quebracho (*Lysiloma divaricate*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Neem (*Azadirachta indica*), Ojoche (*Brosimum alicastrum*), Chaperno (*Lonchocarpus acuminato*), Guanacaste (*Enterobium cyclocarpum*).
- **Forestales maderables:** Pochote (*Bombacopsis quinatum*), Laurel (*Cordia alliodora*), Cedro (*cederella odorata*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Caoba, (Salas, 1993).

VII. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES PLANTEADOS EN LA PROPUESTA USO.

Los Sistemas Agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en la agricultura, en los cuales especies leñosas son utilizadas en asociación con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno de manera simultánea o en secuencia temporal.

Los objetivos de establecer estos sistemas agroforestales son los siguientes:

- Aumentar la productividad vegetal (agrícola y forestal) y animal con el mínimo deterioro ambiental.
- Asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra.
- Diversificar la producción de alimentos.
- Producir leña, madera o diversos productos que sirvan para la subsistencia del productor, el uso industrial o la exportación.
- Disminuir los riesgos en la producción del agricultor.
- Mitigar los efectos perjudiciales del viento, el sol y la lluvia sobre los suelos.
- Minimizar la escorrentía y la pérdida de suelo.
- Combinar lo mejor del conocimiento tradicional con los conocimientos científicos.

7.1. Sistemas agrosilvopastoriles propuestos según la pendiente y el uso actual.

Basados en las condiciones edafoclimáticas determinadas en la subcuenca, se recomienda la siguiente propuesta de uso de la tierra que a continuación se describe:

- **A 2:** Corresponde a la asociación de cultivos anuales, eliminando la implementación del monocultivo priorizando las zonas más bajas o implementando obras de conservación de suelos para las áreas donde se presenten limitaciones.
- **AF3:** Sistemas de cultivos perennes y especies forestales en sistemas de laderas con pendientes escarpadas.
- **GF1:** Sistemas silvopastoriles de forrajes de gramíneas, arbustos de leguminosas y especies de árboles para forrajes, leña, aserrar, adaptables a suelos de textura arcillosa poco profundos, de mediana fertilidad y pendientes de (0- 30 %).
- **GF₂** : Sistemas silvopastoriles de especies forrajeras leguminosas y árboles para aserrar y para leña, adaptables a suelos de fertilidad natural media, en pendientes de 15 – 45 % aproximadamente.
- **AGF₁** : Este sistema consiste en la combinación de los sistemas agroforestales y silvopastoril, aquí se combinan especies de gramíneas, leguminosas arbustivas, cultivo anuales y especies de árboles para leña y aserrar.

•**PVS** : Bosque de protección, bosque de regeneración o áreas de reforestación, destinado a la protección de cuencas o del refugio de la vida silvestre, reserva biológica, parque nacional, ecoturismo o investigación, con especies de plantas adaptables a condiciones de suelos de baja fertilidad con pendientes desde 2 hasta mayores de 45 %.

En las áreas ocupadas por pasto natural y con pendientes de 0 – 30 %, establecer gramíneas forrajeras tales como: Estrella (***Cynodon sp***), Jaragua (***Hyparrhena rufa***), Gamba (***Andropogon gayanus***) y Taiwan (***Panicum maximum***). En este caso se recomienda el sistema GF₁; aquí se pueden implementar prácticas de conservación como barreras vivas sembradas en fajas y siguiendo las curvas a nivel.

Para obtener buenos resultados se recomienda que en el primer año se comience con una barrera viva de alguna especie de crecimiento rápido (***Pasto Taiwan***), se puede sembrar en esta barrera una hilera de árboles que pueden ser leguminosas de usos múltiples, como Leucaena (***Leucaena Teucocephala***), Madero Negro (***Gliricidia sepium***), además se pueden combinar otras especies de pastos mejorados; Estrella (***Cynodon sp***), Gamba (***Andropogon gayanus***).

Para el establecimiento del pasto Taiwan (***Panicum maximum***) se realizan surcos poco profundos siguiendo las curvas a nivel, se deben abrir franjas de 20 cm de ancho, y de 10-15 cm de profundidad.

Se pueden establecer hileras intercaladas con las especies; Taiwan, Madero Negro (***Gliricidia sepium***), Leucaena (***Leucaena teucocephala***) y las fajas comprendidas entre las hileras pueden ser ocupadas por cultivos de pastos, Estrella (***Cynodon sp***) y Gamba (***Andropogon gayanus***) también de manera intercalad.

Estas prácticas se pueden combinar con obras de conservación complementarias tales como: barreras muertas cuya separación de éstas con las hileras no deben exceder de un metro de distancia.

En áreas ocupadas por pasto natural pero con pendientes mayores de 30% se recomienda el sistema GF₂, combinando árboles maderables (Pochote, Guayacan, Cedro y Laurel); con especies de árboles para bosques energéticos para la obtención de leña tales como; Jicaro (***Crescentia alata***), Leucaena, Madero Negro, Neem, Gandul y Guayabo. En este sistema silvopastoril se pueden realizar obras de conservación de suelos; por ejemplo (barreras vivas en fajas siguiendo las curvas a nivel, barreras muertas y cortinas rompevientos).

En las partes altas de mayor pendiente se recomienda establecer hileras de árboles en contorno variando la distancia entre estos según las especies de árboles utilizados.

Las cortinas rompevientos deben estar conformadas por más de una hilera de árboles en un arreglo en que además de la hilera de árboles altos y frondosos tiene que existir por lo menos otra hilera de arbustos que impidan el paso de el viento por entre los troncos de los árboles altos; en este caso se pueden combinar como árboles de porte alto el Eucalipto con una hilera de Leucaena (***Leucaena teuoccephala***),

Sardinillo (***Tecoma stans***).

Se pueden establecer tres hileras centrales de Eucalipto y dos hileras laterales que pueden ser de Leucaena, Sardinillo o Acacia amarilla (***Acacia auriculiformis***); estas deben plantarse a tres bolillos a una distancia de 2 –2.5 m entre planta, seguida de la implementación de las cortinas rompevientos se pueden utilizar barreras vivas en fajas siguiendo las curvas a nivel.

Se pueden establecer hileras intercaladas con especies de Madero negro, Jícara sabanero y Leucaena. Se puede establecer hileras de cortinas rompeviento con frutales; una combinación puede ser cuatro hileras laterales de Leucaena, una hilera central de mango criollo; en la hilera de mango se deben colocar a una distancia de 6m. entre plantas y en la hilera de especies para leña el espaciamiento entre plantas debe ser de 2-2.5 m, utilizando el método de siembra a tres bolillos.

En áreas destinadas por el agricultor para el establecimiento de cultivos anuales en pendientes que no presentan problemas de erosión, se recomienda utilizar el sistema **A₂** realizando prácticas de conservación de suelos; como cultivos en callejones, de la siguiente manera: se pueden establecer arbustos (Leucaena, Madero negro y Neem) orientando los árboles de Este a Oeste para disminuir el efecto de sombra en los cultivos establecidos en los callejones.

Los árboles se deben sembrar a doble hilera dejando un callejón de 4-5 m para el establecimiento de los cultivos; además se puede establecer una hilera simple de árboles y dejar callejones más angostos de 2-3 m.

Los árboles deben establecerse directamente a tres bolillos dejando entre ellos una distancia de 0.5 m los cultivos agrícolas deben establecerse entre las hileras de los árboles a una distancia mínima de 0.5 m.

En terrenos con pendientes de moderadas a fuertes se recomienda la utilización de prácticas de conservación de suelos que ayuden a controlar la erosión. se pueden establecer barreras vivas conocidas también como fajas antierosivas, se puede trabajar con surcos en contorno; utilizando especies como Piña, Gandul, Taiwan, Leucaena, Madero negro y frutales; éstas especies se pueden combinar con cultivos anuales (Granos básicos) sembrados en fajas.

Se recomienda el empleo de hileras combinadas de Gandul con cultivos anuales ya sean

(p.e. sorgo, millon, maíz y frijoles).

Tabla No. 16. Distancia de siembra del gandul según el porcentaje de pendiente

Distancia (M)	(%)
20	5
15	10
10	15
9	20
8	25
6.5	30
6	35
6	>40

(Morales, 1996)

El espaciamiento entre los cultivos anuales van a depender de acuerdo al tipo de cultivo. La implementación de barreras vivas puede estar acompañada de otras obras como barreras muertas; en este caso se utilizan árboles frutales con barreras vivas se deben utilizar terrazas individuales con el propósito de reducir la erosión hidrica.

En las áreas ocupadas por café con sombra se recomienda utilizar el sistema AF₃ estableciendo árboles fijadores de nitrógeno (p.e. Leucaena, Guaba, Helequeme); los que deben podarse periódicamente y combinarse con árboles maderables de porte alto para sombra, del material obtenido de las podas el follaje se debe utilizar como mantillo del suelo y las ramas para leña. Cada dos años se deben podar los árboles fijadores de nitrógeno a una altura de 1.5 m de tal manera que coincida con el período de poda de los cafetos.

Al implementar estas prácticas se formaran diferentes capas o estratos desde arriba hacia abajo, aumentandose de esa manera la densidad cerca del suelo parecido a la situación que se presenta en bosques naturales y de esta manera el suelo estará protegido y cubierto de hojarasca; lograndose una producción segura y sin deterioro del mismo.

En el caso de tener parcelas grandes se deben escoger 2 ó 3 tipos de árboles y plantarlos para sombra e hileras de árboles para abono. En parcelas de tamaño mediano se deben plantar hileras mezcladas de árboles para sombra y para abono respectivamente.

Si las parcelas son pequeñas y cuyo rubro principal es el cultivo perenne, se puede sembrar árboles frutales para contribuir al mejoramiento alimenticio de la familia rural. Para realizar esto se puede cultivar árboles altos que den media sombra (p.e. Cedro y Laurel), los que pueden ser aserrado para la obtención de madera, y árboles frutales (p.e. Aguacate, Mango, marañón, Nancite, etc). Así mismo sembar árboles más bajos para la obtención de leña, abono y forraje (Helequeme, Madero negro y Leucaena); estos se deben podar periódicamente dos veces al año según su crecimiento y los productos que se desean obtener.

Dado las condiciones edáfoclimaticas que presenta el área de estudio se pueden establecer cítricos, papaya, banano, según la preferencia del productor.

En el siguiente cuadro se presentan las áreas que ocuparían cada uno de los diferentes sistemas agrosilvopastoriles propuestos.

Tabla No.17. Areas que ocupan los sistemas de la propuesta de uso de la Tierra para la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

USO PROPUESTO	AREA (Km²)	AREA (%)
A ₂	0.44	0.26
AF ₃	24.00	13.98
GF ₁	68.44	39.85
GF ₂	62.28	36.27
AGF ₁	0.97	0.56
PVS	15.26	8.89
TOTAL	171.72	100.00

VIII.- Conclusiones:

- La subcuenca del río Calico presenta un relieve variado con pendientes que van de 0 hasta mayores de 45 % en las partes más altas. Las pendientes predominantes corresponden a los rangos comprendidos de 15 a 30 % (E) con 34.56 % y de 30 a 45 % (F) 25.97 %, y mayores de 45 % (G) con 23.69 % del área.
- Los suelos encontrados fueron clasificados de acuerdo a sus características y propiedades en los siguientes órdenes: Entisols (86.50 %), Inceptisols (5.39%), Alfisols (4.25 %) , Vertisols (3.86 %).
- El uso actual corresponde a asociaciones de pasto + cultivo (43.82 %), pasto natural + tacotal (3.79 %), tacotal (0.70 %), café con sombra (13.98 %), cultivo (0.30 %), bosque de galería y bosque ralo (8.09 %) y (0.10 %) respectivamente. Dichos usos están sobre suelos superficiales lo que aceleran los procesos de degradación de los recursos edáficos cuyo efecto repercute negativamente en los recursos hídricos.
- A través de la realización de los mapas de Uso Actual y de Capacidad de Uso de la Tierra, fue posible conocer la forma de como están siendo utilizados los suelos, determinándose que dichos recursos están siendo explotados por encima de su capacidad de uso en un (88.37 %) del área total de la subcuenca.
- Los suelos varían por su capacidad de uso desde la Clase III a la Clase IV con pocas restricciones para la agricultura, y desde la Clase VI a la Clase VIII presentando severas limitaciones para la explotación agrícola; ubicándose en pendientes que van de 8 % hasta mayores de 45 %, principalmente en cumbres y laderas.

- Se encontró que la clase de capacidad predominante es la Clase VIII con un (88.23 %) del área total, seguidas de las clases VI, IV, V, VII, III con 6.78 %, 2.22 %, 1.89 %, 0.86 %, 0.02 % respectivamente. Las clases VI y VIII presentan suelos con muchas limitaciones para la agricultura, pero adecuados para Uso Forestal y Protección de la Vida Silvestre.
- De acuerdo a la Caracterización de los recursos edáficos realizada en la subcuenca se puede afirmar que más del 80 % del área es de vocación forestal según la capacidad de uso de la Tierra; sin embargo, se determinó que dichos recursos están siendo Sobre Utilizados en un (88.37 %) del área total de la subcuenca.
- Para cada mapa se definieron los procedimientos en SIG con su correspondiente base de datos los cuales pueden ser utilizados para la realización de estudios posteriores.

IX.- RECOMENDACIONES

- Elaborar planes de reforestación con especies nativas priorizando las áreas más afectadas, estableciendo bosques energéticos y de protección, tanto dentro como fuera de la subcuenca, así como a lo largo del cauce principal del río.
- Diseñar una planificación del uso y manejo integral de la producción agropecuaria y forestal de la subcuenca, tomando en cuenta la propuesta de uso elaborada con el fin de hacer un aprovechamiento y explotación racional de los recursos naturales con que cuenta el área de estudio.
- Establecer sistemas agroforestales y silvopastoriles para obtener una buena diversificación de la agricultura y con esto contribuir a la recuperación de los suelos degradados y áreas deforestadas.
- Tomar medidas que contribuyan a la conservación de la subcuenca, realizando esfuerzos coordinados con diferentes proyectos, instituciones, organismos y asociaciones que trabajan en el área, en conjunto con el gobierno local y líderes comunales.
- Capacitar a las comunidades que conforman la subcuenca, para el establecimiento de diferentes obras de conservación de suelos y aguas, para reducir la degradación de éstos recursos, especialmente los daños causados por erosión hídrica y deforestación. Formular proyectos de obras estructurales como la construcción de diques de contención; en dichas actividades deben participar activamente las comunidades, gobierno local, instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

- Poner en práctica pequeños proyectos que contribuyan a la implementación y/o diversificación de los cultivos, como por ejemplo la realización de huertos familiares y de producción de cultivos no tradicionales, que ayuden a mejorar la alimentación de las familias que habitan en la subcuenca, así como a la comercialización local de los mismos.

X. Referencias Bibliográficas.

Aparicio, R. 1993. **Fundamentos de Hidrología de Superficie.** 1^{ra} ed. Mexico. Pag, 248.

Barreto, C. G 1996. **Estudio de reconocimiento y caracterización de los recursos Hídricos, Edáficos y Forestales del municipio de El Sauce, León Nicaragua.** Trabajo de diploma. UNA. Managua Nicaragua. Pág,100.

Bermejo C. S 1998. **Caracterización de los Recursos Hídricos y Edáficos de la Cuenca del Río Acayo, Santa Teresa, Carazo Nicaragua.** Trabajo de diploma. UNA Managua, Nicaragua. Pág,110.

Budowsky, G. 1985. **Los problemas de la conservación en el tercer mundo.** San José Costa Rica. Pág, 80

Buol S. W., Hole. F.D, Mckraken R.J. 1983. **Génesis y Clasificación de suelos.** Mexico, D.F. Pág, 320.

Bosque S. J. 1992. **Sistema de información Geográfica.** 1ed. España. Pág, 450.

Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua, 1971. **Levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua.** parte No. 2 descripción de suelos.

Castillo, R. M. 1988. **Formulación de acciones y estrategias para la coordinación interinstitucional en el manejo de cuencas hidrográficas de Nicaragua.** Turrialba, Costa Rica. Pág 280.

CIERA, M .1980. **Diagnóstico socioeconómico del sector agropecuario.** Nicaragua. Pág,120.

CIAT- Laderas, 1997. **Informes de avances del proyecto. Matagalpa, Nicaragua.** Pág, 120.

FAO. 1976. **Esquema para la evaluación de tierras.** Boletín de suelos de la FAO NO. 32. Roma , Italia. Pág, 297.

FAO, 1977. **Guía para la descripción de perfiles.** 2^{da} ed. Roma, Italia. Pág, 70.

FAO,1996. **Planificación y Manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semi áridas de América Latina.** 1^{ra} ed. Santiago de Chile. Pág, 230.

Faustino, J . 1996. **Gestión ambiental para el manejo de cuencas municipales.** CATIE. Turrialba. Costa Rica. Pág,137.

- Forero M. C. 1987. **Metodología para el levantamiento edafológico**. CIAF. Bogotá, Colombia. Pág, 98.
- Guzman, M. 1995. **Fertilizantes para horticultura**. 1^{ra} ed. México. Pag, 240.
- Holdridge L.R. 1987. **Ecología basada en zonas de vida**. Instituto interamericano de ciencia agrícolas. IICA. Costa Rica. Pág, 210.
- INETER. Instituto Nicaraguense de estudios territoriales,. **Fotografías aéreas (21)** Escala 1:25,000 Año 1987.
- INIFOM. Instituto Nicaguense de Fomento Municipal. 1992. **Diagnóstico anual de población**. Pág, 80.
- Klingebiel , A. y Montgomery , P. 1995. **Clasificación por capacidad de uso de las tierras**. 3^{ra} ed. AID. F. J. Mexico. Pág, 32.
- MAS. Ministerio de Acción Social. 1997. **Encuesta a Municipios/ Comunidades, Socioeconómicos disponibles**. Nicaragua. Pág., 90.
- Morales, J. 1996. **Manual de Conservación de suelos y aguas**. Tomo No.3. Managua, Nicaragua. Pág, 280.
- Munsell Soil Charts. Sf. Maryland, EU. **Munsell Color**, co.s.p.
- Ortiz C. y Cuánalo H. 1984. **Metodología del levantamiento Fisiográfico**.. Colegio de postgraduados. 2^{da} ed, Chapingo, México. Pág, 126.
- Ramakrishna, B. 1977. **Estrategias de extención para el manejo integrado de cuencas hidrográficas; conceptos y experiencias**. 1^{ra} ed . IICA. San José Costa Rica. Pág.124.
- Richters, E . J. 1995. **Manejo del uso de la tierra en América Central**. IICA. San José; Costa Rica. Pág, 440.
- Rodriguez, M, 1989. **Desarrollo curricular en ingeniería agronómica en suelos y aguas**. Managua, Nicaragua. Pág., 37.
- Salas, J. 1993. **Arboles de Nicaragua**. MARENA. Instituto nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua Nicaragua. Pág., 160.

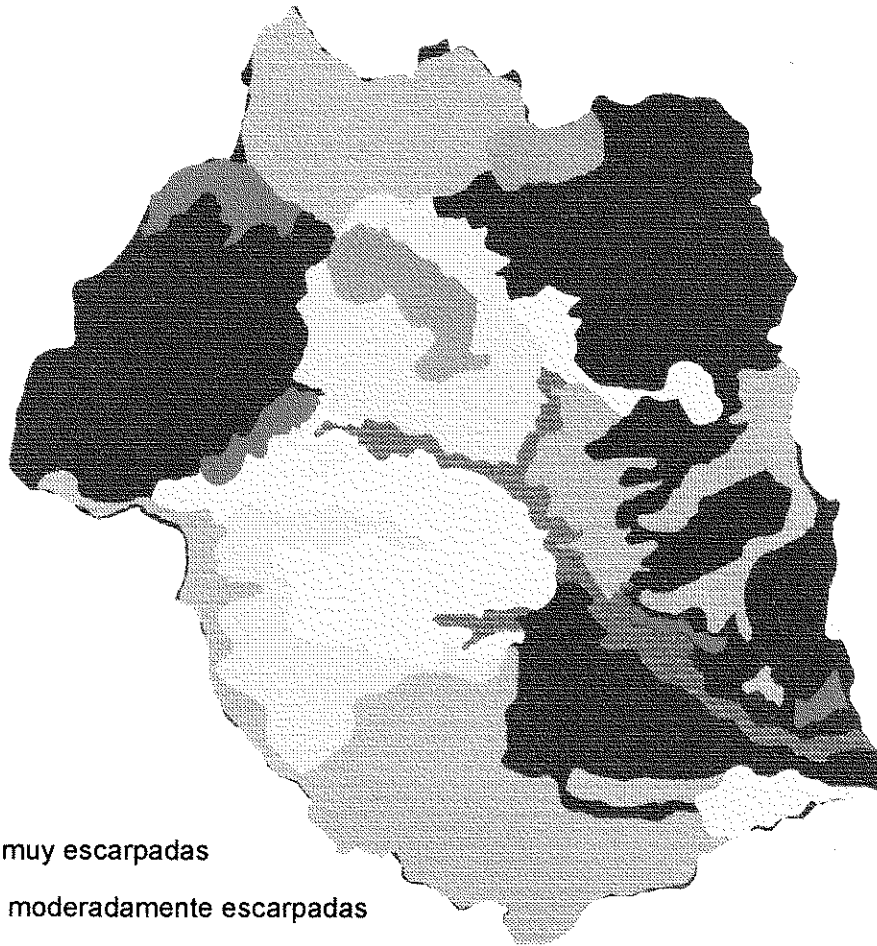
Salas, G. 1987. **Suelos y Ecosistemas Forestales, con énfasis en América tropical**. IICA. San José, Costa Rica. Pág,180.



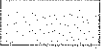
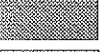

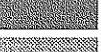
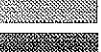


Soil Survey Staff. 1995. **Keys to Soil Taxonomy**, traducido al español. Colegio de Postgraduados, Mexico.

UNCED. 1992. Informe de Nicaragua presentado en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Pág.,120.


USDA, 1965. Clasificación por capacidad de uso de la tierra., 1^{ra} ed. Roma, Italia. Pág., 84.

Mapa de Unidades Fisiográficas SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



-  Laderas muy escarpadas
-  Laderas moderadamente escarpadas
-  Laderas Semi - inclinadas
-  Sistema de Serranías
-  Sistemas de Colinas
-  Sistemas de Mesas
-  Mesas disectadas
-  Terrazas fluviales
-  Terrazas coluvio aluvial

1 0 1 2 Kilómetros



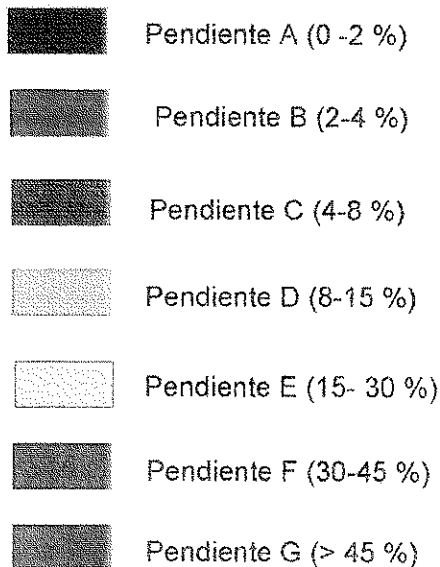
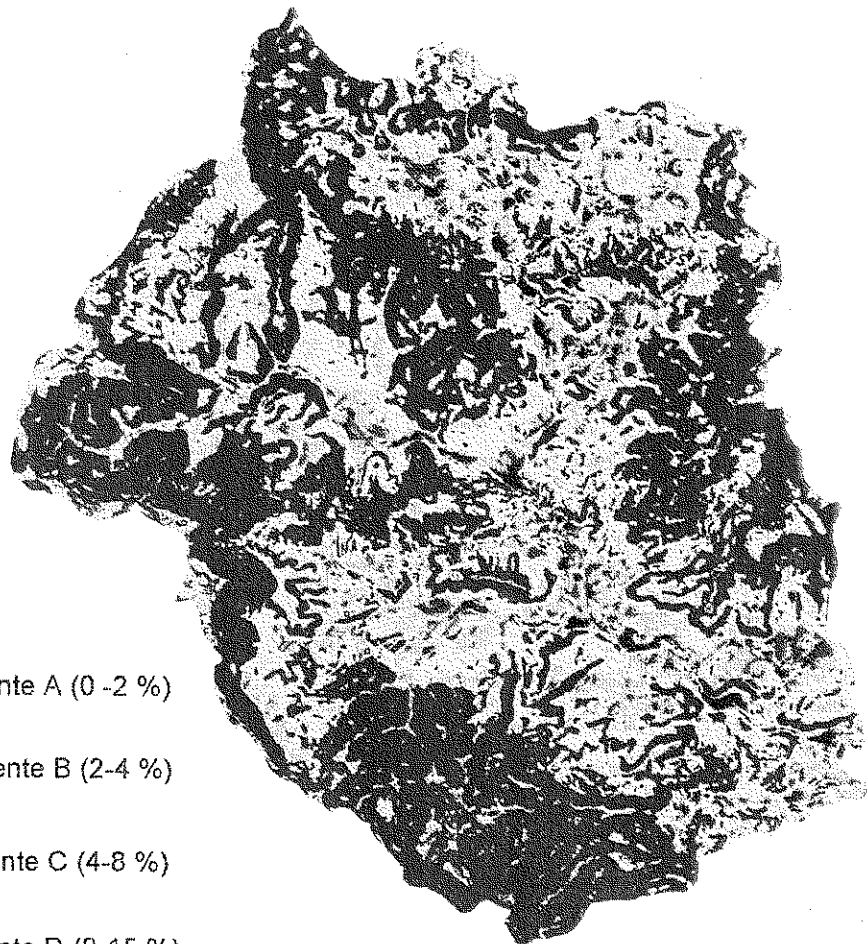
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 16 N

Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Pendientes SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



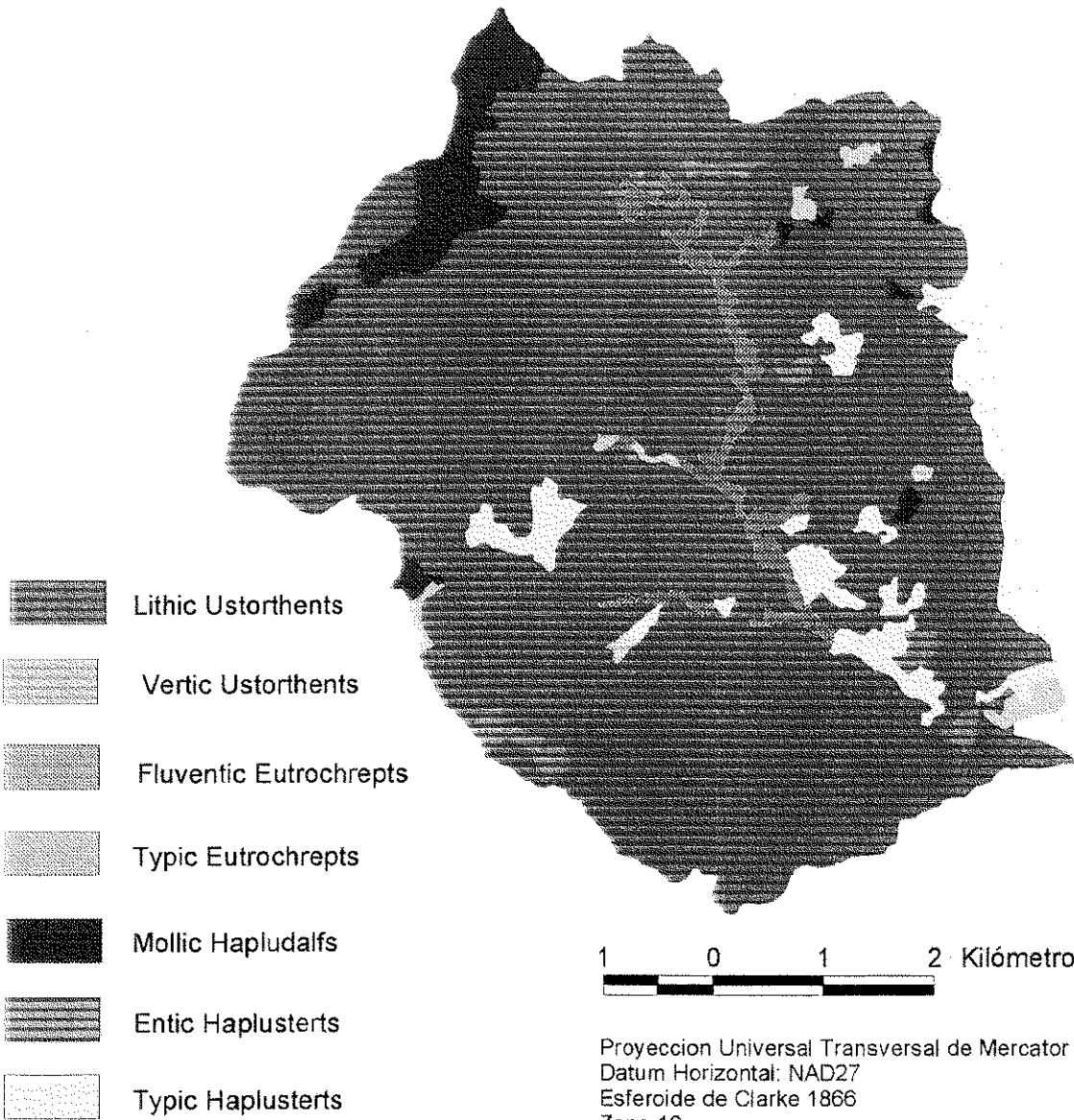
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 16 N








Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Subgrupos Taxonómicos de Suelos SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



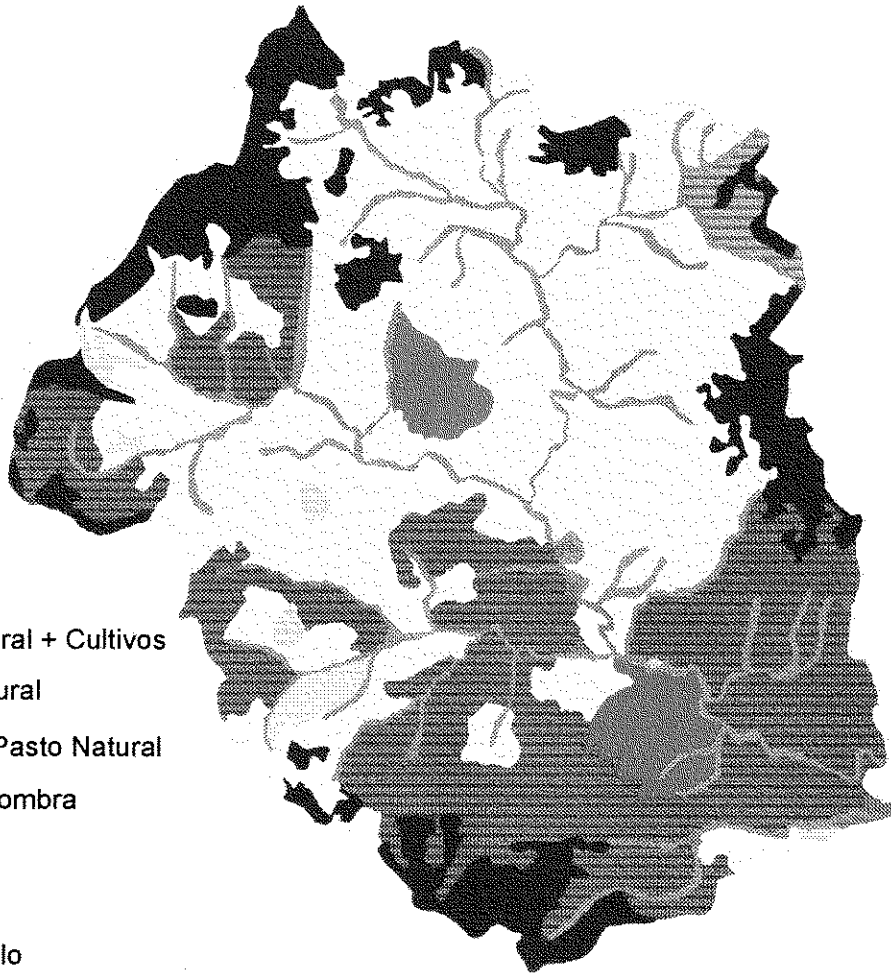
-  Lithic Ustorthents
-  Vertic Ustorthents
-  Fluventic Entrochrepts
-  Typic Entrochrepts
-  Mollic Hapludalfs
-  Entic Haplusterts
-  Typic Haplusterts

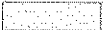




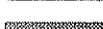





Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Uso Actual SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



-  Pasto Natural + Cultivos
-  Pasto Natural
-  Tacotal + Pasto Natural
-  Café con sombra
-  Tacotal
-  Cultivo
-  Bosque Ralo
-  Bosque de Galeria
-  Poblado
-  Cultivo + Pasto Natural
-  Pasto Natural + Tacotal

1 0 1 2 Kilómetros



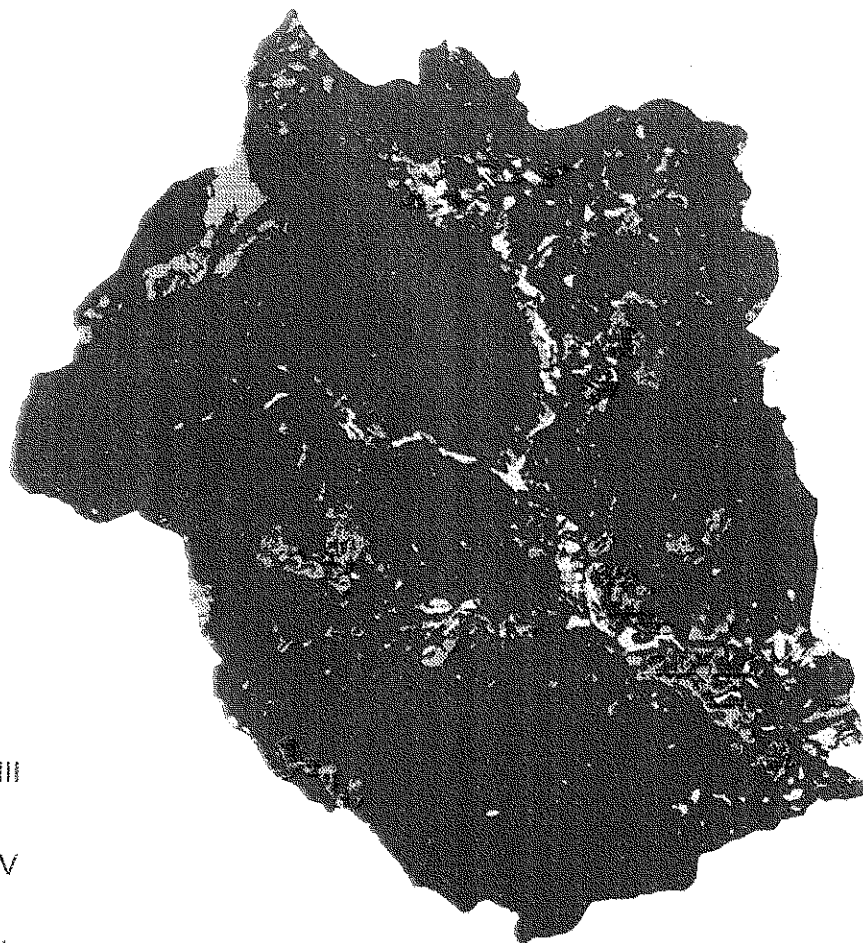
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 16 N

Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente


Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.




 Clase III

 Clase IV

 Clase V

 Clase VI

 Clase VII

 Clase VIII

1 0 1 2 Kilómetros



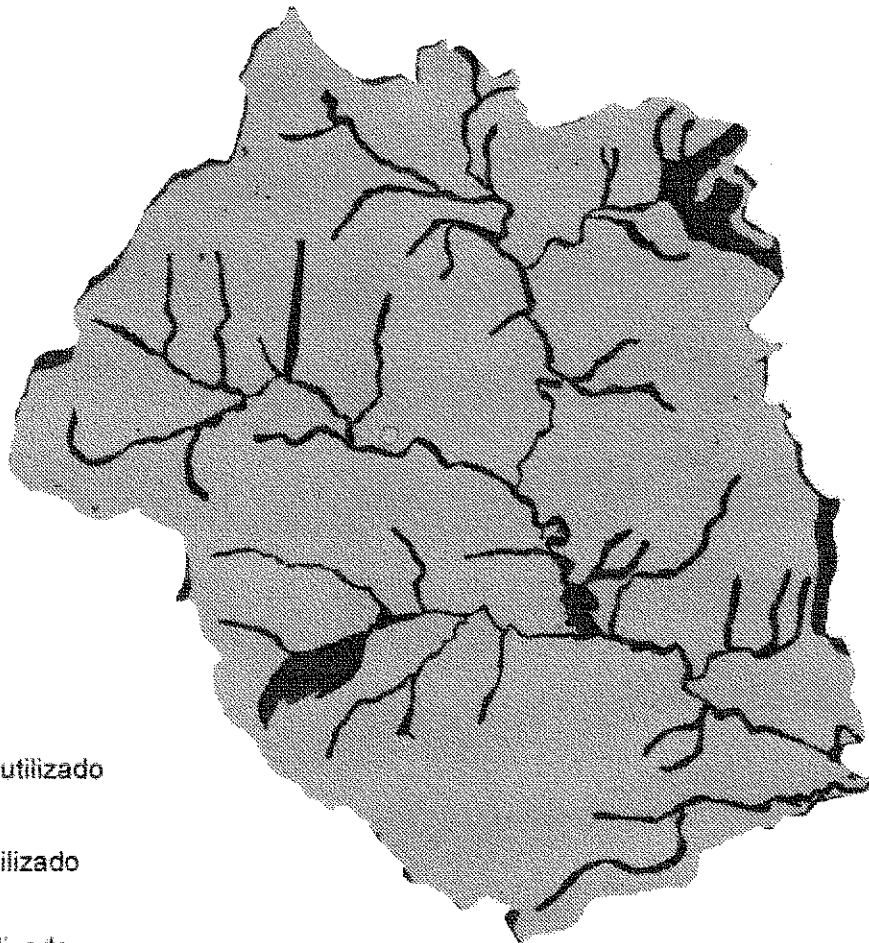
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 18 N




Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Confrontación del Uso de la Tierra SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



-  Sobre utilizado
-  Bien utilizado
-  Sub utilizado

1 0 1 2 Kilómetros



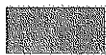
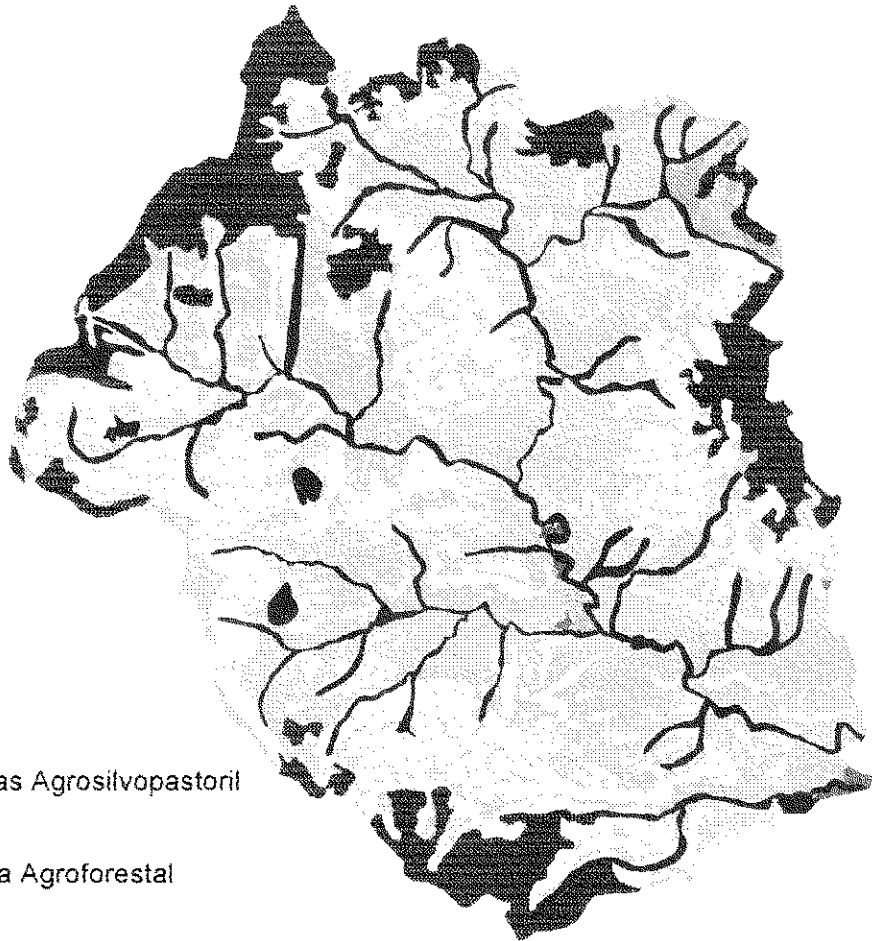
Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 16 N

Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraín Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

Mapa de Uso Propuesto de la Tierra SubCuenca de Rio Calico San Dionisio, Matagalpa.



Agrícola



Sistemas Agrosilvopastoril



Sistema Agroforestal



Ganadería con gramíneas y plantas forrajeras



Ganadería con plantas forrajeras



Protección de la Vida Silvestre



Poblado

1 0 1 2 Kilómetros

Proyección Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1866
Zona 16 N

Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:
Ing. MSc. Carlos Zelaya M.
SIGMA-FARENA

Trabajo de campo, digitalización y procesamiento:
Karla Murillo López
Donny Osorio López
Martha Orozco Izaguirre
Efraim Acuña Espinal
Carlos Zelaya Martínez

XI. ANEXO.

11.1. Mapas resultados en el estudio de caracterización de suelo en la subcuenca del río calico

11.2. Descripción de perfiles

Perfil 1

Información acerca del sitio de la muestra

Número del perfil: #1

Nombre del suelo: Los Chiles.

Clasificación a nivel de generación amplia: Mollic Haplustalfs.

Fecha de la observación: 30-6-98.

Autores: Karla Murillo López, Donny Osorio López, Martha Orozco Izaguirre, Carlos Zelaya, Hanzel A. Zúniga Osorno.

Ubicación: Comarca Los Chiles.

Altitud: 924 msnm.

Forma del terreno: Ondulado.

Pendiente donde está situado el perfil: 15%

Uso de la Tierra: Café con sombra.

Clima: Tropical de Sabana

Información general acerca del suelo.

Material originario: Brecha

Drenaje: Bien drenado

Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo

Profundidad a la capa freática: +2 m

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: No

Evidencia de erosión: No perceptible

Presencia de sales o alcalis: No

Influencia humana: Ninguna

TABLA No.18 BREVE DESCRIPCION DEL PERFIL # 1

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A	0-28	Pardo Oscuro (7.5 YR 2/2) Munsell Soil Charts. en húmedo, franco arcilloso, estructura moderada, granular, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, con muchos poros finos y medianos, continuos, caóticos, abundantes raíces finas, medianas y gruesas, límite neto y plano.
Bt ₁	28-51	Pardo amarillento cenizo (10YR 4/3) en húmedo, arcillosa, estructura moderada en bloques subangulares, adherente, plástico, friable, con muchos poros finos, medianos, continuo y caóticos, abundantes raíces finas, medianas y gruesas, límite gradual y plano.
Btg ₁	51-82	Pardo (10 YR 4/4) en húmedo, arcilloso, estructura moderada en bloques angulares, mediana, adherente, plástico, muy friable, poros frecuentes, finos, discontinuo, límite gradual y plano.
Bc	82- 109	Pardo amarillento grisáceo (10YR 5/2) en húmedo, arcillo arenosa, estructura fuerte, en bloques subangulares, mediana, ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme, pocos poros finos, discontinuo, pocas raíces finas, límite neto y plano.
C	+109	Pardo amarillento claro (10 YR 6/8) textura, arcillo arenosa fina, débil, en bloques subangulares, mediana, plástico, firme.

Perfil 2

Información acerca del sitio de la muestra.

Número del perfil: #2

Nombre del suelo: Piedra Colorada.

Clasificación a nivel de generación amplia: Lithic Ustorthents.

Fecha de observación: 30-6-98

Autores: Karla Murillo López, Donny Osorio López, Martha Orozco, Carlos Zelaya, Hansell Zúniga.

Ubicación: Comarca Piedra Colorada

Altitud: 700 msnm

Forma del terreno: Colinado

Pendiente donde está ubicado el perfil: 24%

Uso de la tierra: Cultivos

Clima: Tropical de Sabana

Información General acerca del suelo.

Material Originario: Basalto/ Ignimbrita

Drenaje: Bien drenado

Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo todo el perfil

Profundidad a la capa freática: Mayor de 2 metros

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: Moderadamente pedregoso

Evidencia de erosión: Moderada

Presencia de alcalis: No

Influencia humana: Ninguna

TABLA No.19 BREVE DESCRIPCION DEL PERFIL # 2

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCION
A	(0-10)	Pardo oscuro (10 YR 2/3) Munsell Soil Charts. en húmedo franco arcilloso, estructura granular, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, con poros finos, medianos, continuo y vesiculares, comunes raices finas y medianas, límite neto ondulado.
C	(+10)	Roca

Perfil 3

Información Acerca del Sitio de la Muestra.

Número del perfil: # 3

Nombre del suelo: San Dionisio

Clasificación a nivel de generación amplia: Fluventic Eutrochrepts.

Fecha de la observación: 30-6-98

Autores: Karla Murillo, Donny Osorio López, Martha Orozco, Carlos Zelaya, Hansell Zúniga.

Ubicación: Poblado de San Dionisio

Altitud: 450msnm

Forma del terreno: Plano

Pendiente: 2 %

Uso de la tierra: Pasto

Clima: Tropical de Sabana

Información General acerca del suelo

Material Originario: Sedimentos del Río

Drenaje: Bien drenado

Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo en todo en su totalidad

Profundidad a la capa freática: Mayor de los 2 metros.

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: moderadamente rocosa

Evidencia de erosión: No perceptible

Presencia de sales o alcalis: No

Influencia humana: Ninguna

TABLA No. 20 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PERFIL # 3

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A	0-21	Pardo oscuro (10 YR 2/2) Munsell Soil Charts. en húmedo, franco arcilloso, estructura, granular, moderada, mediana, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, con muchos poros muy finos, finos y medianos continuos, vesiculares, simples, con nidos de insectos, pocas raices finas, medianas gruesas, limite neto y plano.
Bw ₁	21 – 43	Pardo oscuro (10 YR2/2) en húmedo, arcillo arenoso, estructura en bloque subangulares, moderada mediana, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, poros frecuentes, finos, medianos y gruesos, continuos, caóticos, simples, pocas raices finas, medianas, gruesa, limite neto y plano.
Bw ₂	43 – 70	Pardo oscuro (7.5 YR 2/2) en húmedo, arenosa, en bloques angulares, moderada, mediana, ligeramente adherente, ligeramente plástico, firme, poros frecuentes finos, medianos y gruesos, continuos, caóticos, muy pocas raices finas, medianas, gruesas, límite neto plano.
C	+70	Pardo oscuro (10 YR 2/3) en húmedo, arcillo arenosa, bloques subangulares, mediana, ligeramente adherente, ligeramente plástico, friable, frecuentes poros medianos y gruesos, caóticos, simples, muy pocas raices finas y medianas, límite neto plano.

Perfil 4

Información acerca del sitio de la muestra

Número del perfil: # 4

Nombre del suelo: Las Cuchillas

Clasificación a nivel de generación amplia: Entic Hapluderts

Fecha de la observación: 30-6-98

Autores: Karla Murillo López, Donny Osorio, Martha Orozco, Caralios Zelaya, Hansell Zúñiga

Ubicación: Comarca Las Cuchillas

Altitud: 972 msnm

Forma del terreno: Ondulado

Pendiente donde está ubicado el perfil: 7%

Uso de la Tierra: Pasto Natural

Clima: Tropical de Sabana

Información general acerca del suelo

Material originario: Brecha

Drenaje: Bien drenado

Condiciones de humedad en el perfil: Húmedo en su totalidad

Profundidad a la capa freática: Mayor de 2 m.

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos: moderadamente pedregoso

Evidencia de erosión: No perceptible

Presencia de alcalis: No

Influencia humana: Ninguna

TABLA No. 21 BREVE DESCRIPCION DEL PERFIL # 4

HORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	DESCRIPCIÓN
A	0 -15	Negro (10 YR 2/1) en húmedo, arcilloso, estructura bloques subangulares, moderada, mediana, muy adherente, muy plástico, firme, con muchos poros finos, continuos, caóticos, abundantes raíces finas, límite neto y plano.
Bw ₁	15 -34	Pardo oscuro (10 YR 3/1) en húmedo, arcillosa, estructura moderada, prismática, fina o delgada, muy adherente, muy plástico, firme, muy duro, muchos poros finos, continuos, caóticos, pocas raíces finas, límite neto y plano.
Bw ₂	34 -77	Pardo grisáceo (10 YR 4/1) en húmedo arcillosa estructura moderada, en bloques angulares, mediana, muy adherente, muy plástico, muy duro, muchos poros finos, discontinuos, caóticos, muy pocas raíces finas, límite neto y plano.
BC	+77	Pardo grisáceo (10 YR 4/1) en húmedo, arcillosa, estructura bloques angulares, moderada, fina o delgada, muy adherente, muy plástico, extremadamente firme, frecuentes poros finos, discontinuos, límite neto y plano.

11.3 Metodología utilizadas en el análisis de suelo.

Para la realización de los análisis de las muestras de suelos en el laboratorio se utilizó la metodología planteada por la internacional Soil Reference and Information Center (ISRIC), 1994.

A las muestras de suelo se les realizaron los siguientes análisis:

Textura de suelo

La textura del suelo se realizó por el método de la Pipeta de Robinson, el cual se basa en la relación existente entre la velocidad de precipitación de las partículas de suelo y su tamaño de acuerdo a la ley de Stokes. Después de un tiempo calculado, se saca con una pipeta una parte alícuota desde una profundidad definida por debajo de la superficie y se evapora a sequedad, el residuo se seca al horno y se pesa, determinándose las partículas fundamentales del suelo: arena, limo y arcilla.

pH del suelo

La determinación del pH del suelo se realizó en agua destilada con una relación sólido – líquido de 1:2.5, las muestras se agitaron durante dos horas se dejó reposar durante cinco minutos y se procedió a efectuar las lecturas en peachímetro calibrado con soluciones buffer de pH 4.7, 9.

Materia Orgánica

Para la determinación de la materia orgánica se utilizó el procedimiento de Walkley y Black. Este procedimiento involucra la combustión húmeda de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$).

Nitrógeno

Se utilizó el procedimiento Kjeldahl. La muestra es digerida en ácido sulfúrico y peróxido de hidrógeno, la solución es alcalina y se destila el amonio. El proceso determina todo el nitrógeno del suelo (incluyendo el amonio absorbido) excepto los nitratos.

Para el cálculo del 1% de nitrógeno se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%N = a - b M * 1.4 \text{ mcf.}$$

Donde: a = ml HCL requerido para la muestra titulada.

B = ml HCL requerido para el blanco titulado.

S = muestra del suelo seco al aire pesada en gramos.

M = $14 * 10^{-3} * 100$ (14 = PESO Atómico).

Mcf = factor de correlación de la humedad.

Potasio

Se determinó por solución extractora Olsen Modificado y con espectrofotómetro de absorción atómica.

Calcio

Se determinó por medio de acetato de amonio como solución extractora 1N espectrofotómetro de absorción atómica.

Magnesio

Por medio de acetato de amonio 1N como solución extractora y determinado por espectrofotómetro de absorción atómica.

11.4 Metodología utilizada para la elaboración del mapa de capacidad de uso.

Tabla No. 22 . Matriz para la elaboración del mapa de clases de capacidad de uso.

Subgrupos Tax.		Pendientes						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Elu	IV	IV	VI	VIII	VIII	VIII	VIII
2	Evu	V	V	V	VIII	VIII	VIII	VIII
3	Ife	IV	IV	IV	VI	VIII	VIII	VIII
4	Ite	IV	IV	IV	VI	VIII	VIII	VIII
5	Amh	III	III	IV	VI	VI	VIII	VIII
6	Veh	IV	IV	IV	V	V	VI	VIII
7	Vth	V	V	V	V	VI	VII	VIII
		0-2	2-4	4-8	8-15	15-30	30-45	> 45

11.5 Metodología utilizada para la elaboración del mapa de uso propuesto.

Tabla No. 24. Matriz para la elaboración del mapa de uso propuesto

	Uso actual	Clases de capacidad de uso
1	Pn+H	V
2	Pn	V
3	Tc+Pn	VI
4	Cs	VII
5	Tc	VII
6	H	IV
7	Br	VIII
8	Bg	VIII
9	Pb	VIII
10	H+Pn	IV
11	Pn+Tc	VIII

TABLA NO. 25 Parámetros para la Evaluación de la Capacidad de Uso de las Tierras

CLASE	EROSION		SUELOS					DRENAJE		CLIMA				
	PENDIENTE (%)	EROSION SUFRIDA	PROFUNDIDAD EFECTIVA	TEXTURA s2		PEDREGOSIDAD	FERTILIDAD	TOXICIDAD o SALINIDAD s6	DRENAJE	RIESGO DE INUNDACION	ZONA DE VIDA	PERIODO SECO	NEBLINA	VIENTO
				SUELO <30cm	SUBSUELO <30cm									
I	<3	Nula	<120	Media	Mod. gruesas a Mod. finas	Sin piedra	Baja	Toxic. leve Salin. leve	Bueno	Nulo	bh-P bh-T bh-MB	Moderado	Ausente	Ausente
II	<8	Nula a Leve	<90	Mod. Finas a Mod. gruesas	Finas a Mod. gruesas	Sin piedra a ligeramente pedregoso	Med. a alta	Toxic. leve Salin. leve	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a leve	Todas excepto pluviales y bnh	Cualquiera	Ausente a Moderada	Ausente a Moderado
III	<3	Nula a Leve	<90	Finas a muy finas	Finas a muy finas	Sin piedra a ligeramente Pedregosos	Alta	Toxic. leve Salin. leve	Mod. lento a lento	Nulo a Moderado	bs-T bh-T bh-T	Fuerte	Ausente	Ausente a Moderado
	<15	Nula a Moderada	<60	Finas a Mod. gruesas	Finas a Mod. gruesas	Sin piedra a Mod. Pedreg.	Med. a Alta	Toxic. Mod Salin. leve	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a Moderado	Todas excepto pluviales	Cualquiera	Ausente a Moderada	Ausente a Moderado
IV*	<30	Nula a Moderada	<60	Muy finas a Mod. gruesas	Muy finas a Mod. gruesas	Sin piedra a pedregoso	Med. a alta	Toxic. Mod. Salin. leve	Mod. lento a Mod. exces.	Nulo a Moderado	Todas excepto Páramo, bnh-M y bp-M	Cualquiera	Ausente a Moderada	Ausente a Moderado
V**	<15	Nula a Moderada	<30	Cualquiera	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Muy lento a excesivo	Nulo a severo	Todas excepto Páramo	Cualquiera	Ausente a Fuerte	Ausente a Fuerte
	<30	Nula a Moderada	<30	Mod. gruesas a finas	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Muy lento a excesivo	Nulo a severo	Todas excepto pluviales y bnh-T	Cualquiera	Ausente a Fuerte	Ausente a Fuerte
VI	<50	Nula a Severa	<60	Cualquiera	Cualquiera excepto gruesas	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Toxic. fuerte Salin. Mod.	Mod. exces. a Mod. lento	Nulo a Moderado	Todas excepto Páramo	Cualquiera	Ausente a Moderada	Ausente a Moderado
VII	<75	Nula a Severa	<30	Cualquiera	Cualquiera	Sin piedra a fuert. pedreg.	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Todas excepto Páramo	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
VIII	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Rodríguez, 1992

- * Climas pluviales no permiten cultivos anuales en esta clase.
- ** Esta clase acepta cultivos permanentes solo cuando la profundidad efectiva sea mayor de 10cm, y no se presenten problemas de viento y neblina fuertes.
- *** Textura arenosa a través de todo el perfil (ejemplo Psammints), se clasificara como clase VIII.