

# EVALUACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES NATURALES AGRÍCOLA Y PECUARIA COMO PRIMERA FASE EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO OCHOMOGO, NICARAGUA

EVALUATION OF THE NATURAL AGRICULTURAL AND LIVESTOCK POTENTIAL AS THE FIRST PHASE IN THE TERRITORIAL PLANNING OF THE OCHOMOGO RIVER SUB-BASIN, NICARAGUA

Liseth Carolina Blandón Chavarría\*

lizzblandon@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4125-0332>

UNAN-Managua



Recibido: 29 febrero 2024

Aceptado: 04 abril 2025

\*Máster en ciencias del Agua con énfasis en Calidad CIRA-UNAN

## Resumen

El análisis de las potencialidades territoriales se considera uno de los primeros pasos en la ordenación del territorio. Nicaragua es un país altamente agropecuario, identificar cuáles son las áreas y zonificar las mismas constituye una herramienta valiosa en la toma de decisiones en cuanto a políticas de ordenamiento territorial. El artículo presenta los resultados sobre las áreas con mayor y menor potencial para la actividad agrícola y ganadera en la subcuenca del río Ochomogo. Estos hallazgos constituyen una base fundamental para el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos naturales, especialmente del suelo. En la subcuenca Ochomogo la aptitud principal de los suelos es pecuaria con valores entre los 14 y 18 puntos indicando que su principal uso debe ser pecuario. En lo que corresponde a la agricultura se presentaron valores que van desde los 12 puntos hasta los 15, indicando una baja aptitud natural agrícola. Una de las recomendaciones principales es que debe aprovecharse los suelos acordes con la aptitud encontrada y se deben implementar *sistemas agrícolas en agroforestería, pecuario en silvopastura y forestal* para evitar el deterioro de los recursos naturales presentes en la zona entre ellos bosque, agua y suelo.

**Palabras clave:** Potencialidades Naturales, Uso potencial, Zonificación.

## Abstract

The analysis of territorial potential is considered one of the first steps in territorial planning; Nicaragua is a highly agricultural country, identifying which areas are and zoning them constitutes a valuable tool in decision-making regarding territorial planning policies. The article shows the results of the areas with greater and lesser potential for agricultural and livestock activity in the Ochomogo River sub-basin that are considered basic elements for the sustainable use and conservation of natural resources, especially soil. In the Ochomogo sub-basin the main suitability of the soils is livestock with values between 14 and 18 points indicating that its main use must be livestock. Regarding agriculture, on present values ranging from 12 points to 15, indicating a low natural agricultural aptitude. One of the main recommendations is that soils in accordance with the found aptitude should be used and agricultural systems in agroforestry, livestock in silvopasture and forestry should be implemented to avoid the deterioration of the natural resources present in the area, including forest, water and soil.

**Keywords:** Natural potentials, Potential use, Zoning

## 1. Introducción

Nicaragua ha basado tradicionalmente su economía en la agricultura y la ganadería. Sin embargo, carece de estudios locales suficientes que aseguren que el uso actual del suelo corresponde con su aptitud natural. Esta carencia de información ha impactado negativamente en el rendimiento de las cosechas y en la sostenibilidad de los recursos a largo plazo. En la cuenca del río Ochomogo, los estudios integrales que evalúen factores clave como pendiente, litología, acidez, tipos de suelo, inundabilidad, pedregosidad y fertilidad son escasos. Este vacío de conocimiento ha llevado a un uso del suelo que no aprovecha plenamente su potencial natural, limitando el desarrollo económico y favoreciendo la degradación del recurso suelo.

En este contexto, se aplicó un análisis multicriterio con ponderación de valores para evaluar de forma integral las características del suelo en la cuenca del río Ochomogo. Este análisis permitió identificar que el mayor potencial de los suelos está en la ganadería, seguida de la agricultura, lo que sugiere una subutilización en las prácticas actuales. (Caballero, 2018)

Los resultados obtenidos constituyen una base inicial para determinar el uso óptimo del suelo y orientar la planificación territorial y el desarrollo sostenible de la zona en el futuro.

Dado que la agricultura es una de las actividades más afectadas por la crisis climática global, este tipo de estudios se vuelve crucial para promover un uso eficiente del suelo que no solo incremente la productividad, sino que también asegure la sostenibilidad de los recursos frente a los desafíos climáticos.

## 2. Metodología y materiales

### 2.1 Tipos de investigación

El tipo de investigación acorde con los datos que se generan es cualitativa y cuantitativa porque se emplean criterios numéricos para la determinación del potencial de la subcuenca. En lo que respecta a la profundidad de la investigación se considera exploratoria. Esta elección se justifica por la necesidad de explorar y comprender las características del suelo en la cuenca del río Ochomogo de manera integral, lo que es crucial para el desarrollo de futuras investigaciones más profundas y específicas.

### 2.2 Método de la investigación

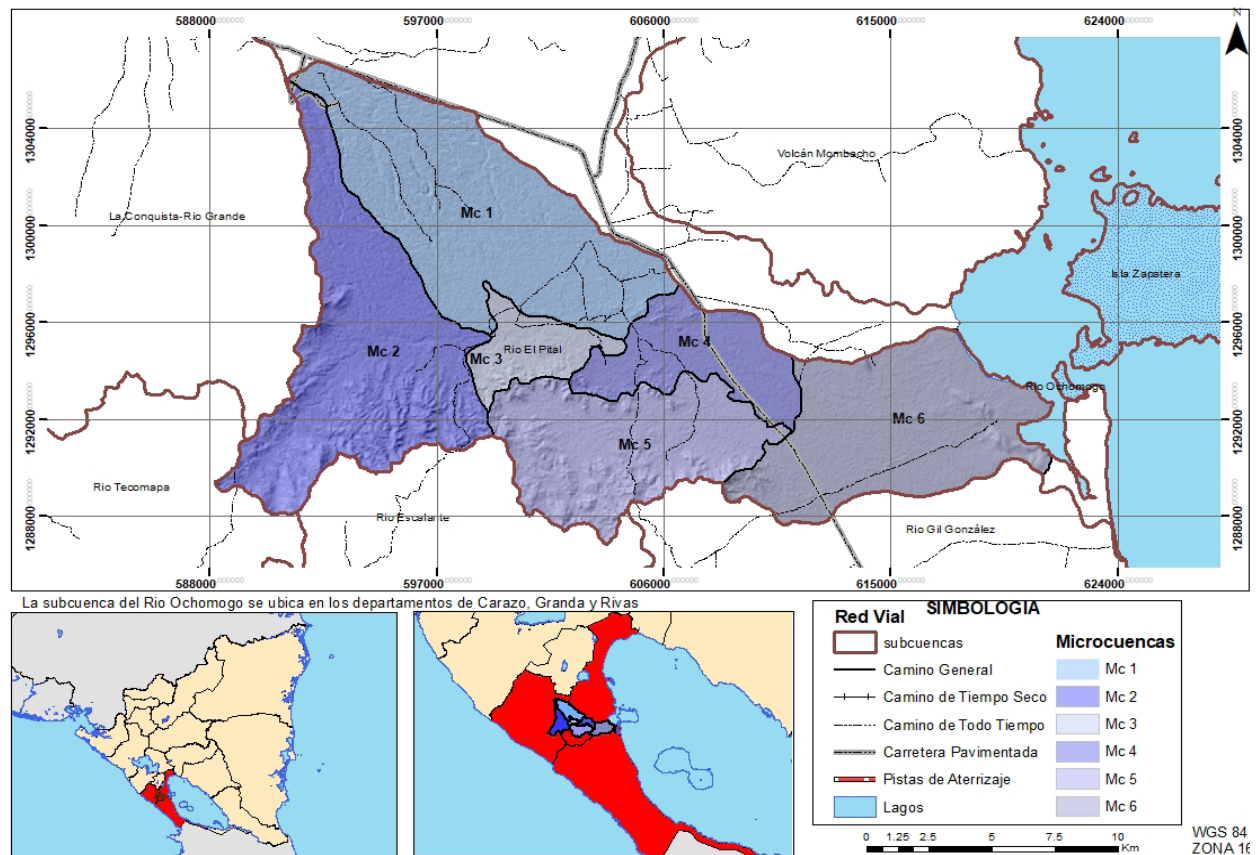
El método de la investigación análisis multicriterio (AMC) empleando sistemas de información Geográfica. Se empleó el AMC, por la flexibilidad al momento de incorporar múltiples factores y con ello obtener una visión más completa y precisa de la aptitud Natural del suelo de la subcuenca del río Ochomogo; además que permite localizar esas zonas homogéneas (Zonificación) de potencialidades naturales agrícolas y pecuarias.

### 2.3 Localización del área en estudio

La subcuenca del río Ochomogo tiene una superficie territorial de 300.8 km<sup>2</sup> y forma parte de la cuenca hidrográfica del Río San Juan de Nicaragua. La subcuenca política y administrativamente es compartida por tres departamentos, Rivas, Carazo y Granada siendo este último el de mayor ocupación en la subcuenca con 57%. La cuenca se encuentra delimitada bajo la metodología Pfafstetter propuesta por el instituto de estudio territoriales (INETER) en el año 2014.

**Figura 1**

*Ubicación Geográfica del área en estudio*



Fuente: Elaboración propia.

### Recopilación de la información

Para el desarrollo de la investigación se empleó la metodología propuesta por Mantet Bollo, Hernández Santana, & Méndez Linares (2010) en el cual se evalúa un conjunto de indicadores de las peculiaridades naturales del territorio (agrícolas y pecuarias); como primer paso, se recopiló información cartográfica vinculada a la taxonomía de los suelos: su pendiente, erodabilidad, pedregosidad, inundabilidad, acidez y fertilidad provenientes del Instituto de Estudios Territoriales (INETER); toda esta información se depuró y homogenizó haciendo uso de herramientas de Geoprocesamiento propias de los sistemas de información geográfica. Para el tratamiento de la información cartográfica, se utilizó el software de código abierto QGIS, que

facilitó la organización, edición y elaboración de los mapas de potencialidad agrícola y pecuaria. El primer criterio considerado fue la caracterización física del suelo, incluyendo aspectos como pendiente, pedregosidad, fertilidad y acidez. Se evaluaron las cualidades del territorio a partir de cada variable, identificando zonas potenciales y/o restrictivas según la capacidad natural de los suelos, ya sean agrícolas o pecuarias. Una vez procesadas estas variables en QGIS, se transformaron en formato ráster para un análisis más detallado y preciso.

Para el desarrollo de la investigación se empleó la metodología propuesta por Mantet Bollo, Pérez y Ramírez (2010) en el cual se evalúa un conjunto de indicadores de las peculiaridades naturales del territorio

(agrícolas y pecuarias); como primer paso se recopiló información cartográfica vinculada a la taxonomía de los suelos, pendiente, erodabilidad, pedregosidad, inundabilidad, acidez y fertilidad provenientes del instituto de estudios territoriales (INETER); toda esta información se depuró y homogenizó haciendo uso de herramientas de Geoprocesamiento propias de los sistemas de información geográfica.

Para el tratamiento de la información cartográfica, se utilizó el software de código abierto QGIS, que facilitó la organización, edición y elaboración de los mapas de potencialidad agrícola y pecuaria. El primer criterio considerado fue la caracterización física del suelo, incluyendo aspectos como pendiente, pedregosidad, fertilidad, acidez y susceptibilidad a la erodabilidad. Se evaluaron las cualidades del territorio a partir de cada variable, identificando zonas potenciales y/o restrictivas según la capacidad natural de los suelos, ya sean agrícolas o pecuarias. Una vez procesadas estas variables en QGIS, se transformaron en formato ráster para un análisis más detallado y preciso. La ponderación de las variables se realizó a partir de lo establecido por Mantet Bollo et al., (2010) quienes plantean:

### Pendiente

**Tabla 1**

Valores y potencial por pendiente

| Categoría<br>Grados | Descripción                                                | Valor asignado<br>ponderación | Potencial  |
|---------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|
| 0-2                 | No existen dificultades                                    | 5                             | Alta       |
| 2.1-6               | Dificultad para la mecanización agrícola                   | 4                             | Alta media |
| 6.1-12              | Dificultad para el uso de maquinarias cosechadoras pesadas | 3                             | Media      |

|           |                                                 |   |              |
|-----------|-------------------------------------------------|---|--------------|
| 12.1 - 18 | Restringido el uso de tractores y otros equipos | 2 | Media a baja |
| 18 a mas  | No es posible el uso de maquinarias pesadas     | 1 | Baja         |

Nota. Elaboración propia.

### Fertilidad

**Tabla 2**

Valores y potencial por Fertilidad

| Categoría    | Valor asignado /<br>Ponderación | Potencial    |
|--------------|---------------------------------|--------------|
| Alta         | 5                               | Alta         |
| Alta a media | 4                               | Alta media   |
| Media        | 3                               | Media        |
| Media a baja | 2                               | Media a baja |
| Baja         | 1                               | Baja         |

Nota. Elaboración propia.

### Susceptibilidad a erodabilidad

**Tabla 3**

Valores y potencial por susceptibilidad a erodabilidad

| Categoría    | Valor  | Valor<br>asignado /<br>Ponderación | Potencial    |
|--------------|--------|------------------------------------|--------------|
| Alta         | 0-5    | 5                                  | Alta         |
| Alta media   | 5-10   | 4                                  | Alta media   |
| Media        | 10-20  | 3                                  | Media        |
| Media a baja | 20-40  | 2                                  | Media a baja |
| Baja         | > a 40 | 1                                  | Baja         |

Nota. Elaboración propia.

En esta etapa del cálculo de la susceptibilidad a la erodabilidad, se aplicó el método de Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, esta permite ver y analizar la pérdida de suelo por procesos de erosión hídrica. Este método fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos v USDA. Este método se expresa a través de la fórmula siguiente:  $A=R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$ , donde:

- **A** es la pérdida de suelo por unidad de superficie (t/ha/año).
- **R** es el factor de erosividad de la lluvia.
- **K** es el factor de erosionabilidad del suelo.

- **LS** es el factor de longitud y pendiente del terreno
- **C** es el factor de cobertura vegetal
- **P** es el factor de prácticas de conservación (Cris)

Para ello se establece lo siguiente:

**Tabla 4**

Valores por pérdida de suelo

| Condición | Pérdida en (t/ha/año) |
|-----------|-----------------------|
| Baja      | 0-5                   |
| Moderada  | 5-10                  |
| Alta      | 10-20                 |
| Muy Alta  | 20-40                 |
| Extrema   | Mayor a 40            |

Nota. Elaboración propia.

### Pedregosidad

**Tabla 5**

Valores y potencial por pedregosidad

| Categoría de pedregosidad | Porcentaje de partículas (>2mm) | Valor asignado Ponderación | Potencial    |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------|
| Bajo                      | 0 a 5%                          | 5                          | Alta         |
| Media a Baja              | 5 a 15%                         | 4                          | Alta media   |
| Media                     | 15 a 35%                        | 3                          | Media        |
| Alta a media              | 35 a 60%                        | 2                          | Media a baja |
| Alta                      | > 60 %                          | 1                          | Baja         |

Nota. Elaboración propia.

### Acidez

**Tabla 6**

Valores y potencial por acidez

| Clases                           | pH                   | Valor asignado Ponderación | Potencial    |
|----------------------------------|----------------------|----------------------------|--------------|
| Medianamente básico o básico     | De 7.4 a 7.9 o mayor | 5                          | Alta         |
| Neutro                           | De 6.6 a 7.3         | 4                          | Alta media   |
| Medianamente a ligeramente ácido | De 5.6 a 6.5         | 3                          | Media        |
| Fuertemente ácido                | De 5.1 a 5.5         | 2                          | Media a baja |
| Muy fuertemente ácido            | Menor o igual que 5  | 1                          | Baja         |

Nota. Elaboración propia.

El segundo criterio considerado fue el aspecto climático, con énfasis en la variable de inundabilidad. Para ello, se organizaron las bases de datos disponibles y se identificaron las zonas propensas a inundarse en la cuenca. Durante esta fase, se diseñó un instrumento de campo para verificar y corroborar las áreas de inundación.

Entre las técnicas aplicadas se incluyó la observación directa, realizando visitas al campo y aplicando instrumentos específicos para evaluar variables como la inundabilidad y la susceptibilidad a la erodabilidad. Para la definición de las potencialidades agrícolas se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$PA=F+I+P+SE+A+IN$$

$$PP=I+SE+DS+IN+A+P$$

**Tabla 7**

Definición de las variables empleadas en la ecuación de PA y PP

|                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| PA: Potencial Agrícola                  | PP: Potencial pecuario                  |
| F: Fertilidad                           | I: Inclínación de la ladera o pendiente |
| I: Inclínación de la ladera o pendiente | SE: Susceptibilidad a erodabilidad      |
| P: Pedregosidad                         | DS: Disección vertical                  |
| SE: Susceptibilidad a erodabilidad      | IN: Inundabilidad                       |
| A: Acidez del suelo                     | A: Acidez del suelo                     |
| IN: Inundabilidad                       | P: Pedregosidad                         |

Fuente: (Mantet Bollo et al., 2010)

Una vez procesados los datos y generados los ráster correspondientes con su respectiva ponderación, se utilizó la calculadora ráster en QGIS para obtener el ráster final, que muestra las áreas con la mejor aptitud natural para la agricultura y la ganadería.

La evaluación y su representación cartográfica están en función de la correlación espacial entre los atributos

naturales, su estandarización, ponderación y el establecimiento de intervalos numéricos de calificación, como, por ejemplo, muy baja capacidad (0-15), baja (15-30), media (30-50) y alta (50-80), con lo cual establece una visión cartográfica de la aptitud.

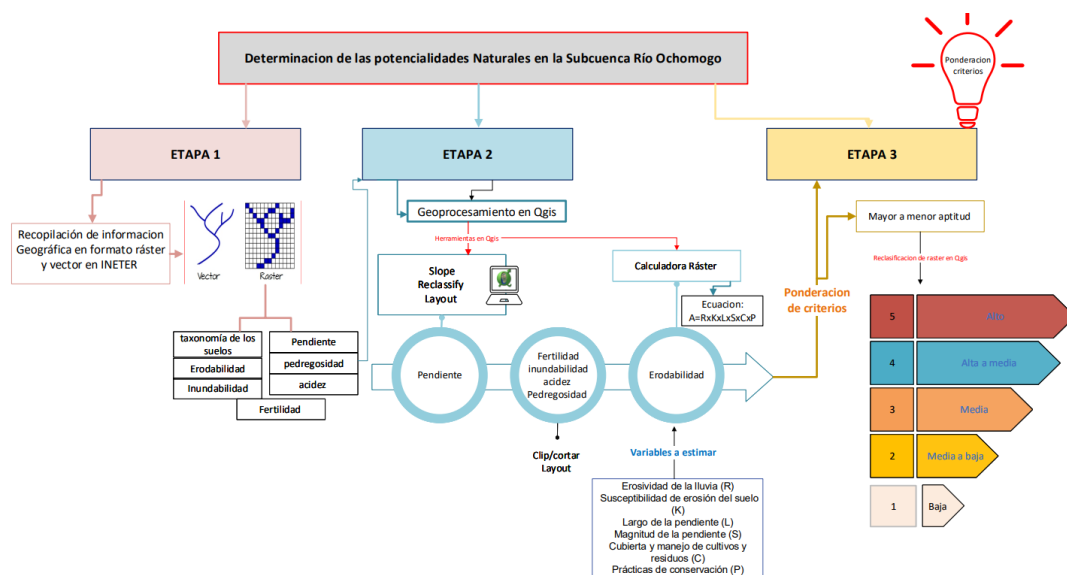
En el cálculo de la pendiente (1) se empleó un modelo digital del terreno (DEM) de 12.5 metros; el proceso realizado consistió en la elaboración de un mapa de pendiente el cual se categorizó acorde con la metodología propuesta por el INETER a continuación se muestra una tabla que resume la categorización.

**Tabla 8**  
*Grados y tipos de pendientes*

| Grados Pendiente | Tipología            |
|------------------|----------------------|
| 0-5              | Zonas Llanas         |
| 5-1              | Pendiente moderada   |
| 15-30            | Pendiente Fuerte     |
| 30-50            | Pendiente muy Fuerte |
| 50>              | Zona Escarpada       |

Fuente INETER

**Figura 2**  
*Proceso o flujo de trabajo en Qgis*



Nota. Elaboración propia.

### 3. Resultados

En Nicaragua la unidad de gestión del territorio por excelencia es la cuenca hidrográfica; como primer paso en la subcuenca río Ochomogo se delimitó en unidades más pequeñas a partir de la metodología Pfafstetter, a continuación, se detallan.

**Tabla 9**  
*Microcuenca delimitadas en la subcuenca Ochomogo*

| Microcuenca | área km <sup>2</sup> |
|-------------|----------------------|
| Mc 1        | 78.2                 |
| Mc 2        | 74.2                 |
| Mc 3        | 13.6                 |
| Mc 4        | 25.9                 |
| Mc 5        | 48.9                 |
| Mc 6        | 60.0                 |
| Área total  | 300.8                |

Nota. Elaboración propia.

### 3.1 Potencial natural agrícola

La determinación del potencial natural de los paisajes comienza con la caracterización física de las microcuencas. De manera general, se observa que las zonas de mayor elevación se consideran las menos aptas para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Según Mantet Bollo et al., (2010) se sigue el principio de que, a mayor pendiente, menor es la viabilidad de utilizar el territorio para la agricultura. Sin embargo, este concepto es relativo al tipo de cultivo, ya que ciertos productos como el café y el cacao pueden obtener buenos rendimientos en pendientes pronunciadas, aunque con el tiempo esto puede generar cambios en el funcionamiento del paisaje.

A continuación, se detalla los resultados por cada una de las variables y su respectiva

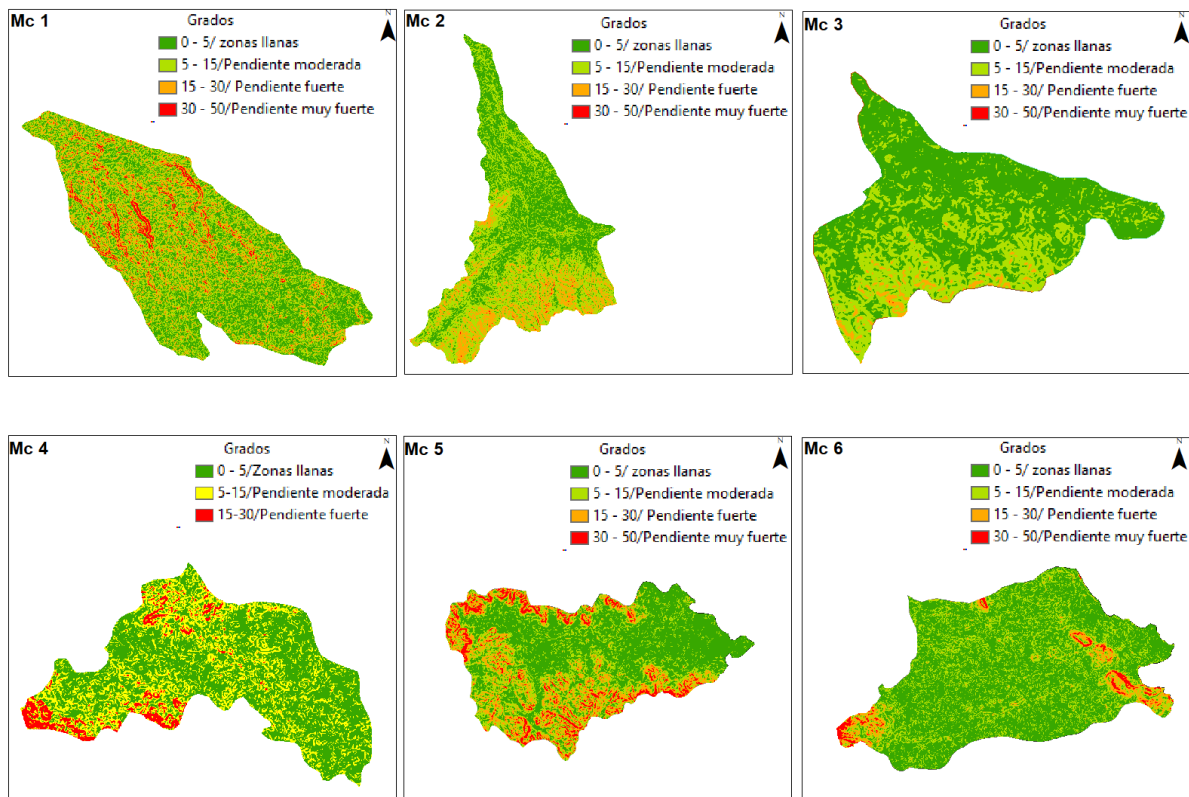
ponderación se presentan en la tabla 10 y 11: Determinación de la aptitud natural para uso agrícola y pecuario.

#### a) Pendiente

En todas las microcuencas, predomina en extensión un relieve denominado como zonas llanas, que presentan pendientes de entre 0 y 5°; al igual existen microcuencas en las cuales se observa áreas considerables con pendientes fuertes a muy fuertes, superiores a 30°, localizadas en las microcuencas 4, 5 y 1. Según INETER (2021), la pendiente o gradiente del terreno es una condición topográfica crucial, ya que influye directamente en el uso, manejo y conservación del suelo. Es importante considerar que terrenos con pendientes superiores a ciertos umbrales  $>20^\circ$  pueden ser propensos a deslizamientos si no se les da un manejo adecuado.

**Figura 3**

*Mapa de pendiente*



*Nota. Fuente propia*

## b) Fertilidad del suelo

En todas las microcuencas, se observa una alta fertilidad del suelo, la cual está relacionada con varios factores, como el relieve, la composición química y las características físicas del terreno. Esta alta fertilidad se atribuye a los frecuentes depósitos aluviales y a la formación geológica sedimentaria de la subcuenca. Los suelos reciben continuamente nuevos sedimentos ricos en nutrientes, lo que les permite mantener una fertilidad elevada, a pesar de su juventud y la falta de horizontes bien desarrollados.

## c) Susceptibilidad a erosión

En el área de estudio, se observó que la susceptibilidad a la erosión varía entre las microcuencas. Las microcuencas MC3, MC4 y MC6 presentan una susceptibilidad nula a la erosión, con suelos predominantes de orden Alfisol y Vertisol. En cambio, las microcuencas MC1, MC2 y MC5 tienen una susceptibilidad moderada y están ubicadas sobre suelos de orden Molisol y Alfisol. Según Treminio Corea (2022), los mayores valores de erosión se encontraron en los suelos Molisol, mientras

que los valores más bajos se registraron en los Vertisoles. Es importante destacar que existen varios factores que favorecen una mayor erosión, tales como la pendiente, el tipo de suelo, la cobertura vegetal y el uso de la tierra.

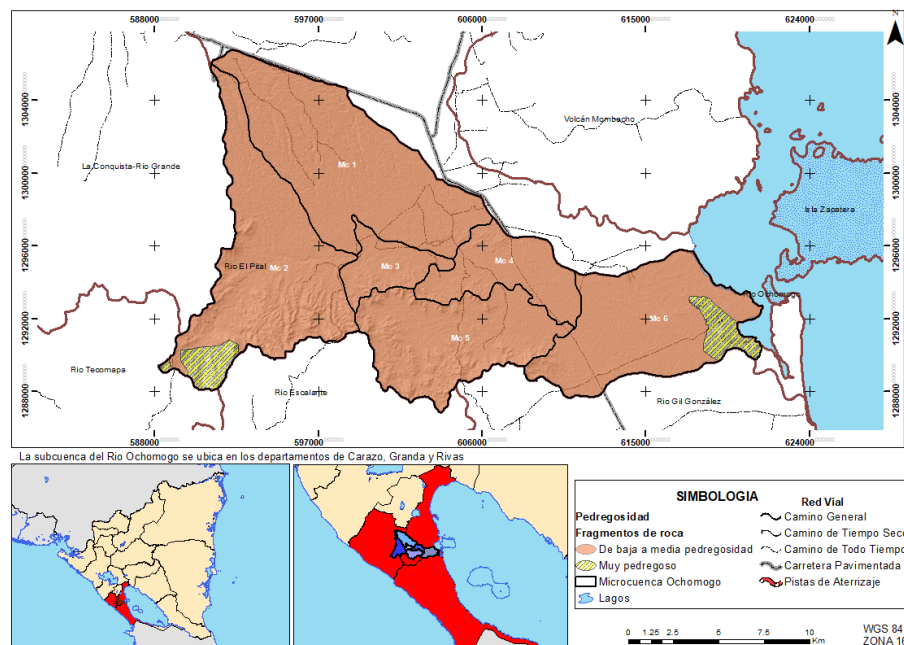
Diversos estudios experimentales han demostrado que los valores de erosión aumentan en función del uso del suelo, siendo las áreas cubiertas por pasto las que presentan los valores más altos en comparación con otros usos, como el cultivo de arroz. (p. 26)

## d) Pedregosidad

En el área de estudio, se observó que las microcuencas MC1, MC3, MC4 y MC5 presentan pedregosidad de baja a media en el 100% de su superficie; en cuanto a las MC2 y MC6 presentan dos tipos de pedregosidad que va de baja a media pedregosidad a muy pedregosa. Según Parajón y Martínez Paladino (2013) una alta pedregosidad puede dificultar el laboreo del suelo y el desarrollo de cultivos de raíz, tubérculos y bulbos. (P.24) (Ver figura 4: Pedregosidad en el área de estudio).

**Figura 4**

*Pedregosidad en el área de estudio*



Fuente: Datos cartográficos INETER

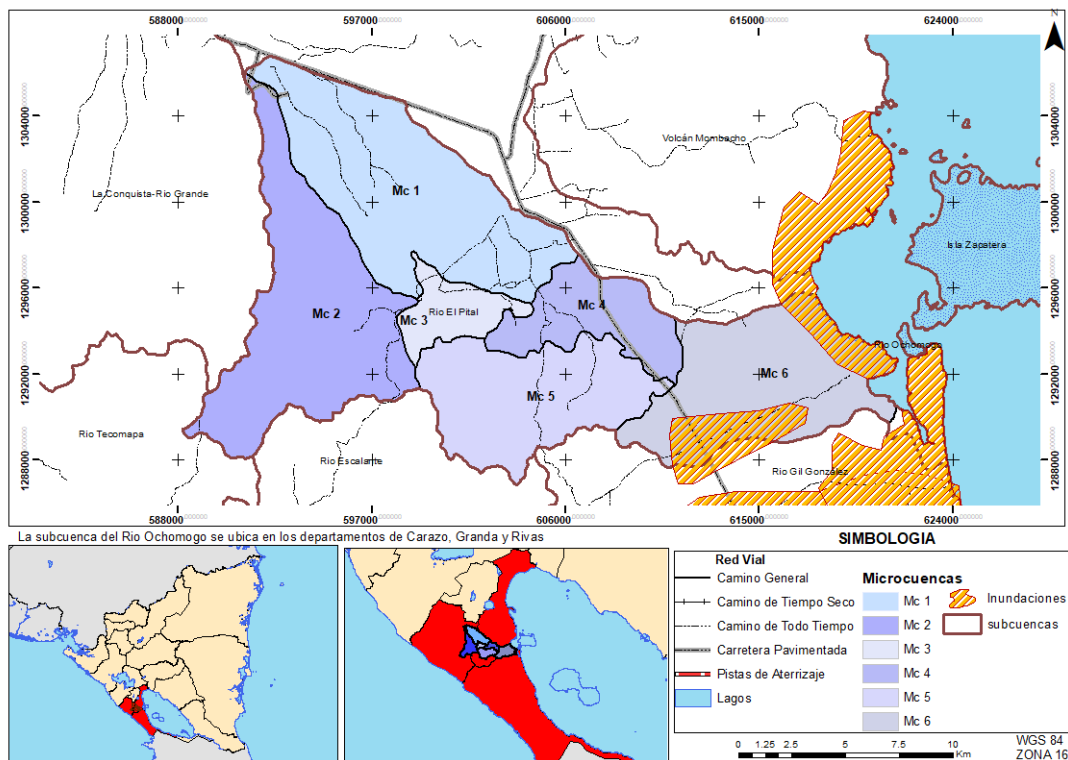
### e) Inundabilidad

De acuerdo los datos de inundabilidad suministrados por el INETER, se encontró que, de las seis microcuencas, la MC6 es la única que presenta zonas susceptibles a inundación, asociadas al aumento del nivel del agua debido a eventos extremos (Huracán, Tormenta o precipitaciones extraordinarias) que afecten el lago Cocibolca. Se considera que las zonas expuestas a inundación no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, aunque esta evaluación no es aplicable a cultivos como el arroz, para los cuales estas áreas serían probablemente favorables.

Es importante que, durante los procesos de planificación, uso y aprovechamiento de los suelos, se consideren estas áreas sujetas a inundación pues los efectos de las inundaciones son muy devastadores; así lo explica Vega Serratos y otros (2018) que los elementos que pueden presentar daño directo por una inundación son los siguientes: Cultivos, material vegetal perenne, suelo, edificios, maquinaria, ganado, productos de origen animal y material almacenado. Se debe de tomar en cuenta que la Mc6 se caracteriza por tener un suelo de texturas muy finas (sonsoquite, barrial) indicando que son suelos que se encharcan con mucha facilidad y que tienen un drenaje imperfecto, lo cual aumenta aún más la vulnerabilidad de estas zonas si se destina para cultivos y ganadería.

**Figura 5**

*Inundabilidad*



Fuente: Datos cartográficos INETER

## f) Acidez

La acidez en los suelos está relacionada directamente con la fertilidad del suelo, suelos muy ácidos limitan el crecimiento de cultivos por la poca disponibilidad de nutrientes; los factores que pueden acidificar el suelo son erosión, deforestación y los sistemas producción intensivos. En la subcuenca del río Ochomogo se encontró que los pH van de neutro (6.6-7.3) en la en la Mc 5,4,3, 2 y en la Mc6 a ligeramente ácido (6.1-6.5).

A continuación, se presenta la matriz de indicadores en las que se estima el potencial agrícola por cada una de las microcuencas del área en estudio; es importante tomar cuenta que otros autores incluyen variables como materia orgánica, precipitación, temperatura y humedad del suelo, variables que no fueron incorporadas este estudio.

En la matriz se observa la ponderación de cada una de las variables acorde con la valoración cuantitativa propuestas por (Mantet Bollo et al., 2010)

**Tabla 10**

*Determinación de la aptitud natural para uso agrícola*

| ID         | Complejo de unidad de suelo | Pendiente (grados) | Fertilidad de los suelos | Susceptibilidad a erodabilidad | Inundabilidad  | Acidez (pH)                      | Pedregosidad        | Total, puntos | Potencial natural agrícola <sup>1</sup> |
|------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------|
| <b>Mc1</b> | Molisol                     | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 14            | Baja                                    |
| <b>Mc2</b> | Alfisol                     | 5-15<br>(2)        | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 12            | Muy baja capacidad                      |
| <b>Mc3</b> | Alfisol                     | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 15            | Baja                                    |
| <b>Mc4</b> | Vertisol                    | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 15            | Baja                                    |
| <b>Mc5</b> | Alfisol                     | 0-5<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 14            | Baja                                    |
| <b>Mc6</b> | Vertisol                    | 0-5<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Baja<br>(2)    | Acido a ligeramente ácido<br>(1) | Baja a media<br>(1) | 13            | Baja                                    |

Fuente: elaboración propia.

<sup>1</sup>Los paisajes que obtiene puntaje mayor a 11 se consideran aptitud alta, entre 6 y 11 se considera aptitud media y menos de 6 puntos es no apto.

**Tabla 11**

*Determinación de la aptitud natural para uso pecuario*

| ID  | Complejo de unidad de suelo | Pendiente (grados) | Fertilidad de los suelos | Susceptibilidad a erodabilidad | Disección vertical en m   | Inundabilidad  | Acidez (pH)                      | Pedregosidad        | Total, de puntos | Potencial natural pecuario <sup>2</sup> |
|-----|-----------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------------|
| Mc1 | Molisol                     | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Potencial muy alto<br>(3) | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 17               | Alto                                    |
| Mc2 | Alfisol                     | 5-15<br>(2)        | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Potencial medio<br>(2)    | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 14               | Alto                                    |
| Mc3 | Alfisol                     | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Potencial muy alto<br>(3) | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 18               | Alto                                    |
| Mc4 | Vertisol                    | 0-6<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Potencial muy alto<br>(3) | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 18               | Alto                                    |
| Mc5 | Alfisol                     | 0-5<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Moderada alta<br>(2)           | Potencial medio<br>(2)    | Ninguna<br>(3) | Acido a alcalino<br>(2)          | Baja a media<br>(1) | 16               | Alto                                    |
| Mc6 | Vertisol                    | 0-5<br>(4)         | Alta<br>(2)              | Muy baja<br>(3)                | Potencial muy alto<br>(3) | Baja<br>(2)    | Acido a ligeramente acido<br>(1) | Baja a media<br>(1) | 16               | Alto                                    |

Fuente: elaboración propia.

#### 4. Discusión

Según los resultados sobre el potencial natural agrícola (Tabla 10: Determinación de la aptitud natural para uso agrícola), se identificó que las unidades Mc1, Mc3, Mc4, Mc5 y Mc6 presentan baja capacidad o aptitud natural agrícola. En el caso de la unidad Mc2, se determinó que su capacidad es muy baja. Asimismo, se evaluó la vocación para actividades pecuarias, concluyendo que toda la subcuenca posee un alto potencial para la ganadería, lo cual está directamente relacionado con las características del relieve y su idoneidad para el pastoreo.

La caracterización de las unidades de paisaje es fundamental como base para el ordenamiento territorial y el uso sostenible de los territorios en Nicaragua. Según Almeida Martínez y otros (2015), la evaluación del potencial representa una tarea crucial en los estudios de ordenamiento ambiental, ya que permite definir la función ambiental de las unidades de integración. Esto facilita determinar si una actividad es idónea y evaluar su grado de compatibilidad con los objetivos de desarrollo sostenible.

Los resultados presentados en la Tabla 10 (Determinación de la aptitud natural para uso agrícola) muestran que la mayoría de las microcuencas tienen una baja aptitud para actividades agrícolas. Sin embargo, no debe descartarse la implementación de estas actividades, considerando que,

<sup>2</sup> Los paisajes que obtiene puntaje mayor a 11 se consideran aptitud alta, entre 6 y 11 se considera aptitud media y menos de 6 puntos es no apto.

Caballero Arbizú (2007) la agricultura es la principal actividad económica en la subcuenca del río Ochomogo. En esta región, aproximadamente, hay 2.000 productores dedicados a la agricultura, de los que 1.000 reciben asistencia técnica.

Según la caracterización de las pendientes, se identifican zonas con restricciones para actividades agrícolas, especialmente aquellas con inclinaciones entre 15° y 30°, las cuales no se consideran aptas para la agricultura (ver Figura 3) y deben ser destinadas a la conservación. En contraste, las pendientes de 0° a 15° son más apropiadas para actividades agrícolas, siempre que se implementen prácticas de manejo adecuado.

Así lo señala Caballero Arbizu (2007) quien destaca que una buena parte del suelo en la subcuenca del río Ochomogo es apta para la agricultura bajo manejo silvopastoril y para la ganadería intensiva con prácticas agroforestales, variando esta aptitud según la pendiente. Se podría combinar árboles y pastizales entre las especies se propone Guácimo, el Genízaro y el Guanacaste blanco que brinda sombra al ganado y permiten mantener un uso de bosque abierto.

Al analizar el mapa de pedregosidad, se observa que las zonas más elevadas presentan una mayor concentración de rocas, lo cual se relaciona con las altas pendientes y su exposición a procesos erosivos que dejan las laderas denudas. López, González y Torres (2007), explican que un contenido moderado de fragmentos de roca en el suelo puede beneficiar los regímenes de humedad y temperatura. Sin embargo, cuando el contenido de fragmentos supera el rango óptimo, generalmente entre el 10 % y el 30 %, la pedregosidad comienza a afectar negativamente la productividad vegetal. Esto ocurre debido a la restricción del espacio para el desarrollo de raíces, la reducción

de la capacidad nutricional del suelo y el incremento de la temperatura de este, que puede superar los niveles tolerados por las plantas.

Las Mc 6 y Mc 2 se consideran áreas no aptas para desarrollar cultivos anuales, dadas las restricciones de este suelo para el desarrollo radicular de las plantas y afectan al rendimiento de los cultivos; estas áreas se considerarán aptas para el desarrollo de Protección y Conservación de los Recursos Naturales en Zona subhúmeda.

Si tomamos como referencias los tipos de suelos es importante evidenciar que los suelos vertisoles se consideran suelos más estables y cohesionados en su estructura, los cuales se considerarían idóneos para la ganadería extensiva; así también lo considera Treminio Corea (2022), quien indica que estos suelos presentan estructuras prismáticas (masivas), lo que permite mayor cohesión frente a la energía de la gota de lluvia para ser destruidos y arrastrados por las escorrentías; implicando que si se destinan para la ganadería se estará utilizando el suelo acorde a su vocación.

De acuerdo con las variables analizadas, la aptitud primaria de los suelos es pecuaria, mientras que la agricultura se considera una actividad secundaria. Para garantizar la sostenibilidad del recurso suelo, es fundamental implementar sistemas productivos que integren prácticas agroforestales, pecuarias en silvopastura y forestales. En particular, los sistemas agrícolas basados en agroforestería deberían implementarse en toda la subcuenca, incorporando árboles nativos, cultivos perennes y anuales, así como forrajes, para promover un uso equilibrado y sostenible del territorio.

## 5. Conclusiones

El análisis multicriterio de la subcuenca del río Ochomogo ha identificado que la principal aptitud natural de los suelos en esta región es pecuaria, y la práctica agrícola es secundario. Sin embargo, el uso actual predominante del suelo en la subcuenca está orientado hacia actividades agrícolas, lo que representa una subutilización de su potencial natural. Esta situación tiene repercusiones negativas tanto en el rendimiento de las cosechas como en la sostenibilidad a largo plazo de estas prácticas. Ante este panorama, la implementación de una zonificación basada en la aptitud de los suelos es una estrategia fundamental para el ordenamiento territorial. Este enfoque no solo permitiría optimizar el uso de los recursos disponibles, sino que también contribuiría a proyectar una planificación dirigida hacia la sostenibilidad y el cuidado ambiental.

En este contexto, es recomendable adoptar sistemas de uso del suelo adaptados a sus características específicas. Entre las opciones destacadas están la agroforestería, la silvopastura y los sistemas forestales, los cuales son adecuados para prevenir el deterioro del suelo, aprovechar su potencial natural y promover una gestión eficiente de los recursos.

Los resultados de este estudio son una base sólida para profundizar en investigaciones sobre la aptitud de los suelos y las necesidades específicas de los cultivos. Esto permitirá fortalecer la planificación territorial y orientar un manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del río Ochomogo. De esta manera, se lograría una armonización entre las capacidades naturales del territorio y sus usos productivos, garantizando tanto la rentabilidad como la conservación ambiental a largo plazo.

## 6. Referencias

- Almeida Martínez, I., Martínez Suárez, J., & Martín Morales, G. (2015). Evaluación potencial natural para la actividad agropecuaria y forestal en el Municipio los Palacios, Pinar del Río, Cuba. <https://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/589/Evaluaci%C3%B3n%20potencial%20natural%20municipio%20los%20palacios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, Y. (2018) Aplicación de la técnica nuclear de Cesio - 137 para estimar la erosión de los suelos en la subcuenca del Río Ochomogo. *Revista Científica Agua y Conocimiento*, Vol., 4, 38-52
- Caballero Arbizu, Y. (Marzo de 2007). Potencial Hidrológico y calidad de las aguas superficiales en la subcuenca del Río Ochomogo. <https://repositorio.unan.edu.ni/2388/>
- INETER. (2021). 1er Atlas Nacional de Suelos. <https://www.ineter.gob.ni/mapa/pub/atlasuelo/1erAtlasNacionaldeSuelos.pdf>
- INETER. (2022). Instituto de estudios territoriales de Nicaragua.
- López, R., Delgado, F., & Andrades, J. (2007). *Estimación de la pedregosidad volumétrica del suelo, con base en el área de fragmentos de rocas expuestos, en unos Inceptisoles de los Andes Venezolanos*. [https://www.researchgate.net/publication/264311613\\_Estimacion\\_de\\_la\\_pedregosidad\\_volumetrica\\_del\\_suelo\\_con\\_base\\_en\\_el\\_area\\_de\\_fragmentos\\_de\\_roca\\_expuestos\\_en\\_un\\_inceptisol\\_de\\_los\\_Andes\\_venezolanos](https://www.researchgate.net/publication/264311613_Estimacion_de_la_pedregosidad_volumetrica_del_suelo_con_base_en_el_area_de_fragmentos_de_roca_expuestos_en_un_inceptisol_de_los_Andes_venezolanos)
- Mantet Bollo, M., Hernández Santana, J. R., & Méndez Linares, A. P. (2010). Evaluación de las potencialidades naturales en

el ordenamiento ecológico territorial:  
Noroeste del estados de Chiapas México.  
Evaluación de potencialidades naturale,  
53, 191-218. <https://doi.org/0212-9426>

Parajón Marquez, C., & Martínez Paladino, R.  
(2013). Evaluación de la potencialidad de  
suelos en sistemas productivos agrícolas,  
en dos fincas, comunidad El Bálsamo,  
Matagalpa II semestre 2013. Respositorio  
Universidad Agraria : [https://repositorio.  
unan.edu.ni/6999/1/6535.pdf](https://repositorio.unan.edu.ni/6999/1/6535.pdf)

Treminio Corea, M. L. (2022). Erodabilidad en  
suelos Andisoles, Mollisoles y Vertisoles  
de la region pacífico de Nicaragua 2021-  
2022. Repositorio Universidad Agraria de  
Nicaragua: [https://repositorio.una.edu.  
ni/4570/1/tnf07t789.pdf](https://repositorio.una.edu.ni/4570/1/tnf07t789.pdf)

Vega Serratos , B., Domimguez Mora , R., &  
Posada Vanegas , G. (4 de Marzo de 2018).  
Evaluación estacional del riesgo por  
inundación en zonas agrícolas. [https://  
www.scielo.org.mx/pdf/tca/v9n3/2007-  
2422-tca-9-03-92.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v9n3/2007-2422-tca-9-03-92.pdf)