



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

TRABAJO DE DIPLOMA

**Caracterización y clasificación de los suelos de la microcuenca
Cuscamas, con una propuesta agroecológica del uso mayor de la
tierra, El Tuma-La Dalia, Matagalpa. 2001 – 2002.**

Autor:

Br. William Jefferson Watler Reyes.

Br. Dell Darwin Thompson Celestino.

Asesor:

Ing. Ignacio Rodríguez Ibarra.

Ing. Reinaldo Bismark Mendoza C.

Managua, Nicaragua, Diciembre, 2002.

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|----------|
| Índice de contenido | i |
| Índice de Tablas | iii |
| Índice de Figuras | iii |
| Índice de Mapas | iii |
| Índice de Fotos | iv |
| Anexos | v |
| Dedicatorias | vi |
| Agradecimiento | viii |
| Resumen | ix |
| Summary | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. OBJETIVOS | 3 |
| 1.1. Objetivo general | 3 |
| 1.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.3. Hipótesis | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. El hombre y los recursos naturales | 4 |
| 2.2. Cuencas hidrográficas | 4 |
| 2.3. Tierras de laderas | 8 |
| 2.4. Levantamientos de suelo (Edafológico) | 8 |
| 2.5. Toposecuencias o secuencias catenarias | 10 |
| 2.6. Suelo | 13 |
| 2.7. Clasificación Taxonómica de suelos (USDA) | 13 |
| 2.8. Clasificación Agrológica de suelos | 18 |

| | |
|--|------------|
| III. MATERIALES Y MÉTODO | 25 |
| 3.1. Características generales del área | 25 |
| 3.2. Método y procedimiento | 27 |
| 3.3. Procedimiento en la elaboración de los mapas básicos del estudio | 29 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES | 34 |
| 4.1. Interpretación de los procesos de formación y/o degradación de los suelos. | 34 |
| 4.1.1. Procesos de diferenciación de los horizontes en suelos maduros... | 36 |
| 4.1.2. Procesos de diferenciación de horizontes en suelo aluviales | 39 |
| 4.2. Clasificación taxonómica de los suelos de la microcuenca | 40 |
| 4.2.1. Ordenes de suelos | 40 |
| 4.2.1.1. Orden, suborden, gran grupo y subgrupo de los Molisoles.. | 40 |
| 4.2.1.2. Orden, suborden, gran grupo y subgrupo de los Alfisoles... | 42 |
| 4.3. Cartografía de los suelos y su representación | 45 |
| 4.3.1. Cartografía de los órdenes y grandes grupos de suelos | 45 |
| 4.3.2. Cartografía y representación de los subgrupos de suelos | 48 |
| 4.4. Descripción de los Conjuntos y Consociaciones de suelos..... | 52 |
| 4.5. Descripción de los subgrupos de suelos representativos | 65 |
| 4.6. Determinación del uso actual, capacidad de uso de la tierra y confrontación de uso de la misma | 100 |
| 4.6.1. Uso actual de la tierra | 100 |
| 4.6.2. Clases y sub clases de capacidad de uso de la tierra | 103 |
| 4.6.3. Uso potencial biofísico | 110 |
| 4.6.4. Confrontación de uso de la tierra | 112 |
| 4.7. Propuesta de uso mayor de la tierra | 114 |
| V. CONCLUSIONES | 117 |
| VI. RECOMENDACIONES | 120 |
| VII. BIBLIOGRAFÍAS | 122 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tipologías de las cuencas según Faustino J, (1996) | 6 |
| Tabla 2. Clasificación de los levantamiento según su escala e intensidad (Villota H, 1983) | 10 |
| Tabla 3. Clasificación Taxonómica de suelo (USDA), como una clasificación natural según (Bruckman y Brady, 1977) | 16 |
| Tabla 4. Leyenda utilizada en la elaboración del mapa de uso actual | 30 |
| Tabla 5. Clases de capacidad de uso de la tierra y grados de limitaciones para los usos: Agrícola, pecuario, forestal y protección de la vida silvestre..... | 31 |
| Tabla 6. Matriz de confrontación del uso actual de la tierra y capacidad de uso de la mismas | 32 |
| Tabla 7. Sistemas Agroecológicos según Rodríguez Ibarra I, (1993) | 33 |
| Tabla 8. Clasificación de los Ordenes, Subórdenes, Grandes grupos y Subgrupos de suelos según (USDA) | 44 |
| Tabla 9. Descripción de la Leyenda de los Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos..... | 50 |
| Tabla 10. Área de Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos, con sus toposecuencias | 51 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. División espacial de una cuenca | 6 |
| Figura 2. Ejemplo de una toposecuencia de suelo distribuido en un transepto de tierra de ladera. (Villota H, 1983) | 11 |
| Figura 3. Procesos de diferenciación de los horizontes de suelos maduros, sobre Toba | 37 |
| Figura 4. Procesos de diferenciación de los horizontes de suelos maduros, sobre Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica | 38 |
| Figura 5. Procesos de diferenciación de horizontes en suelos aluviales | 39 |

Índice de Mapas

| | |
|---|----|
| Mapa 1. Ubicación geográfica de la Microcuenca Cuscamas | 26 |
|---|----|

| | |
|---|-----|
| Mapa 2. Representación de las Asociaciones y Consociaciones de los Ordenes de suelos | 46 |
| Mapa 3. Representación de las Asociaciones y consociaciones de los Grandes grupos de suelos | 47 |
| Mapa 4. Conjuntos y Consociaciones de Subgrupos de suelos | 49 |
| Mapa 5. Uso actual de la tierra 2002 | 102 |
| Mapa 6. Clases de capacidad de uso de la tierra | 108 |
| Mapa 7. Subclases de capacidad de uso de la tierra | 109 |
| Mapa 8. Uso potencial biofísico | 111 |
| Mapa 9. Confrontación de uso de la tierra | 113 |
| Mapa 10. Propuesta de uso mayor de la tierra | 116 |

Índice de Fotos

| | |
|--|----|
| Foto 1. Paisajes característicos de los <i>Rhodic hapludalfs</i> | 65 |
| Foto 2. Perfiles <i>Rhodic hapludalfs</i> | 68 |
| Foto 3. Paisajes característicos de los <i>Rhodic argiudolls</i> | 69 |
| Foto 4. Perfiles <i>Rhodic argiudolls</i> | 72 |
| Foto 5. Paisajes característicos de los <i>Typic hapludalfs</i> | 73 |
| Foto 6. Perfiles <i>Typic hapludalfs</i> | 76 |
| Foto 7. Paisajes característicos de los <i>Typic argiudolls</i> | 77 |
| Foto 8. Perfiles <i>Typic argiudolls</i> | 80 |
| Foto 9. Paisajes característicos de los <i>Aquic hapludalfs</i> | 81 |
| Foto 10. Perfiles <i>Aquic hapludalfs</i> | 84 |
| Foto 11. Paisajes característicos de los <i>Aquic argiudolls</i> | 85 |
| Foto 12. Perfiles <i>Aquic argiudolls</i> | 88 |
| Foto 13. Paisajes característicos de los <i>Aquolic hapludalfs</i> | 89 |
| Foto 14. Perfiles <i>Aquolic hapludalfs</i> | 92 |
| Foto 15. Paisajes característicos de los <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> | 93 |
| Foto 16. Perfiles <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> | 95 |
| Foto 17. Paisajes característicos de los <i>Lithic hapludalfs</i> y <i>Lithic argiudolls</i> | 96 |
| Foto 18. Perfiles <i>Lithic hapludalfs</i> y <i>Lithic argiudolls</i> | 99 |

ANEXOS

Índice de Tablas

- Tabla 1. Datos químicos de los perfiles representativos.
- Tabla 2. Información de las limitaciones y capacidad de la tierra de cada perfil observado.
- Tabla 3. Modificación de las clases y subclases de capacidad de uso del USDA.
- Tabla 4. Riesgos de erosión de las clases de capacidad de uso de la tierra.
- Tabla 5. Leyenda del significado de los símbolos del suelo.
- Tabla 6. Determinación del uso mayor de la tierra.
- Tabla 7. Divisiones de capacidad de uso de la tierra.
- Tabla 8. Representación de las subclases de capacidad de uso de la tierra.
- Tabla 9. Rango de limitaciones de las clases de capacidad de uso de la tierra.
- Tabla 10. Limitantes de inundación, gravas y piedras.
- Tabla 11. Limitantes de texturas y erosión hídrica.

Índice de Figuras

- Figura 1. Composición del quebrado de capacidad de uso de la tierra.
- Figura 2. Drenaje natural interno.
- Figura 3. Toposecuencias.

Índice de Mapa

- Mapa 1. Litológico.
- Mapa 2. Geomorfológico.
- Mapa 3. Pendientes.
- Mapa 4. Rango de elevación.
- Mapa 5. Red de drenaje.
- Mapa 6. Precipitación media anual.
- Mapa 7. Temperatura media anual.
- Mapa 8. Zonas de vida según Hodridge.
- Mapa 9. Zonas Climáticas.
- Mapa 10. De observaciones.

DEDICATORIA

A **Dios** nuestro señor, por brindarme la vida, fortaleza, perseverancia y haberme iluminado por el correcto camino de la vida.

A las personas mas especiales de mi vida. Mi **Padre William Watler Fagoth**, mi **Madre Hilda Reyes Chow**, a mis **Hermanas Marcia Adriana Watler Reyes, Leyla Isidis Watler Reyes** y **Erick Uriel Watler Reyes** mi pequeño hermano por sus apoyo, comprensión, amor y cariño que me brindaron constantemente en todos los momentos. A **Iratxe Gaztañaga** por su cariño y apoyo en cada momento.

A **mis amigos** que me disculpen por no poderlos mencionar, pero que siempre los llevo en un pequeño rincón de mí mente.

A mis **Asesores y compañeros Ignacio Rodríguez Ibarra** y **Bismark Mendoza** por sus consejos y disciplina y por haber creado entre nosotros una magnifica amistad que siempre la tendré presente.

William Jefferson Watler Reyes

DEDICATORIA

A mi **padre Henry Handford Thompson Morales** que en paz descanse al lado del señor, que en espíritu me ha acompañado, en esta etapa de mi vida.

A mi **madre Ángela Maria Celestino Ismael**, que me ha apoyado en todo el camino para cumplir con esta meta y en especial a mi primo _ hermano **Ned Norwin Lacayo Thompson** por su paciencia y ayuda en este camino.

Finalmente a mi **hermana Frecia Vitalia Thompson Celestino**, mi **tía Alice Thompson Morales** por su cariño y paciencia.

Dell Darwin Thompson Celestino

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo fue desarrollado gracias a la colaboración de las entidades CIAT, ADDAC y la Universidad Nacional Agraria (UNA), miembros del consorcio Manejo Integrado de suelos para Centroamérica (MIS). También agradecemos a la Sala de información Geográfica (SIG) de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente F.A.R.E.N.A..

Agradecemos a los productores de la microcuenca Cuscamas, a los técnicos de ADDAC que nos acompañaron en el proceso del levantamiento de suelo.

A nuestros asesores al Ing. Ignacio Rodríguez Ibarra y al Ing Bismark Mendoza, quienes gracias a sus consejos y motivaciones logramos entablar una buena amistad, también agradecemos a los Ing. Antonio Aviles, Fernando Mendoza, Jasmina Martínez y German Zamora, quienes fueron miembro del equipos de campo.

Finalmente agradecemos los consejos de Marcos Tulio Trejo del CIAT Honduras y los profesores Larry Wilding and Kith Cassel de las Universidades de Texas A&M y North Carolina State University.

***WILLIAM JEFFERSON WATLER REYES
DELL DARWIN THOMPSON CELESTINO***

RESUMEN

Este estudio se realizó en la microcuenca Cuscamas localizada en el municipio de El Tuma - La Dalia, Departamento de Matagalpa, en la región fisiográfica central de Nicaragua; con una área aproximada de 9.35 km². El trabajo es parte de las acciones del consorcio Manejo Integrado de suelo (MIS), al cual pertenece la Universidad Nacional Agraria (UNA). Basados en su misión de contribuir al manejo y protección de las tierras de laderas, se seleccionó dicha microcuenca, como sitio de referencia en transición al trópico húmedo. La problemática general estuvo relacionada con la falta de información actualizada del recurso suelo y bajos rendimientos en los últimos 15 años; antecedentes que motivaron la realización del estudio, para generar información básica actualizada del recurso suelo, a través de una caracterización y clasificación que sirviera de base en la formulación de futuros proyectos e investigaciones. El estudio es semidetallado utilizando el método Edafogenético para el estudio integral en suelos de laderas o cuencas hidrográficas, apoyado con el esquema de las toposecuencias o secuencias catenarias, las que permiten identificar los suelos en las diferentes posiciones de una ladera.

La microcuenca presenta relieves escarpados, representados en paisajes de sistemas de laderas, mesas, colinas, pie de monte y planicie fluvial; donde predominan pendientes entre 15 a 30% y mayores de 50%. Suelos Alfisoles localizados en las partes intermedias de los paisajes, usados con pastos o cultivos anuales; predominando severos procesos de erosión inducida por el agua. Suelos Molisoles localizados en las partes altas y baja de las laderas y en la planicie del río Cuscamas.; usados con tacotales, plantaciones forestales y pastos; predominando procesos de melanización, adición, ganancia.etc. Los factores que limitan la producción agropecuaria y forestal son: el relieve, el drenaje, inundaciones, porcentaje de piedras e indicios de deslizamiento, lo que generó la clasificación de clases compuestas, donde las clases VI/VII, VII/VIII a VIII abarcan un 89.94% del área total. La sobre posición del uso actual con la capacidad de uso de la tierra mostró una sobre utilización de un 65.63%; lo cual confirma que la vocación de la microcuenca es predominantemente forestal. Basándonos en la limitaciones y potencialidades existentes en la microcuenca, se realiza una propuesta agroecológica del uso mayor de la tierra sustentada en sistemas agroforestales, sistemas silvopastoril y protección de la vida silvestre.

Summary

This study was carried out in the Cuscamas micro basin located in the municipality of El Tuma-La Dalia, Department of Matagalpa, part of the Nicaragua central region physiography. With an area approximately of 9.35 km². This work is part of the actions of the consortium for integrated soil management (MIS). National Agrarian University (UNA) is a member of MIS. This micro basin was selected, as a reference site in transition to the humid tropic, based on their mission of contributing to the management and protection of the land in hillsides. The general problem was the lack of update information of the soil resource and low crop yield for the last 15 years. Antecedents that motivated the realization of this study are to generate basic information updated of the soil resource, throughout a characterization and classification that is used as base an the formulation of futures projects and investigations. This is semi detailed study utilizing the Edafogenético method of hillsides or hydrograph watershed, rested on toposequeces scheme, those that allow to identify the soils to everything away of a hillside.

The micro basin showed scarp relief represented by systems' hillsides, tables, hills, foot of mount and fluvial plains landscapes; with predominant slopes between 15 and 30% and more than 50%. Alfisols soil stand out in the half part of the landscapes; used with grass or annual cultivations; where process of erosion induced by water are predominated. Mollisols soil are located in the top and down hillsides parts, and on the plains river of Cuscamas; used with bush, forests plantations and grass; processes of melanization, addition, gain, etc., are predominant. The limiting factors for agropecuary and forest production are: the relief, drainage, floods and the stones cover, which one, generated the classification of compound classes VI/ VII, VII/ VIII to VIII with a cover of 89.94% of the area. The superimposition of the actual land use with the land use capacity showed an super utilization until 65.63%. The vocation of the micro basin is forest and protection; based on the land limitants a proposal for land sustained uses (ecological agriculture) are agroforestry, silvopastoril systems and protection of the wild life.

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el crecimiento de la población genera demanda tanto para la alimentación como insumos para otras actividades. Una de las bases que sustenta el desarrollo en nuestro país son los recursos naturales suelo, agua, bosque y biodiversidad; de su buen manejo y uso apropiado depende la calidad ambiental y el bienestar del hombre. Sin embargo, en las últimas décadas se han observado procesos de degradación de estos recursos, trayendo consigo entre otras consecuencias, la pobreza rural y serios conflictos socio ecológicos.

La subcuenca El Tuma - La Dalia y en particular la microcuenca Cuscamas no es una excepción; el avance de la frontera agrícola ha dado lugar a la degradación de los suelos. Esto repercute al escasear el recurso forestal y al disminuir la productividad de los cultivos agrícolas. Adicionalmente, contribuye al proceso acelerado de empobrecimiento socioeconómico. Por ejemplo, en la Dalia-Matagalpa, los rendimientos han sido reducidos de 50 a 20 qq/mz de maíz y de 40 a 15 qq/mz de frijol en los últimos 15 años, según entrevista con técnicos de ADDAC.

Dichos fenómenos son de mayores magnitudes en las tierras de laderas, que sufren mayor presión sobre los recursos suelos, agua y vegetación. En Nicaragua estas tierras representan el 33% del territorio nacional un 42,400 km² (Fenzl, 1988). según Barreto (1996) la importancia nacional de esas áreas, está relacionada con la producción total de café, un 80% de la producción de maíz y casi un 100% de la producción de frijol. A nivel global las tierras de laderas tropicales ocupan casi un billón de hectáreas y constituyen una porción significativa de muchas regiones. Por ejemplo, las tierras de ladera ocupan más del 25% del área total de tierra en América Latina y el Caribe (Purnell 1986 citado por Anna S. Toness. Thomas L. THurow. y Hector E. Sierras., 1998)

Con el propósito de contribuir en parte, a un proceso de ordenamiento que permita el uso apropiado de los recursos naturales en tierras de laderas se propone, a partir de un estudio de caracterización y clasificación taxonómica-agrológica, generar una propuesta agroecológica del uso mayor de la tierra utilizando el método Edafogenético para el estudio integral en suelos de laderas o cuencas hidrográficas. Este método propone identificar los diferentes suelos en una ladera, desde su base hasta su cúspide, determinando sus limitaciones y capacidades productivas para optimizar su potencial productivo y su protección ecológica. Ya que una productividad sostenible de los suelos bajo condiciones de laderas solamente se garantiza a través del conocimiento de las limitaciones actuales y potenciales de los diferentes suelos a todo lo largo del relieve.

El estudio es semidetallado y permite una vez reconocidas las características externas e internas de los suelos interpretar los procesos de su formación y/o degradación, su clasificación taxonómica y la distribución geográfica de los suelos predominante en el área. También permite identificar los sistemas promisorios alternativos (sistemas agroforestales y silvopastoril), mediante el uso de clases compuestas (II/III o VI/VII etc), el cual es utilizada para justificar el uso de los sistemas. La mayor limitante del estudio se contempla en la escala de las fotografías aéreas (1:30000). Siendo ambos temas el punto de partida en las formulaciones de alternativas de soluciones para futuros proyectos e investigaciones. Los objetivos del estudio se describen a continuación.

1.1. Objetivo general

Generar información básica actualizada del recurso Edáfico, a través de una "Caracterización y Clasificación Taxonómica - Agroológica de los suelos, con una propuesta agro ecológica del uso mayor de la tierra, en la microcuenca Cuscamas. El Tuma - La Dalia, Municipio del Departamento de Matagalpa. 2001-2002".

1.2. Objetivos específicos

- ☛ Interpretar los procesos de formación y/o degradación de los suelos.
- ☛ Clasificar Taxonómicamente los suelos, basándose en sus características, que permitan su correlación internacional.
- ☛ Cartografiar la distribución geográfica de los suelos y la representación de los mismos.
- ☛ Determinar el uso actual y la capacidad de uso de la tierra (clases y subclases) por fotointerpretación y comprobación de campo.
- ☛ Determinar los conflictos de uso de la tierra mediante la confrontación de uso actual y potencial biofísico a través de una matriz de confrontación y procesos cartográficos.
- ☛ Elaborar una propuesta del uso mayor de la tierra, bajo el contexto Agroecológico de la agricultura alternativa, considerando las limitaciones Edáficas y Climáticas que presenta la microcuencas.

1.3 Hipótesis

- ☛ La alta variabilidad de los suelos bajo condiciones de laderas, está determinada por la acción del relieve, el clima y el accionar del hombre sobre la cobertura vegetal.
- ☛ Los sistemas agroecológicos (sistemas agroforestales y silvopastoriles) son alternativas viables para las tierras marginales o tierras de laderas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Hombre y los recursos naturales

La utilización de los recursos naturales que sustenta la existencia humana ha aumentado en los últimos años hasta poner en peligro dicha existencia, principalmente en países en desarrollo donde el crecimiento demográfico ha ejercido una considerable presión sobre los recursos naturales y en muchos casos ha dado lugar a la degradación y agotamiento de estos. Se calcula que la población en países en desarrollo, en los que existe una degradación de suelo, la producción agropecuaria se duplicará en los próximos 20 a 30 años, el cual tendrá que aumentarse en un 60%. Frente a esta creciente presión sobre los recursos de la tierra, se hace necesario apoyar el desarrollo rural con acciones que tengan en cuenta la dependencia entre el hombre y la naturaleza y considerando la factibilidad económica de dichas acciones (Morales J, 1997).

Los recursos naturales con que cuenta Nicaragua son productos de las condiciones geológicas, de suelo, clima y ecología vegetal. Actualmente al realizar estudios de los recursos naturales, los organismos consultivos han hecho hincapié en la importancia que se debe darle a algunos aspectos tales como: El clima, cultura, suelo, agua y las cuencas hidrográficas, como un sistema natural o dinámico que permita su aprovechamiento y protección sostenible (Cierra, 1980). Según Morales J, (1997) una de las formas efectivas de operativizar el manejo integrado de los recursos naturales es mediante el manejo de las cuencas.

2.2. Cuencas Hidrográficas

La cuenca es un sistema natural, dinámico de elementos físicos, biológicos y humanos que reaccionan equilibradamente entre sí, creando un conjunto único e indisoluble en permanente evolución. Es decir, es una área natural delimitada por

cerros donde el agua de lluvia corre hacia abajo hasta llegar a un río, lago o mar. Parte del agua es infiltrada o escurre lentamente hacia abajo (FAO, 1996).

Según la FAO (1996), la cuenca hidrográfica es definida como: una zona delimitada topográficamente, que desagua mediante un sistema fluvial en un cierto punto de un curso de agua o río. También como una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como una unidad físico-biológica y en muchas ocasiones como una unidad socio-económica-política para la planificación y ordenación de los recursos.

Por el sistema de drenaje y su conducción final, las cuencas hidrográficas pueden ser: **Arréicas**: cuando no logran drenar a un río, mar o lago, sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a formar escurrimiento subterráneo. **Criptorréicas**: cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema orgánico o aparente y corre como ríos subterráneos. **Exorreicas**: cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o mar (Faustino J, 1996).

Para fines de ordenamiento, planificación y manejo de cuencas hidrográficas éstas se conforman por **subcuencas**: es una subdivisión de la cuenca que conforma los afluentes del río principal y constituyen la red hidrológica; Se refiere a los ríos secundarios tributarios o al de mayor tamaño dentro de una cuenca. Y estas a su vez por **microcuencas**: es la expresión más pequeña de la red hidrológica; constituyen las áreas donde se originan las quebradas y riachuelos individuales que drenan de las laderas y pendientes altas del paisaje geomorfológico. Constituyen la unidad adecuada para la micro planificación, su tamaño varía de 2000 a 10000 hectáreas (Faustino J, 1996).

Sin embargo, esta clasificación no es única; existen otros criterios relacionados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de

drenaje, el grado de concentración de la red de drenaje y con el tamaño del área que encierran. Ver Tabla 1. (Faustino J, 1996).

Tabla 1. Tipologías de las Cuencas.

| UNIDAD | RED DE DRENAJE | ÁREA (Km ²) |
|-------------|----------------|-------------------------|
| Microcuenca | 1, 2, 3 | 10 - 100 |
| Subcuenca | 4, 5 | 100 - 700 |
| Cuenca | 6, 7 ó más | 700 - 6000 |

Faustino J, (1996).

Esta clasificación es relativa y puede no aplicarse a ciertas condiciones de regiones donde los rangos de las unidades son muy variables en magnitud, por eso muchas veces se deja a criterio de los especialistas quienes de acuerdo a la complejidad, detalles requeridos e importancia pueden distinguir que significa una cuenca grande o pequeña, ó que considera una subcuenca o microcuenca.

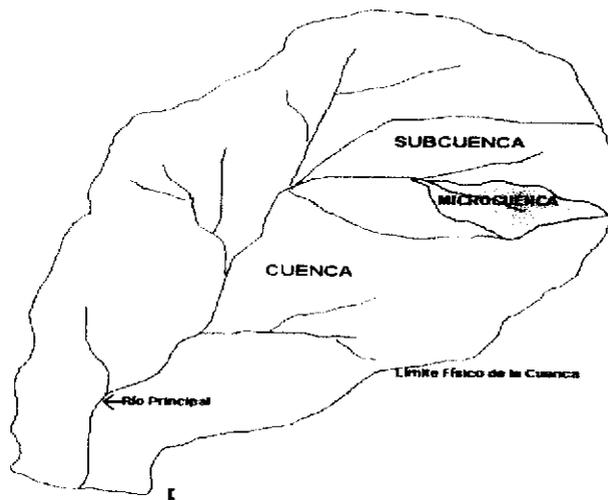


Figura 1. División espacial de una cuenca. Faustino J, (1996).

Otra manera de dividir la cuenca es diferenciando las pendientes del terreno, definiendo las áreas planas y las inclinadas, dando origen a las zonas de laderas (montañas, colinas, tierras inclinadas, con pendientes mayores a 20%), valles (tierras planas de suave pendiente o ligeramente onduladas, con pendientes de 0 a 20%) y el cauce (curso principal y secundarios con sus márgenes de protección). La cuenca también puede dividirse en parte alta, media y baja, esto generalmente se realiza en función a sus características del relieve, altura y aspectos climáticos.

Según Morales J, (1997) y Faustino J, (1996) las partes de una cuenca, de acuerdo con sus funciones hidrológicas, son las siguientes:

Parte alta o zona de recarga: Es la zona de recarga de agua que se extiende desde el nacimiento de los manantiales hasta el punto mas alto de las montañas o cerros. En esos cerros encontramos el filo o cresta que parte el agua de la lluvia a escurrir de una y otra cuenca o línea divisoria entre cuencas (esto es llamado parte agua) en esta parte alta también se inicia la formación de las primeras depresiones.

Parte media o zona de Laderas: esta zona es la que llamamos laderas o faldas de los cerros, donde por lo general se pastorea el ganado y se hace agricultura de alto riesgo por la vulnerabilidad de los suelos a ser erosionados.

Zona baja o tierra plana (valle): es el lugar donde por lo general se localizan los asentamientos humanos o comunidades y diferentes obras físicas de comunicación y conducción de agua, incluyendo una agricultura o ganadería de mayor intensidad de uso.

Zona de riberas o ribereñas: se localiza en la zona de amortiguamiento, pero únicamente comprende el área de ambos lados de la quebrada o riachuelo.

Ordenamiento de una Cuenca, Sub-cuenca y Microcuenca; es el proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción que incluye el uso y manejo de los recursos naturales, para la obtención de bienes y servicios sin afectar negativamente los recursos suelos y aguas; en este proceso se consideran los factores biofísicos, sociales, económicos, legales e institucionales que actúan dentro y fuera del área.

2.3. Tierras de laderas

La investigación agrícola ha ignorado la producción agrícola en tierras de laderas, en parte porque considera indeseable cultivar tierras tan susceptibles a la degradación. Idealmente, el uso de tierras de laderas en los trópicos debería limitarse a las actividades que protejan los bosques naturales para estabilizar las cuencas de tierras altas. Sin embargo, en el futuro inmediato de muchos países en desarrollo, el crecimiento rápido de actividades agrícolas en las tierras de laderas tropicales ya existentes continuará progresivamente, debido a la necesidad de subsistencia y a las presiones socio-políticas de los productores pobres en tierras de laderas (FAO, 1982, 1990; Aldhous, 1993; citado por Thomas L.T. y James E.S., 1998).

Las tierras de laderas juegan un papel clave en los ecosistemas ambientales y económicos de los países tropicales, por lo que la degradación de estas tierras marginales pueden resultar en consecuencias adversas, que se manifiestan en otros lugares y tiempos distantes donde ocurre la erosión. Estas investigaciones de las tierras de laderas tropicales han sido limitadas por obstáculos con raíces históricas culturales y políticas. Normalmente, los campesinos no tienen el poder socioeconómico requerido para impulsar iniciativas políticas e investigaciones, para apoyar un programa de acción enfocado en la conservación de suelos en tierras de laderas cultivadas (Thomas L.T. y James E.S., 1998).

2.4. Levantamiento de suelo (Edafológico)

Según Forrero M, (1987) en un levantamiento de suelo se debe entender el origen de los suelos, sus propiedades, su clasificación, su distribución geográfica y predecir su comportamiento bajo diferentes usos y/o sistemas de manejo.

El manual de levantamiento de suelos (S.S.M. USDA, 1951) considera el levantamiento Edafológico como una investigación científica que incluye las

actividades necesarias para determinar las características importantes de los suelos (de acuerdo aun sistema de clasificación natural), establecer e indicar sobre mapas las limitaciones de suelo, correlacionarlos y predecir la adaptabilidad de los mismos bajo diversos usos y manejo.

Aspectos generales en la ejecución de un levantamiento Edafológico: la ejecución de un levantamiento de suelos se divide en tres fases o etapas, dentro de los cuales se realizan actividades propias de cada etapa, pero que se revisan en las etapas posteriores. Las fases o etapas son: **pre campo:** recopilación de la información biofísica existente, compra de materiales y equipos necesarios y fotointerpretación preliminar; etapa de **campo:** reconocimiento general del área, corrección de la fotointerpretación así como el estudio de suelo o levantamiento y etapa de **post campo:** con la elaboración de mapas finales e informe (Villota H, 1988 y Ferrero M, 1988).

Tipos de levantamiento: el manual de levantamiento de suelo USDA, (1951); estableció 3 clases de levantamiento: *detallado, de reconocimiento y detallado-reconocimiento*, esta ultima no constituye una clase separada, sino una combinación de ambas.

En el manual de levantamiento de suelo que desarrolló el Servicio de Conservación de Suelo del USDA, (Soil Taxonomy News, 1985) estableció cinco clases de levantamientos, del uno al quinto orden, cuyas escalas de mapeo de campo y de publicación son respectivamente: *1/15840 o mayores; 1/12000 a 1/31680; 1/20000 a 1/250000; 1/100000 a 1/1000000 y 1/500000 a 1/1000000 o menores.*

Smith, (1965) (citado por Ferrero M, 1988) distingue las siguientes clases de levantamientos edafológicos, según los niveles de detalle o *intensidad exploratorio, de reconocimiento y detalles de intensidad baja, media y alta*

Al observar las multitudes de ambientes que se presentan en Latinoamérica, se ha llegado a la conclusión que los tipos convencionales de levantamiento no son suficientes para acomodarse a las diversas situaciones. Por esto se han diseñado 6 clases de levantamiento que van desde muy Detallados a Exploratorios y Esquemáticos, asignándoles un numero de orden, además del nombre del levantamiento y clasificándolo según su escala e intensidad.

Tabla 2. Clasificación de los levantamientos según su escala e intensidad.

| ORDEN | NIVEL | ESCALA DE REPRESENTACIÓN |
|-------|----------------|--------------------------|
| 1 | Muy detallado | 1/2,000 a 1/5,000 |
| 2 | Detallado | 1/10,000 a 1/25,000 |
| 3 | Semi detallado | 1/25,000 a 1/50,000 |
| 4 | General | 1/50,000 a 1/100,000 |
| 5 | Exploratorio | 1/250,000 a 1/500,000 |
| 6 | Esquemático | > 1/500,000 |

Villota H, (1983).

2.5. Toposecuencias o secuencias catenarias

Según Jenny, 1941; (citado por Boul S.W. et al, 1990); una toposecuencia puede definirse como un conjunto de suelos adyacentes con diferencias de propiedades de vidas a las diferencias del relieve, exclusivamente mientras los otros factores permanecen constantes.

Las diferencias altitudinales del relieve van asociadas a diferencias climáticas y de cobertura vegetal. Las diferentes formas del relieve están asociadas con diferentes rocas subyacentes y con el tiempo de aplicación del relieve por el proceso de erosión o pleniplanización (Villota H, 1983).

Por lo tanto, la toposecuencia de suelo es un conjunto de suelos adyacentes con diferentes propiedades, debido a las diferencias del relieve y a los diferentes

factores genéticos afectados por éste. La toposecuencia o secuencia catenaria, son las secuencias topográficas de suelos, con diferencias de drenaje debido a los cambios de relieve (Buol S.W. et al, 1990).

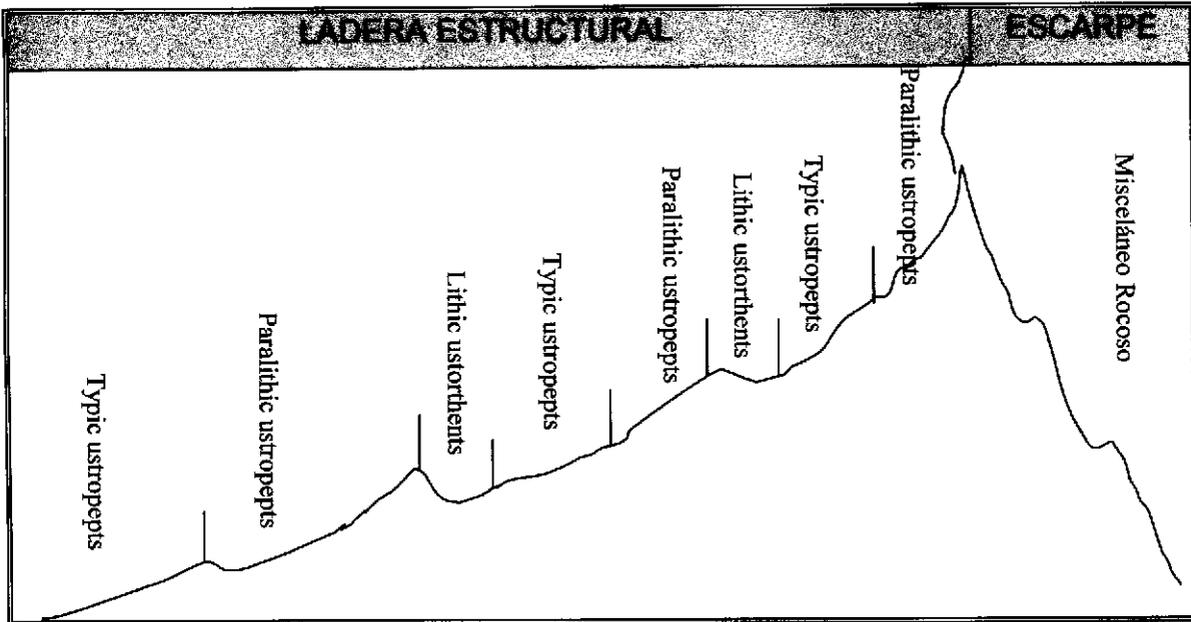


Figura 2. Ejemplo de una toposecuencia de suelo distribuido en un transecto de tierra de ladera (Villota H, 1983).

Según Rodríguez Ibarra I, (2000) los fundamentos técnicos que presenta el esquema de la toposecuencias son las siguientes:

- Considera la interrelación de los factores de formación, como base de la identificación y cartografía de los diferentes suelos, a todo lo largo del relieve en una ladera.
- Induce al análisis de los procesos de diferenciación de los horizontes en el tiempo, para explicar la evolución progresiva y regresiva del estado evolutivo actual de los diferentes suelos identificados en el área.
- Permite identificar la relación de los suelos con sus factores de formación y su influencia en el estado evolutivo actual.

- Permite observar dónde se inicia la degradación o evolución regresiva y cuales son las partes del relieve de las laderas mas afectadas de la regresión o degradación de los suelos, por la acción negativa del factor humano o por efecto de la erosión antrópica (erosión por deforestación y mal manejo del suelo).
- Lo anterior permite valorar de manera objetiva la función de la cobertura vegetal en la formación y protección de los suelos, así como también identificar las áreas frágiles del relieve que se degradan de manera sistemática al faltar la cobertura vegetal.
- Permite diseñar propuesta de uso y manejo, a partir de los esquemas gráficos de las toposecuencias sobre los perfiles transversales del relieve, proponiendo usos intensivos a las partes del relieve de mayor estabilidad y uso proteccionista en las partes más frágiles del relieve.
- Identifica el estado evolutivo o desarrollo del suelo (suelo joven, incipiente o maduro) y facilita la clasificación taxonómica de los suelos a nivel de órdenes.
- Permite conocer los factores de formación y su grado de influencia en la formación de éstos. A la vez permite realizar una extrapolación confiable de unidades de suelos con los mismos factores (relieve, clima y geología).
- Induce a la participación técnica - campesina en el entendimiento de la degradación y desarrollo del suelo, mejorando las relaciones técnico - práctico en el proceso de la planificación participativa, ya que en una microcuenca la toposecuencia define el estudio a nivel de finca.

2.6. Suelo

El suelo es definido como un cuerpo natural trifásico y dinámico, formado a partir de una mezcla variable de minerales desmenuzados, edafizados y de materia orgánica que cubre la tierra en una capa delgada y que contiene cantidades apropiadas de agua y aire (Lyttleton T.L.; Harry O; Buckman, 1952). Solís J.N, (1985) señala que el término suelo involucra el concepto edafológico, como la influencia de las características del suelo en el desarrollo de las plantas y el concepto pedológico, al considerarlo como un cuerpo natural producto de meteorización cuyas características pueden evaluarse siguiendo criterios establecidos en un sistema de clasificación de suelos aceptado internacionalmente y con base en ellos definir los procesos pedogenéticos que han actuado produciendo el suelo.

El suelo está considerado como un cuerpo natural independiente cuyas propiedades son el resultado de su formación y desarrollo. La formación o génesis se define como el conjunto de procesos y fenómenos que se producen y desarrollan simultáneamente y en íntima relación recíproca. Representa también el conjunto de diferentes fenómenos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el determinando una o otra composición y propiedades. El proceso de formación se caracteriza por fenómenos muy diferentes, opuestos y simultáneos; en este proceso de formación generalmente se emplean algunos términos tales como; erosión, meteorización y edafización (Cortés L, 1983).

2.7. Clasificación Taxonómica de suelos (USDA)

De 1880 a 1949 Dokuchaev y sus discípulos clasificaron genéticamente los suelos basándose en los factores de formación y procesos que forman los horizontes genéticos.

De 1960 a la actualidad se usa la clasificación taxonómica Americana, que es morfológica ya que ésta usa la morfología interna y externa de los suelos (características físicas y químicas para clasificar el suelo).

La taxonomía de suelos es el sistema que desarrolló el Soil Survey Staff del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América (USDA) a partir de 1951, por una serie de aproximaciones que fueron sometidas a consultas de muchos científicos de suelos norteamericanos y europeos. Fue publicada en 1960 durante el 7° Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo celebrado en Madison Wisconsin, (U.S.A) con el título de "Soil Classification" (Solís J.N, 1985).

Según Rodríguez Ibarra I, (2001) en la Soil Taxonomy las bases de la clasificación son las siguientes: La clasificación taxonómica es natural o científica, se basa en la subdivisión de los horizontes diagnósticos A y B; toma en consideración las características relevantes del suelo que lo diferencian de los demás (características diagnósticas); considera los regímenes de humedad del suelo a 50cm de la superficie (regímenes de humedad del suelo); considera la temperatura predominante del suelo durante el año (regímenes de temperatura del suelo); considera las características relevantes de la producción vegetal (familias de suelos); considera los suelos con el mismo desarrollo (perfil), el mismo paisaje y con características similares que le permiten tener una productividad similar (series de suelo); considera las variaciones del suelo permisible a cada categoría de la clasificación (fases de cualquier categoría); y esta clasificación es jerárquica y compuesta. Es jerárquica porque se inicia con una categoría superior: el orden, diferenciada solo por sus horizontes diagnóstico.

Esta clasificación taxonómica (USDA), es la interpretación de las diferentes clases de suelos de una localidad, región, nación o sobre la corteza terrestre, y el reconocimiento de las subdivisiones naturales de cada clase o categorías de suelos en subcategorías o taxones en forma jerárquica. Esta clasificación, considera la existencia del suelo definido de manera general y comprensible como

una categoría, clase o taxón superior, que se subdivide en diferentes categorías sucesivas hasta llegar a una categoría inferior la cual es definida de la manera mas especifica mediante la mayor cantidad de datos posibles (Soil Taxonomy 1999; Boul S.W. et al, 1990; Cortes L, 1983).

La clasificación de suelo es un sistema de clasificación jerárquica de categorías múltiples compuesta, de tal manera que la subcategorías inferiores están constituida taxonómicamente tanto en la subcategorías más alta como en la categoría inferior. En este sistema jerárquico de categorías múltiples el orden o categoría superior se subdivide dicotómicamente en subórdenes y éstos en grandes grupos, cada grupo en subgrupo y cada subgrupo en familia y series (Boul S.W et al, 1990). Solís J.N, (1985) señala que lo jerárquico significa que es un sistema de categorías en estructuras de pirámides, en que las similitudes se acumulan conforme descienden de la cima hacia la base; pero, en la base si hay muchas similitudes entre los suelos son definidos al mismo nivel de generalización.

En la jerarquía de la clasificación taxonómica, el orden es la categoría superior y la serie es la inferior. Mediante el orden es fácil describir los suelos de cualquier nación, ya que existen solamente 12 órdenes, pero sería muy complicado a nivel de series de suelos. Los órdenes se describen mediante la presencia o ausencia de los horizontes diagnóstico, en cambio las series de suelos se describen mediante el tipo de perfil, material originario, profundidad, textura, etc. (Soil Survey Staff, 1999; Boul S.W. et al, 1990; Fitzpatrick, 1987; Solís, 1985 y Leighton, 1982).

El fundamento de esta clasificación se basa en la caracterización de los suelos mediante sus propias características físicas, químicas y biológicas, sin dar énfasis en condiciones ambientales tales como clima, vegetación y relieve y genéticas tales como los factores y procesos de formación. Siendo la clasificación una clasificación científica o natural, clasificando sobre la base de las características propias del suelo sin guiarse por las aplicaciones para la producción agrícola o la

ingeniería aunque en las categorías inferiores, familias y series se infiere las interpretaciones agrícolas o de cualquier otro tipo (Boul S.W. et al, 1990; Buckman y Brady, 1951). Según Duchaufour P.H, (1984) el principal mérito de la clasificación americana es su gran precisión; donde la mayor parte de los criterios utilizados están cifrados y en la medida en que el usuario disponga de los datos indispensables, le será relativamente fácil encontrar, sin equivocación posible, el lugar y el nombre del perfil investigado.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de suelo (USDA), como una clasificación natural.

| CLASIFICACIÓN DE PLANTAS | CLASIFICACIÓN DE SUELOS |
|----------------------------|------------------------------|
| Phylum = Pterophita | Orden = Alfisol |
| Clase = Angiospermeae | Sub-orden = Udalf |
| Sub-clase = Dicotiledoneae | Gran grupo = Hapludalfs |
| Orden = Rosales | Sub-grupo = Typic Hapludalfs |
| Familia = Leguminosaea | Familia = Franco-mesico |
| Genero = Trifolium | Serie = Miami |

Buckman y Brady, (1977)

Los 6 niveles de categorías del sistema de clasificación taxonómica americana según USDA (Boul S.W. et al, 1990; Fitzpatrick 1987; Solís J.N, 1985 y Leighton, 1975) son:

Orden: Existen 12 órdenes que corresponden a la categoría más amplia del sistema, se diferencian entre sí por la ausencia o presencia de los más importantes horizontes diagnóstico, por el clima edáfico o por las características que muestra el grupo dominante de los procesos formadores de suelos.

Suborden: Existen 17 aproximadamente, cada suborden dentro de un orden tiene propiedades comunes al orden mas las propiedades que los diferencian; es decir, las subdivisiones de los órdenes en función de cierta homogeneidad genética

derivada de propiedades tales como la humedad, el clima, la vegetación, naturaleza del material parental y el estado de descomposición de las fibras vegetales.

Grandes grupos: Existen 130 aproximadamente, al nivel de grandes grupos se toman en cuenta todo el conjunto de horizontes y se seleccionan las propiedades más importante del suelo completo.

Es la subdivisión del suborden según similitudes de tipo, disposición y grado de extensión de los horizontes haciendo hincapié en el secuum superior, la temperatura y el régimen de humedad del suelo, así como también la presencia o ausencia de capas de diagnóstico.

Subgrupo: Es la cuarta categoría de clasificación. Existen tres tipos de subgrupos: 1) los que se ajustan al concepto central de taxón perteneciente al gran grupo; 2) los integrados a formas transicionales a otros ordenes, subórdenes o grandes grupos, donde las propiedades seleccionadas incluyen a los horizontes adicionales, los horizontes intermitentes y propiedades de uno o más de los grandes grupos, pero que están subordinados a las propiedades principales; 3) los que están fuera del grado o estragraduaciones a "no suelo".

Familias: En esta categoría se agrupan suelos dentro de un subgrupo que tienen propiedades físicas y químicas similares importante para el crecimiento de las raíces de las plantas. Las propiedades incluyen distribución del tamaño de las partículas o clases de textura, mineralogía predominante en el solum, régimen de temperatura del suelo.

Series: Esta es la categoría más baja. Las series se diferencian entre sí por características asociadas al uso del suelo; entre las propiedades están las diferencias menores de textura, mineralogía, espesor, color, estructura, tipos y disposición de horizontes etc.

A las series de suelos se les dan nombre locales o nombre abstractos y la mayoría correspondiente a lugares geográficos no teniendo significado para las personas que no las conocen.

Fases de series: Las fases de series de cualquier otra categoría del sistema, se dividen en fases por características que no anulan su concepto taxonómico. Al igual que las series de cualquier categoría del sistema se subdivide en fases.

2.8. Clasificación Agrológica de Suelos

En la evaluación de suelos, el uso y manejo de los suelos se refiere a las decisiones de carácter técnico que se toman respecto a un terreno, para mantener en forma definida un adecuado nivel de producción agrícola con márgenes convenientes de rentabilidad. Generalmente tales decisiones son adoptadas después de que se conocen las características de los suelos, tanto internas como externas. Conocidas estas características se aplica un sistema de evaluación que permite definir el uso, lo que puede incluir recomendaciones técnicas. La mayor parte de los sistemas diseñados para evaluación de tierras con propósitos agrícolas se originaron en países desarrollados. Uno de los más conocidos es la Clasificación de Capacidad uso de la Tierra del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA). Este sistema ha sido modificado sustancialmente por muchos países para adaptarlas a sus propias condiciones y necesidades (Solís J.N, 1985).

La clasificación agrológica en Nicaragua se inicia con los estudios de suelos realizados en el Atlántico para el cultivo del banano, en el Pacífico para el algodón y caña de azúcar; para esto se aplica la metodología USDA, en centro América y en Nicaragua como la clasificación Agrológica oficial desde los años 60. El Catastro entre los años 69 - 78 realizó una clasificación del uso de la tierra, con el propósito de dar las bases del valor técnico a la tierra para el cobro del impuesto fiscal y servir de base en la planificación del uso y manejo de la tierra. Esta

clasificación no produjo ningún impacto favorable al pequeño productor de las tierras marginales o tierras de ladera (Rodríguez Ibarra I, 2000).

Según Solís J.N, (1985) la Clasificación Agrológica se utiliza para describir las propiedades físico-químicas del mismo, en relación al uso y manejo que se le puede dar para una producción agrícola, ganadera o forestal sostenida; es decir, la interpretación del suelo, de los objetos o elementos de la naturaleza.

Algunos conceptos de la clasificación de los suelos en relación al uso y manejo.

Clasificación: es el ordenamientos de las ideas, objetos o elementos de la naturaleza para identificar sus similitudes y diferencias, así como formar grupos homogéneos.

Tierra: espacio constituido por la región atmosférica del clima, con los espacios ocupado por la flora, la fauna, el relieve, el suelo y las aguas. Sinónimo de biosfera.

Utilización de la tierra: se refiere al uso y manejo de la tierra que puede ser actual y potencial.

Uso actual de la tierra: son los diferentes usos de la tierra (uso agrícola, uso urbano, uso industrial y otros usos como el uso histórico).

Uso potencial de la tierra: es el uso de la tierra de acuerdo a su capacidad productiva, sostenible ecológicamente y económicamente rentable.

Tipos de limitaciones: son todas las limitaciones que determinan las clases de capacidad de uso de la tierra y su manejo.

Capacidad de uso de la tierra: es la resistencia de la biosfera de ser usada permanentemente sin el deterioro del clima, la flora, la fauna, el relieve, los suelos

y las aguas. Es decir la capacidad de la tierra de ser usada permanentemente sin deteriorarse (Rodríguez Ibarra I, 2000).

El sistema de clasificación de capacidad de uso de la tierra según Solís J.N, (1985) este sistema es un sistema cualitativo de propósitos generales y jerárquico, con tres categorías (clases, subclases y unidades de capacidad). La categoría de la base se denomina unidad de capacidad de uso y contienen a las subclases y a las clases de capacidad.

Las “clases de capacidad de uso de la tierra” son grupos de subclases o unidades que representan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones para determinar los usos. Hay ocho clases definidas que se indican con números romanos desde I hasta VIII. Las cuatro primeras clases están definidas para usos agrícolas o cultivables. El concepto central de todo el sistema es el de las limitantes del suelo que afectan al uso. Las limitantes crecen conforme aumentan las clases, de tal forma que la clase I, tiene las mínimas limitantes y la clase VIII agrupa el máximo de ellas.

Las “subclases de capacidad” son grupos de unidades de capacidad que tienen los mismos problemas principales de manejar o unidades de capacidad con las mismas limitantes tales como: erosión, escurrimiento, excesos de agua (drenaje), limitaciones en la zona radicular (profundidad) y limitaciones climáticas, entre otros.

La “unidades de capacidad” son el agrupamiento de una o mas unidades individuales de mapeo que tiene potencialidades agrológicas similares, así como también limitaciones y riesgos permanentes (Klingebiel y Montgomery 1965).

Otro aspecto ha considerar es el Sistema agroecológico que según Solís J.N, (1985); es el estudio de la agricultura con un enfoque ecológico; se define dentro del marco teórico como un sistema cuyo objeto es analizar los procesos agrícolas

de forma amplia encontrando dentro de estos sistemas modales agrarios que establecen cultivos anuales, bianuales, semiperennes y perennes, en conjunto con árboles o arbustos, frutales forestales, energéticos u ornamentales.

Descripción de las clases de capacidad de uso de la tierra de la región pacífico y central de Nicaragua según Rodríguez Ibarra I, (2000) las clases presentan las siguientes características.

Tierras clase I: son tierras óptimas sin limitaciones ni riesgos para cultivos anuales mecanizados, con prácticas de manejo mínimas (fertilización, abonado y rotación de cultivo). **Características:** son tierras planas con pendientes de 0 a 2% suelos muy profundos (mas de 90cm a la roca), de texturas francas a franco arcillosos en suelos y subsuelos, bien drenados, sin gravas, sin inundaciones, sin sales ni álcalis. Son óptimos para todo tipo de cultivos anuales mecanizados.

Tierras clase II: son tierras con ligeras limitaciones y ligeros riesgos erosión para los cultivos anuales mecanizados, que requieren prácticas de manejo simple (fertilización, abonado, siembra en curvas a nivel transversal a la pendiente, rotación de cultivos, coberturas de Mulch, con barreras vivas en áreas de erosión eólica). **Características:** son tierras ligeramente onduladas o ligeramente inclinadas con pendientes de 2 a 4%, moderadamente profundo (de 60 a 90cm bien drenados), con textura franca en la superficie y arcillosa en el subsuelo o viceversa, erosión hídrica y eólica leve, con cantidades de material gravoso pocos para los cultivos y para la maquinaria, con grava de 15 a 30% y piedra de 5 a 10%. Los suelos tienen de buena a moderada aptitud para las especies de cultivos anuales adaptadas a las condiciones climáticas de la zona.

Tierras clase III: son tierras con limitaciones y riesgos moderados de erosión para el uso de cultivos anuales mecanizados, requiere de prácticas de conservación simples e intensivos o prácticas especiales de conservación (fertilización, abonado, siembra en curvas a nivel transversal a la pendiente, rotación de

cultivos, coberturas de mulch, con barreras rompevientos, terrazas de camellón, control de inundaciones, despedregamiento, etc). **Características:** son tierras moderadamente inclinadas o moderadamente onduladas, con pendientes de 4 a 8%, drenaje moderadamente rápido (1) a moderadamente lento (3), con texturas franco arenosa en suelo y subsuelo o arcillosa en todo el perfil, inundaciones leves, erosión hídrica o eólica moderada y moderada cantidad de piedras en la superficie de 10 a 20%.

Tierras clase IV: son tierras con severa limitaciones y riesgos de erosión para el uso de cultivos anuales mecanizados; o leves limitaciones y riesgo de erosión para pastos y cultivos semiperennes, requiere de numerosas prácticas especiales, por lo que se requiere realizar un estudio de rentabilidad para el uso de cultivos anuales mecanizados; con el uso de pastos o cultivos semiperennes los problemas de conservación son leves; requiere de pocas prácticas especiales y de prácticas simples. **Características:** son tierras con relieve de plano a fuertemente inclinado o ondulado con pendientes de 0 a 15%, profundos y superficiales (> 90cm o de 30 a 40cm a la roca), de bien drenados a drenaje imperfecto (4), erosión hídrica y eólica de moderada a fuerte, sin inundaciones o con inundaciones moderadas I₂, de pocas o con muchas cantidades de piedras en la superficie.

Tierras clase V: son tierras planas con ligeras a moderadas limitaciones y riesgos de erosión para usarse con pastos o cultivos semiperennes; pero, con limitaciones fuertes de inundaciones, sales y piedras; el manejo esta dirigido al control de inundaciones y drenaje, con prácticas simples a moderadas y al control de sales, (de salinización o lavado de sales) y despedregamiento. **Características:** son tierras planas con pendientes de 0 a 2%, con inundaciones fuertes, drenaje de imperfecto a pobre y con fuertes porcentajes de piedras en la superficie. La adaptabilidad de los pastos o cultivos semiperennes está en dependencia de su adaptabilidad a las inundaciones, drenaje impedido y abundancia de piedras en la superficie.

Tierras Clase VI: son tierras con limitaciones y riesgos severos para usarse con pastos y cultivos semiperennes o leves limitaciones y riesgo de erosión para cultivos perennes o especies forestal, los problemas de conservación son severos; requieren numerosas prácticas especiales por lo que son antieconómicas; son tierras con limitaciones leves para el uso de cultivos perennes y especies forestales, requieren algunas prácticas especiales y aplicaciones intensivas de prácticas simples. Sin embargo, se dan cultivos especiales que toleran condiciones de drenaje pobre como el arroz de inundación. **Características:** son tierras de planas a colinadas con pendientes que varían de 0 a 30%, son suelos profundos mayores (de > 90cm a muy superficiales 20 a 30cm), con texturas arenoso franco en todo el perfil a arcilloso pesado, drenaje de muy rápido a pobre, sin inundaciones o con inundaciones severas, sin erosión o con erosión severa y con una pedregosidad en la superficie de 50 a 70% o sin piedra. Los suelos de estas tierras son de una adaptabilidad de buena a moderada para pastos y cultivos semiperennes y de buena a moderada para cítricos, mangos y aguacates; los suelos arcillosos pesados son pobremente adaptados para arroz y caña de azúcar de secano y bien adaptados para riego.

Tierras clase VII: son tierras con moderadas limitaciones y riesgos de erosión para usarse con cultivos perennes y especies forestales; su adaptabilidad para cultivos forestales y perennes va de buena a moderada; los problemas de conservación van de moderados a severos y las prácticas de conservación son simples y especiales. **Características:** estas tierras van de planas a escarpadas, con pendientes de 0 a 50%, son suelos profundos (mas de 90cm a fuertemente superficiales de 10 a 20cm), con drenaje excesivo a muy pobre, sin inundaciones o con inundaciones excesivas, con erosión severa a muy severa y pedregosidad de abundante a excesiva.

Tierras de clase VIII: son tierras con limitaciones y riesgos de erosión severos para cualquier uso del sector primario; pero, leves para protección de la vida silvestre o ecoturismo; los problemas de conservación de suelos son muy severos

y las prácticas son antieconómicas por ser numerosas las prácticas especiales.

Características: son tierras que van de planas a muy escarpadas, con pendientes de 0 a más de 50%, con profundidades mayores (de 90cm a menores 10cm), drenaje de bueno a muy pobres, pantanos o excesivos, erosión severa a muy severa, sin inundaciones y pedregosidad en la superficie de moderada a muy excesiva.

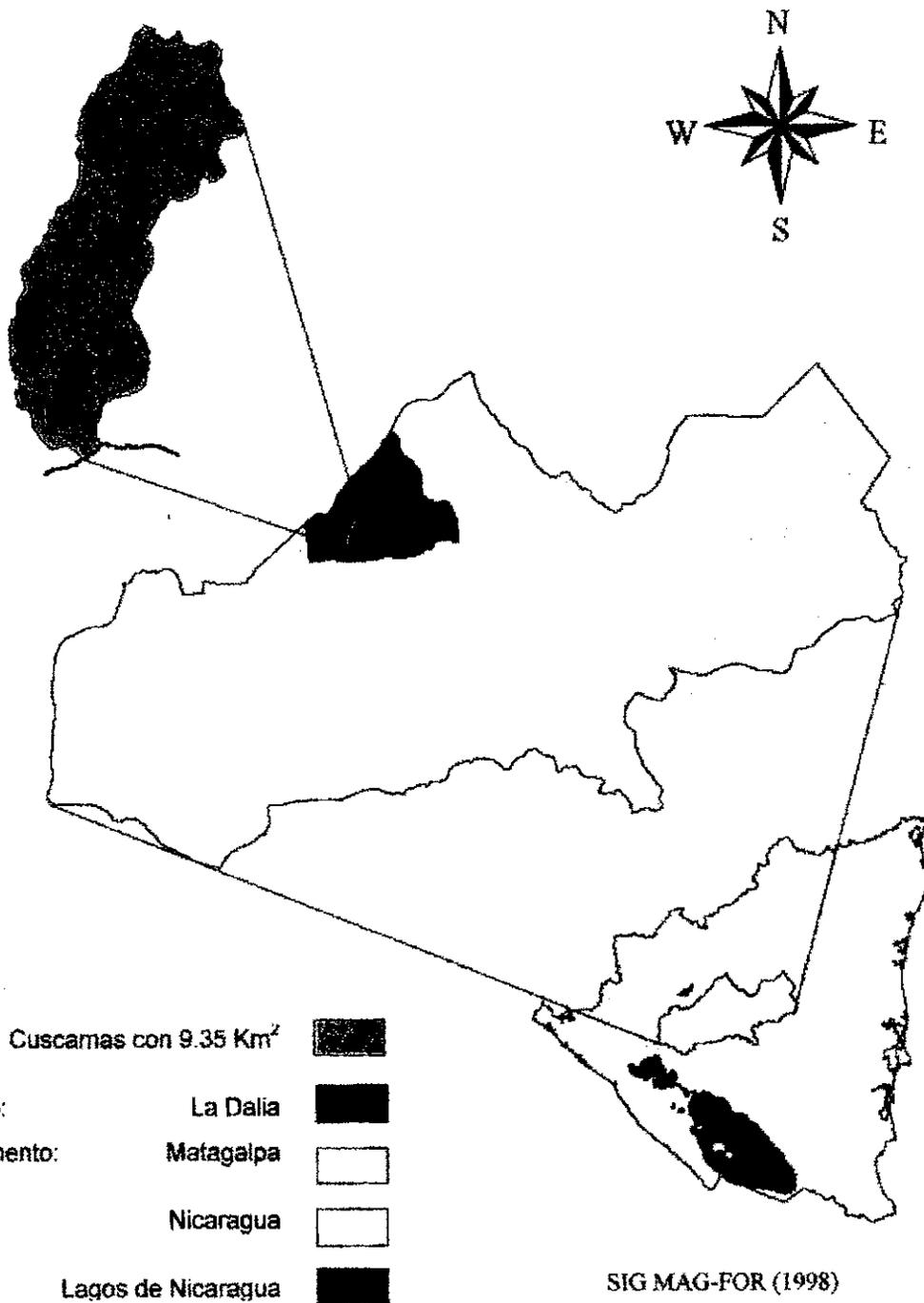
III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Características generales del área

La microcuenca Cuscamas, se ubica geográficamente en la vertiente del Mar Caribe, en la cuenca del río grande de Matagalpa y en la subcuenca El Tuma - La Dalia. Pertenece a la región fisiográfica central de Nicaragua, región política VI en el Departamento de Matagalpa, Municipio del El Tuma - La Dalia, comarca el Granadillo. Se encuentra entre las coordenadas 13°04'23'' a 13°06'25'' de latitud norte y -85°44'47'' a -85°42'50'' de longitud oeste a orilla de la carretera de EL Tuma – La Dalia, con una extensión de 9.35 km². De acuerdo con el programa Red de Protección Social, la comunidad del Granadillo está compuesta por 291 viviendas y 1672 habitantes distribuidos en 3 sectores: *El Granadillo 1*, *El Granadillo 2* y *El Granadillo 3*. No obstante Cuscamas abarca solamente el 28% de los habitantes y el 30% de las viviendas que se ubican en el área de los sectores 1 y 2 dentro de la Microcuenca AMUNIC (1997), (Ver mapa 1).

Se ubica climáticamente en la zona Monzónico Tropical según Koppen (1984), con precipitaciones medias anuales de 1600 a > 2000 mm, temperaturas medias anuales de 23° a 24°C y una distribución de lluvias de 8 a 9 meses. Se encuentra en la provincia geomorfológica tierras altas del interior y en la subprovincia Cordillera Dariense, con paisajes muy escarpados a colinados y una planicie inter montana alargada en su parte media; con pendientes que van de 2 a más de 50%. El área se encuentra entre los 300 a 850 msnm SIG MAG-FOR (1998).

Los suelos predominantes del área se ubican en topografías onduladas a fuertemente onduladas, con drenaje que van de bueno, moderado a imperfecto; de fertilidad alta a media. Se clasifican taxonómicamente como Molisoles y Alfisoles. El relieve escarpado, colinado y muy inclinado, esta sustentado sobre rocas volcánicas y el relieve de planicie inter montana está sobre sedimentos no consolidados fluviales del cuaternario recientes.



Vertiente del Mar Caribe

Mapa 1. Ubicación geográfica de la Microcuenca Cuscamas.

3.2. Método y procedimiento

El estudio se basa en el **método edafogenético para el estudio integral de suelos de laderas o cuencas hidrográficas** (modificado para el estudio). A un nivel semidetallado y detallado a nivel de campo. Rodríguez Ibarra I, (2000).

El método consiste, en estudiar la secuencia de los suelos (*Toposecuencias o secuencias catenarias*), de los diferentes suelos distribuidos en las diferentes posiciones del paisaje, mediante observaciones en las partes altas, medias y bajas del relieve, en áreas con las mismas condiciones climáticas y geológicas; los cuales se observan en estudios llamados de *Toposecuencias*. Se realizan por observaciones en transeptos (carreteras, caminos, trochas, senderos, picadas, etc), con un control topográfico o georeferenciado (GPS). Los transectos seleccionados para realizar las *Toposecuencias* deben atravesar diferentes formas del relieve, con diferentes altitudes, pendientes, pedregosidad y grados de erosión, para poder identificar las diferencias genéticas, morfológicas, taxonómicas y de capacidad de uso de la tierra.

El método se denomina **edafogenético** porque usa la información de los factores genéticos de formación de suelo (*roca, clima y relieve*) aunque la vegetación no se menciona como elemento o factor, se considera como un indicador de suelo durante la marcha del estudio. Integrados en un solo mapa, lo cual permite predecir suelos diferentes o similares en base a la composición de factores de cada unidad del mapa. Ya que unidades con composición o arreglo diferentes de los factores de formación deben contener diferentes suelos y las unidades que tengan la misma composición de factores tendrán suelos similares.

Es **integral** porque considera las ciencias interrelacionadas al conocimiento de los suelos (edafología, geología, geomorfología, climatología, pedología y ciencias relacionadas a las plantas etc).

El estudio es **semidetallado** por representar los suelos de la microcuenca en un mapa de Conjuntos y Consociaciones de Suelos, y no poderse realizar un mapa a nivel de serie; así como por su escala de publicación (1/30,000). Las dificultades cartográficas y de interpretación de los suelos se resolvieron con las representaciones de las toposecuencias georeferenciadas en perfiles transversales. A nivel de campo el estudio es detallado con 10.99 observaciones de Suelos por km²; según Rodríguez Ibarra I, (2000) se requiere como mínimo 10 observaciones por km², para un estudio detallado.

El levantamiento de suelo incluye las fases de pre-campo, fase de campo y la fase de post campo.

En la fase de Pre campo: se gestionó, recopiló, analizó y se evaluó la información de suelo, geología, clima y uso de la tierra; se compraron las hojas topográficas a escala 1/50000, y se adquirieron fotografías aéreas a escala 1/30000. Uso de estereoscopio de espejo, lámpara de mesa para la fotointerpretación del área de la microcuenca.

En la fase de Campo: se reconoce el área de estudio, se comprueba y se corrige la información de suelo, geología, uso actual de la tierra y toma de muestras de suelo para su análisis físico-químico.

En la fase de Post campo: se refotointerpretó el área de la microcuenca, la geomorfología y pendientes de suelo. Finalmente se analiza, se clasifican taxonómicamente los suelos en forma definitiva y se elaboraron los mapas e informe final.

Los datos químicos de los suelos de la microcuenca Cuscamas, se analizaron en el Laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA), de la Universidad Nacional Agraria a cargo del Lic.Msc. Gustavo Valverde. Responsable del laboratorio de Suelo y Agua.

3.3. Procedimiento en la elaboración de los mapas básicos del estudio

Mapa Base: se elaboró a partir de la hoja topográfica a escala 1/50000 y fotografías aéreas a escala 1/30,000, a través de su fotointerpretación preliminar. Se definieron los límites de la Microcuenca, los transeptos de muestreos, carreteras y caminos, como una guía en la etapa de campo. Se utilizó en la elaboración del mapa base la hoja topográfica N° 3055 y fotografías aéreas del año 1986. Para su actualización y corrección se realizó un recorrido a todo lo largo y ancho de la microcuenca. El mapa fue corregido y revisado por el Ing. Antonio Avilés e Ing. Ignacio Rodríguez.

Mapa Geomorfológico, % de Pendiente y Litológico: su elaboración se llevo acabo en las actividades de pre-campo, campo y post-campo, a través de su fotointerpretación preliminar, comprobación y corrección en la etapa de campo y post-campo, empleando el diagrama de las Toposecuencias (Villota, 1983). En la fotointerpretación se separaron las unidades geomorfológicas y las unidades de pendientes. Con ayuda de la información reflejada en las toposecuencias se corrigieron y se separaron nuevas unidades geomorfológicas y de pendientes. Las unidades litológicas se obtuvieron con la información de los perfiles georeferenciados en las diferentes posiciones del relieve. Su edición final se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapas borradores.

Mapa de asociaciones y consociaciones de ordenes y grandes grupos de suelos: el mapa de orden y grandes grupos de suelos se elaboró sobreponiendo el mapa base una vez corregido, con la distribución de los perfiles georeferenciados a todo lo largo del relieve, desde su parte alta hasta la planicie del río Cuscamas. Su edición final se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapa borrador.

Mapa de Conjuntos y Consociación de suelo: es la sobre posición del mapa geomorfológico, mapa de pendiente, mapa litológico, mapa climático, la información de las toposecuencias y los perfiles georeferenciados; creando unidades homogéneas de suelo representativos desde el punto de vista de su cobertura de área. Otros factores tomados en cuenta son las potencialidades, limitaciones y riesgos de erosión: Poniéndoles nombre locales a cada unidad homogénea, así como sus perfiles taxonómicos representativos. Su edición final se llevo a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapa borrador.

Mapa de uso actual de la tierra: el mapa de uso actual de la tierra se determina por fotointerpretación de fotografía aéreas a escala 1/30000 del año 1986. Su comprobación y corrección se llevó acabo en la etapa de campo a través del levantamiento de suelo y la información levantadas en las toposecuencias. En el campo se observó el uso actual y mayor de la tierra. Una vez corregido, se elaboraron unidades cartográficas del área ocupado por cada uso determinado. Su edición final se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapa borrador.

Tabla 4. Leyenda utilizada en la elaboración del mapa de uso actual.

| SIMBOLOGIA | DESCRIPCIÓN |
|-------------|--|
| CA, Cs y Cp | Cultivos anuales, cultivos semiperennes y Cultivos perennes |
| P | Pasto |
| TC | Tacotal |
| F | Forestal |

Rodríguez Ibarra I. (2000).

Mapas de capacidad de uso de la tierra: se obtuvo teniendo como base el mapa de pendiente y los grados de limitaciones y riesgos de erosión de los suelos, para generar las unidades que conforman el mapa de capacidad de uso de la tierra o mapa de clases, subclases y potencial biofísico. De acuerdo con las características de suelo, evaluadas con las tablas de las limitantes (ver anexo tablas 4 a 10) y los rangos de pendientes apoyado de la siguiente tabla. Su edición final se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapa borrador.

Tabla 5. Clases de capacidad de uso de la tierra y grados de limitaciones para los usos: Agrícola, pecuario, forestal y protección de la vida silvestre.

| Clases de capacidad de uso | USO MAYOR DE LA TIERRA | | | |
|----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Cultivos anuales mecanizados | Cultivos semiperennes y pastos | Cultivos perennes y forestales | Protección de la vida silvestre |
| | Grados de limitaciones y riesgo de erosión | | | |
| I/II | Nulo | | | |
| II/III | Leve | | | |
| III/IV | Moderado | | | |
| IV/VI | Severo | Leve | | |
| V | | Moderado | | |
| VI/VII | | Severo | Leve | |
| VII/VIII | | | Moderado | |
| VIII | | | Severo | Leve |

Rodríguez Ibarra I, (2000). Modificado para el estudio.

Mapa de confrontación del uso de la tierra: se obtiene mediante la matriz de sobreponer el mapa de uso actual de la tierra y el mapa de capacidad de uso de la tierra (subclases), obteniendo las unidades de sobré utilizadas, subutilizadas y bien utilizadas. Su edición final se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA). Mediante la digitalización de mapa borrador.

Tabla 6. Matriz de confrontación del uso actual de la tierra y la capacidad de uso de la misma.

| CONFRONTACIÓN DE USO DE LA TIERRA | | | |
|--|------------|-----------------|------------------|
| Clases compuestas de capacidad de uso de la tierra | Uso actual | | |
| | Buen uso | Sobre utilizado | Sub utilizado |
| II/III | Ca | ----- | Cs,P,Cp,Tc,F,Pvs |
| III/IV | Ca | ----- | Cs,P,Cp,Tc,F,Pvs |
| IV/VI | Cs, P | Ca | Cp,Tc,F,Pvs |
| VI/VII | Cp,Tc | Ca ,Cs, P | F,Pvs |
| VII/VIII | F | Ca ,Cs, P,Tc | Pvs |
| VIII | Pvs | Ca ,Cs, P,Tc,F | ----- |

Elaboración propia, (2002).

Mapa de propuesta de uso o uso mayor de la tierra: éste se elaboró tomando como base el mapa potencial biofisico, para construir las unidades que conformaron la propuesta de uso o uso mayor de la tierra, el cual se auxilia de las siguiente tabla.

Tabla 7. Sistemas Agroecológicos.

| PROPUESTA DE USO MAYOR DE LA TIERRA | |
|-------------------------------------|--|
| Simbología | Significado |
| A | Agricultura Intensiva, cultivos anuales mecanizados (corresponde al tipo de agricultura intensiva como asociado en el cual se combinan especies gramíneas, leguminosas y otros cultivos anuales. Se elimina el uso del monocultivo. Corresponde a la clase I/II. |
| AF | Sistema Agroforestales |
| AF ₁ | Cultivos anuales + cultivos semiperennes + cultivos perennes + especies forestales. Corresponden a la clase II/III y III/IV. |
| AF ₂ | Cultivos semiperennes + cultivos perennes + especies forestales. Corresponden a la clase III/IV y IV/V. |
| AF ₃ | Cultivos perennes + especies forestales. Corresponden a la clase V y VI/VII. |
| GF | Sistema Silvopastoril |
| GF ₁ | Pastos de gramíneas + forraje (leguminosas, árboles frutales). Corresponden a la clase IV/V. |
| GF ₂ | Forraje (leguminosas, árboles frutales). Corresponden a la clase IV/ V y V/VI. |
| F | Uso forestal; Contempla especies forestales con valor energéticos y maderables de árboles frutales. Corresponden a la clase VI/VII y VII/VIII. |
| Pvs | Protección de la vida silvestre; Son áreas donde las prácticas de agricultura producen degradación del medio físico y su uso mas beneficioso es el de la recuperación para fines especiales como el ecoturismo, recreación, abastecimiento de agua, banco de germoplasma y protección de especies en extinción tanto de flora como de la fauna. Corresponde a la clase VIII. |

Rodríguez Ibarra I. (1993).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de los procesos de formación y/o degradación de los suelos

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

En la microcuenca Cuscamas se lograron identificar escenarios de evolución de suelos, a partir de la interacción del material parental con el relieve, el clima, el hombre (organismos) y la vegetación.

Resultando finalmente en los procesos de diferenciación de horizontes, los perfiles:

| | | |
|--|---|----------------------|
| $A - Bt > \text{de } 35\% \text{ SAT} - C - R$ | } | Suelos maduros |
| $A - ABt - Bt > \text{de } 35\% \text{ SAT} - C - R$ | | |
| $O - A_1 - A_2 - C - R$ | } | Suelos joven aluvial |

En las áreas con rocas poco permeables (Toba) se presentaron coloraciones generalmente grises en la parte inferior del perfil, por reducción de hierro conocido como el proceso de gleyzación. En las rocas poco permeables y permeables (Ignimbrita y Andesita ignimbrítica) una coloración rojiza o naranja por la concentración de hierro y oxidación del mismo conocido como procesos de (óxido - reducción, braunificación y rubificación).

El procesos de erosión hídrica laminar es notorio en áreas intermedias de las laderas o partes medias que en las partes altas y bajas. Revelando una clara disminución de espesor del horizonte A. Esto permite que el grado de desarrollo de los suelos en la microcuenca está determinado por su posición en el relieve y

tipo de uso agropecuario. De esta manera suelos localizados en la cima y el pie de las laderas logran acumular materia orgánica, ya que en estos suelos la escorrentía y la erosión no logra disminuir el espesor del horizonte superficial A, que tiene más de 18cm de espesor. Estos suelos por lo general permanecen bajo uso agropecuario con cobertura vegetal, dando lugar a la formación de Molisoles. Sin embargo, los suelos localizados en las partes medias de las laderas pierden espesor dando lugar a la formación de Alfisoles. Debido a que en la parte media hay una mayor utilización de la tierra para la agricultura y ganadería, como consecuencia se tiene una mayor acción erosiva, conocido como proceso de remoción, que produce una disminución del espesor del horizonte superficial a causa de la erosión. Si embargo, en las laderas usadas con café y sombra densa o con plantaciones forestales en toda su extensión (parte alta, media y baja) el espesor del horizonte superficial A no ha disminuido.

Los factores de formación de suelos en la microcuenca Cuscamas se presentan de la siguiente manera:

El **material parental** conformado por rocas volcánica del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa Intermedio: Toba blanca poco permeable con un área de 202.77 hectáreas (un 21.69% del área total), Ignimbrita con un área de 441.88 hectáreas (un 47.26% del área total) y Andesita-ignimbrítica con un área de 136.49 hectáreas (un 14.59% del área total) poco permeables y permeables, y por sedimentos aluviales no consolidados del Cuaternario Reciente con una área de 153.84 hectáreas (un 16.46% del área total). (Ver Anexos mapa1).

Un **relieve** que corresponde a la provincia geomorfológico de las Tierras Altas del Interior y la subprovincia geomorfológica Cordillera Dariense, con un valle estrecho intermontano de origen fluvial. Los paisajes presentes en la microcuenca van de colinas escarpadas, laderas muy escarpadas, pie de monte, sistemas de colinas redondeadas, sistemas de laderas escarpadas y muy escarpadas, sistemas de mesas y los paisajes aluviales del río Cuscamas. Estos paisajes se subdividen en

subpaisajes: Muy escarpado con pendientes > 50%, escarpado con pendientes 30 a 50%, colinados con pendientes 15 a 30%, fuertemente ondulado a inclinado con pendientes de 8 a 15%, moderadamente ondulado a inclinado con pendientes de 4 a 8% y ligeramente ondulado a inclinado con pendientes de 2 a 4%.

El clima es fresco y húmedo, llamado monzónico tropical Koppen W, (1984), con precipitaciones medias anuales de 1600 a mayor de 2000 mm, temperaturas de 23° a 24°C y una distribución de lluvias de 8 a 9 meses. El área se encuentra entre los 300 a 850 metros sobre el nivel del mar (Ver Anexos mapa 9). Los **organismos** a través del hombre con sus actividades degradante, se resumen en: Despale de maderas para leña, sobre uso de las tierras con vocación forestal y agricultura de subsistencia sin practicas de manejo conservacionista. La **Vegetación** es propia de un bosque perennifolio mediano a alto, de clima fresco y húmedo.

4.1.1 Proceso de diferenciación de los horizontes en suelos maduros: clima húmedo (monzónico tropical), régimen de humedad Udico y rocas volcánicas del terciario Oligoceno.

Proceso de formación de los suelos maduros, con perfil **A - Bt - C - R** y **A - ABt - Bt - C - R**. El horizontes **A** con mas de 18cm de espesor en la evolución progresiva y menos de 18cm en inicio de la evolución regresiva por erosión antrópica y el horizonte **Bt** con mas de 35% de saturación de bases (SAT). Los suelos formados de Toba volcánicas poco permeable, Ignimbrita y Andesita Ignimbritica poco permeable y permeable han originado 2 órdenes de suelos diferentes por el espesor del horizonte **A**. Señalado en el siguiente proceso (ver figura).

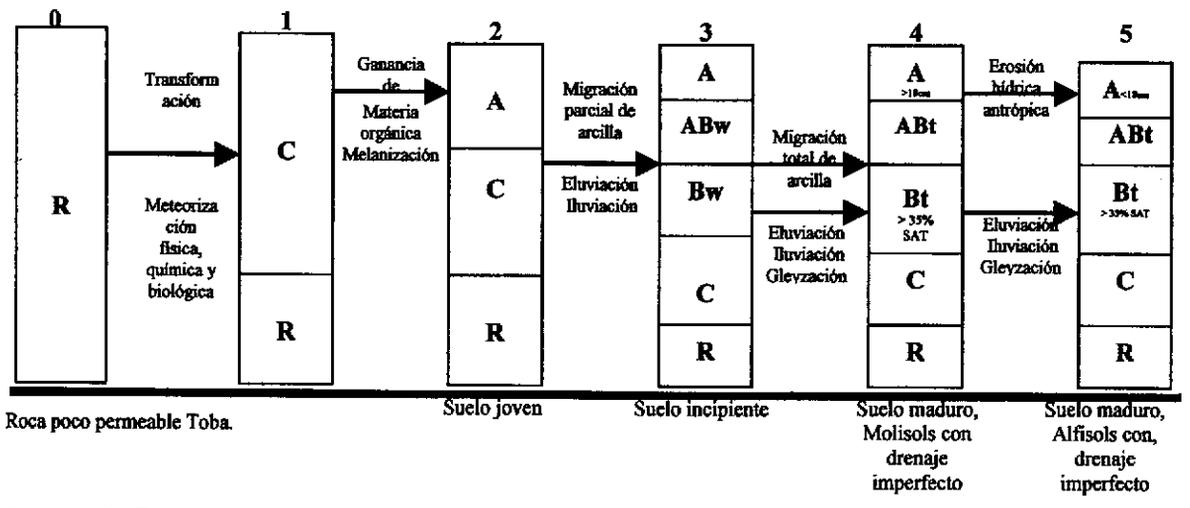
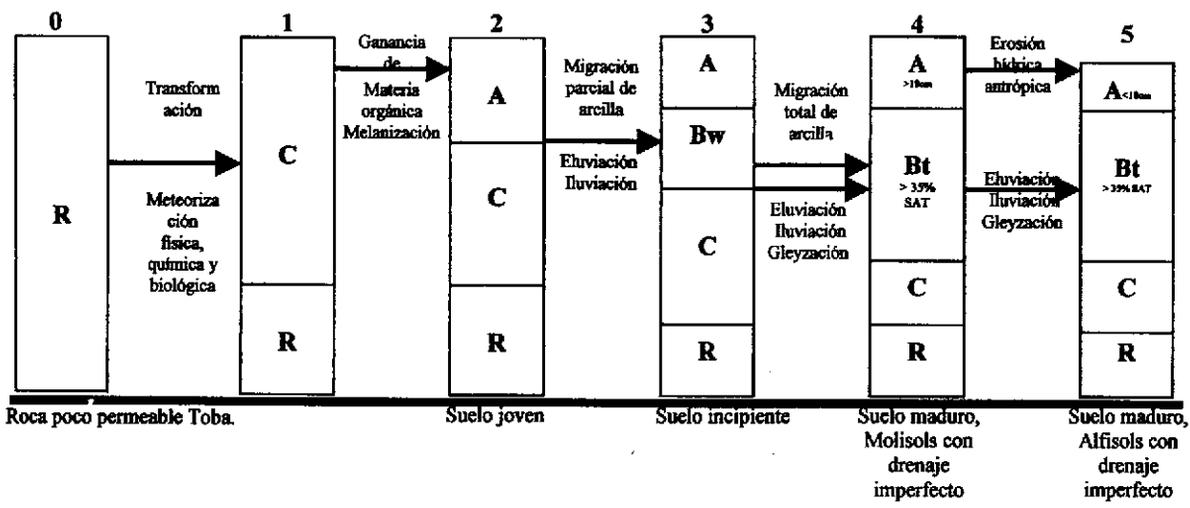
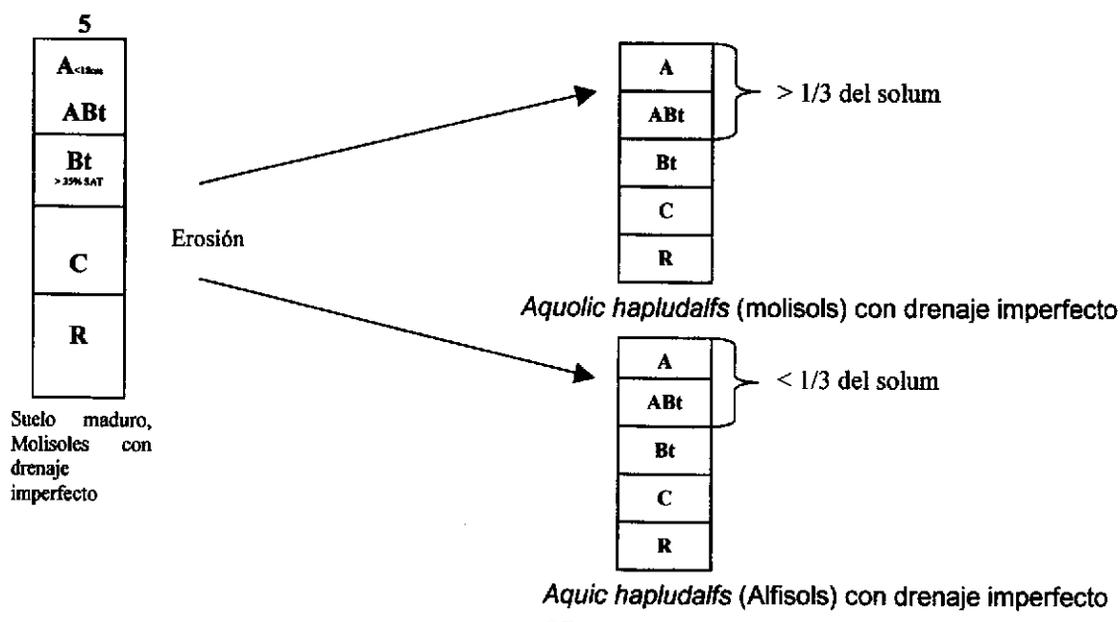


Figura 3. Proceso de diferenciación de los horizontes de suelos maduros, sobre Toba.

En el caso de los *Aquic* puede ser:



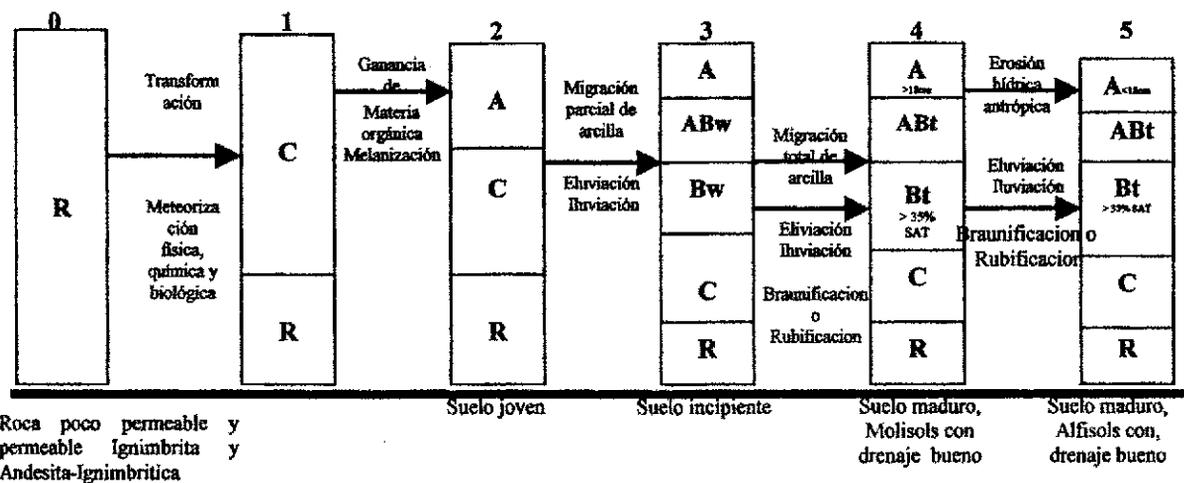
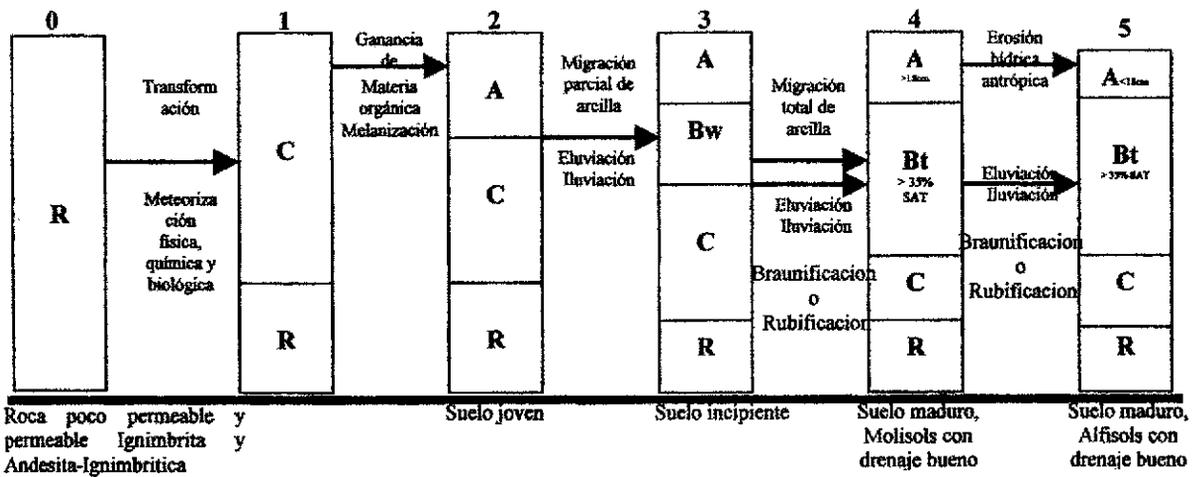


Figura 4. Proceso de diferenciación de los horizontes de suelos maduros, sobre Ignimbrita y Andesita-Ignimbritica.

Procesos de diferenciación de horizontes en suelos maduros:

- ☞ Transformación.
- ☞ Ganancia.
- ☞ Melanización.
- ☞ Migración parcial de arcilla (Bw).
- ☞ Migración total de arcilla (Bt).
- ☞ Eluviación.
- ☞ Iluviación.
- ☞ Gleyzación.
- ☞ Braunificación o Rubificación.
- ☞ Erosión hídrica antrópica

4.1.2 Proceso de diferenciación de horizontes en suelos aluviales

Son suelos aluviales por sedimentos transportados por el Río Cuscamas en una planicie de desborde, durante el cuaternario reciente (suelos incipiente).

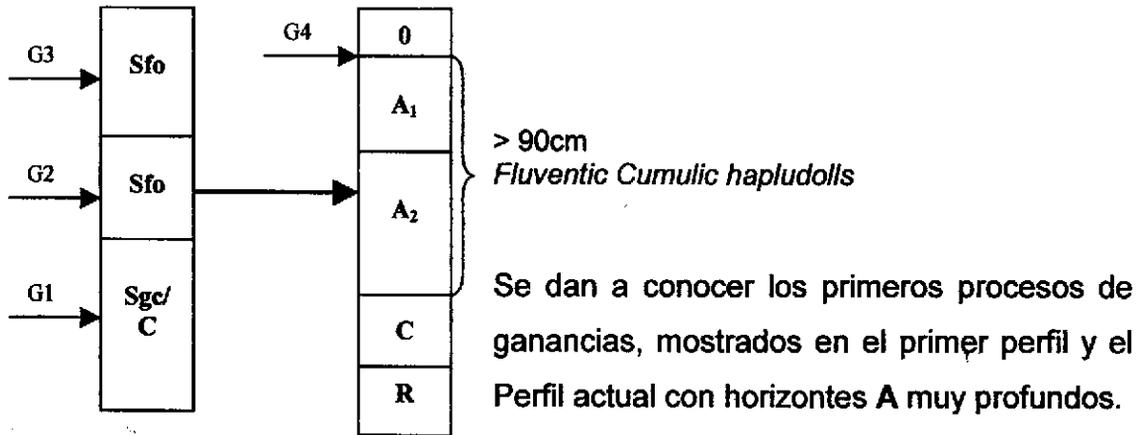


Figura 5. proceso de diferenciación de los horizontes de suelos aluviales.

Procesos de diferenciación de capas aluviales.

G1: Primera ganancia de sedimentos no consolidados gruesos y claros.

G2: Segunda ganancia de sedimentos no consolidados finos oscuros.

G3: Tercera ganancia de sedimentos finos oscuros.

G4: Ganancia de materia orgánica.

Sfo: Sedimento finos oscuros.

Sgc/C: Sedimentos gruesos claros parecidos al horizonte C.

Los suelos de la microcuenca Cuscamas se han formado mediante el proceso de latolización, propio de los climas húmedos tropicales sobre rocas volcánicas en su mayor extensión. En este proceso de formación de suelos se dan los siguientes procesos: transformación, deposición o ganancia, melanización, eluviación, iluviación, adición, migración de parcial de arcillas y migración total de arcillas, gleyzación, braunificación o rubificación. No se presenta lavado de sales.

4.2. Clasificación taxonómica de los suelos de la microcuenca

Los suelos de la microcuenca fueron clasificados en las siguientes categorías; órdenes, subórdenes, gran grupo y subgrupos, de acuerdo a la clasificación de suelo del sistema (USDA).

4.2.1. Ordenes de suelos: A este nivel jerárquico se encontraron las categorías de Molisoles y Alfisoles, los cuales se caracterizan por el desarrollo o estado evolutivo de sus horizontes superficiales **A** y **B** (horizontes genéticos), que actualmente se describen con el nombre de horizontes diagnósticos: epipedón y endopedón. En general los suelos maduros con poca evidencia de erosión y con horizontes **A** > 18cm de espesor, fueron clasificados como Molisoles y los suelos con pérdidas de espesor **A** < 18cm y con horizontes argílico **Bt** > 35% de saturación de bases, fueron clasificados como Alfisoles.

La combinación de horizontes diagnósticos que constituyen el orden Molisols son:

A mólico - R

A mólico - C - R

A mólico - **Bt** - C - R

La combinación de horizontes diagnóstico que constituyen el orden Alfisols son:

A óchrico - **Bt** con mas de 35% de saturación de bases - C - R ó

A óchrico **ABt** - **Bt** con mas de 35% de saturación de bases - C - R

4.2.1.1 Características del Orden, Suborden, Gran grupo y Subgrupos de los Molisols

Orden Molisols. Las características del horizonte mólico son;

Espesor: 1) > 10cm el horizonte **A** sobre la roca.

2) >18cm el horizonte **A**, mezclado con textura franco arenoso, franco arcilloso y franco arcillo limoso o más gruesa.

3) > de 1/3 del solum el horizonte **A**, con textura más finas que franco arenoso.

Color: valúe en seco < 5.5 y crhoma en húmedo < 3.5.

Materia orgánica: > 1% generalmente.

Estructura: Bien estructurado.

Consistencia: De suave a duro.

% de SAT (+): > de 50%. SAT (saturación de bases).

Suborden del orden Molisols: Por encontrarse los suelos en clima húmedo tropical, con 8 a 9 meses de lluvia/año y el suelo no esta seco más de 90 días acumulativo, se clasifica el régimen de humedad del suelo como Udico, existiendo solamente el suborden UDOLLS, (OLL de Molisols y UD de Udico).

Grandes grupos del Suborden UDOLLS: El suborden UDOLLS se divide en los siguientes grandes grupos *ARGIUDOLLS* con horizontes argílico **Bt** y *HAPLUDOLLS* con condiciones de horizontes **B** mínimo por horizonte cámbico **Bw** o con perfil **A - C - R**.

Subgrupos del gran grupo Argiudolls y Hapludolls: Los suelos del gran grupo *Argiudolls* se subdividen en los subgrupos: *Typic argiudolls*, por tener una profundidad a la roca dura o suave mayor de 50cm y un drenaje bueno. *Rhodic argiudolls*, por tener el horizonte argílico **Bt**, coloración 2.5YR o más rojo en todo el perfil y un valúe en húmedo menor de 3. *Cumulic Rhodic argiudolls*, por ser *Argiudolls*, con un horizonte mólico con espesor mayor de 40cm. *Aeric Rhodic argiudolls*, por ser *Rhodic argiudolls* con drenaje moderado. *Aeric argiudolls*, por ser *Argiudolls* con drenaje moderado. *Lithic argiudolls*, por ser *Argiudolls* con profundidad menor de 50cm a la roca dura y *Aquic argiudolls*, *Aquic* por estar saturados de agua y por ser *Argiudolls* con drenaje imperfecto.

Los suelos del gran grupo *Hapludolls* se dividen en los subgrupos: *Fluventic Cumulic hapludolls*, por ser *hapludolls* de origen fluvial. *Cumulic Entic hapludolls*, por ser *hapludolls* con un horizonte mólico, un espesor mayor de 40cm superficial y tener un perfil **A - C - R** (sin horizonte **B**) como Entisols. *Lithic hapludolls*, por ser *hapludolls* con profundidad a la roca dura menor de 50cm. *Lithic Entic hapludolls*, por ser *Lithic hapludolls* sin horizonte **B** (**A - C - R**). *Paralithic Entic hapludolls*, por ser como los *Lithic Entic hapludolls*, pero con profundidad a la roca suave menor de 50cm.

4.2.1.2. Características del Orden, Suborden, Gran grupo y Subgrupos de los Alfisols

Orden Alfisols; El orden Alfisols se representa por el perfil **A < 18cm - Bt > 35% SAT - C - R** y por la combinación de perfiles y horizontes diagnósticos siguiente:

Horizonte **A** óchrico - **Bt** con mas de 35% de **SAT - C - R** ó

Horizonte **A** óchrico - **ABt - Bt** con mas de 35% **SAT - C - R**

Las características de un horizonte óchrico son cualquiera de las siguientes.

- No llenan los requisitos de espesor del horizonte mólico.
- No llenan los requisitos de color del horizonte mólico.
- No llenan los requisitos de % de materia orgánica del horizonte mólico.

Por lo general suelos maduros con perfiles **A - Bt > 35% SAT - C - R** erosionados con un espesor menor de 18cm de profundidad del horizonte superficial, no llena el requisito de espesor mólico. Por tanto, el horizonte **A** erosionado con menos de 18cm de espesor, representa un horizonte óchrico, aunque el horizonte **Bt** contenga un % de **SAT > 35%**, este es clasificado en el orden Alfisols.

Suborden del orden Alfisols; Por el régimen de humedad del suelo Udico, con 8 a 9 meses de lluvia / año, se clasifica el suborden como UDALFS (ALFS de Alfisols y UD de Udico).

Grandes grupos del suborden UDALFS; El suborden UDALFS por tener un horizonte argílico, con un espesor menor de 100cm. Se clasifica en el Gran grupo *Hapludalfs*, de Hapl; por espesor mínimo de **Bt**, o sea UDALFS con horizonte argílico menor de 100cm.

Subgrupos del gran grupo Hapludalfs; Los suelos del gran grupo *Hapludalfs* son; *Typic hapludalfs*, bien drenado con profundidad a la roca dura o suave mayor de 50cm. *Rhodic hapludalfs*, el horizonte **Bt** tiene el Hue de color 2.5YR o más rojo en todo el perfil y un valúe en húmedo menor de 3. *Aquolic hapludalfs*, *hapludalfs* con horizonte mólico, cuyo espesor es la suma de los horizontes **A** y **ABt**, el cual debe ser mayor de 1/3 del solum. El horizonte **A + ABt**, con drenaje imperfecto y con frecuente reducción de hierro en la parte inferior del horizonte **Bt**. *Lithic Aquolic hapludalfs*, son *Aquolic hapludalfs*, cuya profundidad a la roca dura es menor de 50cm. *Aquic hapludalfs*, por ser *Aquic* y ser *Hapludalfs* con drenaje imperfecto. *Lithic hapludalfs*, es un *Aquic hapludalfs*, cuya profundidad a la roca dura es menor de 50cm.

Tabla 8. Clasificación de los Ordenes, Subórdenes, Grandes grupos y Subgrupos de suelos. Subgrupos subrayados son suelos representativos de la microcuenca Cuscamas, con una frecuencia en %.

| Orden | Suborden | Gran grupo | Subgrupos |
|---|----------|------------------------------|---|
| Molisoles n = 102 F = 48.04% | Udolls | Argiudolls F = 38.24% | <u>Argic argiudolls</u> Aeric argiudolls Rhodic Aeric argiudolls Cumulic Aquic argiudolls Cumulic Rhodic argiudolls <u>Rhodic argiudolls</u> Lithic Aquic argiudolls <u>Lithic argiudolls</u> <u>Typic argiudolls</u> |
| | | Hapludolls F = 9.80% | Cumulic Entic hapludolls <u>Fluventic Cumulic hapludolls</u> Lithic Entic hapludolls Lithic hapludolls Paralithic Entic hapludolls |
| Alfisoles n = 102 F = 51.96% | Udalfs | Hapludalfs F = 51.96% | <u>Aquic hapludalfs</u> <u>Aquolic hapludalfs</u> Aeric hapludalfs Lithic Aquolic hapludalfs <u>Lithic hapludalfs</u> Rhodic Aquolic hapludalfs <u>Rhodic hapludalfs</u> <u>Typic hapludalfs</u> |

n = Número de observaciones o perfiles descritos. F = Frecuencia en %.

Elaboración propia.

4.3. Cartografía de los suelos y su representación

4.3.1. Cartografía de los órdenes y grandes grupos de suelos

La distribución geográfica de los suelos en la microcuenca, está relacionado con la posición en el relieve y el tipo de uso. De esta manera, suelos de orden Alfisols se localizan con mayor predominancia en las partes intermedias de las laderas y los suelos de orden Molisols, en las partes altas y bajas de las laderas; de igual manera pasa con el Gran grupo de suelos.

En la representación cartográfica de los órdenes y gran grupos de suelos se hablará de Asociación y Consociación, para justificar que en condiciones de laderas los suelos varían a pocos metros, pero que a nivel de sub-paisaje se puede hablar de predominancia de suelos de manera general. La Asociación significa que existen dos tipos de suelos, pero que uno de ellos es el predominante por mayor cobertura en área. Por ejemplo en la Asociación de Alfisoles + Molisoles, el suelo de mayor predominancia son los alfisoles, pero que existen suelos de orden Molisoles en pequeñas áreas. En el caso de la Consociación de suelo significa que existe la predominancia de un solo tipo de suelo. Por ejemplo, la Consociación Molisols, significa que solo existe este tipo de orden.

Encontrándose a nivel de ordenes de suelos: la asociación de Alfisoles + Molisols, con un área de 490.93 hectáreas (un 52.51% del área total); la asociación de Molisols + Alfisoles, con una área de 264.37 hectáreas (un 28.28% del área total); y Consociaciones de Molisols, con una área de 179.65 hectáreas (un 19.21% del área total). (ver mapa 2). A nivel de grandes grupos de suelos: asociación de *Argiudolls* + *Hapludalfs*, con una área de 270.08 hectáreas (un 28.89% del área total); asociaciones de *Hapludalfs* + *Argiudolls*, con un área de 490.94 hectáreas (un 52.51% del área total); y consociaciones de *Hapludolls*, con una área de 145.57 hectáreas un 15.57% del área total y *Argiudolls*, con una área de 28.89 hectáreas (un 3.03% del área total). (ver mapa 3).

MAPA DE ASOCIACIONES Y CONSOCIACIONES DE ORDENES DE SUELO
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Ordenes | Area Ha | % Area |
|------------------------------|---------|--------|
| Asociación Alfisol + Melisol | 490.93 | 52.51 |
| Asociación Melisol + Alfisol | 264.37 | 28.28 |
| Consociación Melisol | 179.65 | 19.21 |

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

Escala: 1: 30,000

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

Diseño e Impresión:
 Ing. Fernando Mendoza J.
 SIGMA-FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

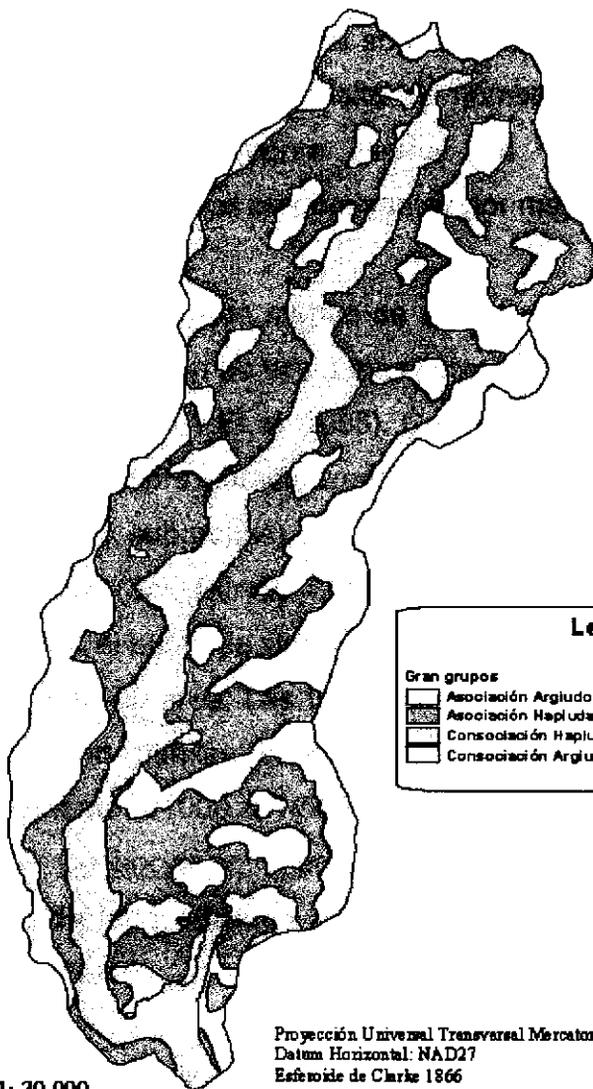
Ignacio Rodríguez *Antonio Aviles*
Sismark Mendoza *Jesmina Martínez*
William Water *Fernando Mendoza*
Dell Thompson
German Zamora

Digitalización:
 William Water
 Dell Thompson
 Fernando Mendoza

Mapa 2. Representación de las Asociaciones y Consociaciones de los Ordenes de suelos.

MAPA DE ASOCIACIONES Y CONSOCIACIONES DE GRANDES GRUPO

Microcuenca Cusamá La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Gran grupos | Area Ha | % Area |
|------------------------------------|---------|--------|
| Asociación Argiudolls + Hapludalfs | 270.08 | 28.89 |
| Asociación Hapludalfs + Argiudolls | 480.84 | 52.01 |
| Consociación Hapludolls | 145.57 | 15.57 |
| Consociación Argiudolls | 28.89 | 3.03 |

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

Escala: 1: 30,000

Realizado por:

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e Impresión:

Ing. Fernando Mendoza J.
SIOMA-FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

| | |
|-------------------|------------------|
| Ignacio Rodríguez | Antonio Aviles |
| Elmarck Mendoza | Jessica Martínez |
| William Watler | Fernando Mendoza |
| Dell Thompson | |
| German Zamora | |

Digitalización:

William Watler
Dell Thompson
Fernando Mendoza

Mapa 3. Representación de las Asociaciones y Consociaciones de los Grandes Grupos de suelos.

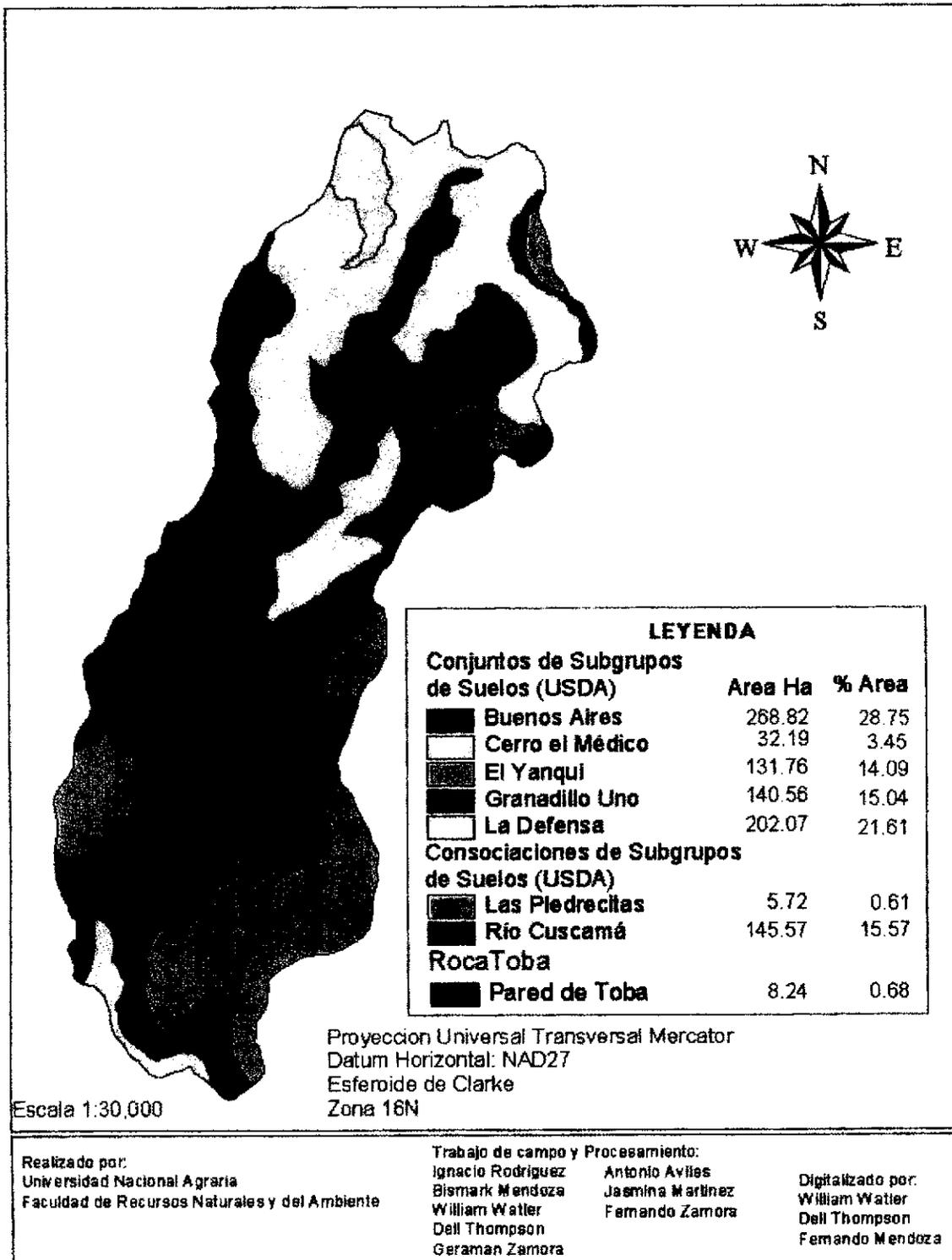
4.3.2. Cartografía y representación de los subgrupos de suelos

Los diferentes subgrupos de suelos identificados en la microcuenca Cuscamas se mapean como Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos. La utilización de las asociaciones de los subgrupos de suelos y subgrupos de suelos individuales, con nombres locales son llamados Conjunto y Consociación; estos términos fueron asignados por falta de nombre locales para identificar a cada subgrupo de suelo diferente (series de suelos). Los suelos llamados representativos son suelos predominantes por mayor cobertura en área.

Conjuntos: es la unidad de mapeo de suelos expresados con un nombre el cual representa la asociación de dos a más categorías taxonómicas de serie, familias y subgrupos (Elbersen G. Et al, 1986). Consociaciones: es la unidad de mapeo de suelo, con un nombre caracterizada por su grado de pureza (85% al nivel de series, familias y subgrupos), compuesta por taxones individuales de suelos o suelos similares (Soil Survey Staff, 1999). Estas asociaciones agrupan suelos similares desde el punto de vista de su color, su morfología como taxones y por su mayor cobertura en área. Las toposecuencias; son representaciones gráficas de los relieves con perfiles transversales descritos y georeferenciados a escala aproximadamente 1/1000 a 1/5000 (Rodríguez Ibarra I, 2000) referidos en cada Conjunto o Consociación. Para enfatizar las relaciones de su formación y deterioro, cada toposecuencia tienen las siguientes formaciones en el siguiente orden descendente.

- Zona climática.
- Paisaje.
- Posición en el paisaje.
- Altitudes.
- Coordenadas.
- Subgrupos taxonómicos.
- Uso actual.
- % de pendientes.
- Erosión laminar.
- % de piedras.
- % de afloramiento rocoso.
- Litología
- Formación geológica.

Mapa de Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos



Mapa 4. Conjuntos y Consociaciones de Subgrupos de suelos.

Tabla 9. Descripción de la leyenda de los Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos.

| CONJUNTO Y CONSOCIACIONES DE SUBGRUPOS DE SUELOS | | |
|--|-----------------|--|
| CONJUNTOS | | SIGNIFICADO |
| Índice | Nombre | Asociación de subgrupos |
| BA | BUENOS AIRES | <i>Rhodic hapludalfs</i> + <i>Typic hapludalfs</i> + <i>Rhodic argiudolls</i> + <i>Typic argiudolls</i> , con inclusiones de <i>Aeric argiudolls</i> + <i>Cumulic Aquic argiudolls</i> + <i>Lithic Entic hapludolls</i> + <i>Cumulic Rhodic argiudolls</i> . |
| CM | CERRO EL MEDICO | <i>Aquic hapludalfs</i> + <i>Rhodic hapludalfs</i> + <i>Typic hapludalfs</i> + <i>Aquic argiudolls</i> + <i>Rhodic argiudolls</i> , con inclusión de <i>Aeric hapludalfs</i> . |
| YA | EL YANQUI | <i>Lithic hapludalfs</i> + <i>Lithic argiudolls</i> , con inclusiones de <i>Cumulic Entic hapludolls</i> + <i>Rhodic Aeric argiudolls</i> . |
| GU | GRANADILLO UNO | <i>Aquolic hapludalfs</i> + <i>Typic hapludalfs</i> + <i>Aquic argiudolls</i> + <i>Lithic argiudolls</i> + <i>Typic argiudolls</i> , con inclusiones de <i>Paralithic Entic hapludolls</i> + <i>Aeric argiudolls</i> + <i>Lithic Entic hapludolls</i> . |
| LD | LA DEFENSA | <i>Aquic hapludalfs</i> + <i>Aquolic hapludalfs</i> + <i>Aquic argiudolls</i> , con inclusiones de <i>Lithic Entic hapludalfs</i> + <i>Lithic Entic hapludolls</i> + <i>Lithic Aquic argiudolls</i> . |
| CONSOCIACION | | SIGNIFICADO |
| Índice | Nombre | Consociación de subgrupos de subgrupos de suelos |
| LP | LAS PIEDRECITAS | <i>Aquic hapludalfs</i> . |
| RC | RÍO CUSCAMAS | <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> . |
| AFLORAMIENTO ROCAL (Piedras) | | |
| Índice | Nombre | SIGNIFICADO |
| PT | PARED DE TOBA | Toba volcánica blanquecina impermeable del Oligoceno de la formación Matagalpa intermedio |

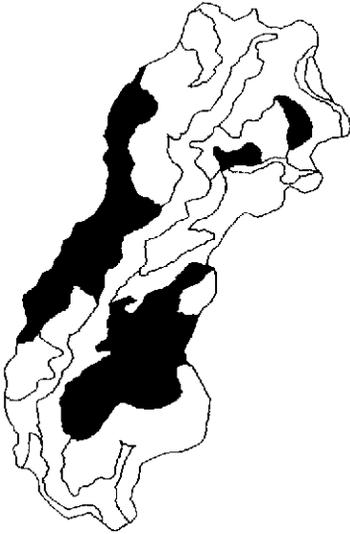
Tabla 10. Área de Conjuntos y Consociaciones de subgrupos de suelos, con sus toposecuencias.

| Conjunto de subgrupos de suelos | Área ha | % área | Toposecuencias |
|-------------------------------------|---------|---------|----------------------|
| BUENOS AIRES | 268.82 | 28.75 | 6, 7, 8, 13, 14 y 15 |
| CERRO EL MEDICO | 32.19 | 3.45 | 2 y 4 |
| EL YANQUI | 131.76 | 14.09 | 5 y 9 |
| GRANADILLO UNO | 140.56 | 15.04 | 5, 9, 10 y 19 |
| LA DEFENSA | 202.07 | 21.61 | 1, 11, 16, 17 y 18 |
| Consociación de subgrupos de suelos | Áreas | % áreas | Toposecuencias |
| LAS PIEDRECITAS | 5.72 | 0.61 | 3 |
| RÍO CUSCAMAS | 145.57 | 15.57 | 4, 6, 16 y 18 |
| Ahorramiento tocozo | Áreas | % áreas | — |
| PARED DE TOBA | 8.24 | 0.68 | |

La unidad de mapeo es el Conjunto y Consociación con un nombre local, el cual representa de manera cartográfica los suelos representativos o suelos predominantes por mayor cobertura en área y la unidad taxonómica (USDA), es el subgrupo de suelos.

4.4. Descripción de los Conjuntos y Consociaciones de suelos

CONJUNTO BUENOS AIRES (BA).



Unidad cartográfica constituida por la asociación de los subgrupos taxonómicos de suelos representativo; *Rhodic hapludalfs* + *Typic hapludalfs* + *Rhodic argiudolls* + *Typic argiudolls*, con inclusiones de *Aeric argiudolls* + *Cumulic Aquic argiudolls* + *Lithic Entic hapludolls* + *Cumulic Rhodic argiudolls*. Corresponden al orden Molisols y Alfisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 268.82 hectáreas que constituyen el 28.75% del área de la microcuenca; con relieves de sistemas de laderas, laderas, tierras onduladas a colinadas, colinas, cerros y meseta; altitudes de 400 a 700 msnm; pendientes predominantes de 30 - 50% y > 50%; pedregosidad de ausente a 20%, afloramiento rocoso de ausente a 30%; erosión hídrica de leve a moderada; suelos profundos > 90cm, moderadamente profundos 60 a 90cm a moderadamente superficial 40 a 60cm; con drenaje bueno. Se localiza en las zonas climáticas A, C y D (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 6, 7, 8, 13, 14 y 15.

TOPOSECUENCIAS DEL CONJUNTO (BA) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 6: Esta toposecuencia se ubica al sur en la parte baja de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática A (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 300-500msnm) y C (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 700-800msnm).

- ^ Con un relieve de Sistemas de Ladera (paisaje).
- ^ Un uso actual de potrero (pasto), tacotal.
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Typic hapludalfs + Lithic Aquolic hapludalfs en la cabeza, *Rhodic hapludalfs + Aeric hapludalfs + Typic hapludalfs* en la espalda y los *Rhodic argiudolls + Typic hapludalfs* en el pie del sistema de laderas. El *Fluventic Cumulic hapludolls* ubicado en la planicie del río Cuscamas.

Toposecuencia N° 7: La toposecuencia se ubica al sureste de la microcuena.

Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Tierras onduladas a Colinadas (paisaje).
- ^ Un uso actual de maíz y potrero (pasto).
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Typic argiudolls parte alta, *Rhodic hapludalfs* parte media, *Rhodic argiudolls* parte baja.

Toposecuencia N° 8: La toposecuencia se ubica al sur de la microcuena. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Meseta (paisaje).
- ^ Un uso actual de maíz y potrero (pasto).
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Rhodic hapludalfs en la cabeza y espalda del talud y *Typic argiudolls* en el pie del talud de la meseta.

Toposecuencia N° 13: La toposecuencia se ubica al oeste de la microcuena.

Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Laderas (paisaje).
- ^ Un uso actual de frijol, yuca, musáceas, Taiwán, matorrales, barreras vivas y bosque.
- ^ La distribución de los subgrupos de suelos en el relieve:

Rhodic argiudolls en la parte alta, *Rhodic hapludalfs* en la parte media, *Typic argiudolls* en la parte baja.

Toposecuencia N° 14: La toposecuencia se ubica al oeste de la microcuenca.

Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática D (>2000PMA, 23-24°CCTMA, 700-850msnm).
- ∧ Con un relieve de Colina o cerro volcánico (paisaje).
- ∧ Un uso actual de potrero (pasto), matorrales, maíz y arbusto.
- ∧ La distribución de los subgrupos de suelos en el relieve:

Lithic Entic hapludolls en el cono, *Typic argiudolls* + *Rhodic hapludalfs* en la espalda y *Rhodic argiudolls* en el pie.

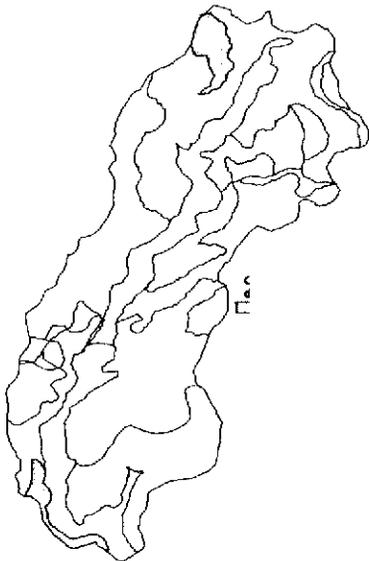
Toposecuencia N° 15: La toposecuencia se ubica al oeste de la microcuenca.

Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática D (>2000PMA, 23-24°CCTMA, 700-850msnm).
- ∧ Con un relieve de Sistema de Laderas (paisaje).
- ∧ Un uso actual de maíz y potrero (pasto).
- ∧ La distribución de los subgrupos de suelos en el relieve:

Rhodic argiudolls en la cabeza y pie, *Rhodic hapludalfs* en la espalda, *Cumulic Rhodic argiudolls* en el pie, *Cumulic Aquic Argiudolls* en la cabeza o parte alta.

CONJUNTO CERRO EL MEDICO (CM).



Unidad cartográfica constituida por la asociación de los subgrupos taxonómicos de suelos representativos; *Aquic hapludalfs* + *Rhodic hapludalfs* + *Typic hapludalfs* + *Aquic argiudolls* + *Rhodic argiudolls*, con inclusión de *Aeric hapludalfs*. Corresponden al orden Molisols y Alfisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 32.19 hectáreas que constituye el 3.45% del área de la microcuenca; con relieves de colinas, mesetas y sistemas de mesetas; altitudes de 400 a 750 msnm; pendientes predominantes de 8 - 15% a 30 - 50%; pedregosidad de ausente a 25%, afloramiento rocoso de ausente a 20%; erosión hídrica de leve a moderada; suelos profundos > 90cm, moderadamente profundos 60 a 90cm y moderadamente superficial 40 a 60cm; con drenaje bueno, moderado a imperfecto. Se localiza en las zonas climáticas B y D (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 2 y 4.

TOPOSECUENCIAS DEL CONJUNTO (CM) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 2: Esta toposecuencia se ubica al noroeste en la parte alta de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática D (>2000PMA, 23-24°C TMA, 700-850msnm).
- ∧ Con un relieve de Colina volcánica o cerro volcánico (paisaje).
- ∧ Un uso actual de potrero (pasto) y matorrales.
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic hapludalfs en el pie y en la espalda de la falda o baja y media, *Typic hapludalfs* en la espalda de la falda o parte media, *Rhodic argiudolls* en el pie del cono o parte baja, *Aquic argiudolls* en la cabeza del cono o parte alta y en la espalda del cono o parte media,

Toposecuencia N° 4: Esta toposecuencia se ubica al sur en la parte baja de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática B (1600-2000PMA, 24-25°C TMA, 300-500msnm).
- ∧ Con un relieve de Sistemas de Mesetas (paisaje).
- ∧ Un uso actual de maíz, café, musáceas, frutales y bosque en la planicie del río Cuscamas.
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic hapludalfs + *Aeric hapludalfs* en la parte alta de la Meza y espalda del talud, *Aquic argiudolls* en la parte media y baja de la Meza, *Aquolic hapludalfs* en la cabeza del talud, *Rhodic hapludalfs* en la espalda del talud y en la parte baja de la mesa + *Rhodic argiudolls* en la espalda del talud. El *Fluventic Cumulic hapludolls* ubicado en la planicie del río Cuscamas.

CONJUNTO EL YANQUI (YA).



Unidad cartográfica constituida por la asociación de los subgrupos taxonómicos de suelos representativos; *Lithic hapludalfs* + *Lithic argiudolls*, con inclusiones de *Cumulic Entic hapludolls* + *Rhodic Aeric argiudolls*. Corresponden al orden Molisols y Alfisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 131.76 hectáreas que constituyen el 14.09% del área de la microcuenca; con relieves de sistemas de laderas y sistemas de mesas; altitudes de 400 a 600 msnm; pendientes predominantes de 15 - 30%; pedregosidad de ausente a 20%; afloramiento rocoso de ausente a 40%; erosión hídrica de leve a moderada; suelos profundos > 90cm y superficiales 30 a 40cm; con drenaje bueno a moderado. Se localiza en las zonas climáticas A y C (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 5 y 19.

TOPOSECUENCIAS DEL CONJUNTO (YA) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 5: Esta toposecuencia se ubica al suroeste en la parte baja de la microcuenca en los perfiles P₂₉, P₃₀ y P₃₁. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática **A** (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 300-500msnm) y **C** (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ∧ Con un relieve de Sistema de Ladera (paisaje).
- ∧ Un uso actual de matorral en la parte alta y maíz en toda la parte alta y media.
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

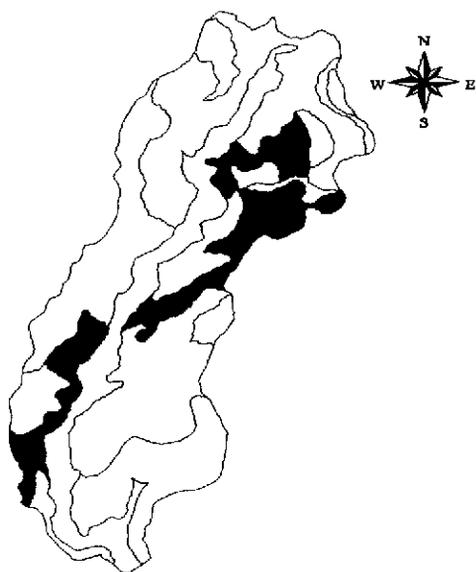
Cumulic Entic hapludolls + *Lithic argiudolls* en la cabeza o parte alta, *Rhodic Aeric argiudolls* en la espalda de la ladera.

Toposecuencia N° 19: Esta toposecuencia se ubica al sureste en la parte baja de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática A (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 300-500msnm).
- ^ Con un relieve de Meseta (paisaje).
- ^ Un uso actual de Maíz.
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Lithic argiudolls en la cabeza y pie de la ladera, *Lithic hapludalfs* en la espalda o parte media de la ladera.

CONJUNTO GRANADILLO UNO (GU).



Unidad cartográfica constituida por la asociación de los subgrupos taxonómicos de suelos representativos; *Aquolic hapludalfs* + *Typic hapludalfs* + *Aquic argiudolls* + *Lithic argiudolls* + *Typic argiudolls*, con inclusiones de *Paralithic Entic hapludolls* + *Aeric argiudolls* + *Lithic Entic hapludolls*. Corresponden al orden Molisols y Alfisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 140.56 hectáreas que constituyen el 15.04% del área de la microcuenca; con relieves de sistemas de laderas, laderas y mesetas; altitudes de 400 a 700 msnm; pendientes predominantes de 15 - 30% y 30 - 50% y pequeñas áreas > de 50%; pedregosidad de ausente a 30%; afloramiento rocoso de ausente a 35%; erosión hídrica de leve a moderada; suelos profundos > 90cm, moderadamente profundos 60 a 90cm y moderadamente superficial 40 a 60cm;

con drenaje bueno, moderado a imperfecto. Se localiza en las zonas climáticas A y C (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 5, 9, 10, 12 y 19.

TOPOSECUENCIAS DEL CONJUNTO (GU) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 5: Esta toposecuencia se ubica al suroeste en la parte baja de la microcuenca en los perfiles P₃₂, P₃₃, P₃₄, P₃₅, P₃₆ y P₃₇. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática A (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 300-500msnm) y C (>2000PMA, 23-24°TMA, 700-850msnm).
- ∧ Con un relieve de Sistema de Ladera (paisaje).
- ∧ Un uso actual de maíz y matorral
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Typic argiudolls en la cabeza y espalda, *Aquolic hapludalfs* en el pie y cabeza, *Typic argiudolls* en la espalda.

Toposecuencia N° 9: Esta toposecuencia se ubica al este en la parte media de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ∧ Con un relieve de Meseta y Ladera (paisaje).
- ∧ Un uso actual de maíz a todo lo largo del relieve.
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquolic hapludalfs en la parte alta de la meseta, *Paralithic Entic hapludolls* en la cabeza del talud de la meseta, *Aeric argiudolls* en la parte alta de la ladera, *Lithic Entic hapludolls* en la parte media de la ladera.

Toposecuencia N° 10 : Esta toposecuencia se ubica al este en la parte media de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ∧ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ∧ Con un relieve de Meseta y Ladera (paisaje).
- ∧ Un uso actual de potrero (pasto) y matorrales.
- ∧ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Lithic argiudolls en la cabeza del talud de la meseta, *Typic hapludalfs* en la espalda del talud de la meseta, *Aquic hapludalfs* en el pie del talud de la Meseta y en la parte media de la Ladera. *Aquolic hapludalfs* en la parte alta de la Ladera y *Aquic argiudolls* en la parte baja de la ladera.

Toposecuencia N° 12: Esta toposecuencia se ubica al noreste en la parte alta de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática **C** (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Ladera (paisaje).
- ^ Un uso actual de Bosque con café a todo lo largo del relieve.
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic argiudolls en la parte alta, *Typic argiudolls* en la parte media y *Aeric argiudolls* en la parte baja de la ladera.

CONJUNTO LA DEFENSA (LD).



Unidad cartográfica constituida por la asociación de los subgrupos taxonómicos de suelos representativos; *Aquic hapludalfs* + *Aquolic hapludalfs* + *Aquic argiudolls*, con inclusiones de *Lithic Entic hapludalfs* + *Lithic Entic hapludolls* + *Lithic Aquic argiudolls*. Corresponden al orden Molisols y Alfisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 202.07 hectáreas que constituyen el 21.61% del área de la microcuenca; con relieves de sistema de colinas volcánicas, sistemas de colinas redondeadas, laderas y mesetas; altitudes de 500 a 700 msnm; pendientes predominantes de 15 - 30% y > de 30%; pedregosidad de ausente a 10%; afloramiento rocoso de ausente a 10%; erosión hídrica de leve a moderada; suelos moderadamente profundos 60 - 90cm a moderadamente superficial de 40 - 60cm; con drenaje imperfecto. Se localiza en las zonas climáticas C y D (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 1, 11, 16, 17 y 18.

TOPOSECUENCIAS DEL CONJUNTO (LD) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 1: Esta toposecuencia se ubica al norte en la parte alta de la microcuena. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática D (>2000PMA, 23-24°C TMA, 700-850msnm).
- ^ Con un relieve de Sistema de Colina volcánica (paisaje).
- ^ Un uso actual de rastrojo de maíz y frijol y Potrero (pasto).
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic hapludalfs en la parte espalda, *Aquolic hapludalfs* en la espalda y *Aquic argiudolls* en la parte cabeza y pie del relieve de sistema de colinas.

Toposecuencia N° 11: Esta toposecuencia se ubica al noroeste en la parte alta de la microcuena. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática D (>2000PMA, 23-24°C TMA, 700-850msnm).
- ^ Con un relieve de Ladera y Meseta (paisaje).
- ^ Un uso actual de café, musáceas en la parte alta y maíz en la meza.
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Lithic Entic hapludalfs en la parte alta de la ladera, *Lithic Entic argiudolls* en la parte media de la ladera, *Aquic argiudolls* en la parte baja de la ladera y en la cabeza de la mesa o talud de la meseta, *Aquic hapludalfs* en la espalda del talud de la meseta.

Toposecuencia N° 16: Esta toposecuencia se ubica al este en la parte media de la microcuena. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Ladera (paisaje).
- ^ Un uso actual de matorral, maíz y bosque en la planicie del río.
- ^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Lithic Entic hapludolls en la cabeza, *Aquic hapludalfs* en la espalda, *Aquic argiudolls* en la parte baja o pie de la Ladera. El *Fluventic Cumulic hapludolls* ubicado en la planicie del río Cuscamas.

Toposecuencia N° 17: Esta toposecuencia se ubica al norte en la parte alta de la microcuena. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Ladera (paisaje).
- ^ Un uso actual de potrero (pasto).

^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic Argiudolls en la cabeza y pie de la ladera y *Aquic hapludalfs* en la parte media o espalda de la ladera.

Toposecuencia N° 18: Esta toposecuencia se ubica al norte en la parte alta de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).

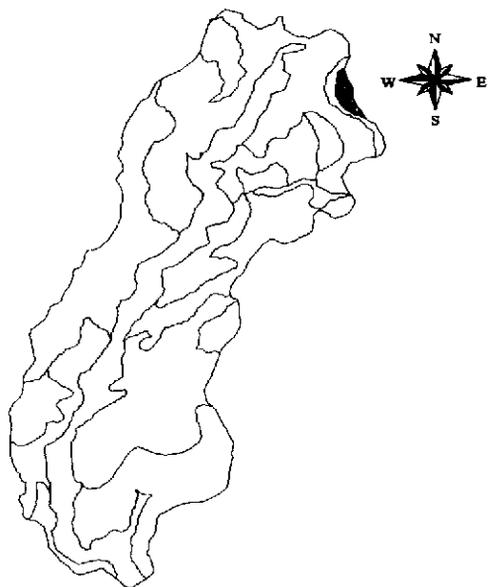
^ Con un relieve de Ladera (paisaje).

^ Un uso actual de matorral, café, musáceas en la ladera y bosque, potrero (pasto) y matorral en la planicie del río.

^ La distribución de los subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic argiudolls en la parte alta o cabeza y *Aquic hapludalfs* en la parte media o espalda de la ladera. El *Fluventic Cumulic hapludolls* ubicado en la planicie del río Cuscamas.

CONSOCIACION LAS PIEDRECITAS (LP).



Unidad cartográfica que representa al subgrupo taxonómico de suelos; *Aquic hapludalfs*, subgrupo representativo o suelo predominante por mayor cobertura de área. Distribuido sistemáticamente a todo lo largo del relieve. Corresponden al orden Alfisols, con un régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 5.72 hectáreas que constituyen el 0.61% del área de la microcuenca; con relieve de muy escarpado o colinado; altitudes de 700 a 850 msnm; pendientes predominantes de 15 a 30% y > 50%; sin pedregosidad; sin afloramiento rocoso; erosión hídrica de leve a moderada; suelos moderadamente

profundos 60 a 90cm; con drenaje imperfecto. Se localiza en la zona climática D (Ver mapa de Zonas Climáticas), en la toposecuencia N° 3.

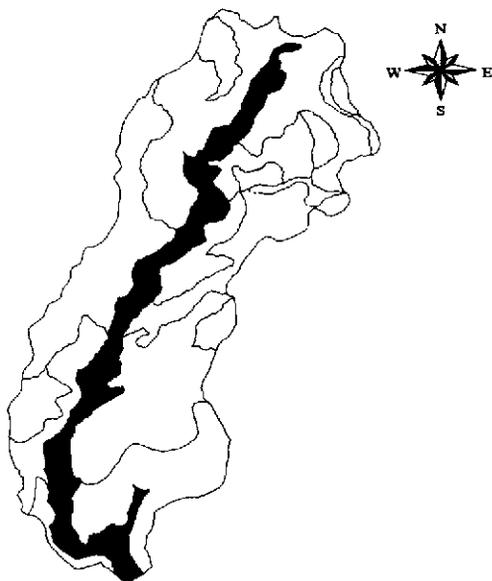
TOPOSECUENCIAS DE LA CONSOCIACION (LP) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 3: Esta toposecuencia se ubica al norte en la parte alta de la microcuenca. Las condiciones generales del área de esta toposecuencia es:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de Colina volcánica (paisaje).
- ^ Un uso actual de potrero (pasto), matorral y rastrojo de maíz.
- ^ La distribución del subgrupo de suelo en el relieve:

Aquic hapludalfs distribuido a todo lo largo del relieve de colina volcánica del terciario.

CONSOCIACION RÍO CUSCAMAS (RC).



Unidad cartográfica que representa al subgrupo taxonómico de suelos; *Fluventic Cumulic hapludolls*, subgrupo representativo o suelo predominante. Distribuido sistemáticamente a todo lo largo y ancho de la planicie del río Cuscamas. Corresponde al orden Molisols, con régimen de humedad del suelo Udico.

Abarca una área de 145.57 hectáreas que constituyen el 15.57% del área de la microcuenca; con relieve de planicie; pendientes predominantes de 4 - 8%; pedregosidad de ausente a 2%; sin afloramiento rocoso; erosión hídrica laminar

leve; suelos profundos > 90cm; con drenaje bueno. Se localiza en las zonas climáticas A, B y C (Ver mapa de Zonas Climáticas), en las toposecuencias N° 4, 6, 16 y 18.

TOPOSECUENCIAS DE LA CONSOCIACION (RC) (Ver Anexo Toposecuencias).

Toposecuencia N° 4: Esta toposecuencia se ubica al sur en la parte baja de la microcuena. Condiciones generales del área de la Planicie del Río Cuscamas:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática B (1600-2000PMA, 23-25°CTMA, 300-500msnm).
- ^ Con un relieve de planicie fluvial (paisaje).
- ^ Un uso actual de Bosque.
- ^ La distribución del subgrupo de suelo en la planicie del río Cuscamas:

Fluventic Cumulic hapludolls en la planicie del río Cuscamas en la parte baja de la microcuena.

Toposecuencia N° 6: Esta toposecuencia se ubica al sur en la parte baja de la microcuena. Condiciones generales del área de la Planicie del Río Cuscamas:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática A (1600-2000PMA, 23-25°CTMA, 300-500msnm).
- ^ Con un relieve de planicie fluvial (paisaje).
- ^ Un uso actual de Bosque.
- ^ La distribución del subgrupo de suelo en la planicie del río Cuscamas:

Fluventic Cumulic hapludolls en la planicie del río Cuscamas en la parte baja de la microcuena.

Toposecuencia N° 16: Esta toposecuencia se ubica al este en la parte media de la microcuena. Condiciones generales del área de la Planicie del Río Cuscamas:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de planicie fluvial (paisaje).
- ^ Un uso actual de Bosque.
- ^ La distribución del subgrupo de suelo en la planicie del río Cuscamas:

Fluventic Cumulic hapludolls en la planicie del río Cuscamas en la parte media de la microcuena.

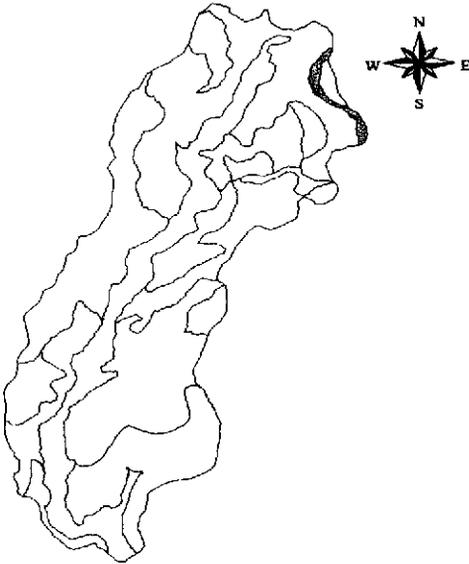
Toposecuencia N° 18: Esta toposecuencia se ubica al norte en la parte alta de la microcuena. Condiciones generales del área de la planicie del Río Cuscamas:

- ^ Clima monzónico tropical, con Zona climática C (1600-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm).
- ^ Con un relieve de planicie fluvial (paisaje).
- ^ Un uso actual de Bosque, potrero (pasto) y matorral.

La distribución del subgrupo de suelo en la planicie del río Cuscamas:

Fluentic Cumulic hapludolls en la planicie del río Cuscamas en la parte alta de la microcuenca.

AFLORAMIENTO ROCOSO PARED DE TOBA (PT).



Unidad cartográfica que representa al material parental Toba volcánica blanquecina impermeable del Oligoceno de la formación Matagalpa intermedio. Constituye el talud de la colina volcánica de la Consociacion Las Piedrecitas (LP), cuya cara vertical esta ubicada al lado noroeste en la parte alta de la microcuenca Cuscamas.

Abarca una área de 8.24 hectáreas que constituyen el 0.68% del área de la microcuenca Cuscamas; con pendiente mayores de 50%.

4.5. Descripción de los subgrupos de suelos representativos

Rhodic hapludalfs

Son suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, bien drenado, desarrollado de Ignimbrita en su mayor extensión y de Andesita-Ignimbrítica en pequeñas áreas; oscuro en la superficie y pardos a pardo rojizos en el subsuelo, en un relieve de moderadamente ondulado a muy escarpado. Asociados en el relieve con los subgrupos *Rhodic argiudolls*, *Typic argiudolls* y *Typic hapludalfs* generalmente, en los Conjuntos BA y CM.



Tierras onduladas a colinadas



Ladera



Sistema de mesas

Foto 1. Paisajes característicos de los *Rhodic hapludalfs* (morfología externa)

El subgrupo ***Rhodic hapludalfs*** se ubica en los paisajes denominados: tierras onduladas a colinadas, laderas, sistemas de laderas y sistema de mesas y colinas. Estos suelos se distribuyen generalmente en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: En la espalda (parte media) de la colina, ladera, sistemas de laderas, talud de los sistemas de mesetas y parte media de las tierras onduladas a colinadas.

Morfología Interna

Los *Rhodic hapludalfs* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros* de los Molisoles, con la diferencia que por evolución regresiva se ha reducido a menos de 18cm el espesor del horizonte **A**. Con un perfil. **A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₂C - R**. Horizontes diagnósticos *Aóchrico-Btargílico*, (>35% de saturación de bases). Las variaciones del perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₂C - R** son las siguientes:

A - ABt - Bt₁ - Bt₂ - Bt₂C - R

A/ABt - Bt₁ - Bt₂CR - R

A - Bt₁ - Bt₂ - R

A - Bt₁ - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Ochrico: con un espesor de 0 a 17cm, el horizonte superficial es oscuro 2.5YR3/2, 7.5YR3/1, 5YR2.5/2 a 10YR2/2 en húmedo, franco a franco arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangular a granular), poroso (muchos poros finos, frecuentes medios y gruesos), con abundantes raíces finas y medias, pH de 5.4 en las áreas desarrolladas de Andesita-Ignimbrítica y 5.7 en áreas desarrolladas de Ignimbrita, altos contenidos de materia orgánica (4.14 a 8.41%), alta saturación de bases (99.45 a 100.16%), de alta a media capacidad de intercambio catiónico (21.73 a 30.52_{meq/100g suelo}), alto contenido de Nitrógeno (0.2 a 0.42%), pobre a medio contenido de Fósforo (8.58 a 16.86_{ppm}) y medio a alto contenido de Potasio (0.26 a 1.87_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₁: de 17 a 50cm de espesor, con colores 2.5YR3/2, 2.5YR3.5/2, 2.5YR3/4, 5YR3/2 a 5YR3/4 en húmedo, franco arcilloso a arcilloso, de friable a firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios y gruesos), frecuentes raíces finas y medias, pH de 5.5 a 5.8, de pobre a alto contenido de materia orgánica (0.91 a 3.04%), alta saturación de

bases (98.60 a 98.99%), baja a alta capacidad de intercambio catiónico (12.87 a 27.08_{meq/100g suelo}), pobre a moderado contenido de Nitrógeno (0.04 a 0.15%), pobre contenido de Fósforo (2.11 a 5.25_{ppm}) y Potasio (0.02 a 0.29_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₂: de 50 a 75cm de espesor, con colores 2.5YR3.5/2, 2.5YR3/4, 2.5YR3.5/4 a 5YR3/2.5 en húmedo, arcilloso, friable a firme, plástico a muy plástico y adherente a muy adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos, frecuentes medios y gruesos), muy pocas raíces finas y muy finas, pH de 5.5 a 5.9, pobre contenido de materia orgánica (0.79 a 1.82%), alta saturación de base (99.24 a 99.43%), baja a alta capacidad de intercambio catiónico (12.36 a 35.31_{meq/100g suelo}), de pobre a medio contenido de Nitrógeno (0.03 a 0.09%), pobre contenido de Fósforo (0.95 a 7.43_{ppm}) y Potasio (0.05 a 0.14_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₂C: de 75 a 92cm de espesor, con colores 2.5YR3/3 en húmedo, franco arcilloso gravoso a arenoso, friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente, bien estructurado (bloques subangular), poroso (muchos poros finos y frecuentes medios), muy pocas raíces finas y muy finas, pH de 6.4, pobre contenido de materia orgánica (0.77%), alta saturación de bases (97.51%), baja capacidad de intercambio catiónico (14.06_{meq/100g suelo}), pobre contenido de Nitrógeno (0.08%), Fósforo (12.17_{ppm}) y moderado contenido de Potasio (0.25_{meq/100g suelo}).

Roca: Ignimbrita roca ácida del terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa Intermedia de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-Ignimbrítica del Terciario Oligoceno, misma formación geológica gris rojizo oscuro a gris oscuro.



Foto 2. Perfiles *Rhodic hapludalfs*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Rhodic argiudolls

Son suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, bien drenados, desarrollados de Ignimbrita en su mayor extensión y Andesita-Ignimbrítica en pequeñas áreas, muy oscuro en la superficie y pardo rojizo a rojo en el subsuelo, con un relieve de moderadamente ondulado a muy escarpado. Asociados generalmente en el relieve con los subgrupos de suelo *Rhodic hapludalfs*, *Typic argiudolls* y *Typic hapludalfs*, en los Conjuntos denominados CA y CM.

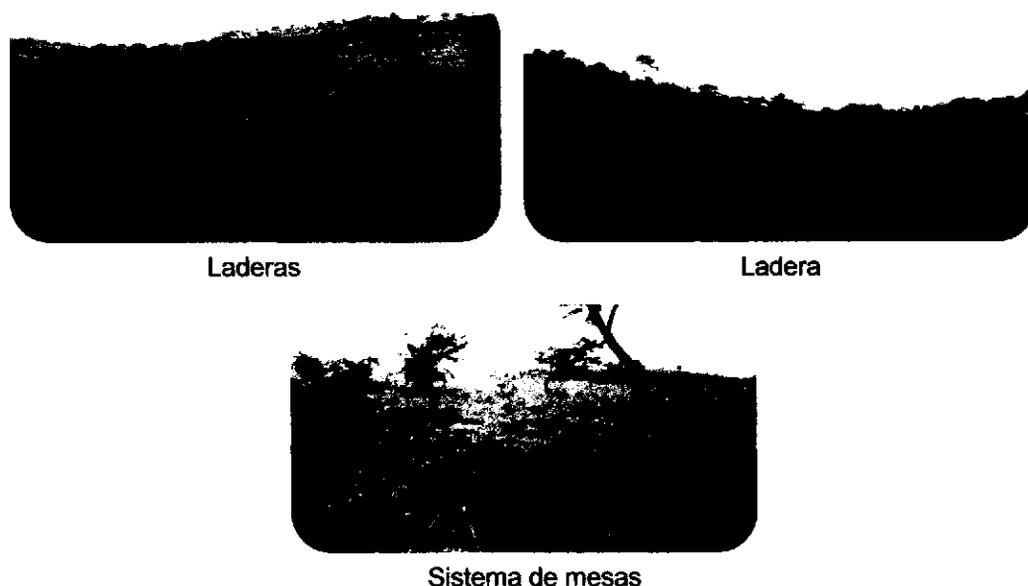


Foto 3. Paisajes característicos de los *Rhodic argiudolls* (morfología externa)

El subgrupo *Rhodic argiudolls* se ubica en los paisajes denominados: tierras onduladas a colinadas, sistemas de mesetas, colinas, laderas y sistemas de laderas todos de origen volcánico. Estos suelos se distribuyen generalmente en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: Cabeza y pie de las laderas (parte alta y baja), al pie de las colinas (parte baja), al pie del talud de la meseta (parte baja) y en las partes bajas de las tierras onduladas a colinadas.

Morfología Interna

Los *Rhodic argiudolls* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros*, con un perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - C - R**. Horizontes diagnósticos *Amólico - Btargílico*, (>35% de saturación de bases). Las variantes del perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - C - R** son las siguientes:

A - ABt - Bt - R

A₁ - A₂ - Bt₁ - Bt₂ - R

A - Bt₁ - Bt₂C - R

A - Bt₁ - Bt₂ - C - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Mólico: con un espesor de 0 a 33cm, el horizonte superficial es muy oscuro 10YR3/1, 10YR2.5/2, 5YR2.5/1, 5YR2.5/2 a 5YR3/2 en húmedo, franco arcillosos a arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangular a granular), poroso (con abundancia de poros finos y muy finos, frecuentes medios y pocos gruesos), abundantes raíces finas, pocas medias y gruesas, pH de 5.6, áreas desarrolladas de Ignimbrita en mayor extensión y de 5.2, áreas desarrolladas de Andesita-Ignimbrítica en áreas reducidas, altos contenidos de materia orgánica (5.05 a 5.72%), alta saturación de bases (99.28 a 99.45%), alta a media capacidad de intercambio catiónico (19.98 a 32.19_{meq/100g} suelo), altos contenidos de Nitrógeno (0.25 a 0.28%) y Potasio (0.46 a 0.92_{meq/100g} suelo), pobre a medianos contenido de Fósforo (4.93 a 15.61_{ppm}).

Horizonte Bt₁: de 33 a 70cm de espesor, con colores 2.5YR3/2, 2.5YR3/4, 2.5YR4/2, 2.5YR5/2 a 2.5YR4/6 en húmedo, arcilloso, firme, muy plástico y muy adherente, bien estructurado (bloques subangular), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (con muchos poros finos, muy finos, pocos medios y muy pocos gruesos), pocas raíces finas y medias, pH de 5.5 a 6.1, pobre a moderado contenido de materia orgánica (0.21 a 2.07%), alta saturación de bases (98.82 a 99.06), media a alta capacidad de intercambio catiónico (15.28 a 29.94_{meq/100g} suelo),

de pobre a medio contenido de Nitrógeno (0.01 a 0.1%), pobre contenido de Fósforo (0.65 a 5.45_{ppm}) y de pobre a medio contenido de Potasio (0.08 a 0.22_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₂: de 70 a 90cm de espesor, color 2.5YR3/2 en húmedo, arcilloso, firme, muy plástico y muy adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangular), películas de arcillas iluvial evidente, poco poroso (pocos poros finos), muy pocas raíces finas y medias, pH de 6.1, pobre contenido de materia orgánica (0.44%), alta saturación de bases (98.70%), moderada capacidad de intercambio catiónico (17.74_{meq/100g suelo}), moderado contenido de Nitrógeno (0.07%), pobre contenido de Fósforo (5.64_{ppm}) y Potasio (0.15_{meq/100g suelo}).

Horizonte C: de 90 a 114cm de espesor, color 5YR4/3 y motees 10YR5/8 (rojo amarillento) un 5 a 10% en húmedo, arcilloso arenoso, firme, plástico y adherente, sin estructura (masivo), poco poroso (pocos poros finos y medios) y muy pocas raíces finas y medias.

Roca: Ignimbrita roca ácida del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa Intermedio de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-Ignimbritica del Terciario Oligoceno, misma formación geológica gris rojizo oscuro a gris oscuro.

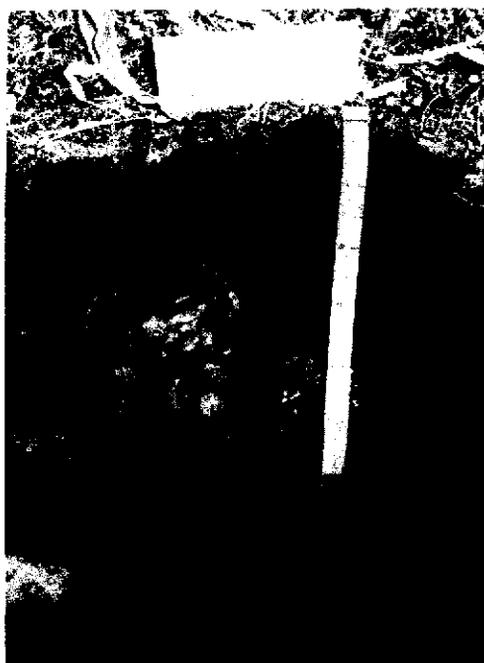
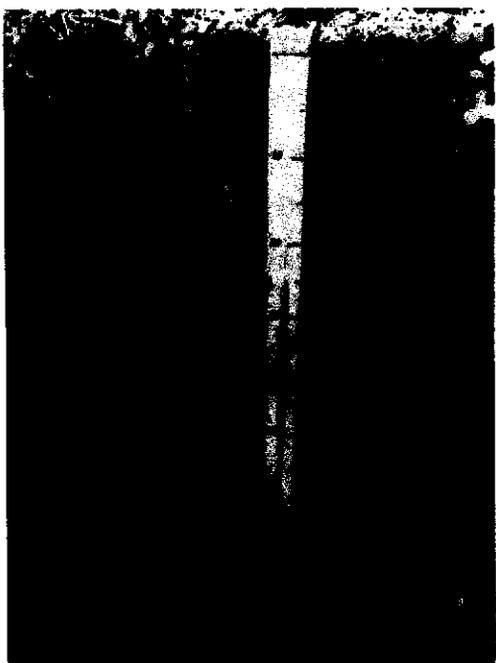


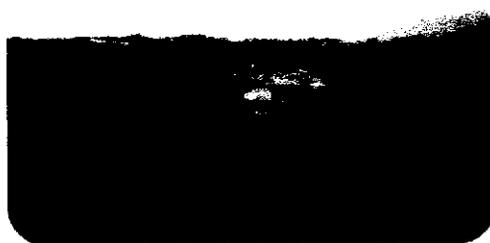
Foto 4. Perfiles *Rhodic argiudolls*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Typic hapludalfs

Son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenaje bueno a moderado, desarrollado de Ignimbrita en su mayor extensión y Andesita-Ignimbrítica en pequeñas áreas, oscuro en la superficie y pardo rojizo oscuro a café rojizo oscuro en el subsuelo, un relieve de moderadamente ondulado a muy escarpado. Asociados en casi todos los subgrupos encontrados en los Conjuntos denominados BA, CM y GU.



Tierras onduladas



Sistema de laderas



Laderas

Foto 5. Paisajes característicos de los *Typic hapludalfs* (morfología externa)

El subgrupo *Typic hapludalfs* se ubica en los paisajes denominados: tierras onduladas a colinadas, laderas y sistemas de laderas de origen volcánico del terciario. Estos suelos se distribuyen generalmente en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: Parte media o espalda de la tierras onduladas a colinadas, de los sistemas de laderas y ladera, espalda colinas (parte media) y de la espalda del talud de la mesa.

Morfología Interna

Los *Typic hapludalfs* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros*, con la diferencia que por evolución regresiva se ha reducido a menos de 18cm el espesor del horizonte **A**. Con un perfil. **A - Bt₁ - Bt₂ - R**. Horizontes diagnósticos **Aóchrico – Btargílico**, (>35% de saturación de base). Las variantes del perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - R** son las siguientes:

A - Bt₁ - Bt₂ - R

A - ABt - Bt₁ - Bt₂C - R

A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₃ - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Ochrico: con un espesor de 0 a 16cm, el horizonte superficial es oscuro 10YR3/1, 10YR2/1, 7.5YR2.5/2 a 5YR2.5/2 en húmedo, franco arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares a granulares finos), poroso (muchos poros finos, frecuentes medios y gruesos), con abundantes raíces finas, medias y frecuentes gruesas, pH de 5.8, alto contenido de materia orgánica (4.14%), alta saturación de bases (99.26%), alta capacidad de intercambio catiónico (32.64_{meq/100g} suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.32%), pobre contenido de Fósforo (9.07_{ppm}) y alto contenido de Potasio (1.18_{meq/100g} suelo).

Horizonte Bt₁: de 16 a 42cm de espesor, con colores 10YR2.5/2, 7.5YR2.5/3, 7.5YR3.5/2, 7.5YR3/2, 5YR4.5/3, 5YR3/1 a 5YR3/3, en húmedo, arcilloso a arcilloso con grava finas, de friable a firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares finos y medios moderados a fuertes), cutanes débiles continuos, (muchos poros finos, frecuentes medios y pocos gruesos), abundantes raíces finas, muy finas y medias, pH de 5.5, moderado contenido de materia orgánica (2.07%), alta saturación de bases (99.26%), alta capacidad de intercambio catiónico (26.59_{meq/100g} suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.17%),

pobre contenido de Fósforo (4.16_{ppm}) y pobre contenido de Potasio (0.13 meq/100g suelo).

Horizonte Bt₂: de 42 a 70cm de espesor, con colores 10YR3/3, 10YR4/4, 7.5YR3/2, 7.5YR3/3, 5YR3/2 en húmedo, , arcilloso, firme, plástico a muy plástico y adherente a muy adherente, bien estructurado (Bloques subangulares finos y medios moderados a fuertes), cutanes continuos y discontinuos débiles, poroso (muchos poros finos, muy finos y medios), muy pocas raíces finas y medias, pH de 5.7, pobre contenido de materia orgánica (1.44%), alta saturación de bases (99.17%), alta capacidad de intercambio catiónico (27.61 meq/100g suelo), moderado contenido de Nitrógeno (0.11%), pobre contenido de Fósforo (2.85_{ppm}) y alto contenido de Potasio (0.36 meq/100g suelo).

Roca: Ignimbrita roca ácida del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa intermedia de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-Ignimbrítica del Terciario Oligoceno, misma formación geológica, gris rojizo oscuro a gris oscuro.

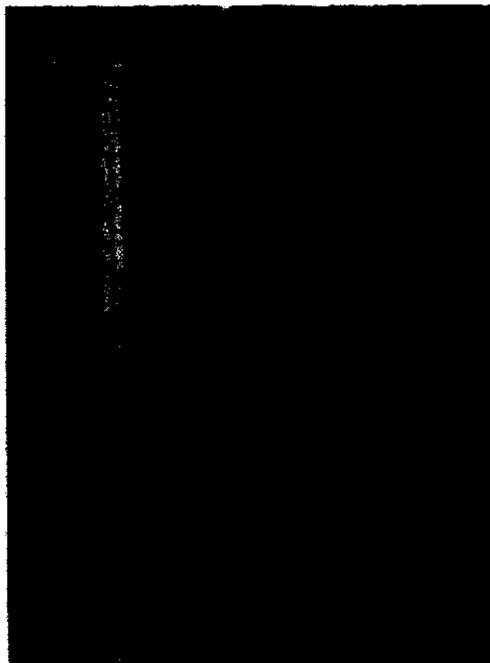


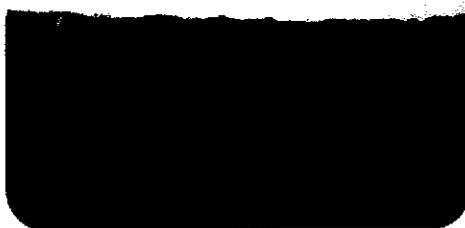
Foto 6. Perfiles *Typic hapludalfs*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Typic argiudolls

Son suelos profundos y moderadamente profundos, con drenaje bueno a moderado, desarrollados de roca Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica en pequeñas áreas, muy oscuro en la superficie y pardo rojizo oscuro a café rojizo oscuro en el subsuelo, un relieve de moderadamente ondulado a muy escarpado. Asociado en el relieve con los subgrupos *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls* y *Typic hapludalfs*, en los Conjuntos denominados BA, CM y GU.



Tierras onduladas



Laderas y mesetas



Bosque en laderas

Foto 7. Paisaje característicos de los *Typic argiudolls* (morfología externa)

El sub-grupo ***Typic argiudolls*** se ubica en los paisajes denominados: tierras onduladas a colinadas, laderas y sistemas de laderas todos de origen volcánico del terciario. Estos suelos se distribuyen generalmente en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: Parte alta de la tierras onduladas a colinadas, pie de la ladera (parte baja), cabeza y pie de los sistemas de laderas (parte alta y baja) y espalda de la ladera (parte media).

Morfología Interna

Los *Typic argudolls* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros*, con un perfil. **A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₂C - R**. Horizontes diagnósticos *Amólico* – *Btargílico*, (>35% de saturación de base). Las variantes del perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₂C - R**, son las siguientes:

A - Bt₁ - Bt₂C - R

A - Bt₁ - R

A - Bt₁ - Bt₂C - R

A - ABt - Bt₁ - Bt₂C - R

A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₃ - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Mólico: con un espesor de 0 a 24cm, el horizonte superficial es muy oscuro 10YR2/2, 7.5YR2.5/2, 7.5YR3/2, 7.5YR2.5/1 a 5YR2.5/1 en húmedo, franco arcilloso a arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuente medios), abundantes raíces finas, muy finas y frecuentes medias, pH de 5.4 a 5.8, en áreas desarrolladas de Ignimbritas, alto contenido de materia orgánica (4.99 a 5.82%), alta saturación de bases (99.24 a 99.33%), alta capacidad de intercambio catiónico (25.21 a 34.21_{meq/100g} de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.24 a 0.29%) y Potasio (1.24 a 1.51_{meq/100g} de suelo), de medio a alto contenido de Fósforo (10.31 a 25.48_{ppm}).

Horizonte Bt₁: de 24 a 56cm de espesor, con colores 10YR3/2, 7.5YR3/2 a 5YR3/2 en húmedo, arcilloso, de friable a firme, plástico a muy plástico y adherente a muy adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangular), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos, muy finos y pocos medios), pocas raíces finas, muy finas y medias, pH de 5.4 a 5.9, pobre a alto contenido de materia orgánica (1.15 a 4.44%), alta saturación de bases (99.17

a 99.29%), de media a alta capacidad de intercambio catiónico (23.91 a 30.17 meq/100g de suelo), de pobre a medio contenido de Nitrógeno (0.05 a 0.22%), pobre contenido de Fósforo (3.66 a 5.06 ppm) y de pobre a alto contenido de Potasio (0.13 a 0.58 meq/100g de suelo).

Horizonte Bt₂: de 56 a 70cm de espesor, con colores 7.5YR3/1.5 a 7.5YR3.5/1 en húmedo, arcilloso, firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos y muy finos), pocas raíces finas y muy finas, pH de 5.7 a 5.9, pobre contenido de materia orgánica (0.24 a 2.19%), alta saturación de bases (99.13 a 99.20%), alta capacidad de intercambio catiónico (25.50 a 32.36 meq/100g de suelo), de pobre a medio contenido de Nitrógeno (0.01 a 0.1%), pobre contenido de Fósforo (2.97 a 6.76 ppm) y de medio a alto contenido de Potasio (0.27 a 0.37 meq/100g de suelo).

Horizonte Bt₂: de 70 a 98cm de espesor, con colores 7.5YR3/2 a 7.5YR3.5/2.5 en húmedo, arcilloso, firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), poroso (muchos poros finos y muy finos), muy pocas raíces finas y muy finas, pH 6, pobre contenido de materia orgánica (0.36%), alta saturación de bases (99.56%), alta capacidad de intercambio catiónico (41.15 meq/100g de suelo), de pobre contenido de Nitrógeno (0.01%), pobre contenido de Fósforo (9.96 ppm) y medio contenido de Potasio (0.23 meq/100g de suelo).

Horizonte Bt₂C: de 98 a 111cm de espesor, con colores 10YR4/2, 10YR5/1 a 5YR3/2.5 en húmedo, arcilloso, firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), poroso (muchos poros finos, muy finos y pocos gruesos), ausencia de raíces.

Roca: Ignimbrita roca ácida del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa intermedia de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-Ignimbrítica del Terciario Oligoceno, misma formación geológica, gris rojizo oscuro a gris oscuro.

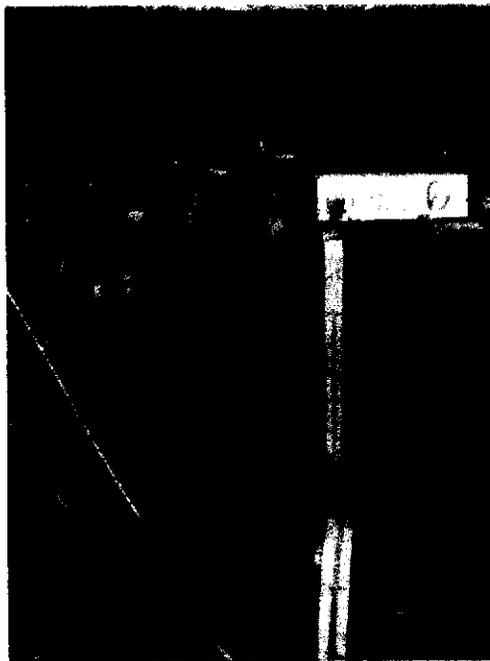
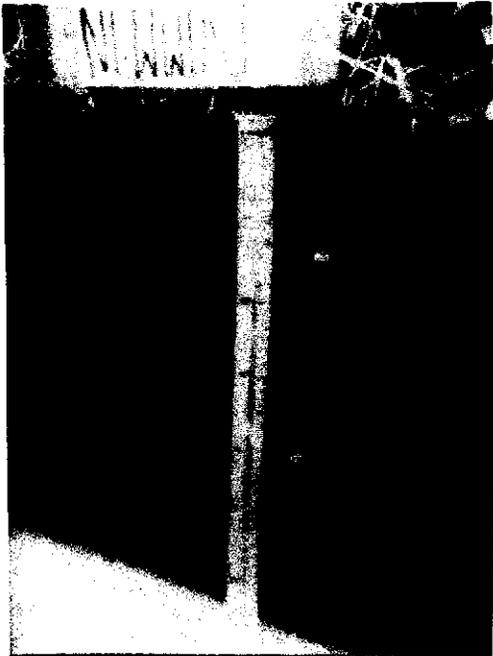


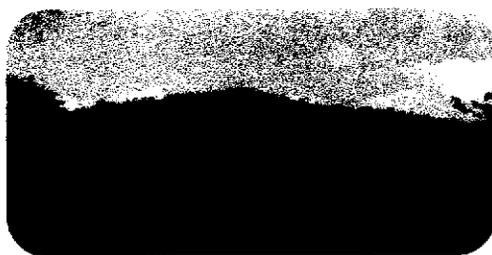
Foto 8. Perfiles *Typic argiudolls*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Aquic hapludalfs

Son suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficiales, con drenaje imperfecto, desarrollado de Toba volcánica blanquecina del Terciario en su mayor extensión y de Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica en menor extensión; oscuro en la superficie y de gris oscuro a gris claro en el subsuelo, un relieve de moderadamente ondulado a escarpado. Asociados en el relieve con los subgrupos *Aquolic hapludalfs*, *Aquic hapludalfs* generalmente, en los Conjuntos denominados GU, CM, LD y LP.



Mesetas



Cerros o colina escarpada



Laderas y mesetas

Foto 9. Paisajes característicos de los *Aquic hapludalfs* (morfología externa)

El subgrupo ***Aquic hapludalfs*** se ubica en los paisajes denominados: mesetas, sistemas de mesetas, laderas, sistemas de laderas y colinas de origen volcánico del terciario. Estos suelos se distribuyen en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: Parte media de la mesa, espalda del talud de la mesa (parte media), espalda de la ladera (parte media) y en la cabeza y espalda de la colina (parte alta y media).

Morfología Interna

Los *Aquic hapludalfs* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros*, con un perfil. **A - Bt₁ - Bt₂ - C - R**. La diferencia que por acción humana y erosión el horizonte **A** tiene menos de 18cm de espesor. Horizontes diagnóstico *Aóchrico-Btargílico*, (>35% de saturación de bases). Las variantes del perfil **A - Bt₁ - Bt₂ - C - R** son las siguientes:

A - Bt₁ - Bt₂C - CR - R

A - Bt₁ - Bt₂C - C - R

A - Bt₁ - Bt₂ - R

A - Bt₁ - Bt₂ - Bt₃ - C - R

A - Bt₁ - Bt₂ - C - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Ochrico: con un espesor de 0 a 15cm, el horizonte superficial es oscuro 10YR2/1, 10YR2.5/1, 10YR2.5/2, 10YR2/3, 10YR3/1, 10YR3/2.5, 7.5YR2/1 a 7.5YR2.5/1 en húmedo, (pardo muy oscuro, gris muy oscuro y gris oscuro), franco, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares a granular), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios y gruesos), abundante raíces finas, muy finas y pocas medias y gruesas, pH de 5.6 a 5.9, alto contenido de materia orgánica (4.98 a 7.8%), alta saturación de bases (99.21 a 99.59%), alta capacidad de intercambio catiónico (26.91 a 39.15_{meq/100} suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.18 a 0.39%) y Potasio (0.37 a 1.52_{meq/100} suelo), pobre contenido de Fósforo (3.22 a 8.03_{ppm}).

Horizonte Bt₁: de 15 a 38cm de espesor, con colores 10YR3/1.5, 10YR3/2.5, 10YR4/2, 10YR5/3, 7.5YR3/1, 7.5YR3/2 a 5YR3/2 en húmedo, (pardo grisáceo oscuro, pardo rojizo y gris claro), arcilloso, de friable a firme, plástico a adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos, muy finos, frecuentes medios y pocos

gruesos), pocas raíces finas, muy finas, pocas a muy pocas medias, pH de 5.8 a 5.9, de pobre a alto contenido de materia orgánica (0.6 a 4.2%), alta saturación de bases (99.40 a 99.87%), media a alta capacidad de intercambio catiónico (23.79 a 31.87_{meq/100 suelo}), de pobre a alto contenido de Nitrógeno (0.03 a 0.21%), pobre contenido de Fósforo (2.66 a 3.35_{ppm}) y pobre a alto contenido de Potasio (0.01 a 0.45_{meq/100 suelo}).

Horizonte Bt₂: de 38 a 70cm de espesor, con colores 10YR3/1, 10YR4/2, 10YR4/1.5, 10YR4.5/2, 5YR3/2, 5YR4/2, 2.5Y5/2 a 2.5Y4/3 en húmedo, arcilloso, firme, plástico a muy plástico y adherente a muy adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos y pocos medios), pocas a muy pocas raíces finas, pH de 5.8 a 6, pobre contenido de materia orgánica (0.36 a 0.48%), alta saturación de bases (99.15 a 99.62%), alta capacidad de intercambio catiónico (26.08 a 30.72_{meq/100 suelo}), pobre contenido de Nitrógeno (0.01 a 0.02%) y Fósforo (1.80 a 5.38_{ppm}), pobre contenido de Potasio (0.02 a 0.18_{meq/100 suelo}).

Horizonte Bt₂C: de 70 a 75cm de espesor, con colores 5YR3/3, 5YR4/2.5 a 2.5Y4/3 en húmedo, arcilloso, firme, muy plástico a muy adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares), poroso (muchos poros finos y pocos medios), pocas a muy pocas raíces finas, pH 6, pobre contenido de materia orgánica (0.24%), alta saturación de bases (98.47%), alta capacidad de intercambio catiónico (25.48_{meq/100 suelo}), pobre contenido de Nitrógeno (0.01%) y Fósforo (2.66_{ppm}), pobre contenido de Potasio (0.02_{meq/100 suelo}).

Horizonte C: de 75 a 96cm de espesor, pardo grisáceo en húmedo, arcilloso gravoso, friable a firme, ligeramente plástico y adherente, sin estructura (masivo), poroso (muchos poros finos y pocos medios), muy pocas raíces finas y medias.

Roca: Toba volcánica blanquecina impermeable del Terciario Oligoceno y roca Andesita-Ignimbrítica y Ignimbrita.

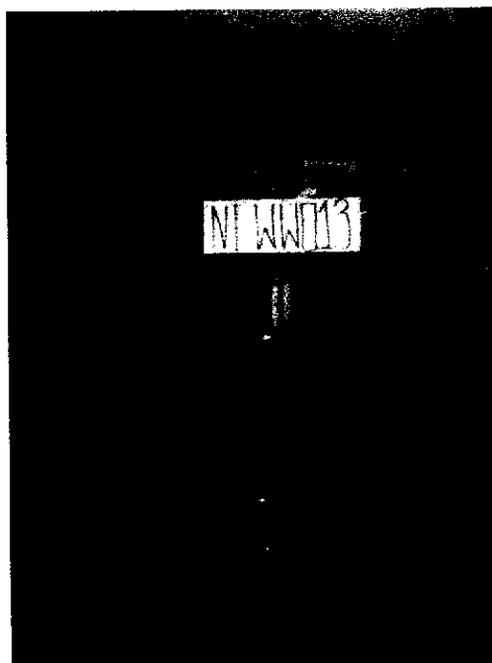


Foto 10. Perfiles *Aquic hapludalfs*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Aquic argiudolls

Suelos profundos, moderadamente profundos y moderadamente superficial, con drenaje imperfecto, desarrollado de Toba volcánica blanquecina en mayor extensión y de roca Ignimbrita en pequeñas áreas, muy oscuro en la superficie y grisáceo en el subsuelo, un relieve de plano a ondulado. Asociados en el relieve con los subgrupos de suelo *Aquolic hapludalfs* y *Aquic hapludalfs* generalmente ubicados en los conjuntos: GU, CM y LD.



Laderas y mesetas



Sistemas de colinas



Laderas y mesetas

Foto 11. Paisajes característicos de los *Aquic hapludalfs* (morfología externa)

El subgrupo ***Aquic argiudolls*** se ubica en los paisajes denominados: laderas, sistemas de colinas, sistemas de mesetas y colinas de origen volcánico del Terciario. Estos suelos se distribuyen en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: En la cabeza y pie de la ladera y del sistema de colina (parte alta y baja), parte alta y baja de la meza en el sistema de mesetas y espalda de la colina (parte media).

Morfología Interna

Los **Aquic argiudolls** han alcanzado el estado evolutivo de suelo *maduro*, con un perfil. **A - Bt₁ - C - R**. Horizontes diagnóstico **Amólico-Btargílico**, (>35% de saturación de base). Las variantes del perfil **A - Bt₁ - C - R** son las siguientes:

A - Bt₁ - C - R

A - Bt₁ - C - R

A₁ - A₂ - Bt₁ - R

A - Bt₁ - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Mólico: con espesor de 0 a 35cm, el horizonte superficial es 10YR2/2, 10YR2.5/2, 7.5YR2.5/2 a 7.5YR3/2 en húmedo, franco arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangular y granular), poroso (abundantes poros finos, muy finos, frecuentes medios y gruesos), abundantes raíces finas, muy finas y frecuentes medias, pH de 5.5 a 5.8, en áreas desarrolladas de Toba e Ignimbrita, de medio a alto contenido de materia orgánica (3.65 a 5.94%), alta saturación de bases (99.09 a 99.64%), media a alta capacidad de intercambio catiónico (21.95 a 36.11_{meq/100 suelo}), alto contenido de Nitrógeno (0.18 a 0.34%), de pobre a medio contenido de Fósforo (3.95 a 12.13_{ppm}) y de medio a alto contenido de Potasio (0.23 a 1.09_{meq/100 suelo}).

Horizonte Bt₁: de 35 a 65cm de espesor, con colores 10YR5/2, 10YR5/3, 7.5YR3/2, 7.5YR4/1.5, 2.5Y5/2, 2.5Y5/3 a 2.5Y6/3 en húmedo, arcilloso, firme a muy firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares y columnar), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (abundante a poros finos, muy finos y frecuentes medios), frecuentes raíces finas y medias, pH de 5.8 a 6.1, medio a pobre contenido de materia orgánica (1.7 a 2.82%), alta saturación de bases (99.55 a 99.85%), de media a alta capacidad de intercambio catiónico (22.13 a 29.65_{meq/100 suelo}), medio a alto contenido de Nitrógeno (0.08 a 0.19%),

pobre contenido de Fósforo (2.05 a 2.79_{ppm}) y de alto a medio contenido de Potasio (0.23 a 1.09_{meq/100g suelo}).

Horizonte C: de 65 a 92cm de espesor, con colores 10YR5/3, 7.5YR7/2 a 2.5Y5/3 en húmedo, arcilloso arenoso, firme, plástico y adherente, sin estructuras (masivo), poroso (muchos poros finos y medios), muy pocas raíces muy finas.

Roca: Toba volcánica blanquecina impermeable del Terciario Oligoceno y roca Andesita-Ignimbrítica y Ignimbrita.

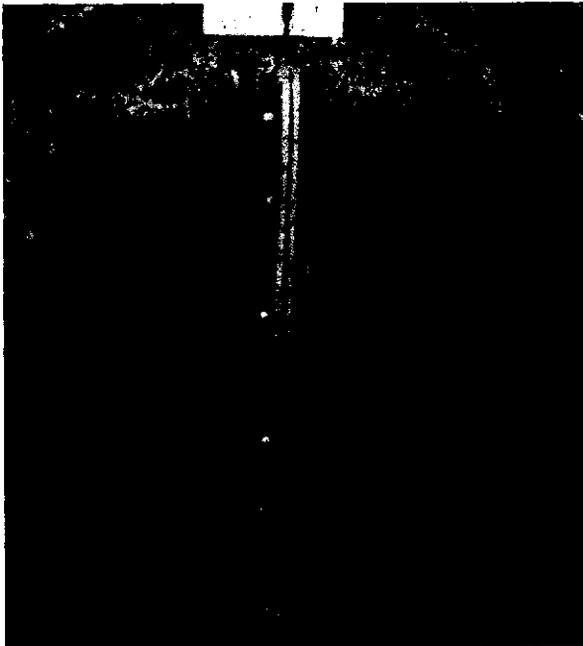
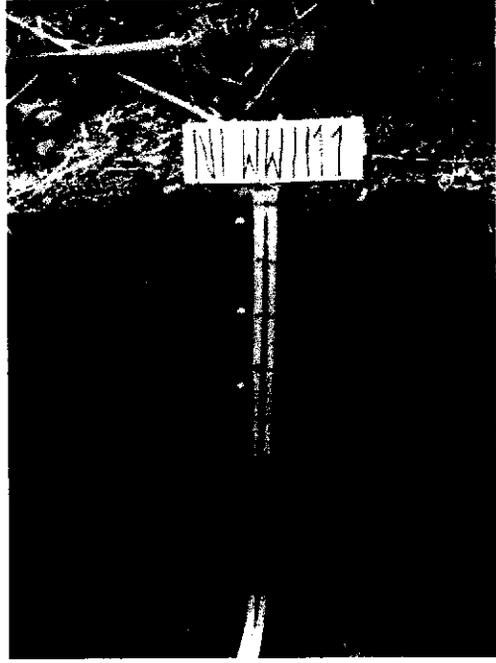
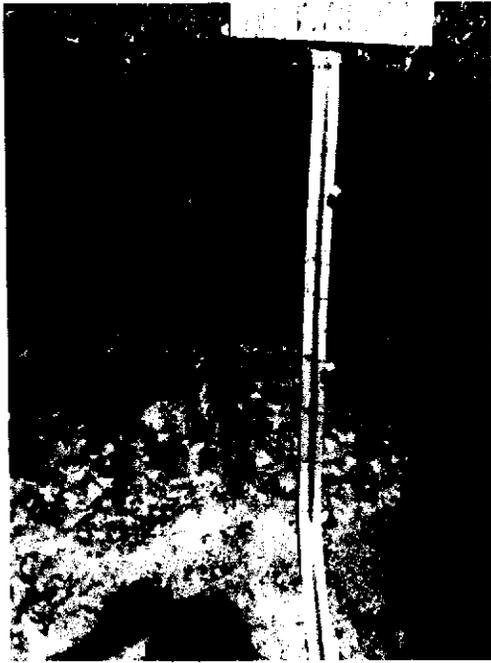


Foto 12. Perfiles *Aquic argiudolls*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Aquolic hapludalfs

Suelos profundo, moderadamente profundos y moderadamente superficial, con drenaje imperfecto, desarrollados de Andesita-Ignimbrítica y de Toba volcánica blanquecina en mayor extensión, oscuro en la superficie y pardo oscuro a pardo grisáceo claro en el subsuelo, con un relieve ligeramente ondulado a escarpado. Asociados en el relieve con los subgrupos *Aquic Hapludalfs* y *Aquic Argiudolls* generalmente, en los conjuntos denominados: GU, CM y LD.

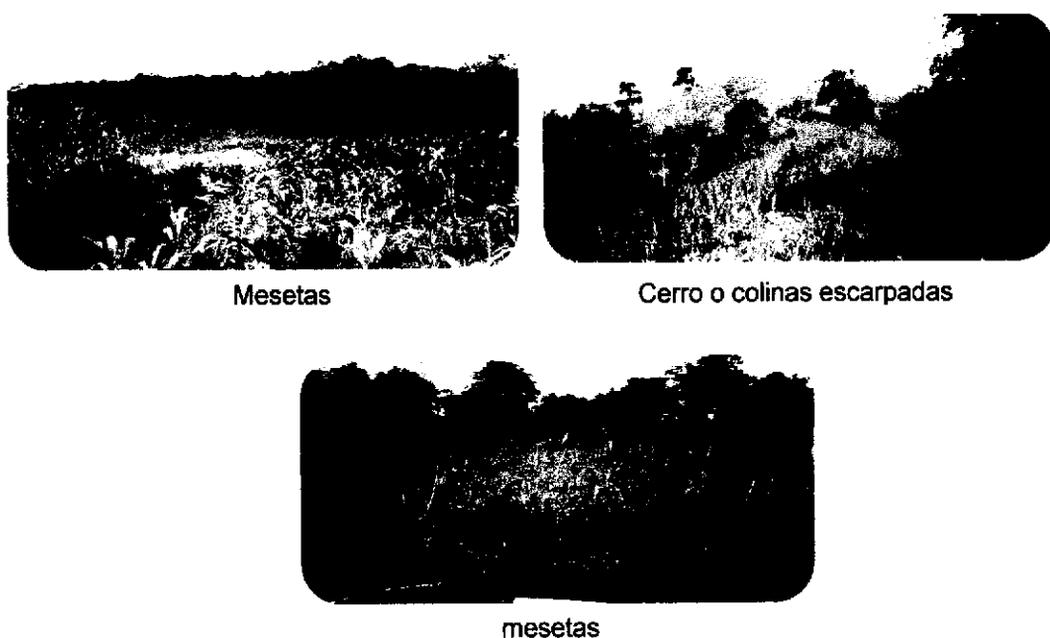


Foto 13. Paisajes característicos de los *Aquolic hapludalfs* (morfología externa)

El subgrupo ***Aquolic hapludalfs*** se ubica en los paisajes denominados: sistemas de mesetas, laderas, sistemas de laderas, sistemas de colinas y mesetas de origen volcánico del terciario. Estos suelos se distribuyen en las diferentes unidades del relieve de la siguiente manera: Parte alta en el sistema de mesetas y meseta, pie del talud de la meseta (parte baja) cabeza y pie de las laderas y sistemas de laderas (parte alta y baja), espalda en el sistema de colinas (parte media).

Morfología Interna

Los *Aquolic hapludalfs*, han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros*, con un perfil. **A - ABt - Bt₁ - Bt₂ - R**. Horizontes diagnósticos *Aóchrnico-Btargílico*, (>35% de saturación de bases). Las variantes del perfil **A - ABt - Bt₁ - Bt₂ - R** son las siguientes:

A - ABt - Bt₁ - Bt₂ - R

A - ABt - Bt₁ - Bt₂ - Bt₃C - R

A - ABt₁ - Bt₂C - R

A - ABt - Bt₁ - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A Ochrico: con un espesor 0 a 17cm, el horizonte superficial es muy oscuro 10YR3/2, 10YR3/1.5, 10YR3/1, 10YR3/1 a 7.5YR3/1 en húmedo, franco a franco arcilloso, friable, ligeramente plástico a plástico y ligeramente adherente a adherente, bien estructurado (bloques subangular a granular), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios), abundantes raíces finas, muy finas frecuentes medias y pocas gruesas, pH de 5.3 a 5.8, en áreas desarrolladas de Andesita-Ignimbrítica en mayores extensiones y Toba e Ignimbrita en menores áreas, alto contenido de materia orgánica (4.86 a 6.69%), alta saturación de bases (99.19 a 99.63%), alta capacidad de intercambio catiónico (27.38 a 46.01meq/100g suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.24 a 0.33%), pobre a alto contenido de Fósforo (5.71 a 21.78ppm) y alto contenido de Potasio (1.1 a 1.59meq/100g suelo).

Horizonte ABt₁: de 17 a 41cm de espesor, con colores 10YR3/2 a 7.5YR3/2 en húmedo, arcilloso, de friable a firme, plástico y adherente, bien estructurado (prisma a bloques subangulares) porosos (muchos poros finos, muy finos, frecuentes medios y pocos gruesos), frecuentes raíces finas, abundantes muy finas y medias, pH 5.5 a 5.8, de pobre a medio contenido de Materia Orgánica

(1.76 a 3.34%), alta saturación de bases (99.02 a 99.77%), de media a alta capacidad de intercambio catiónico (21.58 a 36.80_{meq/100g suelo}), medio a alto contenido de Nitrógeno (0.08 a 0.16%), pobre contenido de Fósforo (2.54 a 4.80_{ppm}) y alto contenido de Potasio (0.31 a 0.66_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₁: de 41 a 55cm de espesor, con colores Gley1 6/10y, 7.5YR4/2, 7.5YR3/2 a 5Y5/2 en húmedo, arcilloso, de friable a firme, plástico a muy plástico, adherente a muy adherente, bien estructurado (de prisma a bloques subangulares), películas de arcillas iluvial evidente, poroso (muchos poros finos, muy finos, frecuentes medios y pocos gruesos) muy pocas raíces finas y frecuentes media, pH de 5.6 a 6, pobre contenido de Materia Orgánica (0.48 a 1.40%), alta saturación de bases (99.45 a 99.56%), alta capacidad de intercambio catiónico (27.56 a 50.97_{meq/100g suelo}), pobre a medio contenido de Nitrógeno (0.01 a 0.07%), pobre contenido de Fósforo (2.35 a 4.04_{ppm}), de pobre a alto contenido de Potasio (0.05 a 0.35_{meq/100g suelo}).

Horizonte Bt₂: de 55 a 91cm de espesor, con colores 10YR5/2 a 7.5YR3.5/2 en húmedo, arcilloso, firme, plástico y adherente a muy adherente, bien estructurado (bloques subangulares), películas de arcilla iluvial evidente, porosos(muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios), frecuentes raíces finas a ausentes, pH de 6, pobre contenido de Materia Orgánica (0.3%), alta saturación de bases (99.62%), alta capacidad de intercambio catiónico (49.82_{meq/100g suelo}), pobre contenido de Nitrógeno (0.05%), pobre contenido de Fósforo (1.74_{ppm}) y pobre contenido de Potasio (0.14 _{meq/100g suelo}).

Roca: Toba volcánica blanquecina impermeable del Terciario Oligoceno y roca Andesita-Ignimbrítica y Ignimbrita.

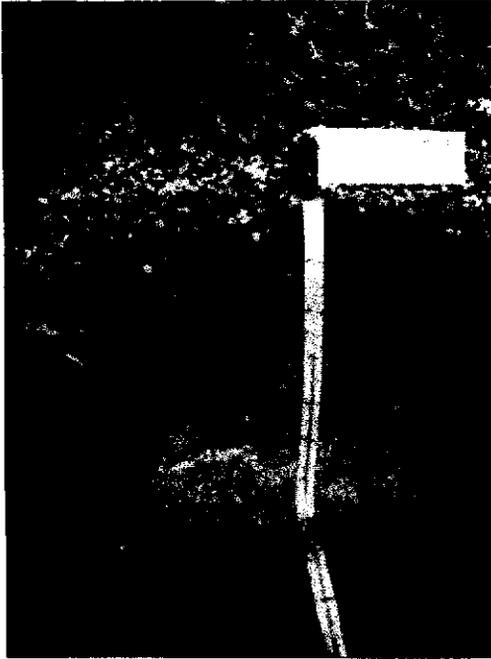


Foto 14. Perfiles *Aquolic hapludalfts*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Fluventic Cumulic hapludolls

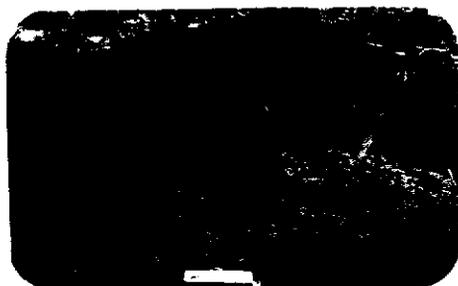
Son suelos profundos, bien drenados, desarrollados de sedimentos aluviales subrecientes no consolidados, con un espesor de 2 a 3cm de hojarasca fresca, semidescompuesta en la superficial y muy oscuro en todo el perfil, con un relieve de planicie fluvial, plano a ligeramente ondulada a todo la largo de la orilla del río. De orden Molisol, con un régimen de humedad del suelo Udico.



Planicie fluvial



Río Cuscamas



Bosque del río Cuscamas

Foto 15. Paisajes característicos de los *Fluventic Cumulic hapludolls* (morfología externa)

El relieve de este subgrupo es de planicie fluvial, ubicado a ambos extremos del Río Cuscamas.

Morfología interna

Los *Fluventic Cumulic hapludolls* son suelos recientes (joven) formados por los sedimentos. Se representa internamente por el perfil **O - A₁ - A₂ - C**. Caracterizados por los horizontes diagnósticos *Amólico* sin B y drenaje desarrollado a partir de los sedimentos aluviales.

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte O: con un espesor de 2 a 3cm, horizonte orgánico, compuesta de hojarasca semidescompuestas.

Horizonte A₁: con un espesor de 2/3 a 32cm, espesor superficial oscuro 10YR2/2 a 7.5YR2.5/2 en húmedo, franco arcillo limoso a arcillo limoso, friable, ligeramente plástico a plástico y ligeramente adherente a adherente, bien estructurados (bloques subangulares finos y medios moderados), porosos (muchos poros finos, medios y gruesos), abundante raíces finas, muy finas y medias, pH de 6.1, pobre contenido de materia orgánica (1.09%), alta saturación de bases (99.45%), alta capacidad de intercambio catiónico (33.25 meq/100g de suelo), pobre contenido de Nitrógeno (0.05%), moderado contenido de Fósforo (11.59ppm) y alto contenido de Potasio (1.45meq/100g de suelo).

Horizonte A₂: de 32 a 97cm de espesor, con colores 10YR3.5/2 a 7.5YR3/2 en húmedo, franco arcilloso, arcilloso arenoso y franco arcillo arenoso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares finos y medios moderados), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios), pocas raíces finas y medias, pH de 5.7, alto contenido de materia orgánica (4.20%), alta saturación de bases (102.34%), moderada capacidad de intercambio catiónico (20.49meq/100g de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.21%), pobre contenido de Fósforo (5.58ppm) y moderado contenido de Potasio (0.28 meq/100g de suelo).

Horizonte C: material aluvial de sedimentos no consolidado.

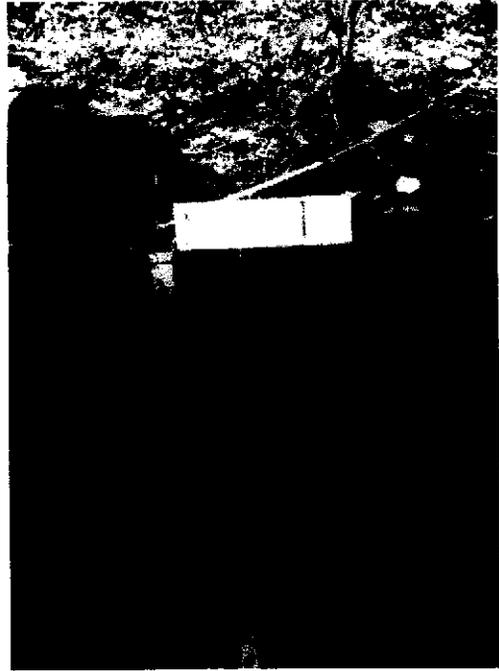


Foto 16. Perfiles Fluventic *Cumulic hapludolls*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

Lithic hapludalfs

Suelos superficiales, con drenaje bueno a moderado, desarrollado de Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica, oscuro en la superficie y café claro a café rojizo en el subsuelo, un relieve de moderadamente ondulado a colinado. Asociado principalmente con el subgrupo *Lithic argiudolls*, en los conjunto denominado YA y LD.



Meseta



Meseta



Laderas

Foto 17. Paisajes característicos de los *Lithic hapludalfs* y *Lithic argiudolls* (morfología externa)

El *Lithic hapludalfs* al igual que el *Lithic argiudolls* se ubica generalmente en los paisajes de sistemas de mesas y laderas. Los subgrupos de suelos están distribuidos en el relieve de las siguiente manera: *Lithic hapludalfs* en la parte media del talud de las mesas y parte media de las laderas, los *Lithic argiudolls* en la parte alta y baja o pie de la mesa y laderas.

Morfología interna de los *Lithic hapludalfs*

Los *Lithic hapludalfs* han alcanzado el mismo estado evolutivo de suelos *maduros* de los Molisoles, con la diferencia que por evolución regresiva se ha reducido el horizonte superficial a menos de 18cm el espesor del horizonte **A**. Con un perfil común **A - Bt - R**. Horizontes diagnósticos *Aóchrico* y *Btargílico*, (> 35% de saturación de bases).

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A: con un espesor de 0 a 15cm, el horizonte superficial es oscuro 10YR3/2 a 10YR3/1 en húmedo, franco arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares a granulares), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuentes medios y gruesos) abundantes raíces finas y medias, pH de 5.6, alto contenido de materia orgánica (5.01%), alta saturación de bases (98.80%), moderada capacidad de intercambio catiónico (23.46_{meq/100g} de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.34%), pobre contenido de Fósforo (3.07_{ppm}) y alto contenido de Potasio (1.09_{meq/100g} de suelo).

Horizonte Bt: de 15 a 40cm de espesor, con colores 10YR4/2.5, 10YR2/3 a 5YR3/3 en húmedo, arcilloso, de friable a firme, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares), poroso (muchos poros finos, muy finos y frecuente medios y gruesos), con abundantes raíces finas, frecuentes gruesas, pH de 6, moderado contenido de materia orgánica (3.99%), alta saturación de bases (98.66%), moderada capacidad de intercambio catiónico (20.84 _{meq/100g} de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.28%), pobre contenido de Fósforo (5.84_{ppm}) y alto contenido de potasio (0.42_{meq/100g} de suelo).

Roca: Ignimbrita roca ácida del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa Intermedia de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-

Ignimbrítica del Terciario Oligoceno misma formación geológica, gris rojizo oscuro a gris oscuro.

Lithic argiudolls

Suelos superficiales, con drenaje bueno a moderado, desarrollado de Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica; muy oscuro en la superficie y café claro a café rojizo en el subsuelo, un relieve de moderadamente ondulado a colinado. Asociado principalmente con el subgrupo *Lithic hapludalfs*, en los conjuntos denominados YA y LD.

Morfología interna de los *Lithic argiudolls*

Los *Lithic argiudolls* han alcanzado el estado evolutivo de suelos *maduros* Molisoles, con el horizonte superficial mayor de 18cm el espesor del horizonte A. Con un perfil A - Bt - R. Horizontes diagnósticos *Amólico* y *Btargílico*, (> 35% de saturación de bases). Las variaciones de los perfiles A - Bt - R son las siguientes:

A - Bt₁ - R

A - ABt - R

Características físico-químicas de los horizontes del perfil

Horizonte A: de 0 a 20cm de espesor, el horizonte superficial es oscuro 10YR3/2, 10YR4/2, 10YR2/2 a 10YR2/1 en húmedo, franco arcilloso, friable, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares a granulares), poroso (muchos poros finos, frecuentes medios y gruesos), abundantes raíces finas y medias, pH de 5.7, alto contenido de materia orgánica (5.09%), alta saturación de bases (98.85%), alta capacidad de intercambio catiónico (26.08 meq/100g de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.33%), pobre contenido de Fósforo (2.67_{ppm}) y alto contenido de Potasio (1.08_{meq/100g de suelo}).

Horizonte Bt: de 20 a 45cm de espesor, con colores 10YR4/2, 10YR4/2.5, 7.5YR2.5/2 a 10YR2/2 en húmedo, arcilloso, firme, plástico y adherente, bien estructurado (bloques subangulares, angulares a granulares), poroso (muchos poros finos, frecuentes medios y gruesos), abundantes raíces finas, muy finas y medias, pH de 6, alto contenido de materia orgánica (4.26%), alta saturación de bases (98.67%), moderada capacidad de intercambio catiónico (21.49 meq/100g de suelo), alto contenido de Nitrógeno (0.25%), pobre contenido de Fósforo (5.9ppm) y alto contenido de potasio (0.47 meq/100g de suelo).

Roca: Ignimbrita roca ácida del Terciario Oligoceno de la Formación Matagalpa Intermedia de color rojo, pálido a gris rozado, con pequeñas áreas de Andesitas-Ignimbritica del Terciario Oligoceno, misma formación geológica, gris rojizo oscuro a gris oscuro.



Foto 18. Perfiles *Lithic hapludalfs* y *argiudolls*, Nicaragua, Cuscamas, 2002.

4.6. Determinación del uso actual, capacidad de uso de la tierra y confrontación de uso de la misma

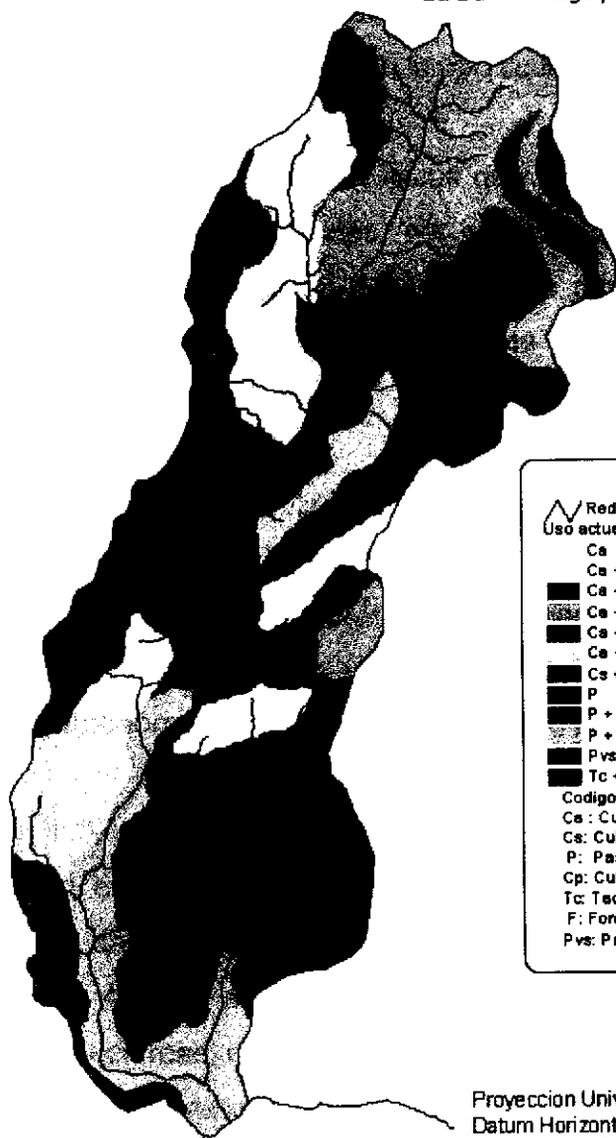
4.6.1. Uso actual en la microcuenca Cuscamas el uso actual de la tierra está determinado en su mayor extensión por una agricultura de subsistencia; Granos básicos (maíz y frijol) y pastos en los paisajes predominantes de sistemas de mesas y sistemas de colinas redondeadas; con pequeñas áreas de plantaciones perennes principalmente café, una área destinada a su conservación ubicada en un paisaje de sistemas de laderas muy escarpadas al noreste de la microcuenca. En la planicie del río Cuscamas predomina un bosque de galería, con plantaciones perennes, tacotales y pequeñas áreas de pastos.

En el mapa de uso actual del 2002 se refleja el uso actual de la tierra y su distribución en la microcuenca, tal como se describe a continuación (Mapa 5):

- Cultivos anuales (Ca), con un área de 44.29 hectáreas que representa un 4.74% del área.
- Cultivos anuales, cultivos semi perennes y cultivos perennes (Ca+Cs+Cp), con un área de 67.06 hectáreas que representa un 7.17% del área.
- Cultivos anuales, cultivos semi perennes, cultivos perennes y forestales (Ca+Cs+Cp+F), con un área de 83.60 hectáreas, lo que representa un 8.94% del área.
- Cultivos anuales y pastos (Ca+P), con un área 99.37 hectáreas, lo que representa 10.62% del área.
- Cultivos anuales, pastos y tacotales (Ca+P+Tc), con un área de 205.70 hectáreas, lo que representa un 22.00% del área.

- Cultivos anuales y tacotales (Ca+Tc), con un área de 57.19 hectáreas, lo que representa un 6.11% del área.
- Cultivos semi perennes, cultivos perennes y forestales (Cs+Cp+F), con un área 57.61 hectáreas, lo que representa un 6.16% del área.
- Pastos (P), ocupan 52.48 hectáreas, lo que representa 5.61% del área.
- Pastos y tacotal (P+Tc), con 104.37 hectáreas, lo que representa un 11.16% del área.
- Pastos, tacotales y forestales (P+TC+F), con 110.33 hectáreas, lo que representa 11.80% del área.
- Tacotal y forestales (Tc+F), con 9.05 hectáreas, lo que representa un 0.46% del área.
- Protección de la vida silvestre (Pvs), con 43.86 hectáreas, lo que representa un 4.69% del área.

MAPA DE USO ACTUAL
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Uso actual | Area ha | % Area |
|------------------|---------|--------|
| Red de Drenaje | | |
| Ca | 44.29 | 4.74 |
| Ca + Cs + Cp | 67.00 | 7.17 |
| Ca + Cs + Cp + F | 83.60 | 8.94 |
| Ca + P | 99.37 | 10.62 |
| Ca + P + Tc | 205.70 | 22.00 |
| Ca + Tc | 57.19 | 6.11 |
| Cs + Cp + F | 57.51 | 6.16 |
| P | 52.48 | 5.61 |
| P + Tc | 104.37 | 11.16 |
| P + Tc + F | 110.39 | 11.80 |
| Pvs | 43.86 | 4.66 |
| Tc + F | 9.05 | 0.96 |

Codigos
 Ca : Cultivo Anual
 Cs : Cultivo Semi-perenne
 P : Pastos
 Cp : Cultivo Perenne
 Tc : Tacotal
 F : Forestal
 Pvs : Protección de la vida silvestre

Escala: 1:30000

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

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

Diseño e Impresión:
 Ing. Fernando Mendoza J.
 SIGMA - FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodriguez
 Bismark Mendoza
 William Walter
 Dell Thompson

German Zamora
 Antonio Aviles
 Jasmina Martinez
 Fernando Mendoza

Digitalización:
 Fernando Mendoza
 Dell Thompson

Mapa 5. Uso actual de la tierra 2002.

4.6.2. Clases y Sub clases de Capacidad de uso de la tierra: se hablará de potencial de deslizamiento; en primera instancia por que se refleja de forma clara que en pendientes fuertes hay indicios de deslizamientos y como una realidad se separaron niveles de clasificación relacionada con el relieve, decidiéndose hacer una primera aproximación para incluirla como una limitante más en la clasificación por capacidad uso de la tierra en la microcuenca (ver anexo tabla 3).

Por las condiciones geomorfológicas que presenta la microcuenca Cuscamas se hablará de clases compuestas; por ejemplo la clase II del USDA pasa a ser la clase II/III, con la finalidad de justificar la propuesta de utilizar sistemas agro ecológicos, encontrándose las siguientes clases y subclases compuestas (ver Mapas 6 y 7).

Clase II/III con ligeras limitaciones para el uso de cultivos anuales, con un potencial de deslizamiento nulo aquí predominan las limitaciones por relieve (pendiente 2-4%). Se presentaron en 2.45 hectáreas, con un 0.26% del área total, en estas áreas se permite el uso de maquinaria agrícola o tracción animal en cultivos agronómicos, ubicándose en la parte norte de la microcuenca Cuscamas.

Clase III/IV con moderadas limitaciones para el uso de cultivos anuales, se requieren de ciertas prácticas de conservación de suelos y aguas, con un potencial de deslizamiento leve predominando las limitaciones por relieve (pendiente 4-8%) y con menor incidencia el drenaje (moderado). Se presentaron en 69.04 hectáreas, con un 7.38% del área total, ubicándose con mayor frecuencia en la parte noroeste y sur oeste de la microcuenca.

Clase IV/VI con serias limitaciones para el uso de cultivos anuales, adaptándose mejor los pastos y los cultivos semiperennes que requieren ligeras prácticas de conservación de suelos y aguas, con un potencial de deslizamiento moderado las limitantes que predominan en estas clases son el relieve (pendiente 8-15%) y en

menor escala el drenaje (imperfecto). Se presentaron en 22.45 hectáreas, con 2.40% del área total, se presentan en la parte noreste de la microcuenca.

Clase VI/VII con moderadas limitaciones para el uso de pastos y cultivos semi perennes, adaptándose mejor los cultivos perennes, se requiere el uso de prácticas de conservación de suelos y aguas para su mejor utilización, con un potencial de deslizamiento fuerte la limitación que predomina en la clase es el relieve (pendiente 15-30%). Se presentan en 367.28 hectáreas, con 39.28% del área total, estas se localizan en la parte norte y sur de la microcuenca.

Clase VII/VIII con severas limitaciones para el uso de pastos y cultivos semiperennes, adaptándose mejor para los cultivos perennes y forestales, utilizando practicas de conservación de suelos y aguas, con un potencial de deslizamiento severo, la limitación que le da la clase es el relieve (pendiente 30-50%). Se presentan en 93.93 hectáreas, con 10.04% del área total, se encuentran en la parte oeste y en menor proporción en el noreste y sureste de la microcuenca Cuscamas.

Clase VII con severas limitaciones para el uso de pastos y cultivos semiperennes, adaptándose mejor para los cultivos perennes y forestales, utilizando prácticas de conservación de suelos y aguas, presenta un potencial de inundación que limita la clase. Se presentan en 145.57 hectáreas, con 15.57% del área total, se encuentran en las planicies del río Cuscamas con formado de sedimentos no consolidados del cuaternario recientes.

Clase VIII con severas limitaciones para el uso de cultivos perennes y forestales, el uso adecuado es el de protección de la vida silvestre, con un potencial de deslizamiento muy severo, la limitante que predomina en la clase es el relieve (pendiente >50%). Se presenta en 234.19 hectáreas lo que equivale a 25.05% del área total encontrándose en mayor proporción en la parte noreste y sureste de la microcuenca.

- **Sub clase II/III ppd₁** por profundidad y potencial de deslizamiento, con un área de 2.45 hectáreas y 0.26% del área total, estos suelos presentan pendientes de 2 a 4%, con profundidades de 60 a 90cm permite el uso de cultivos anuales sin mayor dificultad. Se presenta en el conjunto de suelos: La Defensa, con los subgrupos de suelos: *Aquic Hapludalfs*, *Aquolic Hapludalfs*, *Aquic argiudolls*.

- **Sub clase III/IV rpd₂** por relieve y potencial de deslizamiento, con un área de 69.04 hectáreas y 7.38% del área total, estos suelos presentan pendientes de 4 a 8%, las profundidades no limitan la clase, con un potencial de deslizamiento leve, permiten el uso de cultivos anuales con ciertas restricciones, requieren de prácticas de conservación simples de suelos y aguas, esta clase se presenta en los conjuntos de suelos: Granadillo Uno, el Esfuerzo, Buenos Aires y Río Cuscamas con los subgrupos de suelos: *Typic hapludalfs*, *Aquolic hapludalfs*, *Typic argiudolls*, *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls*, *Fluventic Cumulic hapludolls* (consociación).

- **Subclase IV/VI rpd₃** por relieve y potencial de deslizamiento, con un área de 22.45 hectáreas y 2.40% del área total, presentan pendientes de 8 a 15%, los suelos van de profundos a moderadamente superficial > 90 y de 30 a 40cm, con un potencial de deslizamiento moderado, son tierras con limitaciones y riesgos de erosión para el uso de cultivos anuales mecanizados, requieren de numerosas prácticas de conservación de suelos y aguas, permiten el uso de pastos cultivos semi perennes, perennes y forestales sin mayores dificultades, se presentan en los conjuntos de suelos: Granadillo Uno y El Yanqui, con los subgrupos de suelos: *Typic hapludalfs*, *Aquolic hapludalfs*, *Typic argiudolls*, *Lithic hapludalfs*, *Lithic argiudolls*.

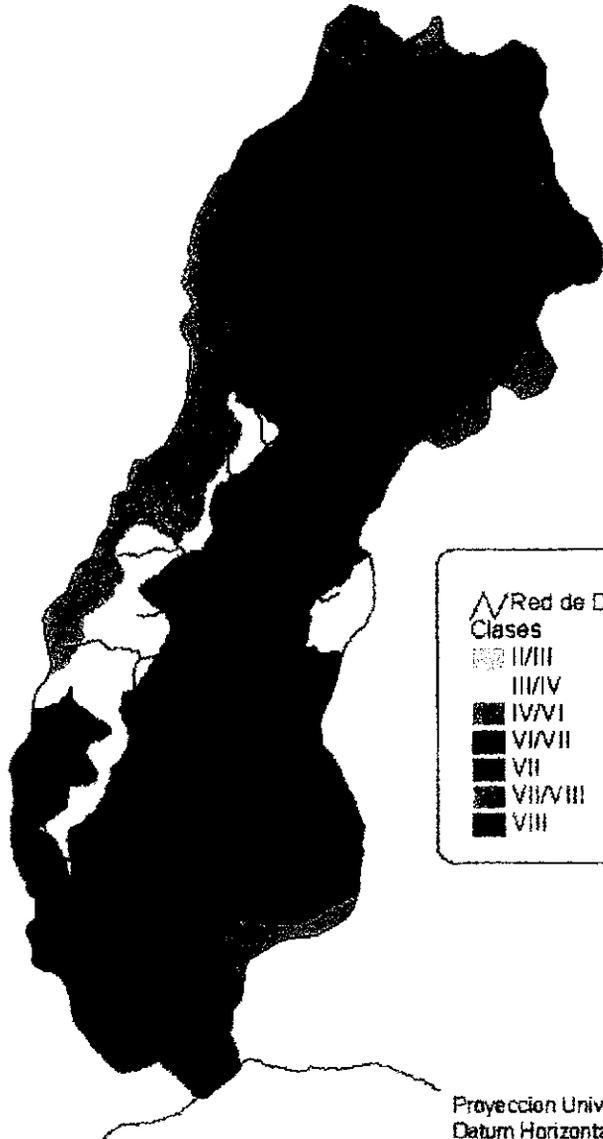
- **Sub clase VI/VII rpd₄** por relieve y potencial de deslizamiento, con 367.28 hectáreas y 39.28% del área total, con pendientes de 15 a 30%, profundos a muy superficiales, con un potencial de deslizamiento fuerte, son tierras con limitaciones y riesgos severos para pastos y cultivos semi perennes, requieren

numerosas prácticas especiales de conservación, con limitaciones leves para uso de cultivos perennes y especies forestales, están presentes en los conjuntos de suelos: El Yanqui, Buenos Aires, Granadillo Uno, La Defensa, con los subgrupos de suelos: *Lithic hapludalfs*, *Lithic argiudolls*, *Typic hapludalfs*, *Aquolic hapludalfs*, *Typic argiudolls*, *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls*, *Aquic hapludalfs*, *Aquolic hapludalfs*, *Aquic argiudolls*.

- **Sub clase VII/VIII rpd₅** por relieve y potencial de deslizamiento, con 93.93 hectáreas y 10.04% del área total, son tierras con pendientes que van de 30 a 50%, posee un potencial de deslizamiento severo, con moderadas limitaciones para cultivos perennes y óptimos para forestales, se presentan en el conjunto de suelos Buenos Aires, El Yanqui, Cerro el Medico y la consociacion las Piedresitas, con los subgrupos de suelos: *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls*, *Typic argiudolls*, *Typic hapludalfs*, *Aquic hapludalfs*, *Aquic argiudolls*, *Lithic hapludalfs*, *Lithic argiudolls*.
- **Sub clase VII pi** por potencial de inundación, con 145.57 hectáreas y 15.57% del área total, esta clases se encuentra limitada por su potencial de inundación, se presenta en la planicie del río Cuscamas principalmente en la parte alta y baja, en el subgrupo de suelo *Fluventic Cumulic hapludolls*, con un uso adecuado para bosques (uso forestal).
- **Sub clase VIII rpd₆** por relieve y potencial de deslizamiento, con 234.19 hectáreas y 25.05% del área total, las pendientes van de 50% a más, siendo esta la mayor limitante, con un potencial de deslizamiento muy severo, son tierras con severas limitaciones y riesgos de erosión para cualquier tipo de uso agrícola, por lo cual su uso se restringe a la protección de la vida silvestre, están presentes en los conjuntos de suelos: La Defensa, Granadillo Uno, El Yanqui, Buenos Aires, con los siguientes subgrupos de suelos: *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls*, *Typic argiudolls*, *Aquic hapludalfs*, *Aquic argiudolls*, *Aquolic hapludalfs*, *Typic hapludalfs*, *Lithic hapludalfs* y *Lithic argiudolls*.

Otras limitantes con menor categoría encontradas en la microcuenca Cuscamas, pero con importancia en el uso y manejo de los suelos son: profundidad, drenaje y porcentajes de piedras.

MAPA DE CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA
 Microcuenca Cuscamá
 La Dalia Matagalpa



Leyenda

△/Red de Drenaje

| Clases | Area ha | % Area |
|----------|---------|--------|
| III/III | 2.45 | 0.26 |
| III/IV | 69.04 | 7.38 |
| IV/VI | 22.45 | 2.40 |
| V/VI | 367.28 | 39.28 |
| VII | 145.57 | 15.57 |
| VII/VIII | 93.93 | 10.04 |
| VIII | 234.19 | 25.05 |

Proyeccion Universal Transversal Mercator
 Datum Horizontal: NAD27
 Esferoide de Clarke 1886
 Zona 16N

Escala: 1:30000

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

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodriguez
 Bismark Mendoza
 William Walter
 Dell Thompson

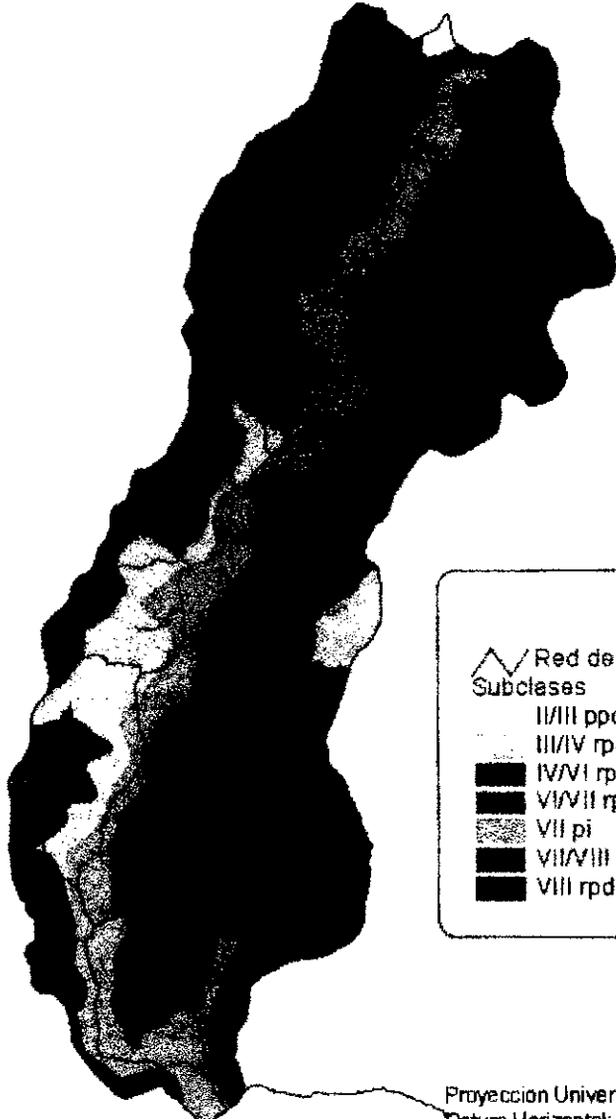
German Zamora
 Antonio Aviles
 Jasmira Martinez
 Fernando Mendoza

Digitalizacion:
 Fernando Mendoza
 Dell Thompson

Modelo e Impresion:
 Ing. Fernando Mendoza J.
 SIGMA - FARENA

Mapa 6. Clases de capacidad de uso de la tierra.

MAPA DE SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA
 Microcuenca Cuscamá
 La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Subclases | Area ha | % Area |
|------------------|---------|--------|
| △ Red de Drenaje | | |
| II/III ppd1 | 2.45 | 0.26 |
| III/IV rpd2 | 69.04 | 7.38 |
| IV/V I rpd3 | 22.45 | 2.40 |
| VI/VII rpd4 | 367.28 | 39.28 |
| VII pi | 145.57 | 15.57 |
| VII/VIII rpd5 | 93.93 | 10.04 |
| VIII rpd6 | 234.19 | 25.05 |

Proyeccion Universal Transversal Mercator
 Datum Horizontal: NAD27
 Esferoide de Clarke 1888
 Zona 16N

Escala: 1:30000

| | | |
|---|---|--|
| <p>Realizado por: Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente</p> <p>Diseño e Impresión: Ing. Fernando Mendoza J. SIGMA - FARENA</p> | <p>Trabajo de Campo y Procesamiento:</p> <p>Ignacio Rodríguez Bismark Mendoza William Walter Dell Thompson</p> <p>German Zamora Antonio Aviles Jasmina Martinez Fernando Mendoza</p> | <p>Digitalización: Fernando Mendoza Dell Thompson</p> |
|---|---|--|

Mapa 7. Subclases de capacidad de uso de la tierra.

4.6.3. Uso potencial biofísico de acuerdo a las limitaciones que presenta la microcuenca reflejadas en el mapa de clases de capacidad de uso de la tierra, el uso potencial de la microcuenca se refleja de la siguiente forma (ver mapa 8):

Cultivos anuales(Ca) se presenta en un área de 71.49 hectáreas, lo cual corresponde a 7.64% del área total de la microcuenca, estas tierra presenta pocas limitaciones para su uso, utilizando prácticas de conservación de suelos y aguas leves, se presentan en la parte norte de la microcuenca.

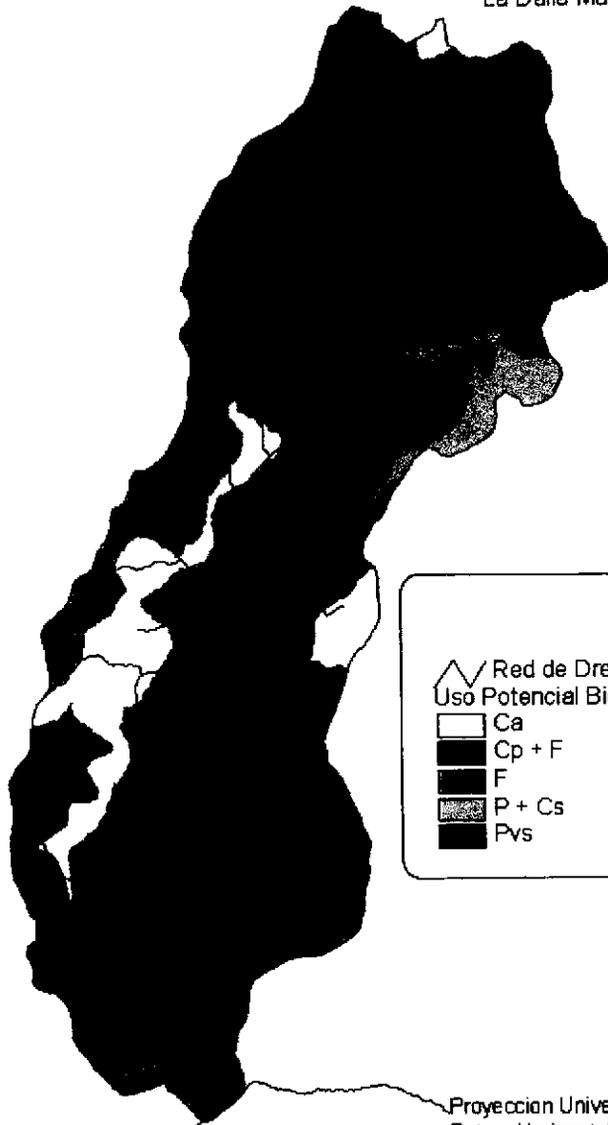
Pastos y cultivos semi perennes (P + Cs) se presenta en un área de 22.45 hectáreas, lo cual corresponde a 2.40% del área total de la microcuenca, utilizando prácticas de conservación de suelos y aguas, ubicándose en la parte noreste de la microcuenca.

Cultivos perennes y forestales (Cp + F) se presenta en un área de 367.28 hectáreas, lo cual corresponde a 39.28% del área total de la microcuenca, característicos de clases VII/VIII, están presentes en la parte norte y sur de la microcuenca.

Forestales (F) se presenta en un área de 239.50 hectáreas, lo que equivale a 25.61% del área total, este uso es característico de las clases VII , VII/VIII. Se presentan a las orillas del río Cuscamas al igual que en la parte oeste de la microcuenca.

Protección de la vida silvestre (Pvs) se presenta en un área de 234.19 hectáreas, lo que representa un 25.05% del área total, este uso pertenece a la clase VIII que tienen las mayores limitantes, por lo que su uso se restringe a la protección de la vida silvestre, debido a que cualquier otro uso conlleva al deterioro del recurso suelo. Se presentan en la parte noreste y sureste del área de estudio.

MAPA DE USO POTENCIAL BIÓFISICO
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Uso Potencial Biófico | Area ha | % Area |
|-----------------------|---------|--------|
| Ca | 71.49 | 7.64 |
| Cp + F | 367.28 | 39.28 |
| F | 239.50 | 25.61 |
| P + Cs | 22.45 | 2.40 |
| Pvs | 234.19 | 25.05 |

Proyeccion Universal Transversal Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1868
Zona 18N

Escala: 1:30000

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

Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendoza J.
SIGMA - FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodriguez
Bismark Mendoza
William Walter
Dell Thompson

German Zamora
Antonio Aviles
Jasmina Martinez
Fernando Mendoza

Digitalización:
Fernando Mendoza
Dell Thompson

Mapa 8. Uso potencial biofísico.

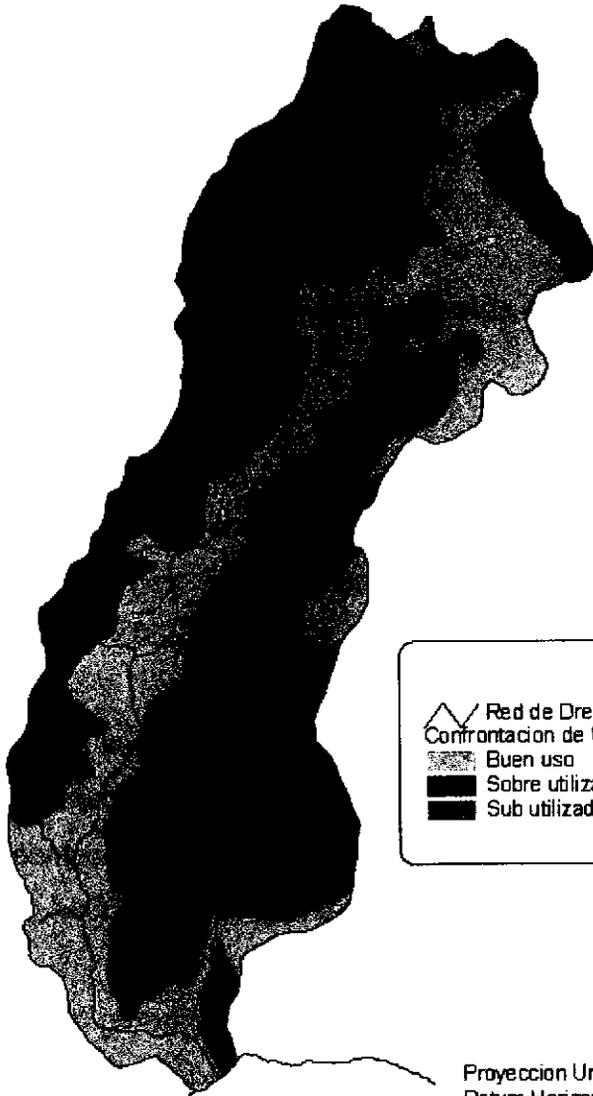
4.6.4. Confrontación de uso de la tierra al confrontar el mapa de uso actual con el mapa de capacidad de uso de la tierra (uso potencial biofísico) se encontraron los siguientes conflictos de uso en la microcuenca (Mapa 9):

- **Buen uso** con un área de 296.28 hectáreas, lo que equivale a 31.69% del área total, aquí su uso esta acorde con las capacidades que tienen los suelos para producir.

- **Sobre utilizado** con un área de 613.67 hectáreas y 65.63% del área total, se encuentra con uso inadecuado debido a la necesidad de los productores de cultivar sus granos para su subsistencia.

- **Sub utilizados** con un área de 24.96 hectáreas y 2.66% del área total, estas tierras no están siendo utilizados acorde a su capacidad de uso es decir no está siendo aprovechado todo su potencial productivo.

MAPA DE CONFRONTACION DE USOS
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

| | Area ha | % Area |
|--|---------|--------|
| Red de Drenaje Confrontacion de Usos Cuscamas | | |
| Buen uso | 298.28 | 31.89 |
| Sobre utilizado | 813.67 | 65.83 |
| Sub utilizado | 24.96 | 2.66 |

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

Escala: 1:30000

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

Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendoza J.
SIGMA - FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodríguez
Bismark Mendoza
William Waller
Dell Thompson

German Zamora
Antonio Aviles
Jasmina Martínez
Fernando Mendoza

Digitalización:
Fernando Mendoza
Dell Thompson

Mapa 9. Confrontación de uso de la tierra.

4.7. Propuesta de uso mayor de la tierra

Propuesta de Uso de acuerdo a las limitantes y potencialidades que presenta la microcuenca, expresadas en la capacidad de uso de la misma se elaboró una propuesta de uso mayor de la tierra, enfocado a sistemas agroforestales y sistemas silvopastoriles según Rodríguez Ibarra I, (1993) modificado, denominado sistemas Agro ecológicos (Ver Tabla 6), con la finalidad de garantizar una producción sostenible y rentables a largo plazo.

Los sistemas Agroecológicos propuestos en la microcuenca Cuscamas son (ver Mapa 10):

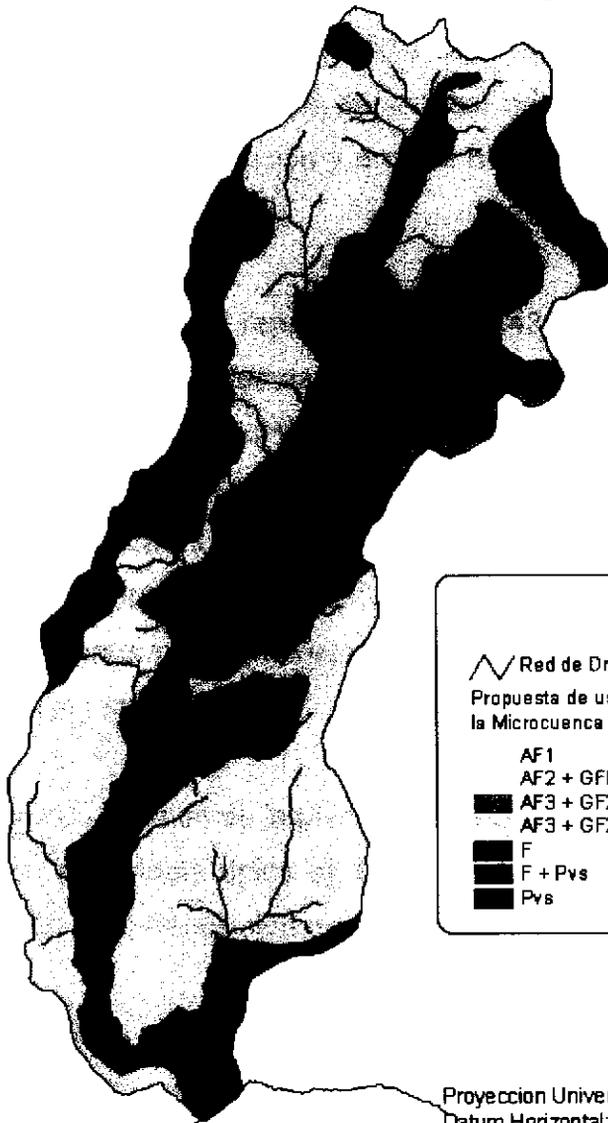
- Cultivos anuales, cultivos semi perennes, cultivos perennes y especies forestales (AF₁), corresponde a las subclase II/III rpd₁. Presentes en la zona climática D (ver Anexo mapa 9), el área propuesta en este sistema es de 2.45 hectáreas y 0.26% de área total.
- Cultivos semi perennes, cultivos perennes, especies forestales mas pastos de gramíneas, forrajes (AF₂ + GF₁), corresponden a las subclases III/IV rpd₂. Presentes en las zonas climáticas A,C,D (ver Anexo mapa 9), con un área de 69.04 hectáreas y 7.38% del área total.
- Cultivos perennes, especies forestales mas forrajes (AF₃ + GF₂), corresponden a las subclases IV/VI rpd₃. Presente en la zona climática C (ver Anexo mapa 9), con un área de 22.45 hectáreas lo que equivale a 2.40% del área total.
- Cultivos perennes, especies forestales mas forraje y uso forestal (AF₃ + GF₂ + F), corresponden a las subclases VI/VII rpd₄. Presentes en las zonas climáticas A,B,C,D (ver Anexo mapa 9), con un área de 367.28 hectáreas y un 39.28% del área total

- **Uso forestal (F) contempla las especies forestales con valor energético y maderables de árboles frutales, corresponden a las subclases VII pi. Presentes en las zonas climáticas A,B,D (ver Anexo mapa 9), con un área de 145.57 hectáreas y un 15.57% del área total**

- **Uso forestal mas protección de la vida silvestre (F + Pvs), corresponden a las subclases VII/VIII rpd₅. Presentes en las zonas climáticas C,D (ver Anexo mapa 9), con un área de 93.93 hectáreas y un 10.04% del área total**

- **Protección de la vida silvestre (Pvs) corresponden a las subclases VIII rpd₆. Presentes en las zonas climáticas A,B,C,D (ver Anexo mapa 9), con un área de 234.19 hectáreas y un 25.05% del área total de la microcuenca**

MAPA DE PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA
Microcuenca Cuscarná
La Dalia Matagalpa



Leyenda

Red de Drenaje

Propuesta de uso mayor de la tierra para
la Microcuenca Cuscarná

| | Area ha | % Area |
|---------------|---------|--------|
| AF1 | 2.45 | 0.26 |
| AF2 + GF1 | 88.04 | 7.38 |
| AF3 + GF2 | 22.45 | 2.40 |
| AF3 + GF2 + F | 367.28 | 39.28 |
| F | 145.57 | 15.57 |
| F + Pvs | 93.93 | 10.04 |
| Pvs | 234.19 | 25.05 |

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

Escala: 1:30000

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

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodriguez
Bismark Mendoza
William Walter
Dell Thompson

German Zamora
Antonio Ariles
Jasmina Martínez
Fernando Mendoza

Digitalización:
Fernando Mendoza
Dell Thompson

Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendoza J.
SIGMA - FARENA

Mapa 10. Propuesta de uso mayor de la tierra.

V. CONCLUSIONES

- Los procesos de formación y/o degradación de suelos predominantes en la microcuenca son: melanización, adición, deposición o ganancia, eluviación, iluviación, migración parcial de arcillas, migración total de arcilla, gleyzación, braunificación o rubificación y erosión hídrica antrópica. No se presenta lavado de sales.
- Los suelos maduros representan un 84.43 % del área total y están presentes en los paisajes de sistemas de laderas escarpadas a muy escarpadas, sistemas de colinas redondeadas y escarpadas, sistemas de mesas y pie de monte que representan un 28.97, 21.52, 29.08 y 4.86% del área total respectivamente. Su morfología típica es A - Bt - C - R, o A - ABt - Bt - C - R sobre materiales de Toba, Ignimbrita y Andesita-Ignimbrítica del terciario Oligoceno de la formación Matagalpa Intermedio, representando un 22.58, 47.26 y 14.59% del área total respectivamente.
- Los suelos jóvenes de la planicie del Río Cuscamas representan el 15.57% del área, su morfología típica es O - A₁ - A₂ - C - R. El principal proceso en su formación es la deposición o ganancia de sedimentos.
- La reducción del espesor del horizonte superficial causado por la erosión hídrica laminar, pisoteo animal y reducción de la cobertura vegetal, permitió cambiar la clasificación taxonómica de suelos Molisoles a Alfisoles, con mayor impacto en las partes medias del relieve, (áreas de mayor vulnerabilidad). Contrario a las áreas bajo cobertura vegetal (boscosa) que independientemente de su posición en la ladera conservan el espesor, clasificándose como suelos del orden Molisols.

- Los suelos predominantes en la microcuenca Cuscamas, utilizando la clasificación taxonómica Americana (USDA), pertenecen al orden Molisols localizados generalmente en las partes altas y bajas de los paisajes, y Alfisols localizados generalmente en las partes medias. A nivel de subórdenes se determinaron los Udolls y Udalfs, en las categorías del gran grupo los *Argiudolls*, *Hapludolls* y *Hapludalfs*, en las categorías del subgrupo por el drenaje interno los (*Aquic*, *Aquolic*, *Aeric* y *Typic*), por el color del material (*Rhodic*), por la profundidad a la roca (*Lithic*, *Paralithic* y *Typic*), por la acumulación de material en el horizonte superficial mayor de 40cm de espesor (*Cumulic*) y por la ausencia del horizonte **B** los (*Entic*).

- El mapeo de suelo determinó a nivel de orden las Asociaciones de Alfisols + Molisols con 52.51% del área (490.93 has.), la Asociación de Molisols + Alfisols con 28.28% del área (264.37 has.) y la Consociación de Molisols con un 19.21% del área (179.65 has.). A nivel de grandes grupos de suelos; la Asociaciones de *Hapludalfs* + *Argiudolls* con 52.51% del área (490.93 has.), la Asociación de *Argiudolls* + *Hapludalfs* con 28.89% del área (270.08 has.), la Consociación de *Hapludolls* con un 15.57% del área (145.57 has.) y la Consociación de *Argiudolls* con 3.03% del área total (28.89 has.).

- A nivel de Subgrupos de suelos se agruparon en cinco Conjuntos y dos Consociaciones de suelos; estos representan los suelos predominantes por mayor cobertura en área, así como su distribución geográfica en la microcuenca. Los suelos representativos son: *Rhodic hapludalfs*, *Rhodic argiudolls*, *Typic hapludalfs*, *Typic argiudolls*, *Aquic hapludalfs*, *Aquolic hapludalfs*, *Aquic argiudolls*, *Fluventic Cumulic hapludolls* *Lithic hapludalfs*, y *Lithic argiudolls*.

- El uso actual de la microcuenca está determinado por: la asociación de cultivos anuales, pastos y tacotales, con pequeñas plantaciones de cultivos semiperennes, perennes y forestales, con el 59.58% del área; seguido por la asociación de pastos y tacotal con un 28.57% del área. Los cultivos semiperennes, perennes, tacotales y forestales representan un 7.12%, y el área de protección un 4.69% del área total.

- Las subclases compuestas encontradas en la microcuenca Cuscamas van de II/III ppd₁ a VIII rpd₆, donde las VI/VII rpd₄, VII/VIII rpd₅ a VIII rpd₆, en conjunto suman un 89.94% del área (840.97 has.); con potencial de deslizamiento alto en los relieves con pendientes mayores 30%, haciéndose necesario la utilización de sistemas agroecológicos (sistemas agroforestales y silvopastoriles).

- El uso potencial biofísico para cultivos perennes y forestales representan el 64.89% del área (606.78 has.); las áreas que requieren protección alcanzan un 25.05% del área (234.19 has.); las áreas con vocación para cultivos anuales abarcan el 7.64% del área (71.49 has.); el uso para pastos y cultivos semiperennes tienen 2.40% del área total (22.45 has.).

- El área sobre utilizada es de 65.63% (613.67 has.); en cambio un 31.69% del área está siendo bien utilizada (296.28 has.); las tierras subutilizadas alcanzan un 2.66% (24.96 has.).

- La microcuenca es de vocación forestal y de protección de la vida silvestre; por lo que, se propone implementar sistemas agroforestales y silvopastoriles en un 49.32% del área total (461.22 has.), forestal de protección en un 25.61% del área total (239.5 has.), y un uso de protección de la vida silvestre en un 25.05% (25.05 has.) del área de estudio.

VI. RECOMENDACIONES

- En los suelos maduros elaborar planes de reforestación y establecer sistemas agroforestales y silvopastoriles, con la finalidad de diversificar la agricultura y contribuir a la recuperación de los mismos; implementar medidas que contribuyan a la conservación y aprovechamiento de estos suelos.

- En los suelos jóvenes aluviales establecer bosques con árboles de raíces profundas, a todo lo largo y ancho del curso principal del río; así como formular proyectos de obras estructurales como construcción de diques de contención, y obras simples de conservación de suelos y aguas, con la participación de los productores locales, alcaldías e instituciones.

- Diseñar una planificación específica de uso y manejo en los suelos localizados en las partes medias de la microcuenca, tomando en cuenta la propuesta del uso mayor de la tierra; esto con el objetivo de contribuir a la recuperación de los suelos degradados.

- Capacitar a los productores y técnicos en los aspectos de caracterización externa e interna de los suelos, utilizando el lenguaje local y técnico-científico. Proceso que ayudaría a desarrollar planes de manejo apropiados para los agricultores de la microcuenca.

- Utilizar escalas de fotointerpretación adecuada 1:10,000 a 1:20,000 para estudios de suelos en microcuencas. Con el propósito de separar en forma clara los suelos asociados, poder identificar la complejidad edáfica y representar de manera más específicas los suelos individuales a lo largo de la pendiente en una ladera.

- **Elaborar estudios socio económicos que valoren la viabilidad de las propuestas de utilizar sistemas agro ecológicos (sistemas agrológicos y silvopastoril) por parte de los agricultores de la microcuenca Cuscamas.**

- **Brindar estos resultados a las instituciones locales que tengan influencia en la zona, para que planifiquen acciones enfocadas a la utilización de sistemas agro ecológicos, con la finalidad de disminuir el deterioro de los recursos de la microcuenca.**

- **Realizar un estudio que evalúe afondo el potencial de deslizamiento y la vulnerabilidad de estos suelos, ya que está latente en la microcuenca. Tomando como base la información del estudio.**

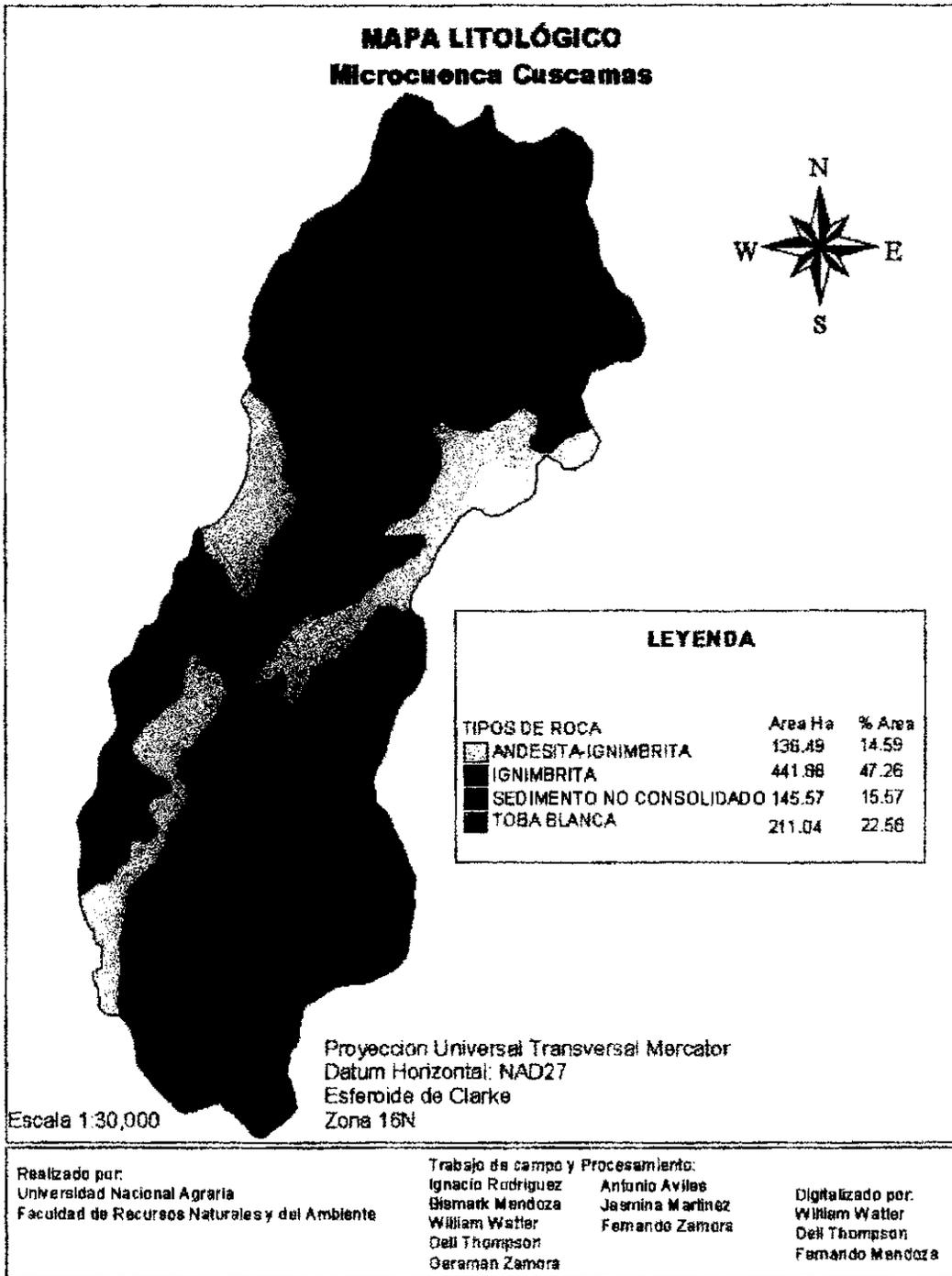
VII. BIBLIOGRAFÍAS

- Asociación de Municipio de Nicaragua. (1997). *Caracterización Municipal Tuma - La Dalia*. Pp 17.
- Barreto, H. (1996). *Atlas digital de Nicaragua*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Tegucigalpa, Honduras. Pp5.
- Buol S.W. (1997). *Soil Genesis And Classification*. Iowa State University Press/AMES, 4 ed. United State of America. Pp527.
- Buol S.W. et al. (1990). *Génesis y clasificación de suelos*. 2ª ed. México D.F. México. Pp 417.
- Buckman H, Brady N. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelo*. Aragón, Barcelona, España. Pp 400.
- Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua (1971). *Estudio de Suelos de la Región Pacífico de Nicaragua*. tercera parte. Managua Nicaragua;. Pp 713.
- Cierra, M (1980). *Diagnostico socioeconómico del sector agropecuario de Estelí*. Managua, Nicaragua. Pp120.
- Cortes L. Abdón. (1983). *Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias*. SIDITA, Mérida, Venezuela. Pp 2 - 46.
- Duchaufour, PH. (1984). *Edafología*. 1ªed. Masson, S.A. Barcelona, España. Pp 493.
- Elbersen G.W.W, Benavides S.T, Botero P.J (1986). *Metodología para Levantamientos Edafológicos*. IGAC, Bogotá Colombia. Pp 82.
- Faustino J. (1996). *Gestión Ambiental para el manejo de cuencas municipales*. Curso corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Pp 136.
- FAO, (1996). *Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina*. 1ªed. Santiago de Chile. Pp 230.
- Fenzl N. (1989). *Nicaragua. Geografía, Clima, Geología y Hidrología*. Editorial Universitaria de Belem/UFP/INETER/INAN. Pp 2 - 26.
- Fitzpatrick E.A. (1984). *Suelos. (Su formación, clasificación y distribución)*. Compañía Editorial Continental. S.A. de C.V. México D.F. Pp 330.
- Forero M.C, Leon J.C. (1988). *Metodología para Levantamiento Edafológicos*. Tercera parte; IGAC, Bogotá Colombia. Pp 194.

- Holdrige L.R. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José Costa Rica. Pp 3 - 99.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. *Fotografías aéreas*. Escala 1:30000 del año 1986.
- Klingebiel A. A y Montgomery P.H. (1965). *Clasificación de capacidad de uso de las tierras*. Manual # 210; Editorial Abeja, S.A. Londres 35, Coyoacán México, D.F. Pp28.
- Koppen W. (1984). *La división de los climas sobre la base de temperatura, precipitación y el curso de las estaciones climáticas*. México D.F. Pp 2 - 45.
- Leighton W.L. (1982). *Un sistema básico de clasificación de suelos para hacer e interpretar reconocimientos de suelos*. Versión Abreviada en Español de "Soil Taxonomy" (1975). SMSS Technical Monograph N° 5. Pp256.
- Lyttlton Lyon y Harry o. Buckman. (1952). *Edafología. Naturaleza y propiedades de suelos*. 1^{era} ed. Argentina. Pp 1 - 274.
- Martínez, J.(1997). *Estudio de Suelos y Caracterización Hidrológica Superficial en la Sub cuenca del Río Jinotega departamento de Jinotega, Tesis. Nicaragua*. Pp 123.
- Mendoza Corrales R.B. and Cassel D.K. (2002). *Hedgerows and their effects on soil loss induced by mater & tillage erosion on small runoff plost in the El Pital Watershed*. SM. CRSP. Technical Bulletin 2002-01. North Carolina State University, Raleigh, NC. USA. Pp 30.
- Morales, J. (1997). *Fundamentos básicos de cuencas hidrográficas*. Curo-taller corto. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp 45.
- Munsell Soil Chart. SF. Maryland, EU. *Munsell color*, co.s.p.
- Ortiz Solorio y Cuanalo de la Cerda H. (1983). *Metodología del levantamiento fisiográfico de suelos*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp 210.
- Pérez J. J. (1984). *Utilización de las toposecuencias para el diagnóstico de suelos erosionados*. Reporte de investigación N°1. Instituto de suelos de la Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba. Pp 187.
- Ramírez G. (1993). *Planificación para el uso y manejo Agro ecológico de la Tierra en tres Fincas del Municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma Atlántico Sur Nicaragua*. Nicaragua. Pp 47.
- Rodríguez Ibarra I. (2001). *Taller de Capacitación en Aspectos Básicos de la Ciencia del Suelo y Clasificación de la Capacidad de Uso de la Tierra*. Nandaime, Nicaragua. GTZ, Managua, Nicaragua. Pp 456.

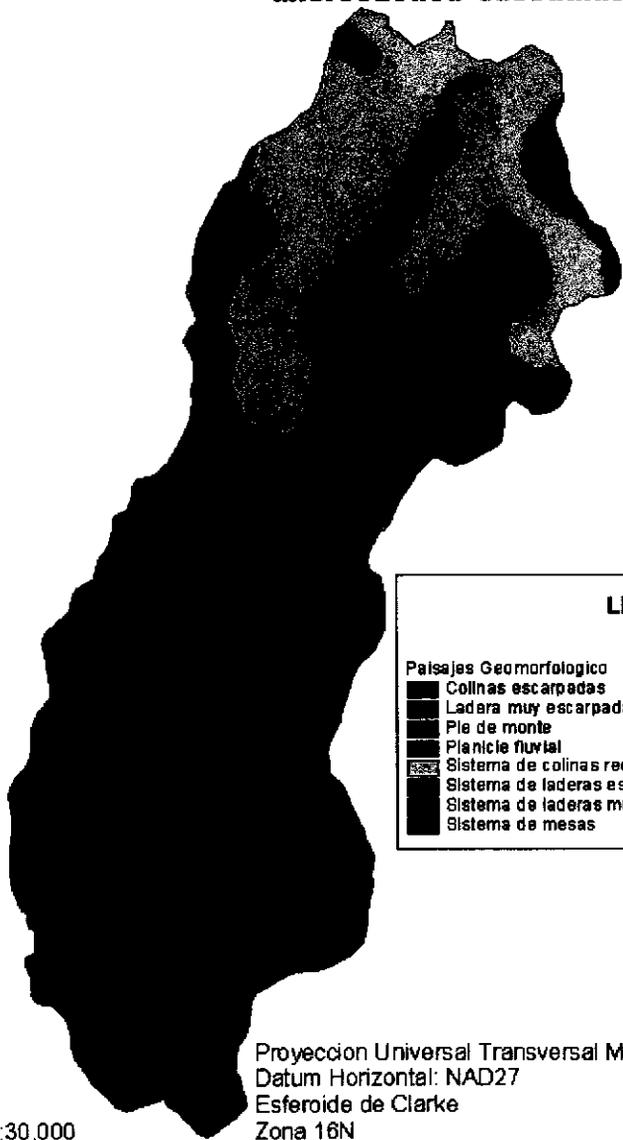
- Rodríguez Ibarra I. (2000). *Método Edafogenético para el estudio integral en suelos de laderas o cuencas hidrográficas*. Departamento de cuencas hidrográficas. Mimeo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pp79.
- Rodríguez Ibarra I. (1993). *Reclasificación de suelos, capacidad de uso y uso potencial del proyecto de desarrollo cooperativo en los polos de desarrollo Aranjuez y la Cumplida*. Matagalpa. Escuela de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria. Pp 60.
- Soil Survey Staff. (1999). *Soil Taxonomy A Basic Sistem Of Soil Classification For Making And Interpreting Soil Surveys*. No 8. U.S.D.A. U.S. 2th Ed. Washington, D.C. Pp 869.
- Soil Survey Staff. (1998). *Keys To Soil Taxonomy*. U.S.D.A. 8th Ed. Pp 326.
- Soil Survey Staff. (1995). *Keys To Soil Taxonomy*. Traducido al Español. Colegio de Postgraduado, México D.F. México. Pp 2 - 68.
- Solís J.N. (1985). *Fundamento de la Edafología*. 1^{ra}ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. Pp 185.
- Thomas L. Thurow y James E. Smith, Jr. (1998). *Evaluación de métodos de conservación de suelo y agua aplicados a las tierras de laderas cultivas en el sur de Honduras*. Boletín Técnico No. 98-2. Texas A&M University. Tegucigalpa, D.C., Honduras. Pp 20.
- Villota H. (1983). *Técnica moderna de mapeo de suelos de laderas*. CIAF, Bogotá, Colombia. Pp 32.
- Villota H. (1991). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras*. Primera parte: Geomorfología de zonas montañosas colinadas y onduladas. IGAC Bogotá, Colombia. Pp 212.
- Vogel A. (1987). *Guía para la descripción de perfiles de suelos (2 ed)*. Servicio de fomento y conservación de recursos de suelo. Dirección de fomento de tierras y agua- Roma. Italia. Pp 120.

ANEXOS



Mapa 1.

MAPA GEOMORFOLOGICO Microcuenca Cuscamas



LEYENDA

| Paisajes Geomorfológico | Area Ha | % Area |
|-----------------------------------|---------|--------|
| Collinas escarpadas | 18.47 | 1.97 |
| Ladera muy escarpada | 9.59 | 1.03 |
| Plie de monte | 40.10 | 4.86 |
| Planicie fluvial | 146.57 | 15.57 |
| Sistema de colinas redondeadas | 182.80 | 19.56 |
| Sistema de laderas escarpadas | 81.82 | 8.75 |
| Sistema de laderas muy escarpadas | 179.99 | 19.11 |
| Sistema de mesas | 271.87 | 29.08 |

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

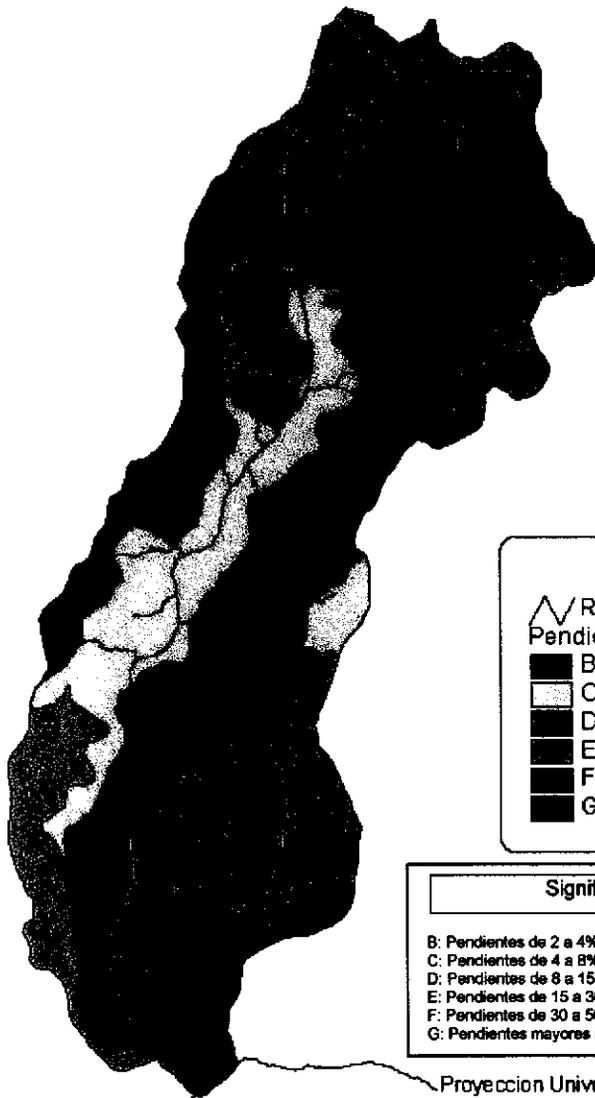
Escala 1:30,000

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

Trabajo de campo y Procesamiento:
Ignacio Rodriguez Antonio Aviles
Bismark Mendoza Jasmina Martinez
William Watler Fernando Zamora
Dell Thompson
German Zamora

Digitalizado por:
William Watler
Dell Thompson
Fernando Mendoza

Mapa de Pendientes



Leyenda

Red de Drenaje
 Pendiente

| Pendiente | Area ha | % Area |
|-----------|---------|--------|
| B | 105.77 | 11.31 |
| C | 123.65 | 13.22 |
| D | 22.45 | 2.40 |
| E | 354.92 | 37.97 |
| F | 93.93 | 10.05 |
| G | 234.19 | 25.05 |

Significado de la simbología

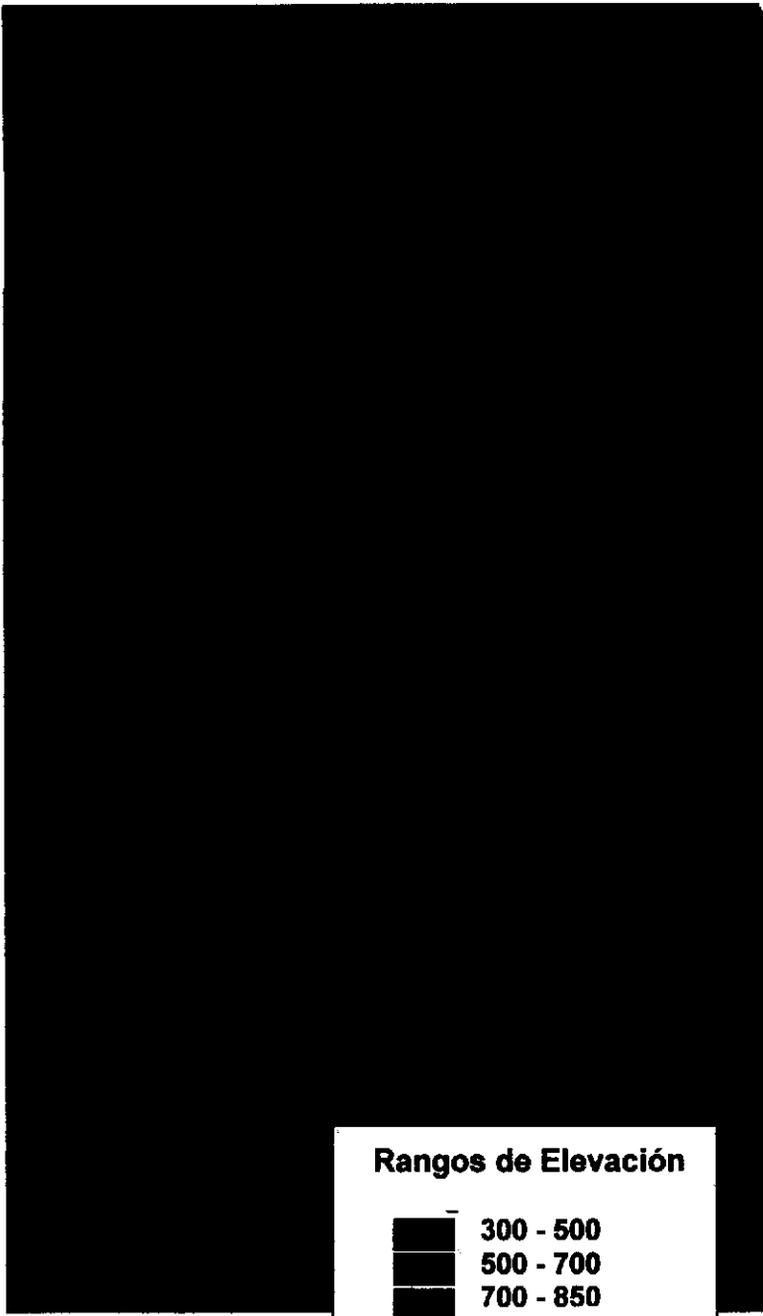
B: Pendientes de 2 a 4%. Ligeramente inclinado a ondulado.
 C: Pendientes de 4 a 8%. Ligeramente inclinado a ondulado.
 D: Pendientes de 8 a 15%. Fuertemente inclinado a ondulado.
 E: Pendientes de 15 a 30%. Colinado.
 F: Pendientes de 30 a 50%. Escarpado.
 G: Pendientes mayores de 50%. Muy escarpado.

Proyeccion Universal Transversal Mercator
 Datum Horizontal: NAD27
 Esferoide de Clarke 1886
 Zona 16N

Escala: 1:30000

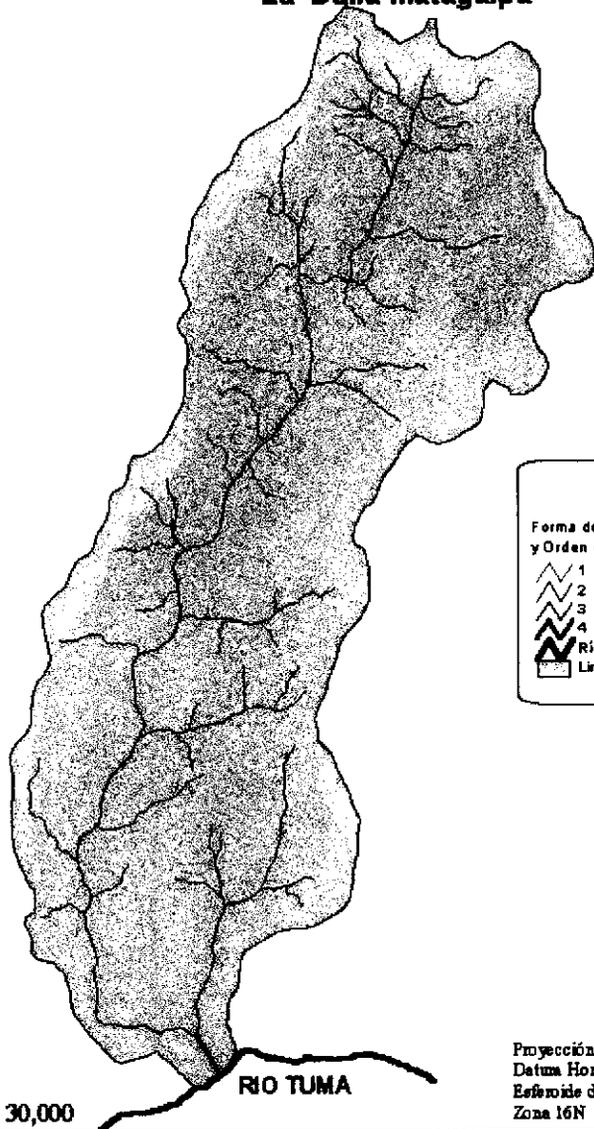
| | | |
|--|--|---|
| Realizado por: Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente | Trabajo de Campo y Procesamiento: Ignacio Rodriguez German Zamora Bismark Mendoza Antonio Ariles William Walter Jasmina Martinez Dell Thompson Fernando Mendoza | Digitalización: William Walter Dell Thompson Fernando Mendoza |
| Mapa e Impresión: Ing. Fernando Mendoza J. SIGMA - FARENA | | |

Mapa 3.



Mapa 4.

MAPA DE LA RED DE DRENAJE
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

Forma de la Red de Drenaje
y Orden de los Segmentos

- 1
- 2
- 3
- 4

▲ Río Tuma

▭ Limite subcuenca

Proyección Universal Transversal Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esférico de Clark 1866
Zona 16N

Escala: 1: 30,000

RIO TUMA

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

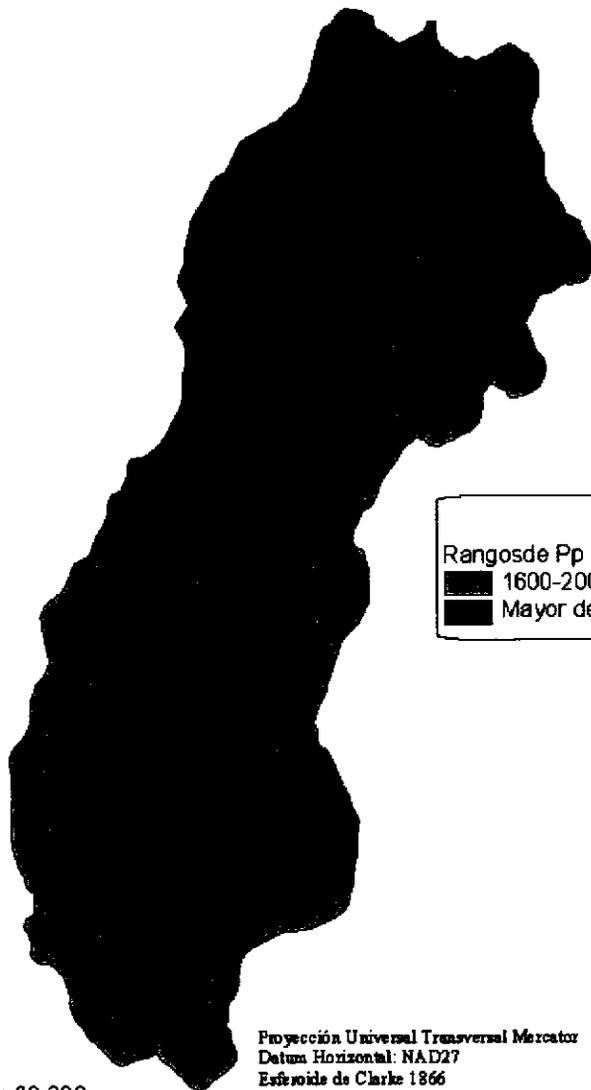
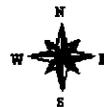
Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendoza J.
SIGMA-FARENA

Trabajo de Campo y Procesamiento:

Ignacio Rodríguez
Eliana Mendoza
Wilhem Weiler
Dell Thompson
German Zamora

Antonio Aviles
Jasmina Martínez
Fernando Mendoza

MAPA DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



Leyenda

| Rangos de Pp | Area Ha | % Area |
|-----------------|---------|--------|
| 1600-2000 | 648.23 | 69.34 |
| Mayor de 2000 m | 286.69 | 30.67 |

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

Escala: 1: 30,000

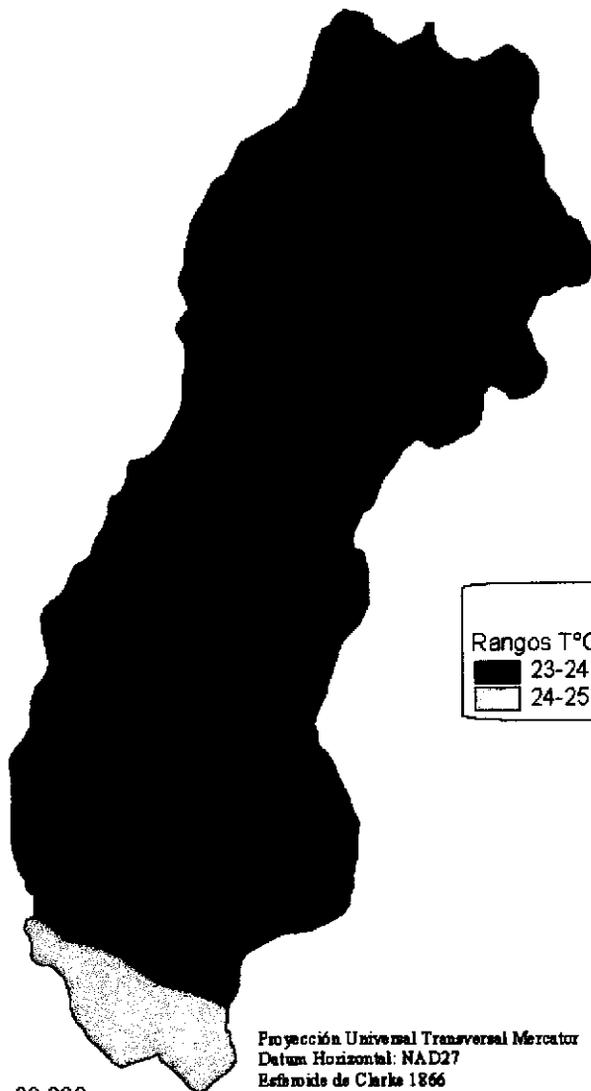
Realizado por:
 Universidad Nacional Agraria
 Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Fuente:
 SIG MAG-FOR

Diseño e Impresión:
 Ing. Fernando Mendoza J.
 SIGMA-FARENA

Mapa 6.

MAPA DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



| Leyenda | | |
|----------------|---------|--------|
| Rangos T°C | Area Ha | % Area |
| 23-24 | 884.91 | 94.65 |
| 24-25 | 50.01 | 5.35 |

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

Escala: 1: 30,000

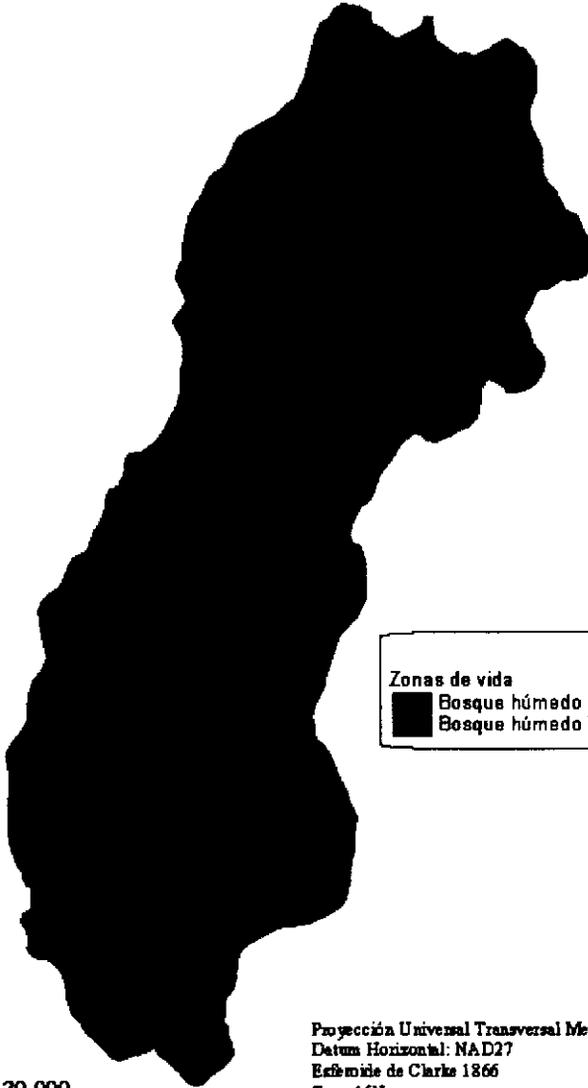
Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendosa J.
SIGMA-FARENA

Fuente:
SIG MAG-FOR

Mapa 7.

MAPA DE ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE
Microcuenca Cuscamá
La Dalia Matagalpa



| Leyenda | | |
|---|---------|--------|
| Zonas de vida | Area Ha | % Area |
|  Bosque húmedo Subtropical | 893.34 | 95.55 |
|  Bosque húmedo Tropical | 41.59 | 4.45 |

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

Escala: 1: 30,000

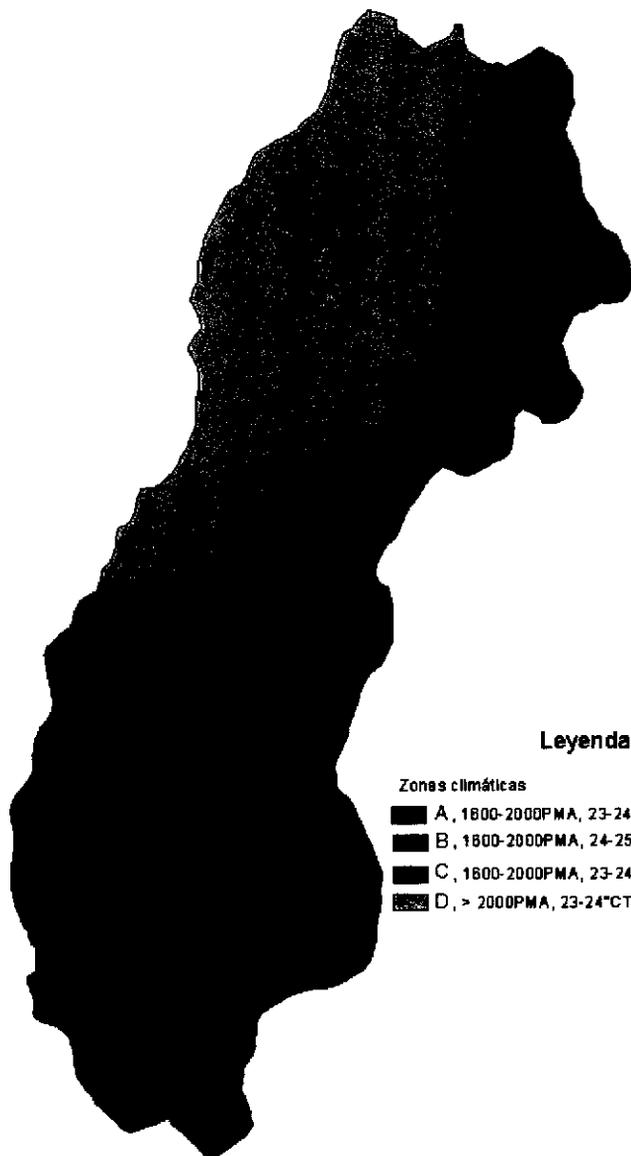
Realizado por:
 Universidad Nacional Agraria
 Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e Impresión:
 Ing. Fernando Mendiola J.
 SIGMA-FARENA

Fuente:
 Estudio sobre el Análisis de las Zonas de
 Vida de Holdridge en función del
 Cambio Climático para Nic.
 Octubre, 2000
 U.N.A.

Mapa 8.

Mapa de Zonas climáticas Microcuenca Cuscamas



Leyenda

| Zonas climáticas | % Area |
|--|--------|
| ■ A, 1800-2000PMA, 23-24°CTMA, 300-500msnm | 12.98 |
| ■ B, 1800-2000PMA, 24-25°CTMA, 300-500msnm | 5.35 |
| ■ C, 1800-2000PMA, 23-24°CTMA, 700-800msnm | 51.00 |
| ■ D, > 2000PMA, 23-24°CTMA 700-850msnm | 30.66 |

1:30000

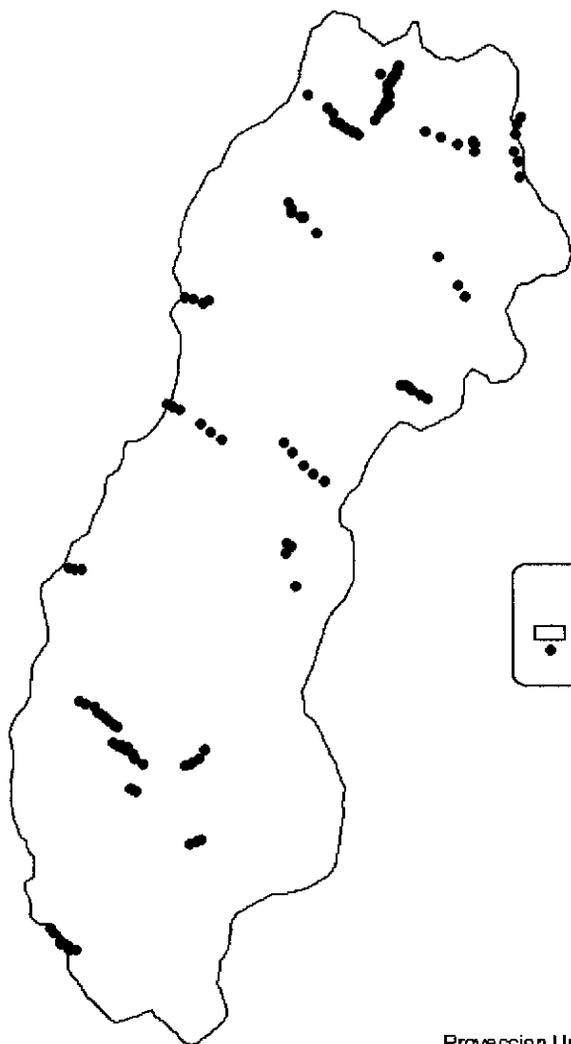
Realizado por:
Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e Impresión:
Ing. Fernando Mendoza J.
William Waller
Dell Thompson

Fuente:
*Estudio sobre el análisis de las zonas de vida de Holdridge en función del cambio climático para Nicaragua. Octubre, 2000 UNA.
*Mapa de Precipitación Media Anual (MAG-FDR).
*Mapa de Elevación (UNA, SIG-FARENA).

Mapa 9. Representación de cuatro zona climáticas.

MAPA DE OBSERVACIONES



Leyenda

- Límite Microrregión Cuzcaná
- Observaciones (Calicataz)

Escala: 1:30000

Proyección Universal Transversal Mercator
Datum Horizontal: NAD27
Esferoide de Clarke 1888
Zona 16N

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

Trabajo de Campo y Procesamiento:

| | |
|-------------------|------------------|
| Ignacio Rodríguez | German Zamora |
| Bismark Mendoza | Antonio Aviles |
| William Watter | Jasmina Martínez |
| Dell Thompson | Fernando Mendoza |

SIOMA - FARENA

Mapa 10. Representan las observaciones, con 102 perfiles.

Materiales y equipos: los materiales descritos que fueron utilizados en la caracterización y clasificación de los suelos en la microcuenca Cuscamas. Se presentan de acuerdo a las fases del estudio.

Fase de Pre-campo.

- Mapas topográficos a escala 1/50,000.
- Fotografías aéreas a escala 1/30,000.
- Estereoscopio de espejo.
- Papel Bond.
- Acetatos no fotocopiables (para fotointerpretación).
- Marcadores de grasa.
- Marcadores indelebles.
- Tape, maskingtape.
- Lámpara de mesa.
- Lápices mecánicos y de colores.
- Borrador de leche.

Fase de campo.

- Vehículo de doble tracción.
- Clinómetro.
- Barrenos.
- Palines y palas.
- Martillos geológicos – edafológicos.
- Cinta métrica.
- Cámaras fotográficas + rollo de películas 155mm + pilas.
- Cuchillo de campo.
- Machete.
- GPS.
- Lupa.
- Estereoscopio de bolsillo.
- Libreta de campo.

- Tarjeta para descripción de perfiles de suelos y registro de observaciones.
- Manual para descripción de perfiles.
- Etiqueta para identificación de muestras.
- Bolsas plásticas para toma de muestras y sacos plásticos.
- Tabla Munsell.
- Pizetas.
- Clave para taxonomía de suelo USDA.
- Reactivos de campo (HCL, H₂O).
- Mapas topográficos.
- Marcadores indelebles.

Fase de Post-campo.

- Mesa de luz.
- Pantógrafo.
- Estereoscopio de espejo.
- Acetatos fotocopiables y no fotocopiables.
- Papel Bond.
- Marcadores indelebles punta fina.
- Lápices de colores.
- Maskingtape.
- Borrador de goma y corrector líquido.
- Computadora y software Arc View para SIG.
- Impresora.
- Tabla digitalizadora, Toner

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
LABORATORIO DE SUELO Y AGUA
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Rango de Clasificación Aproximada de Nutrientes en Suelos

De Nicaragua (Quintana et al., 1983)

| <u>pH</u> | <u>Clasificación</u> |
|------------------|-----------------------------|
| < 4.6 | Extremadamente ácido |
| 4.6 – 5.2 | Muy fuertemente ácido |
| 5.2 – 5.6 | Fuertemente ácido |
| 5.6 – 6.2 | Medianamente ácido |
| 6.2 – 6.6 | Ligeramente ácido |
| 6.6 – 6.8 | Muy ligeramente ácido |
| 6.8 – 7.2 | Neutro |
| 7.2 – 7.4 | Muy ligeramente alcalino |
| 7.4 – 7.8 | Ligeramente alcalino |
| 7.8 – 8.4 | Medianamente alcalino |
| 8.4 – 8.8 | Fuertemente alcalino |
| 8.8 – 9.4 | Muy fuertemente alcalino |
| > 9.4 | Extremadamente alcalino |

Capacidad de intercambio cationico

| | |
|------------------------|----------|
| < 5 meq/100g suelo | Muy baja |
| 5 - 15 meq/100g suelo | Baja |
| 15 - 25 meq/100g suelo | Media |
| 25 - 40 meq/100g suelo | Alta |
| > 40 meq/100g suelo | Muy alta |

Rangos de contenidos de micro nutrientes

| Nutrientes | Unidades | Pobre | Medio | Alto |
|---------------|----------|--------|-------------|--------|
| Nitrógeno N | % | < 0.07 | 0.07 - 0.15 | > 0.15 |
| Fósforo P | ppm | < 10 | 10 - 20 | > 20 |
| Potasio K | meq/100g | < 0.2 | 0.2 - 0.3 | > 0.3 |
| Calcio Ca | meq/100g | < 2.5 | 2.5 - 5.5 | > 5.5 |
| Magnesio Mg | meq/100g | <0.3 | 0.3 - 1.0 | > 1.0 |
| Mat. Orgánica | % | < 2 | 2 - 4 | > 4 |

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|------|-------|------|-------|------|------|-------|--------|------|------|---------------|------|------|------------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 17 | 5.4 | 4.14 | 0.2 | 8.58 | 0.26 | 18.3 | 3.04 | 0.01 | 21.73 | 99.45 | 0.02 | 0.11 | 30 | 25 | 45 | Franco arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.7 | 8.41 | 0.42 | 16.86 | 1.87 | 20.16 | 7.99 | 0.1 | 30.52 | 100.16 | 0.28 | 0.22 | | | | |
| Bt ₁ | 17 a 50 | 5.5 | 0.91 | 0.04 | 2.11 | 0.02 | 10.18 | 2.51 | 0.03 | 12.87 | 98.99 | 0.05 | 0.11 | 40 | 27.5 | 32.5 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.8 | 3.04 | 0.15 | 5.25 | 0.29 | 20.55 | 5.82 | 0.04 | 27.08 | 98.60 | 0.08 | 0.34 | | | | |
| Bt ₂ | 50 a 75 | 5.5 | 0.79 | 0.03 | 0.95 | 0.05 | 9.74 | 2.47 | 0.03 | 12.36 | 99.43 | 0.04 | 0.06 | 47.5 | 15 | 37.5 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.9 | 1.82 | 0.09 | 7.43 | 0.14 | 27.3 | 7.41 | 0.39 | 35.31 | 99.24 | 0.21 | 0.45 | | | | |
| Bt ₂ C | 75 a 80 | 6.4 | 0.77 | 0.08 | 2.17 | 0.25 | 10.81 | 2.61 | 0.04 | 14.06 | 97.51 | 0.11 | 0.28 | 35 | 17.5 | 47.5 | Franco arcillo arenoso |

Se muestran los valores mínimo y máximo del subgrupo de suelo

Rhodic argiudolls

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|-----------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 33 | 5.2 | 5.05 | 0.25 | 4.93 | 0.46 | 15.51 | 3.77 | 0.03 | 19.88 | 99.45 | 0.03 | 0.11 | 35 | 30 | 35 | Franco arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.6 | 5.72 | 0.28 | 15.61 | 0.92 | 23.92 | 7.05 | 0.07 | 32.19 | 99.28 | 0.08 | 0.22 | | | | |
| Bt ₁ | 33 a 70 | 5.5 | 0.21 | 0.01 | 0.65 | 0.08 | 11.84 | 3.17 | 0.01 | 15.28 | 98.82 | 0.02 | 0.17 | 42.5 | 20 | 37.5 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 6.1 | 2.07 | 0.1 | 5.45 | 0.22 | 20.94 | 8.39 | 0.11 | 29.94 | 99.06 | 0.11 | 0.28 | | | | |
| Bt ₂ | 70 a 90 | 6.1 | 0.44 | 0.07 | 5.64 | 0.15 | 13.31 | 3.99 | 0.06 | 17.74 | 98.70 | 0.12 | 0.17 | 52.5 | 12.5 | 35 | Arcilloso |

Se muestran los valores mínimo y máximo del subgrupo de suelo

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|-----------|------|------|------|-------|------|----|-------|-------|------|------|---------------|----|----|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 16 | 5.8 | 4.14 | 0.32 | 9.07 | 1.18 | 24.9 | 6.32 | nd | 32.64 | 99.26 | 0.07 | 0.17 | 35 | 18 | 47 | Franco arcilloso |
| Bt ₁ | 16 a 42 | 5.5 | 2.07 | 0.17 | 4.61 | 0.13 | 21.43 | 4.83 | nd | 26.59 | 99.26 | 0.03 | 0.17 | 45 | 35 | 20 | Arcilloso |
| Bt ₂ | 42 a 70 | 5.7 | 1.44 | 0.11 | 2.85 | 0.98 | 22.1 | 4.92 | nd | 27.61 | 99.17 | 0.12 | 0.11 | 50 | 24 | 28 | Arcilloso |

nd: no hay datos

Typic argiudolls

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|-----------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 24 | 5.4 | 4.99 | 0.24 | 10.31 | 1.24 | 19.57 | 4.2 | 0.03 | 25.21 | 99.33 | 0.03 | 0.17 | 27.5 | 35 | 37.5 | Franco |
| | | a | a | a | a | a | a | a | | a | a | a | a | a | a | a | a |
| Bt ₁ | 24 a 56 | 5.8 | 5.82 | 0.29 | 25.48 | 1.51 | 25.49 | 6.92 | 0.03 | 34.21 | 99.24 | 0.07 | 0.22 | 32.5 | 32.5 | 35 | Franco arcilloso |
| | | a | 1.15 a | a | a | a | a | a | | a | a | a | a | 0.17 | 45 | 25 | 30 |
| Bt ₂ | 56 a 70 | 5.9 | 4.44 | 0.22 | 5.08 | 0.58 | 22.99 | 6.31 | 0.04 | 30.17 | 99.17 | 0.12 | 0.11 | 42.5 | 22.5 | 35 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | | |
| Bt ₃ | 70 a 98 | 5.7 | 0.24 | 0.01 | 2.97 | 0.27 | 21.42 | 5.58 | 0.01 | 25.50 | 99.20 | 0.12 | 0.11 | 50 | 22.5 | 27.5 | Arcilloso |
| | | a | 2.19 | 0.1 | 6.76 | 0.37 | 24.8 | 6.84 | 0.07 | 32.36 | 99.13 | 0.18 | 0.17 | | | | |

Se muestran los valores mínimo y máximos del subgrupo de suelo

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 13 | 5.6 | 4.98 | 0.18 | 3.22 | 0.37 | 22.3 | 4.1 | | 26.91 | 99.59 | 0.03 | 0.11 | 27.5 | 35 | 37.5 | Franco |
| | | a | a | a | a | a | a | a | 0.03 | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.9 | 7.8 | 0.39 | 8.03 | 1.52 | 29.74 | 7.55 | | 39.15 | 99.21 | 0.17 | 0.17 | | | | |
| Bt ₁ | 13 a 38 | 5.8 | 0.6 | 0.03 | 2.66 | 0.01 | 19.95 | 3.69 | | 23.79 | 99.87 | 0.03 | 0.11 | 37.5 | 25 | 37.5 | Franco arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | 0.11 | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.9 | 4.2 | 0.21 | 3.35 | 0.45 | 23.43 | 7.69 | | 31.87 | 99.40 | 0.13 | 0.17 | | | | |
| Bt ₂ | 38 a 70 | 5.8 | 0.36 | 0.01 | 1.8 | 0.02 | 19.62 | 6.3 | | 28.08 | 99.62 | 0.03 | 0.01 | 50 | 22.5 | 27.5 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | 0.04 | a | a | a | a | | | | |
| | | 6 | 0.48 | 0.02 | 5.38 | 0.18 | 23.24 | 7.00 | | 30.72 | 99.15 | 0.13 | 0.17 | | | | |
| Bt ₂ C | 70 a 75 | 6 | 0.24 | 0.01 | 2.66 | 0.02 | 19.60 | 5.47 | nd | 25.48 | 98.47 | 0.22 | 0.17 | 65 | 15 | 20 | Arcilloso |

Se muestran los valores mínimo y máximo del subgrupo de suelo

Aquic argiudolls

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|-----------|------|-------|------|-------|------|----|-------|-------|------|------|---------------|----|----|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 35 | 5.5 | 3.65 | 0.18 | 3.95 | 0.57 | 17.11 | 4.07 | | 21.95 | 99.09 | 0.03 | 0.17 | 35 | 18 | 47 | Franco arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | nd | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.8 | 5.94 | 0.34 | 12.13 | 1.95 | 25.63 | 8.04 | | 36.11 | 98.64 | 0.21 | 0.28 | | | | |
| Bt ₁ | 35 a 65 | 5.8 | 1.7 | 0.08 | 2.05 | 0.23 | 17.16 | 4.64 | | 22.13 | 99.55 | 0.04 | 0.08 | 45 | 36 | 19 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | A | A | nd | a | a | a | a | | | | |
| | | 6.1 | 2.82 | 0.19 | 2.79 | 1.09 | 20.55 | 7.67 | | 29.65 | 98.85 | 0.17 | 0.17 | | | | |

Se muestran los valores mínimo y máximo del subgrupo de suelo

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------|-----------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 17 | 5.3 | 4.86 | 0.24 | 5.71 | 1.1 | 21.23 | 4.92 | | 27.38 | 99.63 | 0.02 | 0.11 | 32.5 | 25 | 42 | Franco arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | 0.03 | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.8 | 6.69 | 0.33 | 21.78 | 1.59 | 36.40 | 7.82 | | 46.01 | 99.19 | 0.18 | 0.22 | | | | |
| ABt | 17 a 41 | 5.5 | 1.76 | 0.08 | 2.54 | 0.31 | 16.83 | 4.35 | 0.04 | 21.58 | 99.77 | 0.03 | 0.06 | 50 | 25 | 25 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 5.8 | 3.34 | 0.16 | 4.8 | 0.66 | 27.49 | 8.23 | 0.06 | 36.8 | 99.02 | 0.14 | 0.28 | | | | |
| Bt ₁ | 41 a 55 | 5.6 | 0.48 | 0.01 | 2.35 | 0.05 | 20.01 | 7.37 | 0.01 | 27.56 | 99.56 | 0.02 | 0.11 | 70 | 12.5 | 17.5 | Arcilloso |
| | | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | |
| | | 6 | 1.40 | 0.07 | 4.04 | 0.35 | 38.04 | 12.28 | 0.02 | 50.97 | 99.45 | 0.08 | 0.22 | | | | |
| Bt ₂ | 55 a 61 | 6 | 0.3 | 0.05 | 1.74 | 0.14 | 37.17 | 12.31 | 0.01 | 49.82 | 99.62 | 0.03 | 0.17 | 75 | 7.5 | 17.5 | Arcilloso |

Se muestran los valores mínimo y máximos del subgrupo de suelo

Fluventic Cumulic hapludolls

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|----------------|------------------|---|-----------|------|-------|------|-------|------|------|-------|--------|------|------|---------------|------|------|------------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O | 0 a 2/3 | Horizonte de hojarasca fresca semidescompuesta, de 2 a 3cm de espesor | | | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 2/3 a 32 | 6.1 | 1.09 | 0.05 | 11.59 | 1.45 | 26.76 | 4.84 | 0.02 | 33.25 | 99.45 | 0.03 | 0.17 | 35 | 22.5 | 42.5 | Franco arcilloso |
| A ₂ | 32 a 97 | 5.7 | 4.20 | 0.21 | 5.58 | 0.28 | 16.34 | 4.18 | 0.03 | 20.49 | 102.34 | 0.03 | 0.11 | 25 | 22.5 | 52.5 | Franco arcillo arenoso |

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|------------------|------------------|--------------------------|-----------|------|------|------|-------|------|----|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 15 | 5.6 | 5.01 | 0.34 | 3.07 | 1.09 | 17.07 | 5.02 | nd | 23.46 | 98.8 | 0.11 | 0.17 | 30 | 37.5 | 32.5 | Franco arcilloso |
| Bt ₁ | 15 a 40 | 6 | 3.99 | 0.28 | 5.84 | 0.42 | 15.98 | 4.16 | nd | 20.64 | 98.66 | 0.04 | 0.24 | 42.5 | 22.5 | 35 | arcilloso |
| nd. No hay datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Lithic argiudolls

| Horizontes | Profundidad (cm) | CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | | | | | | | | | | | | GRANULOMETRÍA | | | |
|------------------|------------------|--------------------------|-----------|------|------|------|-------|------|----|-------|-------|------|------|---------------|------|------|------------------|
| | | PH (H ₂ O) | Mat. Org. | N | P | K | Ca | Mg | Na | CIC | % SAT | H | AL | A | L | a | Textura |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 0 a 20 | 5.7 | 5.09 | 0.33 | 2.67 | 1.08 | 18.40 | 6.30 | nd | 26.08 | 98.85 | 0.11 | 0.19 | 27.5 | 32.5 | 40 | Franco arcilloso |
| Bt ₁ | 20 a 45 | 6 | 4.26 | 0.25 | 5.9 | 0.47 | 16.57 | 4.17 | nd | 21.49 | 98.67 | 0.04 | 0.24 | 40 | 22.5 | 37.5 | arcilloso |
| nd. No hay datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| # | Calicata | Nombre | Alto (cm) | Forma | Suete | Estado | Clase | Material | Identificación | Clase | Forma | |
|---|--------------|------------------------------------|-----------|------------------|-----------|------------|-------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------|-----------|
| 1 | Calicata 001 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | C | toba | 2454 / C e1 pd2 T | (III / IV) jpd2 | D | AF2+GF1 |
| 1 | Calicata 002 | <i>Aquic hapludolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 3454 / E e3 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | D | AF3+GF2+F |
| 1 | Calicata 003 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 2454 / E e3 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | D | AF3+GF2+F |
| 1 | Calicata 004 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 2454 / E e1 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | D | AF3+GF2+F |
| 1 | Calicata 005 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | toba | 3454 / D e2 pd3 T | (IV / VI) rpd3 | D | AF3+GF2 |
| 1 | Calicata 006 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e1 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 2 | Calicata 007 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arenoso | arcilloso | imperfecto | B | ignimbrita | 2254 / B e2 pd1 I | (IV / VI) jpd1 | D | AF3+GF2 |
| 2 | Calicata 008 | <i>Typic hapludolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 3454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | D | AF3+GF2 |
| 2 | Calicata 009 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 2454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | D | AF3+GF2 |
| 2 | Calicata 010 | <i>Rhodic argiudolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 1452 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 2 | Calicata 011 | <i>Aquic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 1454 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 2 | Calicata 012 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 2454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | D | AF3+GF2 |
| 3 | Calicata 013 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | toba | 2454 / D e1 pd2 T | (IV / VI) rdpd3 | C | AF3+GF2 |
| 3 | Calicata 014 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e2 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 3 | Calicata 015 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | toba | 2454 / DE e1pd3 T | (IV / VI) rdpd3 | C | AF3+GF2 |
| 3 | Calicata 016 | <i>Aquic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 1454 / E e2pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 3 | Calicata 017 | <i>Aquic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 1454 / E e2 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 3 | Calicata 018 | <i>Aquic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 1454 / E e2 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 4 | Calicata 019 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 2454 / CD e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | B | AF3+GF2 |
| 4 | Calicata 020 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 3454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | B | AF3+GF2 |
| 4 | Calicata 021 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 2454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rdpd3 | B | AF3+GF2 |
| 4 | Calicata 022 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 2454 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | B | F+Pvs |
| 4 | Calicata 023 | <i>Aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | G | ignimbrita | 2454 / G e2 pd6 I | VIII rpd6 | B | Pvs |
| 4 | Calicata 024 | <i>Rhodic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 2452 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | B | F+Pvs |
| 4 | Calicata 025 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | C | ignimbrita | 2452 / C e1pd2 I | (III / IV) jpd2 | B | AF2+GF1 |
| 4 | Calicata 026 | <i>Aeric hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | ignimbrita | 2452 / E e1pd4 I | (VI / VII) rpd4 | B | AF3+GF2+F |
| 4 | Calicata 027 | <i>Rhodic aquic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 2454 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | B | F+Pvs |
| 4 | Calicata 028 | <i>Fluventic cumulo hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | ignimbrita | 1452 / B e1pd1 pi I | (VII) pd1pi | B | F |
| 5 | Calicata 029 | <i>Cumulo Entic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | ignimbrita | 2452 / B e1pd1 I | (II / III) jrrpd1 | C | AF1 |
| 5 | Calicata 030 | <i>Lithic argiudolls</i> | 20 - 30 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | ignimbrita | 5452 / E e1pd4 I | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 5 | Calicata 031 | <i>Rhodic aeric argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | andesita ignimbritica | 2452 / F e2 pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | A | F+Pvs |
| 5 | Calicata 032 | <i>Typic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 3452 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | A | F+Pvs |
| 5 | Calicata 033 | <i>Typic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | andesita ignimbritica | 2452 / F e2 pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | A | F+Pvs |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|-------------------------------------|---------|------------------|------------------|------------|---|-----------------------|-----------------------|---------------------|---|-----------|
| 5 | Calicata 036 | <i>Typic hapludalfs</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | andesita ignimbritica | 3452 / F e2 pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | A | F+Pvs |
| 5 | Calicata 037 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 2452 / E e1pd4 | (VI / VII) rpd4 | A | AF3+GF2+F |
| 6 | Calicata 038 | <i>Fluventic cumutic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | sedimento | 1452 / B e1 e5 pd1 IS | (VII) pd1pi | A | F |
| 6 | Calicata 039 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | E | ignimbrita | 2453 / EF e2 pd4 I | (VI / VII) rpd4 | A | AF3+GF2+F |
| 6 | Calicata 040 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 2452 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | A | F+Pvs |
| 6 | Calicata 041 | <i>Lithic aquolic hapludalfs</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 3452 / G e2 pd6 I | VIII rpd6 | A | Pvs |
| 6 | Calicata 042 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 2452 / F e3 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 6 | Calicata 043 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 2452 / G e3 pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 6 | Calicata 044 | <i>Aeric hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 2452 / G e2 pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 6 | Calicata 045 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | G | ignimbrita | 2453 / G e2 e3 pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 7 | Calicata 046 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | andesita ignimbritica | 2452 / G e1pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 7 | Calicata 047 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 2452 / E e2 pd4 I | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 7 | Calicata 048 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | D | andesita ignimbritica | 2452 / D e1pd3 I | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 7 | Calicata 049 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 2452 / E e1pd4 I | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 7 | Calicata 050 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | D | ignimbrita | 2453 / D e1pd3 I | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 7 | Calicata 051 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | D | ignimbrita | 1452 / D e1pd3 I | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 7 | Calicata 052 | <i>Typic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | C | ignimbrita | 2453 / CD e1pd2 I | (III / IV) dp2 | C | AF2+GF1 |
| 8 | Calicata 053 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | C | ignimbrita | 2452 / C e1pd2 I | (III / IV) dp2 | C | AF2+GF1 |
| 8 | Calicata 054 | <i>Rhodic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | F | ignimbrita | 2453 / F e3 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 8 | Calicata 055 | <i>Typic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 2452 / G e1pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 9 | Calicata 056 | <i>Aquolic hapludalfs</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | andesita ignimbritica | 3454 / D e1- 2 pd3 A | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 9 | Calicata 057 | <i>Parafitic entic hapludolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 2452 / E e1pd4 A | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 9 | Calicata 058 | <i>Aeric argiudolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 1452 / E e2-1pd4 I | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 9 | Calicata 059 | <i>Lithic entic hapludolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | franco arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 3452 / E e1pd4 A | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 10 | Calicata 060 | <i>Lithic argiudolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | ignimbrita | 1452 / B e1pd1 I | (II / III) rpd1 | C | AF1 |
| 10 | Calicata 061 | <i>Typic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | andesita ignimbritica | 2452 / G e3 pd6 A | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 10 | Calicata 062 | <i>Aquic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | andesita ignimbritica | 2454 / F e3 pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 10 | Calicata 063 | <i>Aquolic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 3452 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 10 | Calicata 064 | <i>Aquic hapludalfs</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 3454 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 10 | Calicata 065 | <i>Aquic argiudolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 1454 / F e2 pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 11 | Calicata 066 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | ignimbrita | 3454 / D e1pd3 I | (IV / VI) rpd3 | D | AF3+GF2 |
| 11 | Calicata 067 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 2454 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 11 | Calicata 068 | <i>Aquic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e2 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 11 | Calicata 069 | <i>Aquolic hapludalfs</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e2-3 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 11 | Calicata 070 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | toba | 3454 / D e1pd3 T-I | (IV / VI) rpd3 | D | AF3+GF2 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------|-------------------------------------|---------|------------------|------------------|------------|---|-----------------------|---------------------|---------------------|---|-----------|
| 12 | Calicata 073 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | ignimbrita | 2454 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 12 | Calicata 074 | <i>Typic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 3452 / G e1pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 12 | Calicata 075 | <i>Aeric argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | moderado | D | ignimbrita | 2453 / D e1pd3 I | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 13 | Calicata 076 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | C | ignimbrita | 2452 / CD e1pd2 I | (III / IV) pd2 | C | AF2+GF1 |
| 13 | Calicata 077 | <i>Rhodic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | ignimbrita | 2452 / F e1pd5 I | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 13 | Calicata 078 | <i>Typic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | ignimbrita | 3452 / E e1pd4 I | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 14 | Calicata 079 | <i>Lithic Entic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | franco arcilloso | bueno | B | ignimbrita | 2442 / B e1pd1 I | (II / III) rpd1 | D | AF1 |
| 14 | Calicata 080 | <i>Typic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | ignimbrita | 2452 / G e2 pd6 I | VIII rpd6 | D | Pvs |
| 14 | Calicata 081 | <i>Rhodic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | andesita ignimbritica | 2452 / G e2 pd6 A | VIII rpd6 | D | Pvs |
| 14 | Calicata 082 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | G | andesita ignimbritica | 2454 / G e3 pd6 A | VIII rpd6 | D | Pvs |
| 15 | Calicata 083 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | andesita ignimbritica | 2452 / B e1pd1 A | (II / III) pdrpd1 | D | AF1 |
| 15 | Calicata 084 | <i>Rhodic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | G | andesita ignimbritica | 2452 / G e3 pd6 A | VIII rpd6 | D | Pvs |
| 15 | Calicata 085 | <i>Cumulic Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | andesita ignimbritica | 2452 / F e1pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 15 | Calicata 086 | <i>Rhodic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | F | andesita ignimbritica | 2452 / F e3 pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 15 | Calicata 087 | <i>Cumulic Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | andesita ignimbritica | 3454 / F e1pd5 A | (VII / VIII) rpd5 | D | F+Pvs |
| 15 | Calicata 088 | <i>Rhodic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | andesita ignimbritica | 2452 / E e2 pd4 A | (VI / VII) rpd4 | D | AF3+GF2+F |
| 16 | Calicata 089 | <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | E | sedimento | 1452 / E e2 pd4 I S | (VI / VII) pd4pi | C | AF3+GF2+F |
| 16 | Calicata 090 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e2 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 16 | Calicata 091 | <i>Aquic hapludalls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | G | toba | 3454 / G e3 pd6 T | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 16 | Calicata 092 | <i>Aquic hapludalls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | G | toba | 3454 / G e3 pd6 T | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 16 | Calicata 093 | <i>Lithic argiudolls</i> | 30 - 40 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | G | toba | 4454 / G e2 pd6 I | VIII rpd6 | C | Pvs |
| 17 | Calicata 094 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 3454 / E e3 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 17 | Calicata 095 | <i>Aquic hapludalls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 3454 / E e3 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 17 | Calicata 096 | <i>Aquic argiudolls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | E | toba | 2454 / E e3 pd4 T | (VI / VII) rpd4 | C | AF3+GF2+F |
| 18 | Calicata 097 | <i>Aquic argiudolls</i> | 40 - 60 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | D | toba | 3454 / D e1pd3 T | (IV / VI) rpd3 | C | AF3+GF2 |
| 18 | Calicata 098 | <i>Aquic hapludalls</i> | 60 - 90 | franco arcilloso | arcilloso | imperfecto | F | toba | 2454 / F e2 pd5 T | (VII / VIII) rpd5 | C | F+Pvs |
| 18 | Calicata 099 | <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> | > 90 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | B | sedimento | 1452 / B e1pd1 I S | (VII) pd1pi | C | F |
| 19 | Calicata 100 | <i>Lithic argiudolls</i> | 30 - 40 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | D | ignimbrita | 4452 / D e2 pd3 I | (IV / VI) rpd3 | A | AF3+GF2 |
| 19 | Calicata 101 | <i>Lithic hapludalls</i> | 30 - 40 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | D | ignimbrita | 4452 / D e3 pd3 I | (IV / VI) rpd3 | A | AF3+GF2 |
| 19 | Calicata 102 | <i>Lithic argiudolls</i> | 30 - 40 | franco arcilloso | arcilloso | bueno | D | ignimbrita | 4452 / D e1 pd3 I | (IV / VI) rpd3 | A | AF3+GF2 |

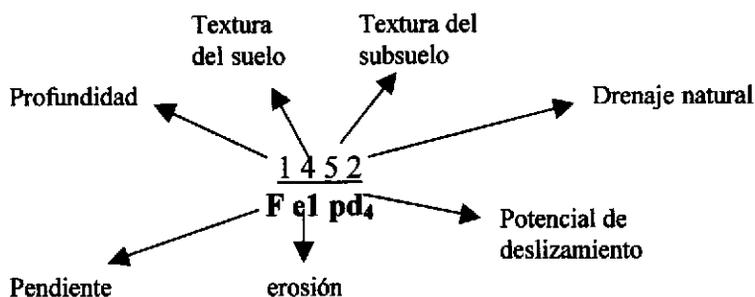


Figura 1. Composición del quebrado de capacidad de uso de la tierra.

Tabla 3. Modificación de las clases y subclase de capacidad de uso del USDA.

| Clase de capacidad USDA | Subclase de capacidad USDA | Clase compuesta de capacidad USDA (modificado) | Subclase compuesta de capacidad USDA (modificado) | Significado |
|-------------------------|----------------------------|--|---|---------------------------------------|
| II | IIr | II/III | II/III rpd ₀ | Potencial de deslizamiento nulo |
| III | IIIr | III/IV | III/IV rpd ₁ | Potencial de deslizamiento leve |
| IV | IVr | IV/VI | IV/VI rpd ₂ | Potencial de deslizamiento moderado |
| V | | | | |
| VI | VIr | VI/VII | VI/VII rpd ₃ | Potencial de deslizamiento fuerte |
| VII | VIIr | VII/VIII | VII/VIII rpd ₄ | Potencial de deslizamiento severo |
| VIII | VIIIr | VIII | VIII rpd ₅ | Potencial de deslizamiento muy severo |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

Tabla 4. Riesgos de erosión de las clases de capacidad de uso de la tierra.

| Clases de capacidad de uso | Características del suelo | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|---------------|---------|--------|
| | % Pend. | Prof. | Eros. | Inund. | Tabla de agua | Drenaje | Piedra |
| I/II | A | 1 | NO | NO | | 2 | NO |
| II/III | B | 2 | E1 | NO | | 2 | S1 |
| III/IV | C | 3 | E2 | I1 | | 1-3 | S2 |
| IV/VI | D | 4 | E3 | I2 | | 4 | S3S |
| V | A | 1-4 | NO | I3 | | 5 | 4S |
| VI/VII | E | 5 | E4 | I4 | | 5 | 5S |
| VII/VIII | F | 6 | E5 | I5 | | 6-0 | 6S |
| VIII | G | 7 | E6 | I6 | | 6-0 | S7 |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

Tabla 5. Leyenda del significado de los símbolos del suelos.

| Pendiente | código | Profundidad | Código | Erosión | Código | Inundación | Código | Piedras | Código |
|--|--------|--------------------------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| 0-2%:Plano | A | profundo +90cm | 1 | leve | e1 | leve | i1 | leve | s1 |
| 2-4%:ligeramente inclinado - ondulado | B | mod. Prof. 60-90cm | 2 | moderado | e2 | moderado | i2 | moderado | s2 |
| 4-8%: Moderadamente Inclinado - ondulado | C | mod. Superf. 40-60cm | 3 | fuerte | e3 | fuerte | i3 | fuerte | s3 |
| 8-15%: Fuertemente inclinado-ondulado | D | superf. 30-40cm | 4 | severa | e4 | severa | i4 | severa | s4 |
| 15-30%: Colinado | E | muy superf. 20-30cm | 5 | excesiva | e5 | excesiva | i5 | muy severa | s5 |
| 30-50%: Escarpado | F | fuertemente superf. 10-20cm | 6 | muy excesiva | e6 | muy excesiva | i6 | excesiva | s6 |
| +50%: muy escarpado | G | extremadamente superficial >10 | 7 | | | | | muy excesiva | s7 |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

Tabla 6. Determinación del uso mayor de la tierra.

| División de capacidad | Uso mayor de la tierra |
|-----------------------|---------------------------------|
| I/II, II/III, III/IV | Cultivos anuales mecanizados |
| IV/VII - V | Pastos y cultivos semiperennes |
| VI/VII - VII/VIII | Cultivos perennes y forestales |
| VIII | Protección de la vida silvestre |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

Tabla 7. Divisiones de capacidad de uso de la tierra.

| División de capacidad | Uso mayor de la tierra |
|-----------------------|---------------------------------|
| I/II, II/III, III/IV | Cultivos anuales mecanizados |
| IV/VI - V | Pastos y cultivos semiperennes |
| VI/VII - VII/VIII | Cultivos perennes y forestales |
| VIII | Protección de la vida silvestre |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

Tabla 8. Representación de las subclases de capacidad de uso de la tierra.

| Clases de capacidad de uso de la tierra | Limitaciones de las sub-clases de capacidad de uso de la tierra | Manejo general |
|---|---|---|
| I/II | a- álcalis c- clima | - Adaptabilidad de plantas, abonos verdes. |
| II/III | d- drenaje | Drenaje lento, drenar; drenaje rápido, aplicar abono orgánico. |
| III/IV | e- erosión | Obras de conservación de suelos y aguas. |
| IV/VI | g- gravas | Adaptabilidad de especies de plantas. Prácticas de lavado de sales |
| V | h- sales | Prácticas de control de inund. |
| VI/VII | i- inundaciones p- profundidad | Conservación de suelos y adaptabilidad de plantas. |
| VII/VIII | r- pendiente | acequias, curvas a nivel |
| VIII | s- piedras t- textura | - adaptabilidad de plantas. |

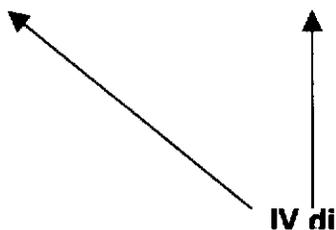


Tabla 9. Rango de limitaciones de las clases de capacidad de uso de la tierra.

| Pendiente | clases | Profundidad | Clase | Tablas de agua fluctuante | clase |
|-----------|------------------|-------------|------------------|---------------------------|------------------|
| A:0-2% | I/II | 1:+90 | I/II | W1-muy prof. | I /II |
| B:2-4% | II/III | 2:60-90cm | II/III | W2-profundo | II/III |
| C:4-8% | III/IV | 3:40-60cm | III/IV | W3-mod. Prof. | III/IV |
| D:8-15% | IV/VI | 4:30-40cm | IV/VI | W4-mod. superf. | IV/VI |
| E:15-30% | V | 5:20-30cm | V | W5-superf. | V |
| F:30-50% | VI/VII | 6:10-20cm | VI/VII | W6-muy superf. | VI/VII |
| G:+5% | VII/VIII VIII | 7:-10cm | VII/VIII VIII | | VII/VIII VIII |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

tabla 10. Limitantes de inundación, gravas y piedras.

| Inunda | Clase | Gravas (3mm-7.5cm) | Clase | Piedras (+25cm) | Clase |
|--------|----------|------------------------|----------|-----------------|----------|
| NO | I/II | G1-muy pocos:0-15% | I/II | S1-0-5% | I/II |
| NO | II/III | G2-pocos: 15-30% | II/III | S2-5-10% | II/III |
| I1 | III/IV | G3-moderada: 30-45% | III/IV | S3-10-20% | III/IV |
| I2 | IV/VI | G4-fuertes: 45-60% | IV/VI | S4-20-30% | IV/VI |
| I3 | V | G5-muy fuertes: 70-60% | V | S5-30-50% | V |
| I4 | VI/VII | G6-fuertes:70-80% | VI/VII | S6-50-70% | VI/VII |
| I5 | VII/VIII | G7-muy severa:80-95% | VII/VIII | S7-70-85% | VII/VIII |
| I6 | VIII | G8-excesiva: +95% | VIII | S8-+85 | VIII |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

tabla 11. Limitantes de textura y erosión hídrica.

| Textura | | Clases | Erosión hídrica | Clases |
|----------------------------|----------------------------|--------|---|----------|
| Suelo | Subsuelo | | | |
| F-3 F-3 FA-4 | F-3 FAL-4 FA-4 | I/II | NO | I/II |
| F-3 A-5 | A-5 F-3 | II/III | E1-leve-perdida 0-25% H.A | II/III |
| A-5 FA-4 A-5 Fa-2 | FA-4 A-5 A-5 Fa-2 | III/IV | E2-Moderada perdida de 25-75% H.A | III/IV |
| aF-1 Fa-2 | Fa-2 aF-1 | IV/VI | E3-fuerte perdida 75-100% H.A | IV/VI |
| | | | NO | V |
| | | | E4-severa perdida de H.A y parte del H.B con cárcavas | VI/VII |
| | | | E5-excesiva complejidad de cárcavas | VII/VIII |
| | | | E6- muy excesiva con deslizamiento | VIII |

Rodríguez Ibarra I, 2000.

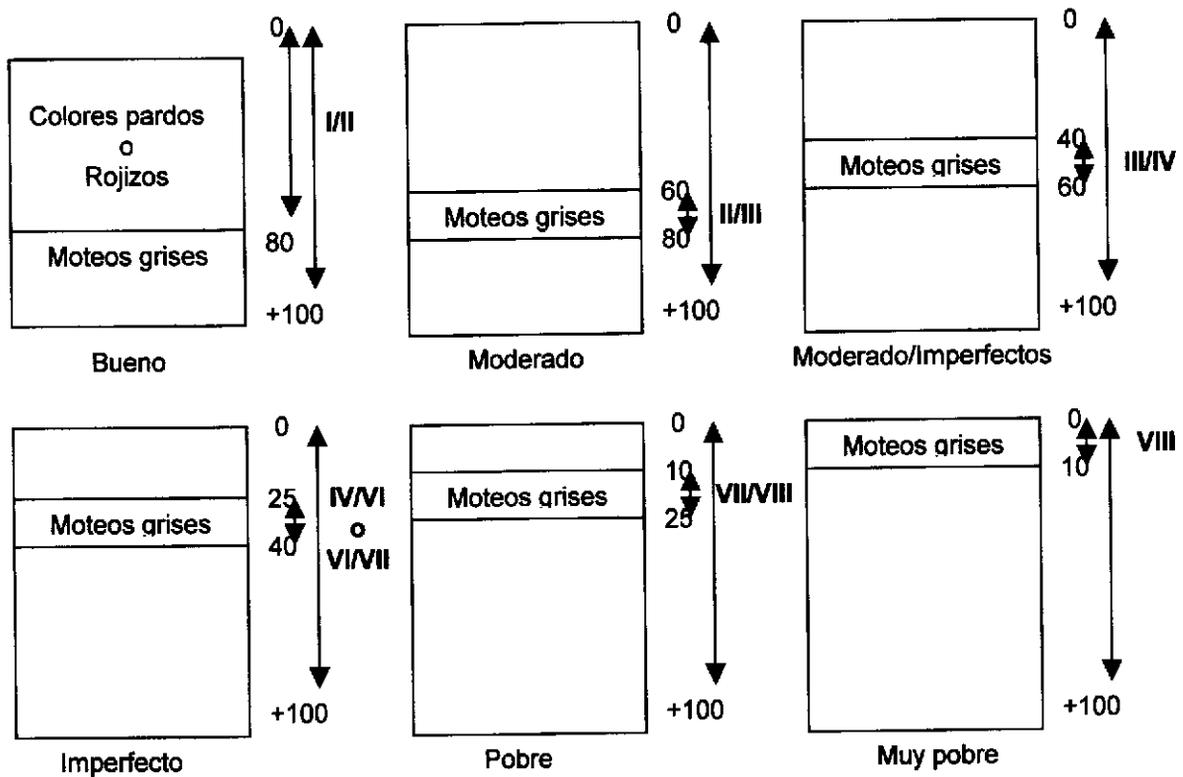
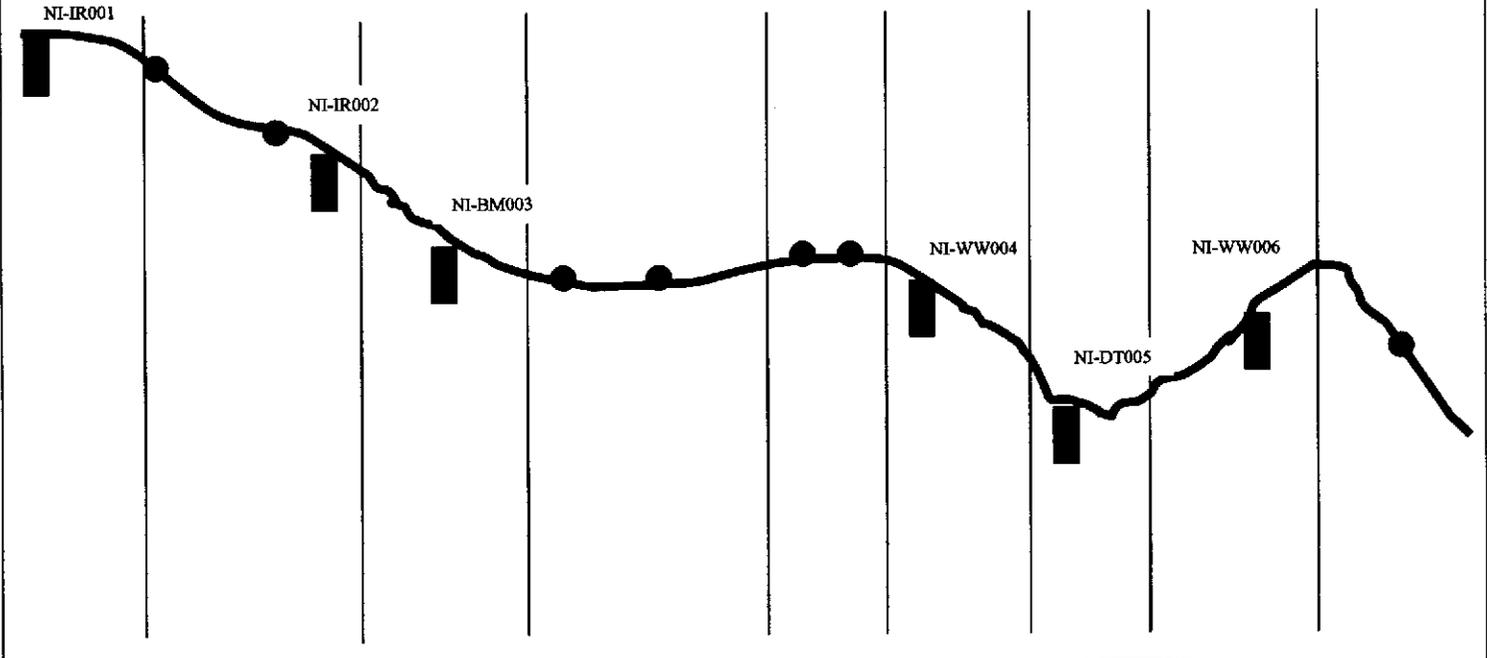


Figura 2. Drenaje natural interno.

| | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|--------------------------|------------------------|--------|---------------------|------------------------|------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | D (>2000PMA, 23-24°C TMA, 700-850MSNM) | | | | | | | |
| PAISAJE | Sistema de Colina Volcánica del Terciario. | | | | | | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cabeza | Espalda | | Pie | Cabeza | Espalda | Pie | Espalda |
| ALTITUDES <small>m s n m</small> | 700 | 695 | 688 | | | 686 | 678 | 684 |
| COORDENADAS UTM | X638338 Y1450665 | X638324 Y1450621 | X638306 Y1450599 | | | X638277 Y1450487 | X638261 Y1450454 | X638255 Y1450432 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquic argudalfs</i> | <i>Aquic hapudalfs</i> | <i>Aquolic hapudalfs</i> | <i>Aquic hapudalfs</i> | | | <i>Aquic argudalfs</i> | <i>Aquic hapudalfs</i> |
| PENDIENTES % | 2 - 4 | 15 - 30 | | 8 - 15 | | 15 - 30 | 4 - 8 | 30 - 50 |

Toposecuencias N° 1

Dibujado por: Antonio Aviles, William Water.
Elaborado: William Water, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.



| | | | | | | | |
|---|--|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------|-------------------|------|
| USO ACTUAL | Rastrojo (maíz y frijol) | Potrero (pasto) | | Rastrojo de Granos Básicos | | | |
| QUEBRADO | 2454 / B e1 T | 3454 / E 3e T | 2454 / E e3 T | 2454 / E e1 T | 3454 / C e2 T | 2554 / F e1 T | |
| CLASE | tV / VI | VI / VII | VI / VII | VI / VII | III/IV | VII / VIII | |
| SUB-CLASE | (IV / VI) dpd1 | (VI / VII) rpd4 | (VI / VII) rpd4 | (VI / VII) rpd4 | (III/IV) rpd2 | (VII / VIII) rpd5 | |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | P + Cs | Cp + F | Cp + F | Cp + F | P + Cs | F | |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Sou | Sou | Sou | Sou | Bu | Sou | |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | A2 + GF1 | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F | A2 + GF1 | F + Pvs | |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Moderada | | Leve | Moderada | Leve | Leve |
| % PIEDRAS | 0 | | | | | | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | | | | | | |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA IMPERMEABLE DEL TERCIARIO OLIGOCENO | | | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | | |

MICROCUENCA Cuscaral, EL TUMA - LA DALIA - MUNICIPIO DE MATAGALPA

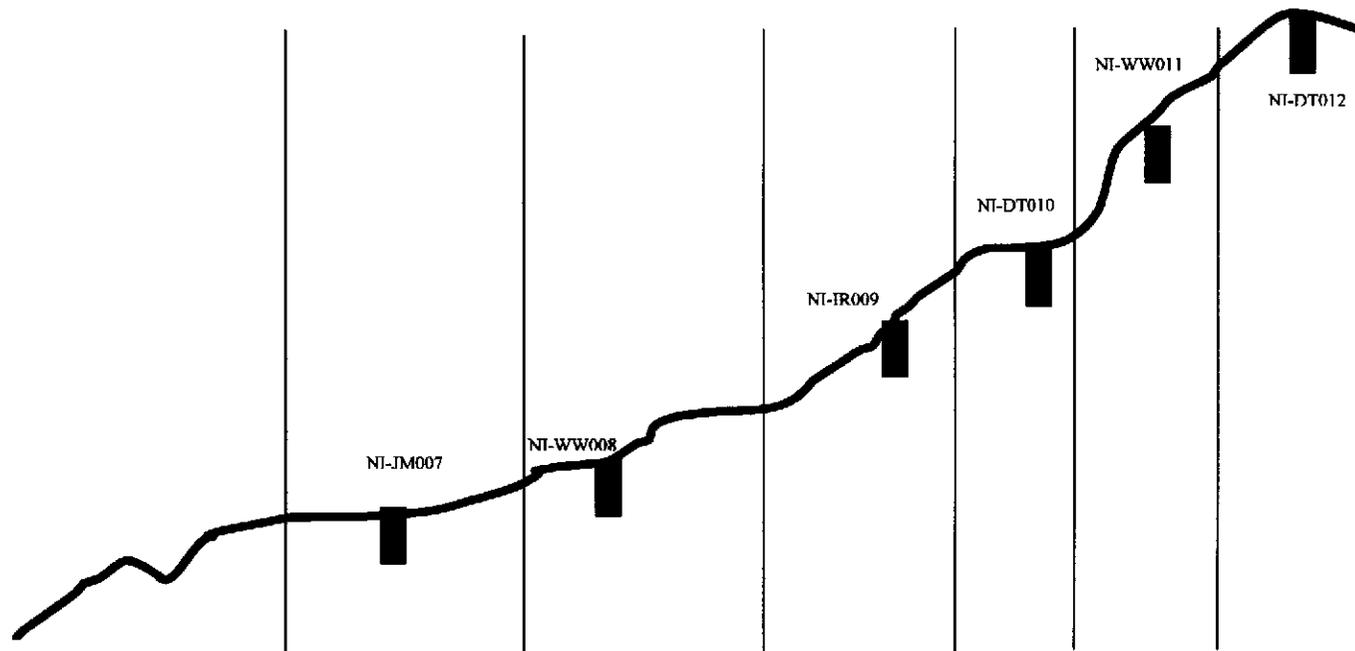
D (>2000PMA, 23-24°CIMA, 700-850MSNM)

Colina Volcánica del Terciario

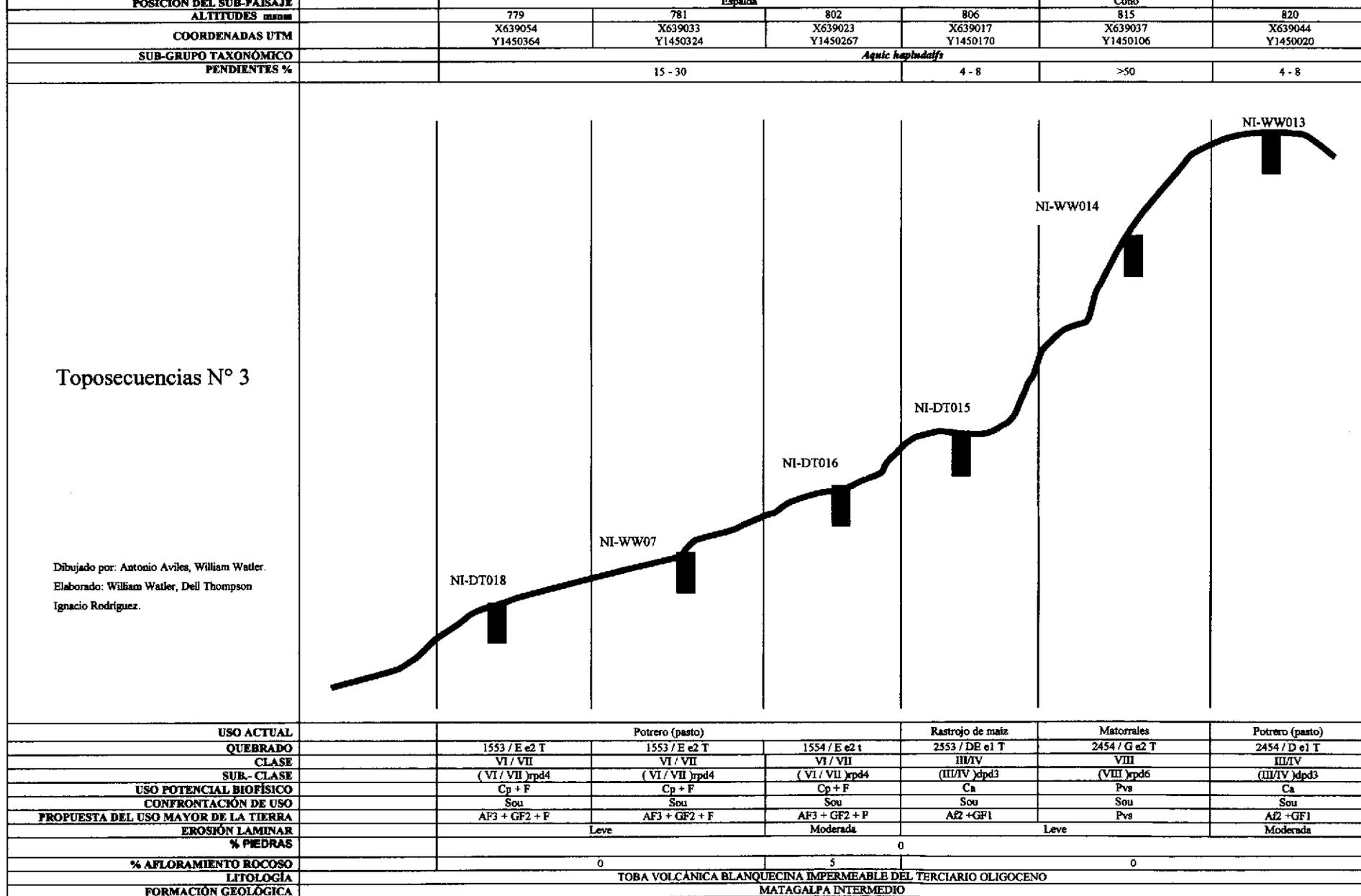
| | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | | | | | | |
| PAISAJE | | | | | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | | | | | | |
| ALTITUDES <i>msnm</i> | Pie de la Falda 686 70 | Espalda de la Falda 693 704 | | Pie del Cono 726 | Espalda del Cono 730 | Cabeza del Cono 735 |
| COORDENADAS UTM | X638094 Y1450266 | X638031 Y1450299 | X637977 Y1450329 | X637946 Y1450388 | X637911 Y1450424 | X637797 Y1450500 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Rhodic argudolls</i> | <i>Aquic argudolls</i> | <i>Aquic argudolls</i> |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | 8 - 15 | | 2 - 4 | >50 | 4 - 8 |

Toposecuencias N° 2

Dibujado por: Antonio Aviles, William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson
Ignacio Rodriguez.



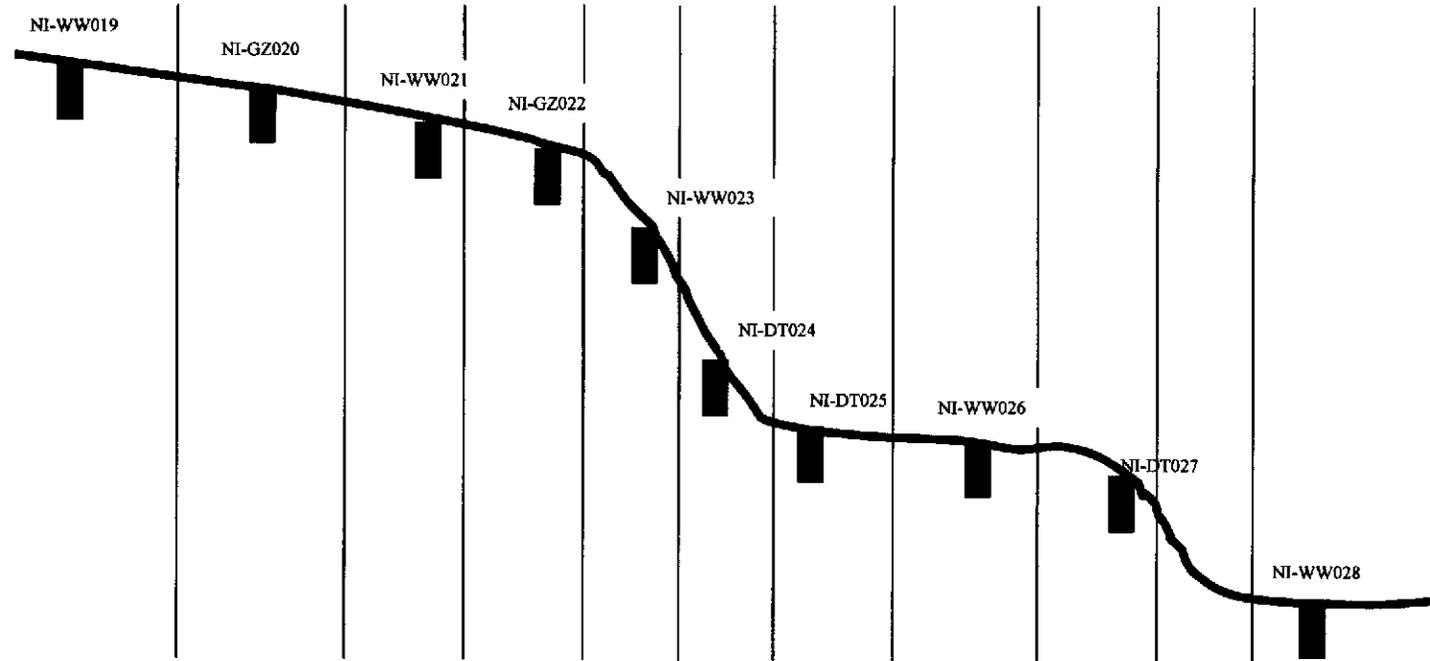
| | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------|----------------|--------------------|---------------|---------------|
| USO ACTUAL | Potrero (pasto) | | | Tucotal (Matorral) | | |
| QUEBRADO | 2254 / D e2 | 3552 / D e1 I | 2554 / D e1 I | 1452 / B e1 I | 1454 / F e1 I | 2554 / C e1 I |
| CLASE | III/IV | IV / VI | IV / VI | II/III | VIII | III/IV |
| SUB- CLASE | (III/IV) dpd2 | (IV / VI) rpd3 | (IV / VI) rpd3 | (II / III) rpd1 | (VIII) rpd5 | (III/IV) dpd2 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | P + Cs | P + Cs | Ca | Pvs | Ca |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Sou | Bu | Bu | Sou | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | Af2 +GF1 | Af3 +GF2 | Af3 +GF2 | Af1 | Pvs | Af2 +GF1 |
| EROSIÓN LAMINAR | Moderada | Leve | | | | |
| % PIEDRAS | 0 | | | | | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | | | | | |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA IMPERMEABLE DEL TERCIARIO OLIGOCENO | | | IGNIMBRITA | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | |



| PAISAJE | Sistemas de Mesetas | | | | | | | | | Planicie fluvial |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| | Mesa | | | Talud | | | Mesa | | Talud | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Parte alta | Parte media | Parte baja | Cabeza | Espalda | | Pie | Parte alta | Parte baja | Espalda |
| ALTITUDES <i>manm</i> | 461.10 | 458.39 | 440 | 438 | 434.11 | 428.07 | 423.47 | 422.50 | 422.08 | |
| COORDENADAS UTM | X636269 Y1445699 | X636282 Y1445672 | X636320 Y1445621 | X636322 Y1445609 | X636352 Y1445603 | X636360 Y1445595 | X636371 Y1445589 | X636376 Y1445576 | X636383 Y1445573 | |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Aquic argudolls</i> | | <i>Aquotic hapludalfs</i> | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Rhodic argudolls</i> | <i>Aeric hapludalfs</i> | <i>Rhodic Aquotic hapludalfs</i> | <i>Fluentic Camultic hapludolls</i> |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | 8 - 15 | 15 - 30 | | >50 | 30 - 50 | | 4 - 8 | 15 - 30 | 30 - 50 |

Toposecuencias N° 4

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.



| USO ACTUAL | Maíz | | | | | | Café, musaca y frutales | | | Bosque de Galería | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|------|
| QUEBRADO | 2554 / CD e1pd3 I | 3554 / De1pd3 I | 2554 / E e1pd3 I | 2554 / E e2 pd5 I | 2554 / G e2 pd5 I | 2552 / F e2 pd5 I | 2552 / C e1pd2 I | 2552/E E1pd4 I | 2554 / F e2 pd5 I | 1552 / B e1pd0 pi I | |
| CLASE | III/IV | IV / VI | VI / VII | VI / VII | VIII | VII / VIII | III / IV | III / IV | VII / VIII | VII | |
| SUB.- CLASE | (III/IV) rdp2 | (IV / VI) rdp3 | (VI / VII) rpd4 | (VI / VII) rpd4 | VIII rpd6 | (VII / VIII) rpd5 | (III / IV) rrp2 | (III / IV) rpd4 | (VII / VIII) rpd5 | (VII) pd1pi | |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Cs | P + Cs | Cp + F | Cp + F | Pvs | F | Ca | Ca | F | F | |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou | Sou | Sou | Sou | Suu | Bu | Sou | Bu | |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | AF3 + GF2 | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F | Pvs | F + Pvs | AF2 + GF1 | AF2 + GF1 | F + Pvs | F + Pvs | |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | | | Moderada | | | Leve | | Moderada | | Nula |
| % PIEDRAS | 2 | 0 | 20 - 25 | 0 | 15 | 5 | 0 | 15 | 0 | 2 | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 2 | 0 | 20 | 0 | 20 | 10 | 0 | 5 | 5 | 0 | |
| LITOLOGÍA | IGNIMBRITA | | | | | | | | | Sedimento no consolidado | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | | | | | | |

ZONA CLIMÁTICA

A (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 300-500msnm) y C (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 700-800msnm)

PAISAJE

Sistemas de Laderas

POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE

Cabeza

Espalda

Cabeza

Espalda

Pie

Cabeza

Espalda

Pie

ALTITUDES *msnm*

522.59

519.94

516.50

487.26

480

469.19

469

465

460

COORDENADAS UTM

X636438

X636476

X636532

X636549

X636563

X636586

X636599

X636615

X636642

Y1447007

Y1446986

Y1446970

Y1446939

Y1446932

Y1446912

Y1446902

Y1446892

Y1446867

SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS

Cumalic Entic hapudolls

Lithic argudolls

Rhodic Aerit argudolls

Typic argudolls

Aquotic hapudalfs

Typic hapudalfs

Rhodic hapudalfs

PENDIENTES %

2-4

8-15

15-30

> 50

15-30

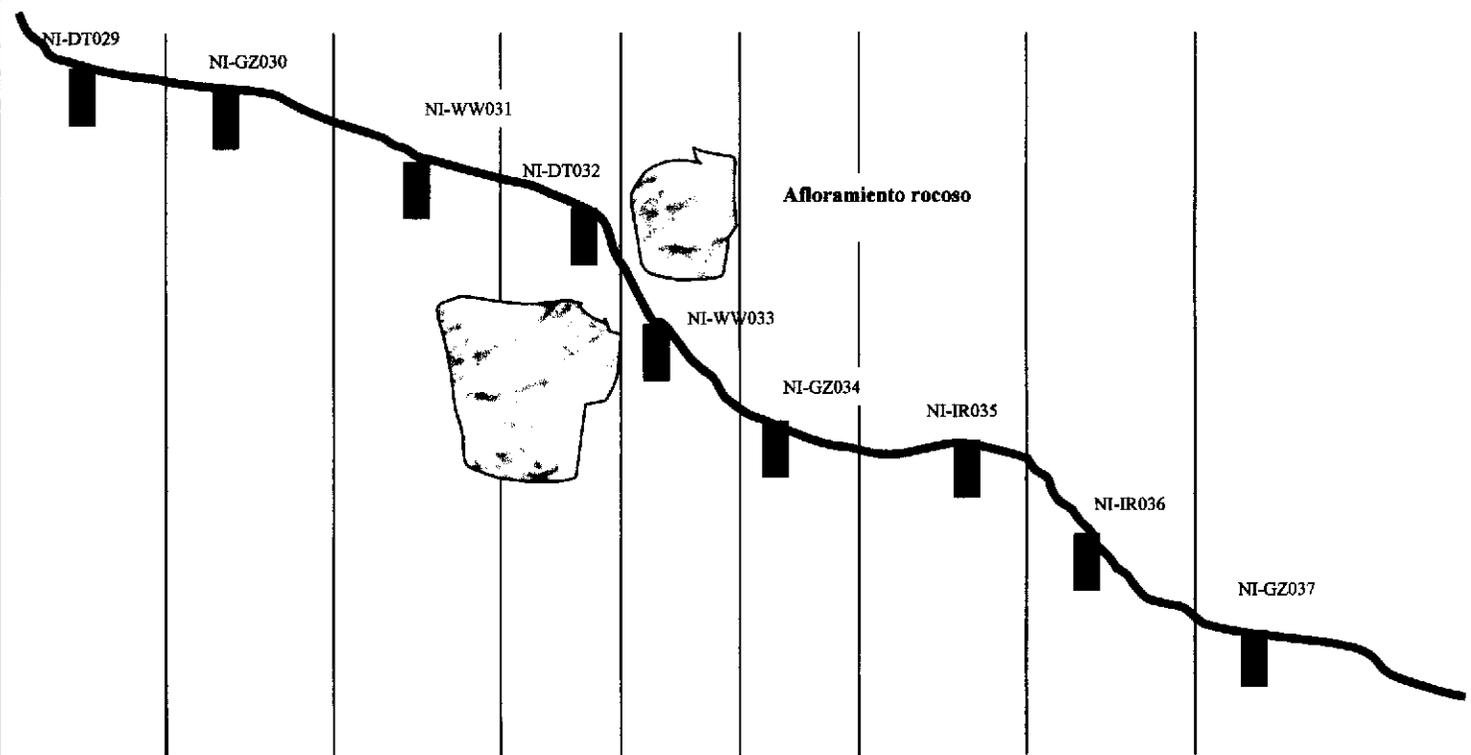
4-8

30-50

4-8

Toposecuencias N° 5

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson
Ignacio Rodriguez.



USO ACTUAL

Matorral

Maiz,

Matorral

QUEBRADO

3552 / B e1 I

5552 / D e1 I

2552 / E e2 A

3552 / E e2 I

2552 / G e2 A

2554 / E e1 I

2554 / C e1 A

3552 / F e2 A

2552 / C e1

CLASE

II / III

IV/VI

VI / VII

VI / VII

VIII

VI / VII

III/IV

VII / VIII

III/IV

SUB- CLASE

(II / III) rpd1

(IV/VI) rpd3

(VI / VII) rpd4

(VI / VII) rpd4

(VIII) rpd6

(VI / VII) rpd4

(III/IV) rpd2

(VII / VIII) rpd5

(III/IV) rpd2

USO POTENCIAL BIOFÍSICO

Ca

P + Ca

Cp + F

Cp + F

Pvs

Cp + F

Cs

F

Ca

CONFRONTACIÓN DE USO

Bu

Sou

Sou

Sou

Sou

Sou

Bu

Sou

Sou

PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA

AF1

AF3 + GF2

AF3 + GF2 + F

AF3 + GF2 + F

Pvs

AF3 + GF2 + F

AF2 + GF1

F + Pvs

AF2 + GF1

EROSIÓN LAMINAR

Leve

Moderada

Leve

% PIEDRAS

0

0

5 - 10

5-10

20

2

10

20

20

% AFLORAMIENTO ROCOSO

0

0

5

30 - 50

30

10

10

10

35

LITOLOGÍA

IGNIMBRITA

ANDESITA - IGNIMBRITA

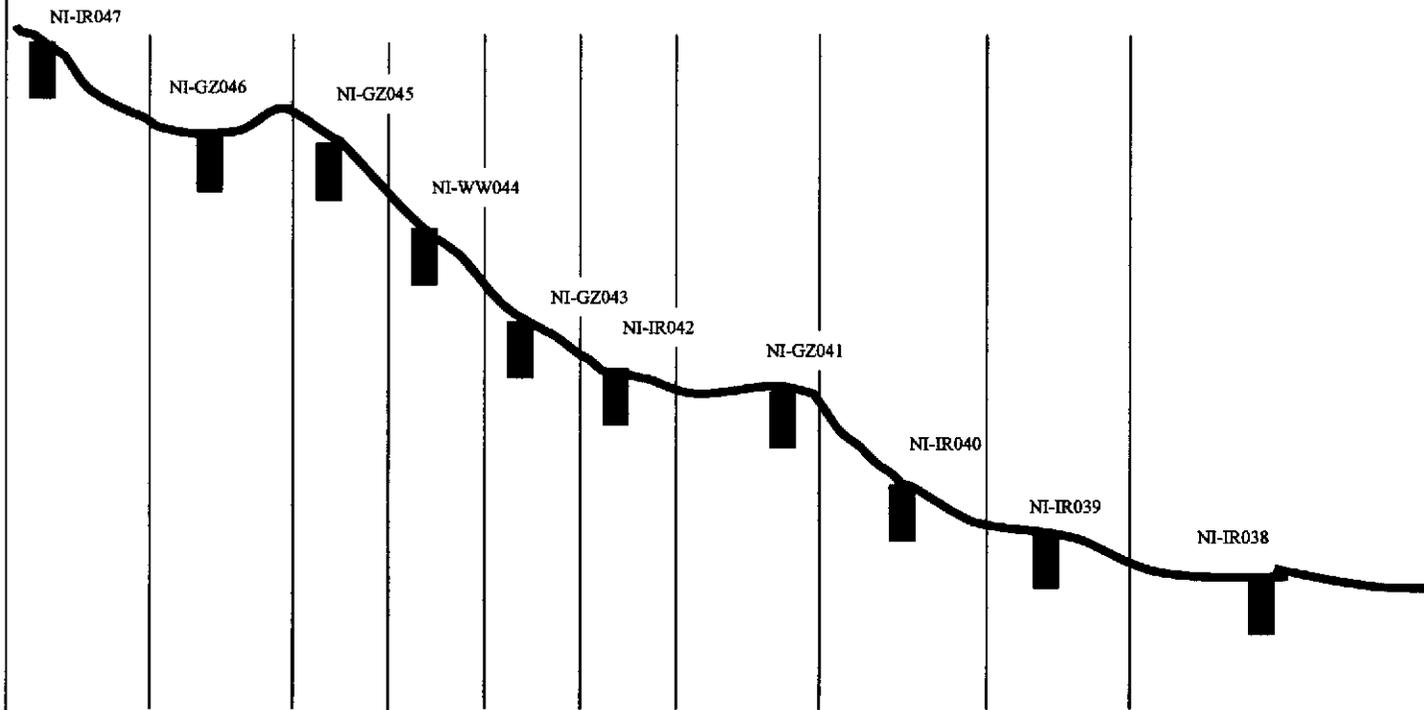
FORMACIÓN GEOLÓGICA

MATAGALPA INTERMEDIO

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
| POSICION DEL SUB-PANORAMA | 524.87 | 519.78 | 514.07 | 501.60 | 497.64 | 489.87 | 488.28 | 476.54 | 474.56 | 460 |
| ALTIITUDES <small>metros</small> | X636671 Y1446643 | X636766 Y1446676 | X636750 Y1446698 | X636719 Y1446738 | X636715 Y1446726 | X636687 Y1446737 | X636684 Y1446751 | X636663 Y1446750 | X636636 Y1446767 | X636658 Y1446854 |
| SUB-GRUPOS TAXONOMICOS | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Rhodic argiudolls</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | <i>Aeric hapludalfs</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | <i>Lithic Aquotic hapludalfs</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | | <i>Fluventic Cumulic hapludolls</i> | |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | 2 - 4 | >30 | 30 - 50 | >50 | 30 - 50 | 4 - 8 | | 30 - 50 | |

Toposecuencias N° 6

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Tomacio Rodriguez

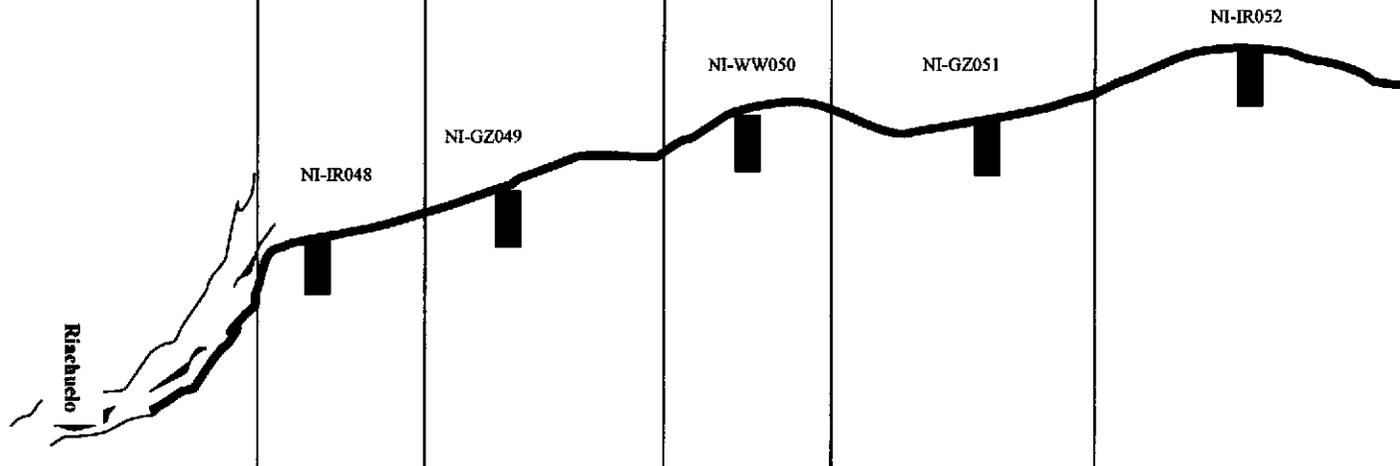


| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| USO ACTUAL | Potrero (pasto) | Tacotal | Potrero (pasto) | Tacotal | | | Potrero (pasto) | Tacotal | Potrero (pasto) | Bosque |
| QUEBRADO | 2552 / C e2 I | 2552 / B e1 I | 2553 / F e2 e3 I | 2552 / G e2 I | 2552 / G e3 I | 2552 / F e3 I | 3552 / C e2 I | 2552 / F e2 I | 2553 / F e2 I | 1452 / B e1 e5 IS |
| CLASE | III/IV | II/III | VII/VIII | VIII | VIII | VII / VIII | III/IV | VII / VIII | VII / VIII | VII |
| SUB.- CLASE | (III/IV)rpd2 | II/IIIrpd1 | (VII/VIII)rpd5 | VIIIrpd6 | VIIIrpd6 | (VII / VIII)rpd4 | (III/IV)rpd2 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | (VII)pd0pi |
| USO POTENCIAL BIOFISICO | Ca | Ca | F | Pvs | Pvs | F | Ca | F | F | F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Sou | Suu | Sou | Sou | Sou | Sou | Suu | Sou | Suu | Bu |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | AF1 | F + Pvs | Pvs | Pvs | F + Pvs | AF2 + GF1 | F + Pvs | F + Pvs | F + Pvs |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | | Moderada | | | | Leve | Moderada | | Nula |
| % PIEDRAS | 4 - 8 | 2 - 4 | 8 - 15 | 10 | 5 | 5 - 10 | 20 | 0 | 5 | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 3 | 45 | 20 - 40 | 30 | 10 | 5 | 2 | 5 | 10 - 15 | 0 |
| LITOLOGÍA | IGNIMBRITA | | | | | | | | | Sedimentos no Consolidados |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | | | | | CUATERNARIO ALUVIAL |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------|----------|-------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | Tierras onduladas a colinadas | | | | |
| PAISAJE | Parte baja | Parte media | | | Parte alta |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | 560 | 562 | 564 | 566 | |
| ALTITUDES (msnm) | X637063 | X637090 | X637100 | X637139 | X637178 |
| COORDENADAS UTM | Y1446632 | Y1446637 | Y1446649 | Y1446676 | Y1446723 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Rhodic argisudolls</i> | | <i>Rhodic hapludalfs</i> | | <i>Typic argiudolls</i> |
| PENDIENTES % | 8 - 15 | 15 - 30 | 8 - 15 | | 4 - 15 |

Toposecuencias N° 7

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

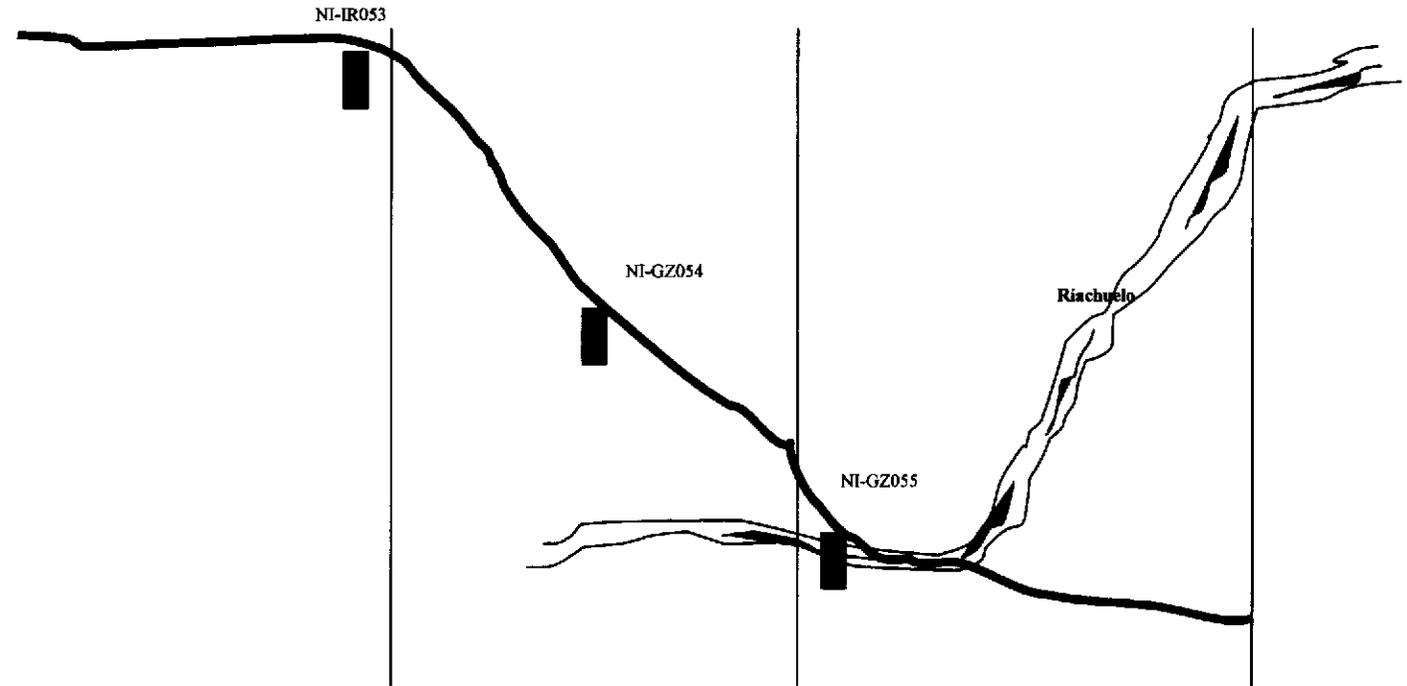


| | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| USO ACTUAL | Maiz | | | | Potrero (pasto) |
| QUEBRADO | 2552 / D e I | 2552 / E e I | 2553 / D e I | 1552 / D e I | 2552 / CD e I |
| CLASE | IV / VI | VI / VII | IV / VI | IV / VI | III / IV |
| SUB-CLASE | (IV / VI) rpd3 | (VI / VII) rpd4 | (IV / VI) rpd3 | (IV / VI) rpd3 | (III / IV) dp2 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | P + Cs | Cp + F | P + Cs | P + Cs | Ca |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Sou | Sou | Sou | Sou | Suu |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF3 + GF2 | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 | AF3 + GF2 | AF2 + GF1 |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Severa | Leve | Severa | Leve |
| % PIEDRAS | 2 - 5 | 0 | 5 | 0 | 2 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 2 | 0 | 5 | 0 | 2 - 5 |
| LITOLOGÍA | IGNIMBRITA | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | |

| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cabeza del Talud | Espalda del Talud | Pie del Talud |
| ALTITUDES <i>msnm</i> | | | |
| COORDENADAS UTM | X636768 Y1446484 | X636755 Y1446495 | X636734 Y1446499 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Typic argudolls</i> |
| PENDIENTES % | 2 - 4 | 30 - 50 | >50 a 4 - 8 |

Toposecuencias N° 8

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Imacio Rodriguez.

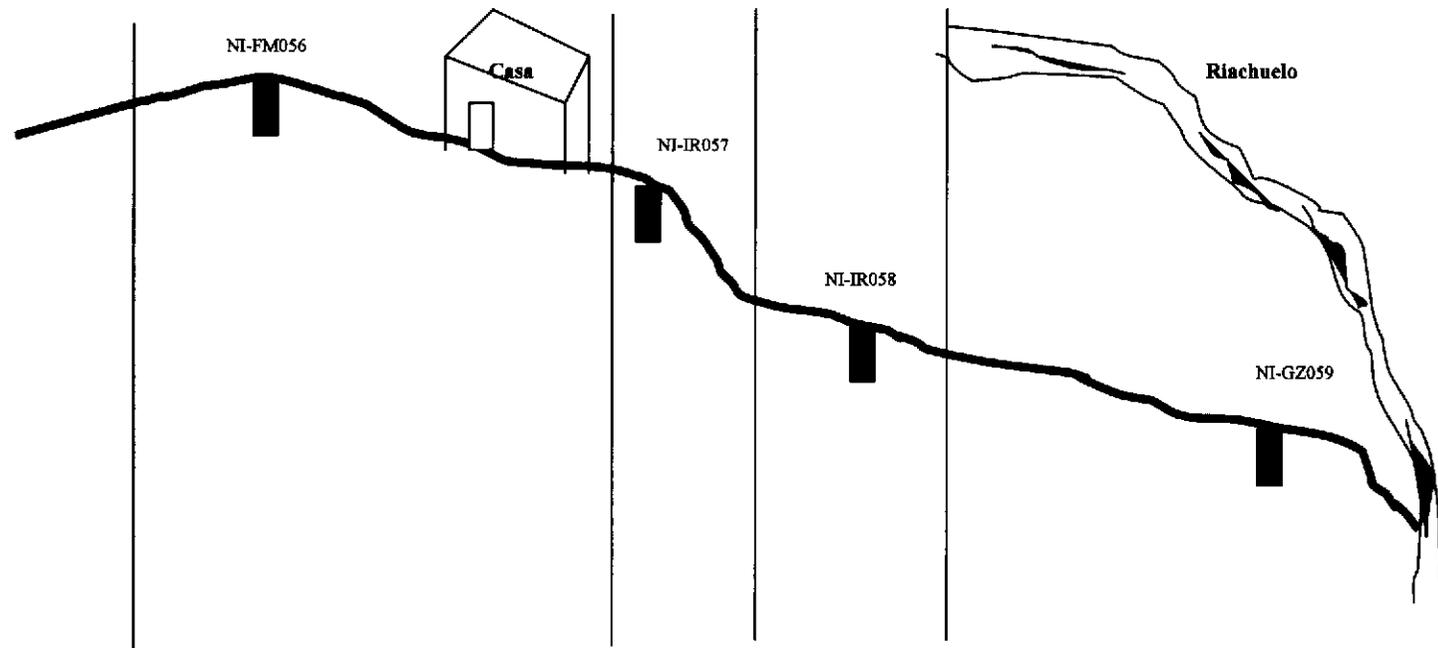


| | | | |
|---|-----------------------|----------------------|---------------|
| USO ACTUAL | Maiz, Potrero (pasto) | Maiz | |
| QUEBRADO | 2552 / B e1 I | 2552 / F e3 I | 2552 / G e1 I |
| CLASE | II / III | VII / VIII | VIII |
| SUB.- CLASE | (II / III)dp2 | (VII / VIII)rpd5 | VIIIrpd6 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | F | Pvs |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF1 | F + Pvs | Pvs |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve/Mod | Mod/Severa | Leve |
| LITOLOGÍA | | IGNIMBRITA | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | | MATAGALPA INTERMEDIO | |

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | PAISAJE | | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Meseta | Cabeza del Tald | Parte alta | Ladera |
| ALTITUDES msnm | Parte alta de la Meza 638.50 | 664.78 | 660 | Parte media 655.12 |
| COORDENADAS UTM | X637711 Y1447669 | X637663 Y1447916 | X637686 Y1447900 | X637656 Y1447860 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquatic haplodolls</i> | <i>Paralithic Entic haplodolls</i> | <i>Aeric argudolls</i> | <i>Lithic Entic haplodolls</i> |
| PENDIENTES % | 8 - 15 | 30 - 50 | | 15 - 30 |

Toposecuencias N° 9

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.



| | | | | |
|---|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| USO ACTUAL | Maíz | | | |
| QUEBRADO | 3554 / D e1- 2 A | 542 / Fe1 A | 1552 / E e2-e1 I | 3452 / E e1 A |
| CLASE | IV / VI | VII/VIII | VI / VII | VI / VII |
| SUB.- CLASE | (IV / VI) rpd3 | (VII/VIII) rpd5 | (VI / VII) rpd4 | (VI / VII) rpd4 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | P + Cs | F | Cp + F | Cp + F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Sou | Sou | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF3 + GF2 | F +Pvs | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Moderada | | Leve |
| % PIEDRAS | 1 | 0 | 1 | 30 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | 0 | | 15 |
| LITOLOGÍA | ANDESITA - IGIMBRITA | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | |

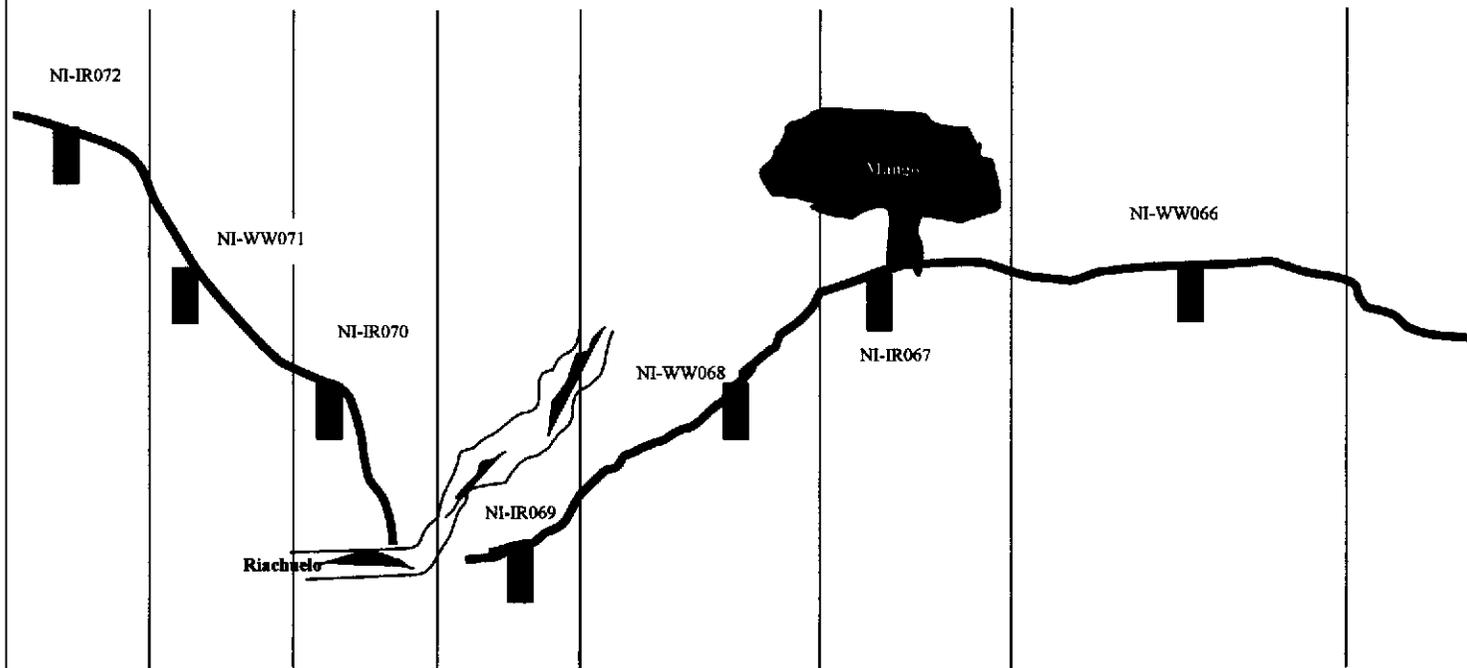
MICROCUENCA Cuscamas, EL TUMA - LA DALIA - MUNICIPIO DE MATAGALPA

| ZONA CLIMÁTICA | C (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 700-800msnm) | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| PAISAJE | Meseta | | | Ladera | | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Tahud de la Meza | | | Parte alta | Parte media | Parte baja | |
| ALITUDES <i>msnm</i> | Cabeza | Espalda | Pie | | | | |
| | 701.31 | 681.50 | 664.20 | 650.18 | 647.505 | 640 | |
| | X638498 | X638458 | X638406 | X638388 | X638365 | X638347 | |
| COORDENADAS UTM | Y1448746 | Y1448770 | Y1448793 | Y1448818 | Y1448823 | Y1448829 | |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Lithic argiudolls</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Aquodic argiudolls</i> | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Aquic argiudolls</i> | |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | >50 | 30 - 50 | 15 - 30 | 30 - 50 | | |
| Toposecuencias N° 10 | | | | | | | |
| | Dibujado por: William Watler. Elaborado: William Watler, Dell Thompson, Ignacio Rodríguez. | | | | | | |
| USO ACTUAL | Potrero (pasto) | Matorral | | Matorral, Potrero (pasto) | | Potrero (pasto) | |
| QUEBRADO | 6552 / C e1 I | 2452 / G e3 A | 2554 / F e3 A | 3452 / F e2 I | 3554 / F e1 I | 1554 / F e2 I | |
| CLASE | III/IV | VIII | VII / VIII | VII / VIII | VII / VIII | VII / VIII | |
| SUB-CLASE | (III/IV)rppd4 | VIIIrpd6 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | Pvs | F | F | F | F | |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou | Sou | Sou | Sou | |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | Pvs | F + Pvs | F + Pvs | F + Pvs | F + Pvs | |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Severa | | Leve | Severa | Moderada | |
| % PIEDRAS | 2 | 5 | 5 - 8 | 2 | 5 | 10 | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 2 | 20 | 5 | 10 | 20 | 5 | |
| LITOLOGÍA | ANDESITA - IGÑIMBRITA | | | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | | |
| | MICROCUENCA Cuscamas, EL TUMA - LA DALIA - MUNICIPIO DE MATAGALPA | | | | | | |
| ZONA CLIMÁTICA | D (>2000PMA, 23-24°C TMA, 700-850msnm) | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| COORDENADAS UTM | X637685 Y1449875 | X637700 Y1449845 | X637697 Y1449822 | X637759 Y1449797 | X637763 Y1449796 | X637771 Y1449794 | X637845 Y1449705 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS) | <i>Lithic Entic hapudalfts</i> | <i>Lithic Aquic argindolls</i> | <i>Aquic argindolls</i> | <i>Aquotic hapudalfts</i> | <i>Aquic hapudalfts</i> | <i>Aquic argindolls</i> | <i>Aquic argindolls</i> |
| PENDIENTES % | 15 - 30 | | 8 - 15 | 4 - 8 | 30 - 50 | 4 - 8 | 2 - 4 |

Toposecuencias N° 11

Dibujado por: William Water.
Elaborado: William Water, Dell Thompson,
Ignacio Rodríguez.

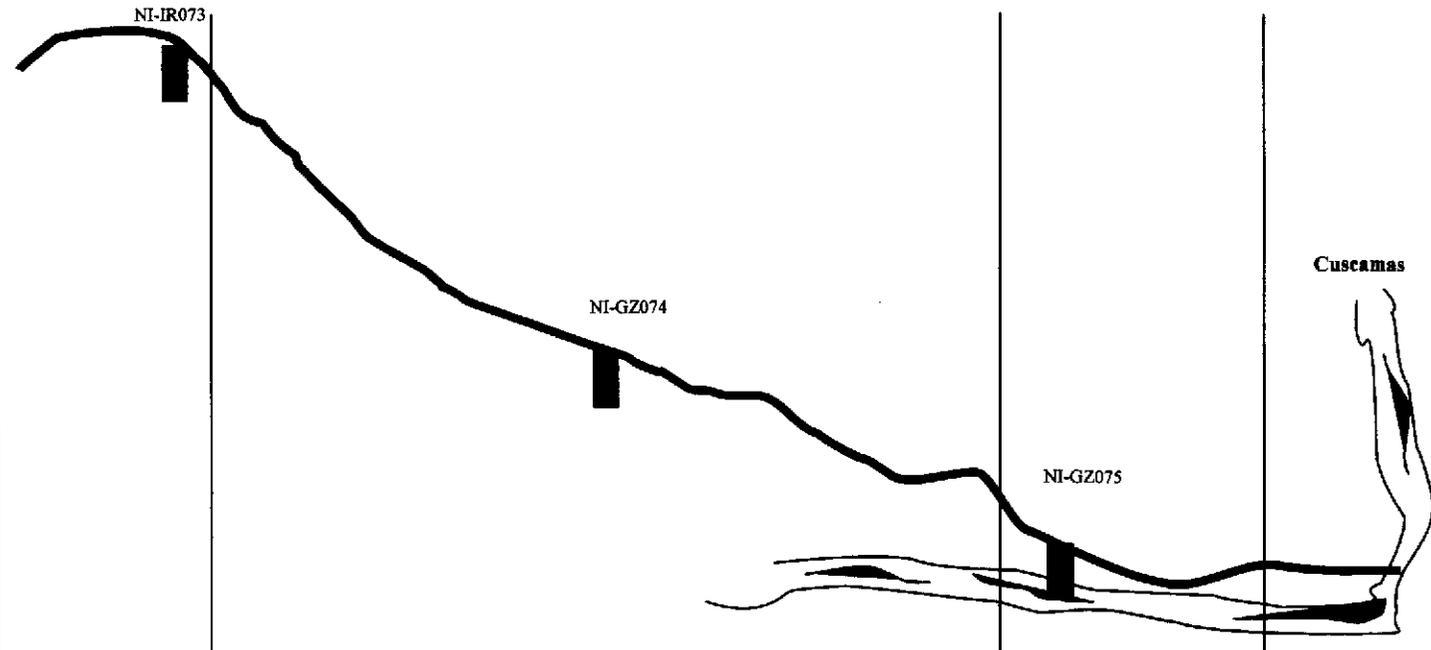


| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| USO ACTUAL | Café, mango, musaca | | | | Maíz | | |
| QUEBRADO | 4555 / E e1 T | 4554 / E e3 T | 3554 / D e1 T-J | 2552 / C e2-3 T | 255 / F e2 T | 2554 / C e1 I | 3554 / B e1 I |
| CLASE | VI / VII | VI / VII | IV / VI | III/IV | VII / VIII | III/IV | II/III |
| SUB- CLASE | (VI / VII) rpd4 | (VI / VII) rpd4 | (IV / VI) rdp3 | (III/IV) rpd2 | (VII / VIII) rpd5 | (III/IV) rpd2 | (II/III) rpd2 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Cp + F | Cp + F | P + Cs | Ca | F | Ca | Ca |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Bu | Sou | Bu | Sou | Bu | Bu |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F | AF2 + GF1 | AF2 + GF1 | F + Pvs | AF2 + GF1 | AF1 |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | | | Moderado | | Leve | |
| % PIEDRAS | 5 - 10 | 2 - 5 | | 1 - 2 | | 1 | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 5 - 10 | 10 | 2 | 0 | | | |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA DEL TERCIARIO OLIGOCENO | | | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | | |

| | | | |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| POSICION DEL SUB-PAISAJE | Parte alta | Parte media | Parte baja |
| ALTITUDES <small>mnm</small> | 720 | 704.68 | 593.41 |
| COORDENADAS UTM | X638726 Y1449327 | X638685 Y1449395 | X638568 Y1449562 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aeric argiudolls</i> | <i>Typic argiudolls</i> | <i>Aeric argiudolls</i> |
| PENDIENTES % | 8 - 15 | >50 | 15 - 30 |

Toposecuencias N° 12

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

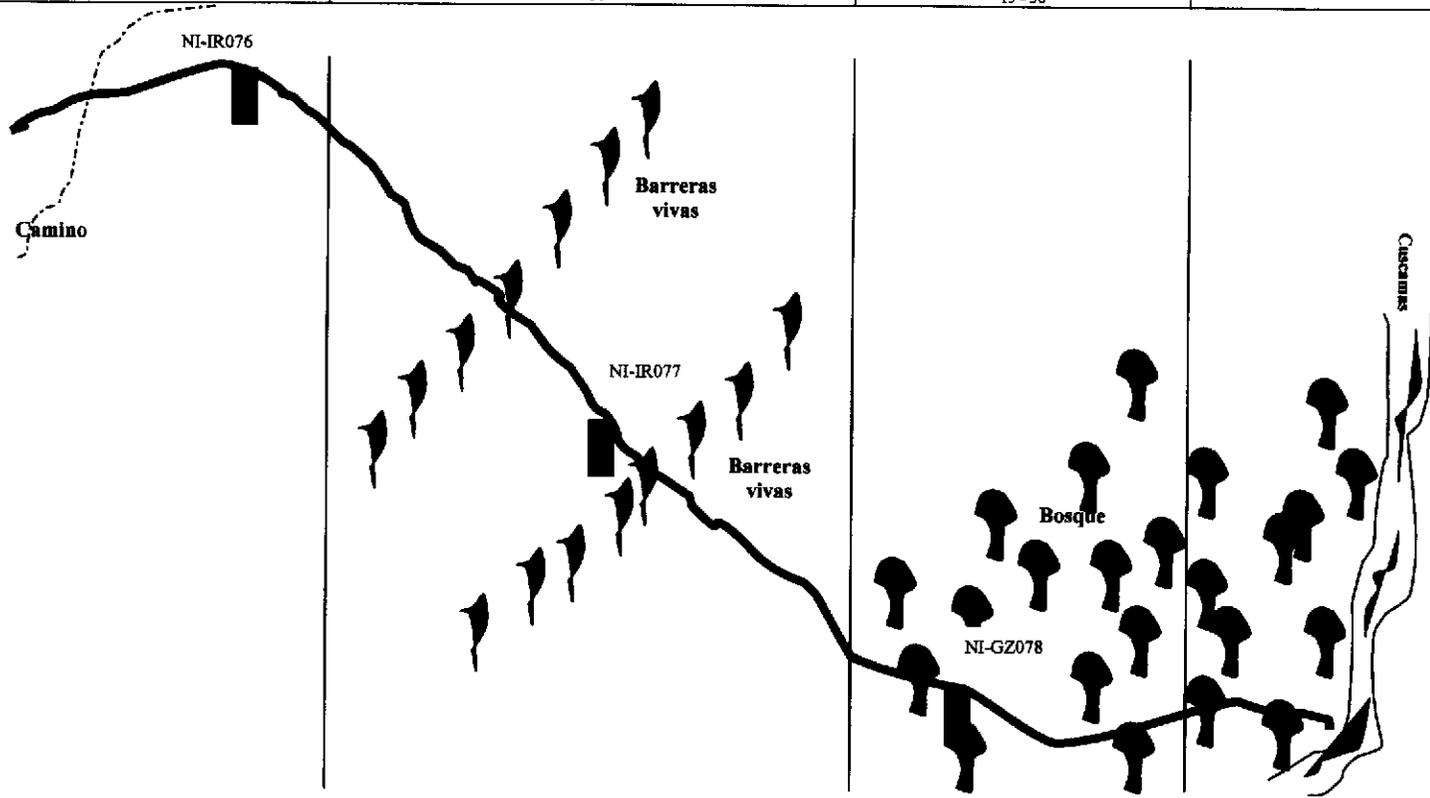


| | | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|----------------|
| USO ACTUAL | Bosque con café | | |
| QUEBRADO | 2554 / D e1 I | 3452 / G e1 I | 2553 / H e1 I |
| CLASE | IV/VI | VIII | VI/VII |
| SUB- CLASE | (IV/VI) rpd3 | VIII rpd6 | (VI/VII) rpd4 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | P + Cs | Pvs | Cp + F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Suu | Suu | Bu |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF3 + GF2 | Pvs | AF3 + GF2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | | |
| % PIEDRAS | 0 | | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | | |
| LITOLOGÍA | IGNIMBRITA | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | |

| | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ALTITUDES <small>mm</small> | 600 | 586.09 | 578.59 |
| COORDENADAS UTM | X636382 Y1447773 | X636412 Y1447768 | X636458 Y1447763 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Rhodic argindolls</i> | <i>Rhodic hapudalfts</i> | <i>Typic argindolls</i> |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | >50 | 15 - 30 |

Toposecuencias N° 13

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

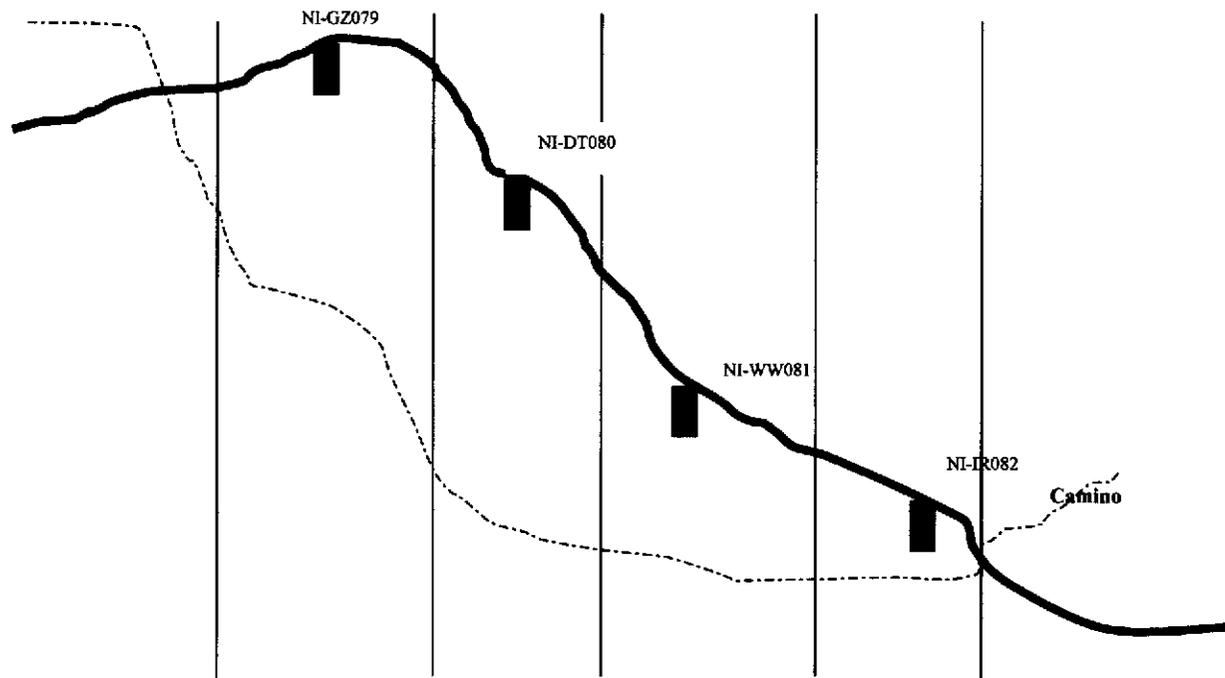


| | | | |
|---|----------------------------------|--|------------------|
| USO ACTUAL | Bosque, musaceas, barreras vivas | Frijol, yuca, musaceas, Taiwán, matorral | Bosque |
| QUEBRADO | 2552 / CD e1 I | 2552 / F e1 I | 3552 / E e1 I |
| CLASE | III / IV | VII / VIII | VI / VII |
| SUB- CLASE | (III / IV)dp2 | (VII / VIII)rpd5 | (VI / VII)rpd4 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | F | Cp + F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Suu | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | F + Pvs | AF3 + GF2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Leve/Mod | Leve |
| % PIEDRAS | 5 | 2 - 5 | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | | 2 | 0 |
| LITOLOGÍA | | IGNIMBRITA | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | | MATAGALPA INTERMEDIO | |

| | | | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | D (>2000 PMA, 23-24°C TMA, 700-850mm) | | | |
| PAISAJE | Cerro Volcánico | | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cono | Espalda | | Pie |
| ALTITUDES <i>msnm</i> | 660 | 646.75 | 628.69 | 620 |
| COORDENADAS UTM | X637068 Y1449328 | X637122 Y1449320 | X637174 Y1449300 | X637210 Y1449310 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Litic Eric hapludolls</i> | <i>Typic hapludalfs</i> | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Rhodic argiudolls</i> |
| PENDIENTES % | 2 - 4 | | >50 | |

Toposecuencias N° 14

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

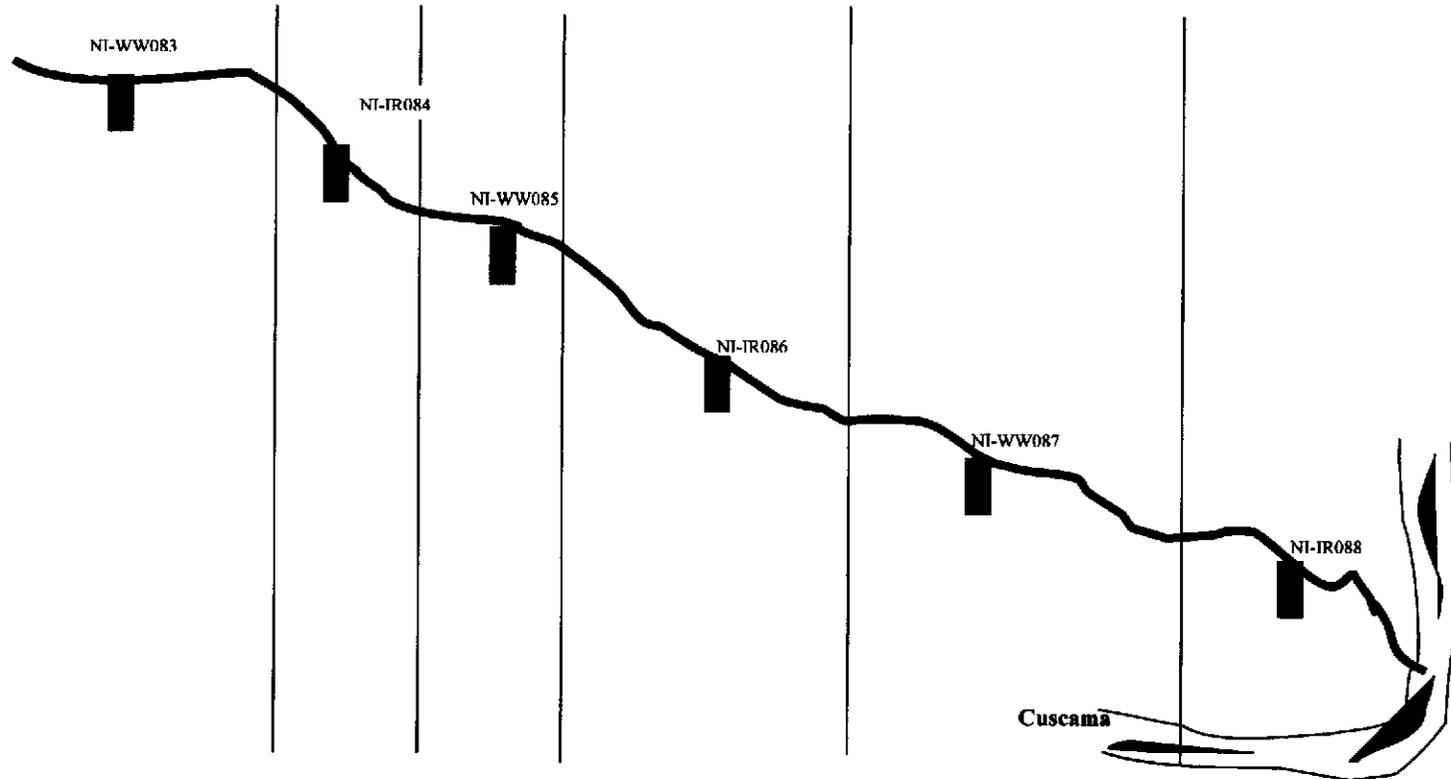


| | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|---------------|-------------|
| USO ACTUAL | Potrero (pasto), matorral | Maíz, matorral | | |
| QUEBRADO | 5442 / A e1 I | 2452 / G e2 1 | 2552 / G e2 A | 2552 / G e3 |
| CLASE | II / III | VIII | VIII | VIII |
| SUB.- CLASE | (II / III)pdpd1 | VIIIrpd6 | VIIIrpd6 | VIIIrpd6 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | Pvs | Pvs | Pvs |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Suu | Sou | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF1 | Pvs | Pvs | Pvs |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Moderado | | |
| % PIEDRAS | 10 | 2 | 10 - 20 | |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 30 | 20 | 5 - 10 | 10 - 20 |
| LITOLOGÍA | IGNIMBRITA | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| ALTITUDES <i>metros</i> | 636.80 | 620.94 | 617.02 | 572.41 | 548.38 | 521.57 |
| COORDENADAS UTM | X636961 Y1448722 | X636997 Y1448703 | X637034 Y1448688.5 | X637162 Y1448602 | X637217 Y1448557 | X637281 Y1448511 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Rhodic argudolls</i> | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Cumúlic Rhodic argudolls</i> | <i>Rhodic hapludalfs</i> | <i>Cumúlic Aquic argudolls</i> | <i>Rhodic argudolls</i> |
| PENDIENTES % | 2 - 4 | >50 | 30 - 50 | | | 15 - 30 |

Toposecuencias N° 15

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

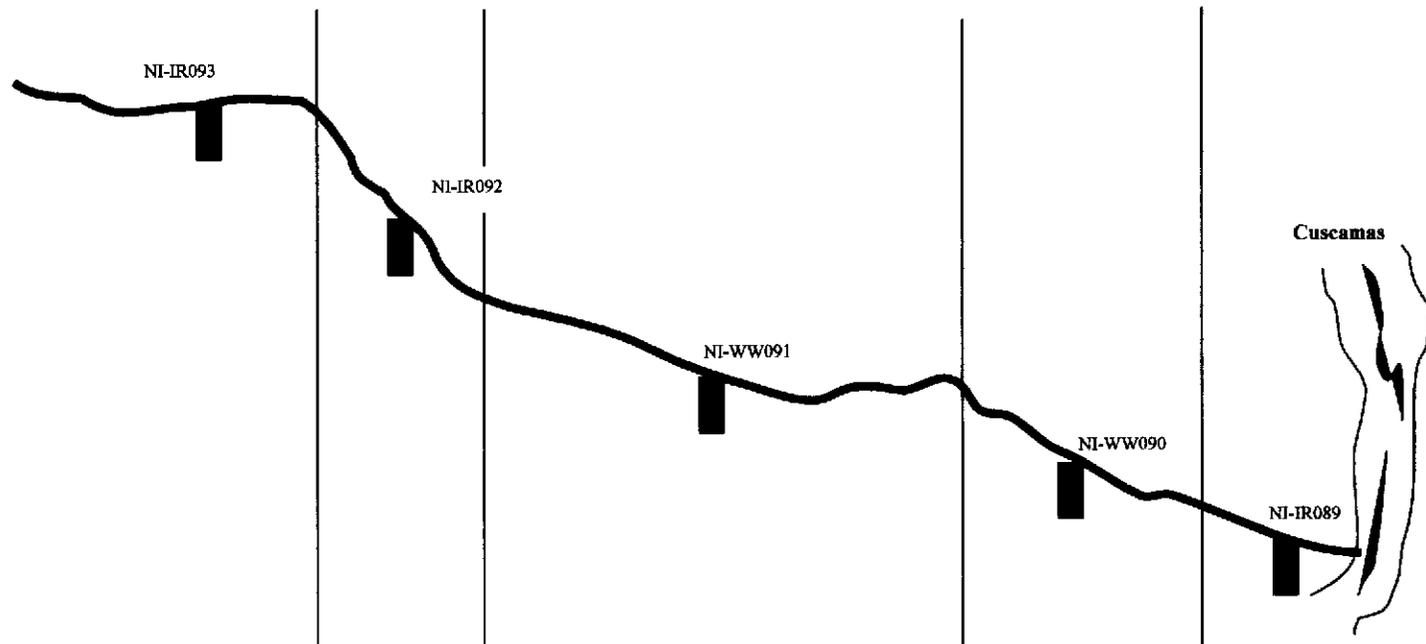


| | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| USO ACTUAL | Maiz | | | | | Potrero (pasto), Maiz |
| QUEBRADO | 2552 / B e1 A | 2552 / G e3 A | 2552 / F e1 A | 255 / F e3 A | 3454 / F e1 A | 2552 / E e2 A |
| CLASE | II / III | VIII | VII / VIII | VII / VIII | VII / VIII | VI / VII |
| SUB.- CLASE | (II / III)pdrpd1 | VIII rpd6 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | (VII / VIII)rpd5 | (VI / VII)rpd4 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | Pvs | F | F | F | Cp + F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou | Sou | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF1 | Pvs | F + Pvs | F + Pvs | F + Pvs | AF3 + GF2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Mod/Severa | Leve | | Severa | Leve/Mod |
| % PIEDRAS | 0 | 5 - 10 | 0 | 2 | | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | 5 - 10 | 0 | | | |
| LITOLOGÍA | ANDESITA - IGNIMBRITA | | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| ALTITUDES (metros) | 640 | 618.12 | 600 | 579.12 | 553.69 |
| COORDENADAS UTM | X637886 Y1448273 | X637840 Y1448297 | X637785 Y1448328 | X637748 Y1448374 | X637712 Y1448419 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Lithic hapludols</i> | | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Aquic argludolls</i> | <i>Fluventic Cumulic hapludols</i> |
| PENDIENTES % | 2 - 4 | >50 | 15 - 30 | 8 - 15 | |

Toposecuencias N° 16

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodríguez.

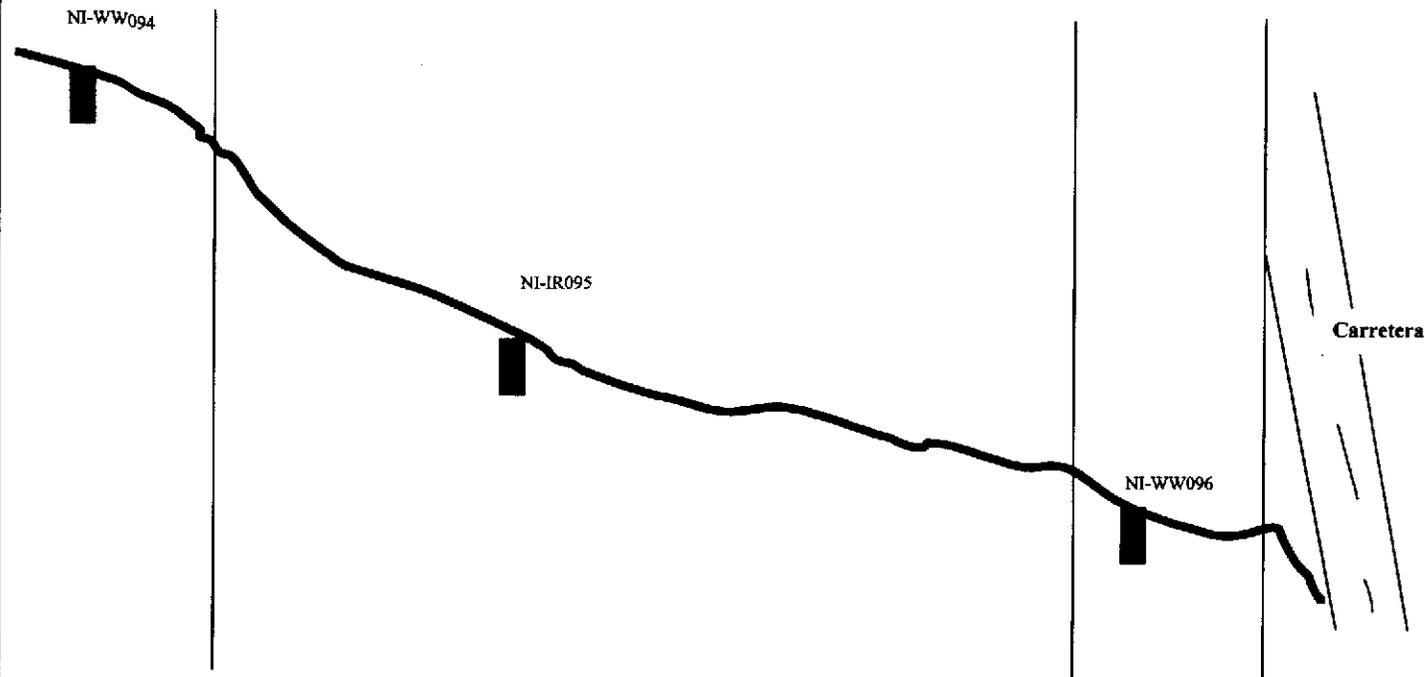


| | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------|---------------|--------------------|-------------------|
| USO ACTUAL | Matorral | | | Maiz | Bosque de Galeria |
| QUEBRADO | 4552 / B e2 I | 3554 / G e3 T | 3354 / G e3 T | 2554 / F e2 t | 1552 / D e2 i S |
| CLASE | II/III | VIII | VIII | VII / VIII | VII |
| SUB-CLASE | (II/III)pd1 | VIIIrpd6 | VIIIrpd6 | (VII / VIII)rpd5 | (VII)pd2pi |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | Pvs | Pvs | F | F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Suu | Sou | Sou | Sou | Bu |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF1 | Pvs | Pvs | F + Pvs | AF3 + GP2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Moderada | Mod/Leve | | Leve |
| % PIEDRAS | 2 - 4 | 2 | 2 - 4 | 2 | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | | 4 | 2 | 0 |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA IMPERMEABLE DEL TERCIARIO | | | | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | | | |

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|------------------------|
| ZONA CLIMÁTICA | C (1600-2000PMA, 23-24°CITMA, 700-800mm) | | |
| PAISAJE | Ladera | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cabeza | Espalda | Pie |
| ALTITUDES <i>msnm</i> | 684 | 682.50 | 680 |
| COORDENADAS UTM | X638784 Y1450169 | X638782 Y1450205 | X638774 Y1450224 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquic argudalis</i> | <i>Aquic hapudalis</i> | <i>Aquic argudalis</i> |
| PENDIENTES % | 8 - 15 | 15 - 30 | |

Toposecuencias N° 17

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.

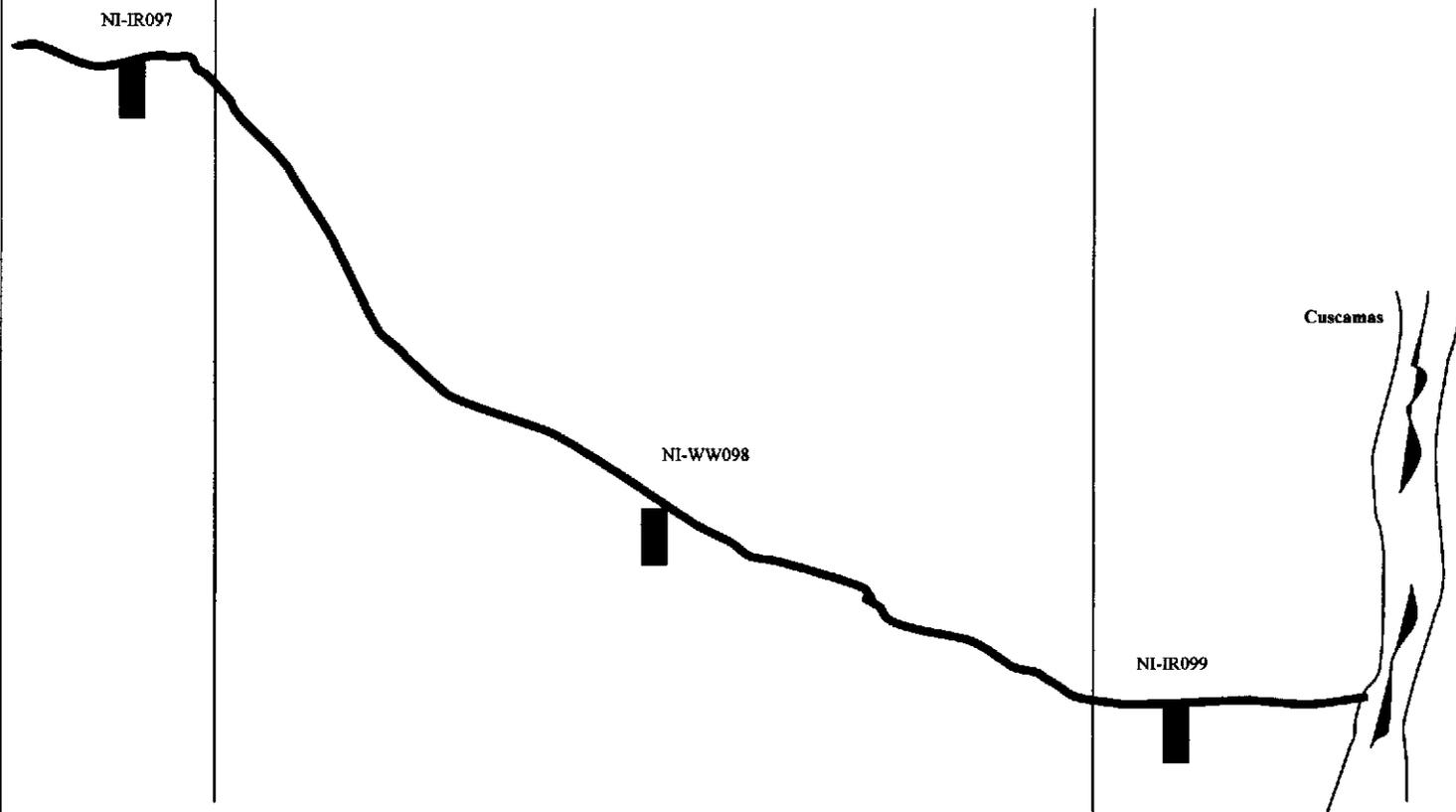


| | | | |
|---|--|---------------|---------------|
| USO ACTUAL | Potrero (pasto) | | |
| QUEBRADO | 3554 / D s3 T | 3554 / E s3 T | 2554 / E s3 T |
| CLASE | IV/VI | VI / VII | VI / VII |
| SUB- CLASE | (IV/VI)rp3 | (VI / VII)rp4 | (VI / VII)rp4 |
| USO POTENCIAL BIOFISICO | P + C _a | Cp + F | Cp + F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF3 + GF2 | AF3 + GF2 + F | AF3 + GF2 + F |
| EROSIÓN LAMINAR | | Leve/Mod | |
| % PIEDRAS | 2 | 2 - 4 | 4 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | | 0 | |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA DEL TERCIARIO OLIGOCENO | | |
| FORMACIÓN GEOLOGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | |

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cabeza | Esquinas | Financiera de alimentación |
| ALTITUDES $m \pm m$ | 663.54 | 640 | 626.53 |
| COORDENADAS UTM | X638683 Y1450205 | X638582 Y1450252 | X638490 Y1450284 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Aquic argiudolls</i> | <i>Aquic hapludalfs</i> | <i>Fluventic Camulfic hapludolls</i> |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | 30 - 50 | 2 - 4 |

Toposecuencias N° 18

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.



| | | | |
|---|--|---|----------------------------|
| PENDIENTE % | 4 - 8 | 30 - 50 | 2 - 4 |
| QUERRADO | 3554 / C e1 T | 2554 / F e2 T | 1552 / B e1 i S |
| CLASE | IV / VI | VII / VIII | VII / VIII |
| SUB.- CLASE | (IV / VI) jpd2 | (VII / VIII) rpd5 | (VII / VIII) pd1pi |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | P + Cs | F | F |
| USO ACTUAL | Matorral, café, musaceas | Bosque, Potrero (pasto), matorral, café | F |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Suu | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | F + Pvs | F + Pvs |
| EROSIÓN LAMINAR | Leve | Moderada | Leve |
| % PIEDRAS | | 2 | 0 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | | 0 | 0 |
| LITOLOGÍA | TOBA VOLCÁNICA BLANQUECINA IMPERMEABLE DEL TERCIARIO | | Sedimentos no consolidados |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | MATAGALPA INTERMEDIO | | |

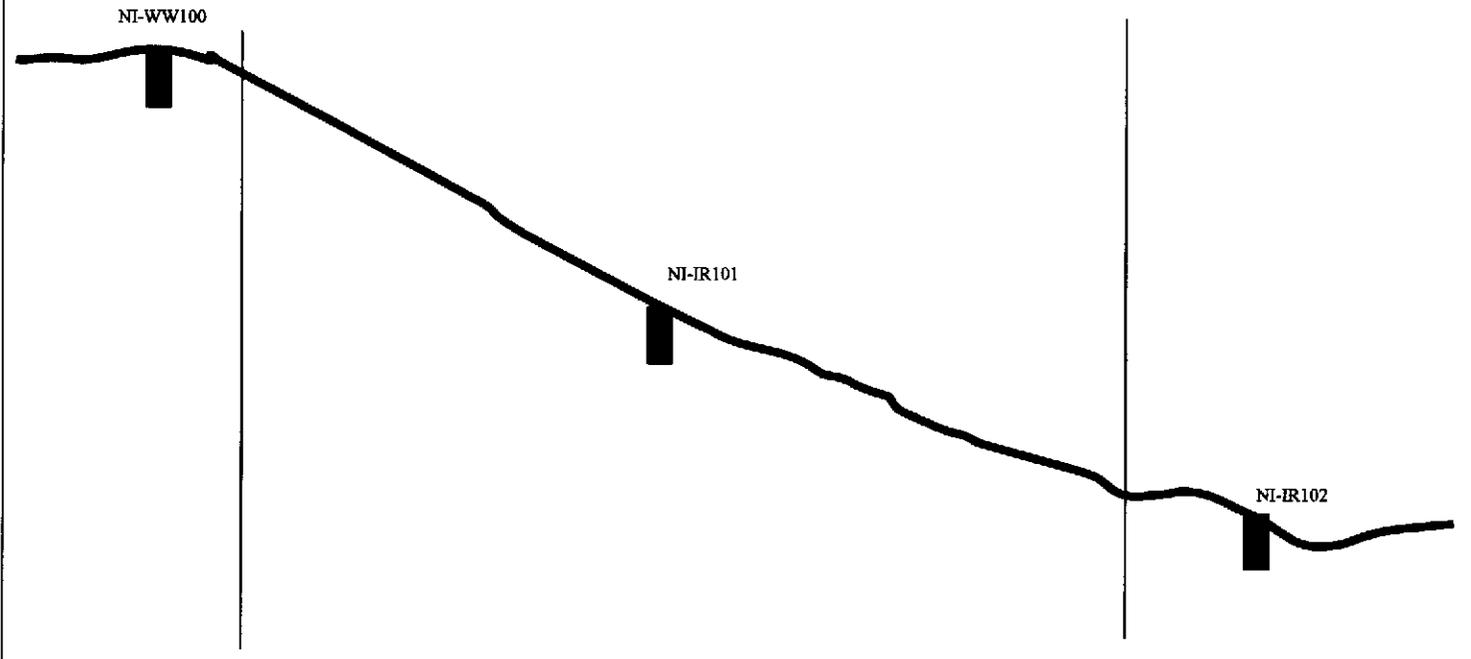
MICROCUCENCA Cuscama. EL TUMA - LA DALIA - MUNICIPIO DE MATAGALPA

Δ (1600-2000PMA, 23-24°C TMA, 300-500msnm)

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ZONA CLIMATICA | | | |
| PAISAJE | Meseta | | |
| POSICIÓN DEL SUB-PAISAJE | Cabeza | Espalda | Pie |
| ALTITUDES <small>msnm</small> | 500 | 504.50 | 509.64 |
| COORDENADAS UTM | X637153 Y1446203 | X637126 Y1446194 | X637089 Y1446175 |
| SUB-GRUPOS TAXONÓMICOS | <i>Lithic argudolis</i> | <i>Lithic hapludalis</i> | <i>Lithic argudolis</i> |
| PENDIENTES % | 4 - 8 | 15 - 30 | 8 - 15 |

Toposecuencias N° 19

Dibujado por: William Watler.
Elaborado: William Watler, Dell Thompson,
Ignacio Rodriguez.



| | | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------|------------------|
| USO ACTUAL | Ca | Ca | Ca |
| QUEBRADO | 4552 / C e2 I | 4552 / D e3 I | 4552 / D e I |
| CLASE | III/IV | IV / VI | IV / VI |
| SUB.- CLASE | (III/IV)prpd2 | (IV / VI)prpd3 | (IV / VI)prpd3 |
| USO POTENCIAL BIOFÍSICO | Ca | P + Cs | P + Cs |
| CONFRONTACIÓN DE USO | Bu | Sou | Sou |
| PROPUESTA DEL USO MAYOR DE LA TIERRA | AF2 + GF1 | AF3 + GF2 | AF3 + GF2 |
| % PIEDRAS | 2 | 0 | 4 |
| % AFLORAMIENTO ROCOSO | 0 | 0 | 0 |
| LITOLOGÍA | | IGNIMBRITA | |
| FORMACIÓN GEOLÓGICA | | MATAGALPA INTERMEDIO | |