

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**



**CARACTERIZACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DE LA MICROCUENCA RÍO
BELLA - TINGO MARIA**

TESIS

Para optar el título de:

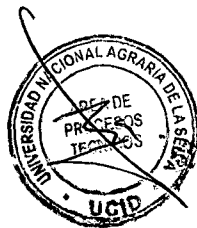
**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

MUÑOZ RECAVARREN, ERICK ANTONIO

PROMOCIÓN: 2008- II

Tingo María - Perú

2012



P32

M94

Muñoz Recavarren, Erick Antonio

Caracterización edafoclimática de la Microcuenca Río Bella – Tingo María, 2012

101-h.; 29 cuadros; 17-figs.; 19-ref.; 30-cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

- | | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. TIERRAS | 2. CARTOGRÁFICAS | 3. CONSERVACIÓN |
| 4. CARACTERIZACIÓN | 5. INDICE | 6. CLASIFICACIÓN |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 30 de octubre del 2012, a horas 10:00 a.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“CARACTERIZACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DE LA MICROCUENCA RIO BELLA – TINGO MARÍA”

Presentado por el Bachiller: **ERICK MUÑOZ RECAVARREN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 14 de diciembre del 2012.

Ing. M.Sc. **JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO**
PRESIDENTE



Ing. **JAIMÉ TORRES GARCÍA**
VOCAL

Ing. Mg. **WILFREDO ALVA VALDIVIEZO**
VOCAL

Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ**
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador todopoderoso, a mis queridos padres **MARIVEL RECAVARREN Y DANIEL ANTONIO MUÑOZ**, quienes desplegaron su inmenso sacrificio para la culminación de mi carrera profesional y quienes siempre estuvieron y están en los momentos buenos y malos, a ellos que con su amor y perseverancia supieron formarme como persona. A mis hermanos **MISHELLE, PATRICK Y DIEGO**, por su amor y respeto.

A mi abuelita, **MERY VIGIL**, a mis tías **EMMA VIGIL** y **ROCIO ESPINOZA**, a mi abuelito **PORFIRIO MUÑOZ** por sus estímulos, amor y apoyo moral para conseguir mi meta. A toda mi familia con gratitud y respeto.

A la memoria de mi abuelito **EGUER RECAVARREN**, quien no está con nosotros pero hubiera hecho muy feliz saber que cumplí este objetivo.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron sobre mi formación profesional.
- Al Ing. M.Sc. Lucio Manrique de Lara Suárez, asesor del presente trabajo, por su labor como formador, su amistad, su apoyo desinteresado.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. José Levano Crisostomo, Ing. Jaime Torres García y al Ing. Wilfredo Alva Valdiviezo.
- A la persona más especial de mi vida, Lindsay Trujillo Funegra quien fue mi apoyo físico y moral durante toda la carrera profesional y en la ejecución del presente trabajo.
- A la familia Espinoza Vigil por su apoyo moral y por todo su cariño. A mi tío Guillermo Espinoza, por tener siempre un consejo y las palabras exactas para mí cuando más las necesito.
- A mis amigos Marco Ríos, Angelo Lama Isminio, entre otros que me ayudaron en la instalación de mi tesis.
- A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 017-2009 AG)	3
2.2. Zonas de vida de la zona en estudio	17
2.3. Parámetros climáticos	19
2.3.1. Elementos climáticos	19
2.3.2. Factores climáticos	20
2.4. Precipitación	21
2.4.1. Causas de la precipitación	21
2.4.2. Variación de la precipitación	22
2.4.3. Análisis de las precipitaciones	23
2.5. Tabla de precipitación histórica del promedio mensual (1949 – 2001)	24
2.5.1. Variación anual de la temperatura	24
2.5.2. Influencia del relieve y topografía en las temperaturas ..	25
2.6. Índices climáticos	25
2.6.1. Evapotranspiración	25
2.6.2. Índice de mediterraneidad	27
2.6.3. Índice de humedad de Thornthwaite	28
2.6.4. Índice de continentalidad	29
2.6.5. Índices de aridez	32
2.6.6. Índice de termicidad de Rivas – Martínez	34

2.6.7. Índice de Fournier modificado	36
2.6.8. Clasificación climática sistema Thornthwaite.....	37
2.6.8.1. Cálculo del régimen de humedad	40
2.6.8.2. Variación estacional de la humedad	41
2.6.8.3. Tipos de clima según el índice de eficiencia térmica	42
2.6.8.4. Tipos de clima según la concentración de la eficiencia térmica en verano	43
2.6.9. Diagrama ombrotérmico	44
2.6.9.1. Ejemplos de diagramas ombrotérmicos	46
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1. Lugar de ejecución	47
3.1.1. Ubicación UTM	49
3.2. Características ambientales del área en estudio	49
3.3. Materiales	53
3.3.1. Material cartográfico	53
3.3.2. Material satelital	53
3.3.3. Equipo de gabinete	53
3.3.4. Equipo y material de campo	53
3.4. Metodología	54
3.4.1. Clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor ..	54
3.4.2. Índices climáticos	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1. Clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor	60
4.1.1. Unidades cartográficas	60

4.1.2. Categorías jerárquicas del sistema	60
4.1.3. Descripción de las unidades de capacidad de uso mayor	65
4.1.3.1. Tierras aptas para cultivo permanente	65
4.1.3.2. Tierras aptas para pastos	68
4.1.3.3. Tierras de aptitud forestal	71
4.1.3.4. Tierras de protección	77
4.2. Índices climáticos	79
4.2.1. Variación de la evapotranspiración	79
4.2.2. Índice de mediterraneidad de Rivas – Martínez	81
4.2.3. Índice de humedad de Thornthwaite	82
4.2.4. Índice de continentalidad	82
4.2.5. Índice de aridez	83
4.2.6. Índice de termicidad de Rivas – Martínez	84
4.2.7. Índice de erosión potencial de Fournier	85
4.2.8. Clasificación climática sistema Thornthwaite	86
4.2.9. Diagrama ombrotérmico	87
V. CONCLUSIONES.....	92
VI. RECOMENDACIONES.....	97
VII. ABSTRACT.....	98
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
IX. ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Valor promedio mensual de la lluvia y su distribución periodo (1940 – 2001)	24
2. Regiones de humedad – índice de humedad de Thornthwaite	28
3. Índice de continentalidad de Gorezynski	31
4. Índice de continentalidad de Currey	31
5. Índice de aridez según Lang	32
6. Índice de aridez según De Martonne	33
7. Tipos de termicidad	35
8. Clasificación del índice de Fournier modificado para latinoamerica	36
9. Cuadro de Clasificación de Thorntwaite en función de la humedad	38
10. Cuadro de Clasificación de Thornthwaite en función de la eficiencia térmica	38
11. Cuadro de régimen de humedad para climas húmedos y climas secos	40
12. Índice de la variación estacional de la humedad	42
13. Regiones térmicas según el índice de eficiencia térmica	43
14. Tipo de clima según la concentración de la eficiencia térmica en verano	44
15. Subunidades fisiográficas de la microcuenca Río Bella	51

16.	Calicatas para caracterización de suelos	55
17.	Relación de puntos de muestreo en el área de estudio...	56
18.	Características y métodos para el análisis de suelos	56
19.	Índices climáticos y metodologías empleadas	58
20.	Superficie de las unidades cartográficas de capacidad de uso mayor de las tierras	61
21.	Superficie de las categorías de capacidad de uso mayor De las tierras	62
22.	Variación de la evapotranspiración del periodo del 2003 al 2010	79
23.	Índice de mediterraneidad de Rivas – Martinez del Periodo 2003 al 2010	81
24.	Índice de humedad de Thornthwaite del periodo 2003 al 2010	82
25.	Índice de continentalidad, según el método de Gorezynski y método de Currey, del periodo 2003 al 2010	82
26.	Índice de aridez, según el método de Lang y De Martonne, Del periodo 2003 al 2010	83
27.	Índice de termicidad de Rivas – Martinez de periodo 2003 al 2010	84
28.	Índice de erosión potencial de Fournier del periodo 2003 al 2010	85
29.	Clasificación climática sistema Thornthwaite	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la microcuenca "Río Bella", ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún – Las Palmas, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Con el objetivo de realizar la caracterización edafoclimática de la microcuenca del río Bella, se realizó la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor según el D.S. 017-2009 AG, determinándose siete unidades: Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo (C2s), con una extensión de 44.82 has; tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo e inundación (C2si), con una extensión de 16.39 has; tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitación por suelo (P2s), con una extensión de 465.68 has; tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media, con limitación por suelo (F2s), con una extensión de 924.37 has; tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo (F3s), con una extensión de 937.44 has; tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión (F3se), con una extensión de 487.53 has y tierras de protección (x), con una extensión de 1087.67 has. Del mismo modo se determinaron los índices climáticos del periodo año 2003 al 2010: Índice de evapotranspiración según el método de Thornthwaite, siendo 147.62 el mayor valor que se dio en el año 2008. Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez, presentando valores de 0.60, 0.64 y 0.68 respectivamente, por lo tanto no se le considera mediterráneo. Índice de humedad de Thornthwaite, la microcuenca pertenece a la región "Hiperhúmedo" ya que se determinaron valores desde

134.71 hasta 204.52. Índices de continentalidad de Gorezynski y Currey, presentando para ambas metodologías un clima Hiperoceánico; ya que se determinaron valores de -0.39 a 14.36 y 0.30 a 0.63 respectivamente. Índices de aridez de Lang y de De Martonne, encontrándose según estos índices en una "Zona Perhúmeda con prados y tundras" y "Perhúmeda" respectivamente. Índice de termicidad de Rivas-Martínez, indicándonos que el tipo de termicidad de la microcuenca es "Cálido" con subtipo "Tórrido". Índice de Fournier modificado, presentándose una erosividad "Muy Alta". Se realizaron los diagramas ombrotérmico de Gaussen, los cuales nos indican que los años 2003, 2004, 2005, 2006, 2008 y 2009 son considerados "Años húmedos", y que el mes de Junio del año 2007 y el mes de agosto del año 2010 son considerados "Periodos Semi Secos".

I. INTRODUCCIÓN

El deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en uno de los problemas ambientales, sociales y económicos más importantes del mundo y de nuestro país, especialmente en la Selva. La tala de la vegetación y la contaminación están deteriorando el recurso agua de cuencas enteras, ocasionando pérdidas importantes en infraestructura, vidas humanas y de inversión adicional.

Según FLORES (2003), en la provincia de Leoncio Prado de 494 982 ha se han deforestado 105 611 ha, es decir el 21% del territorio, observándose los impactos en la agricultura y el ambiente; además, los principales causantes de la alarmante situación que se vive en nuestros bosques, son los cultivos de hoja de coca ilegal en un 40% y la agricultura migratoria en un 60%. La deforestación con fines de uso agropecuario, en zonas con condiciones topográficas severas especialmente en Selva Alta, traen como consecuencia serios problemas de erosión (IIAP, 1995).

Se debe realizar un buen manejo de las microcuencas ya que es un factor que se debe tener en cuenta en la planificación del desarrollo integral de la provincia de Leoncio Prado, especialmente en los aspectos referentes al uso del agua y del suelo, en general, a la explotación racional de los recursos naturales. El equilibrio ecológico regional está íntimamente ligado a la

estabilidad de las cuencas y éstas deben ser manejadas con alta responsabilidad para evitar problemas graves en el presente y en el futuro y evitar que se siga deteriorando la cuenca del río Huallaga.

La presente investigación pretende realizar una caracterización edafoclimática para determinar las características de la microcuenca del río Bella; ya que se tiene como hipótesis que todas las características edafoclimáticas de la microcuenca en estudio son las mismas; planteando de ésta manera los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Realizar la caracterización edafoclimática de la microcuenca del río Bella.

Objetivos específicos

- Realizar la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor.
- Determinar los siguientes índices climáticos del periodo del año 2003 al 2010:

✓ Índice de evapotranspiración de Thornthwaite, Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez, Índice de humedad de Thornthwaite, Índice de continentalidad de Gorezynski y Currey, Índice de aridez de Lang y De Martonne, Índice de termicidad de Rivas-Martínez, Índice de Fournier modificado, Diagrama Ombrotérmico de Gaussen.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (D.S. 017-2009 AG)

Capitulo III

Del sistema de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor

Artículo 9º: Categorías del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor esta conformado por tres categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, Clase de capacidad de uso Mayor, Subclase de Capacidad de Uso Mayor.

9.1 Grupo de capacidad de uso mayor de las tierras.

Esta categoría representa la mas alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y propiedades similares en cuanto a su aptitud natural para producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos

permanentes, pastos, producción forestal, las que no reúnen estas condiciones, son consideradas tierras de protección, El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida.

Los cinco grupos de CUM establecidos por el presente reglamento son:

a) Tierras aptas para cultivo en limpio (A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas o continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal, las y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado sin contravenir los principios del uso sostenible.

b) Tierras aptas para cultivos permanente (C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, de relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica o continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en

concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

c) Tierras aptas para pastos (P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero si a la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva de l recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

d) Tierras aptas para producción forestal (F)

Agrupar a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, si para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

e) Tierras de protección (X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas y de relieve mínimas para la producción sostenible de

cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen los escenarios glaciarios (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científicos y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

9.2 Clase de capacidad de uso mayor de las tierras

Es el segundo nivel categórico del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a unidades de suelos según su calidad agrológica dentro de cada grupo. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma vocación o aptitud de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y presenta el resumen de la potencialidad del

suelo para producir plantas específicas o secuencia de ellas bajo un conjunto de prácticas de manejo.

De esta forma se han establecido tres clases de calidad agrológica: alta media y baja. La clase de Calidad Alta comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de Calidad Baja reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo de conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de Calidad Media corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.

A continuación, se define las clases de capacidad de uso mayor establecidas para cada uno de los Grupos de CUM.

a) Clases de tierras para cultivos en limpio (A)

Se establece las siguientes clases: A1, A2 y A3. La calidad agrológica disminuye progresivamente de la Clase A1 a la A3.

- Calidad agrológica alta (A1)

Agrupar a las tierras de más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso extensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de

manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

- **Calidad agrológica media (A2)**

Agrupar a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

- **Calidad agrológica baja (A3)**

Agrupar a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

b) Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Se establece las siguientes clases: C1, C2 y C3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3.

- **Calidad agrológica alta (C1)**

Agrupar a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos

permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

- **Calidad agrológica media (C2)**

Agrupar a tierras de calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanente. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

- **Calidad agrológica baja (C3)**

Agrupar tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y por tanto, requiere de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener su producción sostenible.

c) Clase de tierras aptas para pastos (P)

Se establecen las siguientes clases de potencialidad: P1, P2 y P3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la Clase P1 a la P3.

- **Calidad agrológica alta (P1)**

Agrupar tierras con la más alta calidad agrológica de ese grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.

- **Calidad agrológica media (P2)**

Agrupar tierras de calidad agrológica media en este grupo con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

- **Calidad agrológica baja (P3)**

Agrupar tierras de calidad agrológica baja en este grupo, con fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pastos naturales y cultivados, que permiten el desarrollo sostenible de una determinada ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible evitando el desarrollo del suelo.

d) Clases de tierras aptas para producción forestal (F)

Se establecen las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3.

- Calidad agrológica alta (F1)

Agrupar tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ligeras limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción de especies forestales maderables. Requieren de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

- Calidad agrológica media (F2)

Agrupar tierras de calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias más adecuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

- Calidad agrológica baja (F3)

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción forestal de especies maderables. Requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de

suelos y bosques para la producción forestal sostenible sin deterioro del recurso suelo

e) Clases de tierras de protección (X)

Estas tierras no presentan clase de capacidad de uso, debido a que presenta limitaciones tan severas de orden climáticos, edáficos o de relieve, que no permiten la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos ni producción forestal.

9.3 Subclase de capacidad de uso mayor de tierras

Constituye la tercera categoría del presente sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función de factores limitantes, riesgo y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa a tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- Limitación por suelo, limitación de sales, limitación por topografía
 - riesgo de erosión, limitación de drenaje, limitación por riesgo de inundación, limitación por clima

En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

- Uso temporal, terraceo o andenería, riesgo permanente o suplementario

Limitaciones:

a. Limitación por suelo ("S")

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí la gran importancia de los estudios de los suelos, en ellos se identifica, describe, separa y califican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determinan los Grupos de Capacidad de Uso.

Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

El suelo es uno de los componentes principales de la tierra que cumple funciones principales tanto de sostenimiento de las plantas como de fuentes de nutrientes para el desarrollo de las mismas. La limitación por suelo esta dada por la eficiencia de alguna de las características mencionadas, lo

cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva.

b. Limitación por sales (“i”)

Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente de factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

c. Limitación por topografía – riesgo de erosión (“e”)

La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano que no favorecen los escurrimientos lentos ni rápidos.

Otro aspecto importante en la forma de la superficie del terreno, de gran interés desde el punto de vista las obras de nivelamiento. Las pendientes moderadas pero de superficie desigual o muy variadas deben ser consideradas como factores influyentes en los costos de nivelación y del probable efecto de

estas sobre la fertilidad y las características físicas al eliminar las capas edáficas de gran valor agrícola.

d. Limitación por drenaje (“W”)

Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del substratum y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la fertilidad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. El cultivo de arroz presenta una excepción, así como ciertas especies de palmáceas de hábitat hidrófobo en la región amazónica (aguaje).

e. Limitación por riesgo de inundación o anegamiento (“I”)

Este es un aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, pero, por una particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales en la región amazónica y en los valles costeros, y que comprometen la fijación de cultivos, se ha diferenciado del problema de drenaje. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de especies a cultivarse.

f. Limitación por clima (“C”)

Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse.

Esta limitación es común en las tierras con potencial para cultivos en limpio ubicadas en el piso Montano y en las tierras con aptitud para pastos en los pisos altitudinales Subalpino y Alpino (zona de páramo y tundra, respectivamente), por lo que en ambas situaciones siempre llevara el símbolo “c” además de otras limitaciones que podrían tener.

Condiciones especiales

g. Uso temporal (“t”)

Referida al uso temporal de los pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

h. Presencia de terraceo – andenería (“a”)

Esta referida a las modificaciones realizadas por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes), lo cual reduce la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

i. Riesgo permanente o suplementario (“r”)

Referida a la necesidad de la aplicación de riesgo para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas. (EL PERUANO, 2009).

2.2. Zonas de vida de la zona en estudio

Bosque muy húmedo - premontano tropical (bmh-Pt)

Bosque muy húmedo – subtropical (bmh-S)

a) Ubicación y extensión

La zona de vida bosque muy húmedo-Premontano Tropical se distribuye en la región latitudinal Tropical del país con una superficie aproximada de 238,101 km² y presenta dos zonas transicionales: bosque húmedo – Tropical y bosque pluvial – Premontano Tropical. La zona de vida bosque muy húmedo – Subtropical se distribuye en la región latitudinal Subtropical con una superficie de 37,275 km² y presenta una formación Transicional a bosque pluvial – Subtropical. Ambas Zonas de Vida totalizan una extensión de 275,376 km², es decir, el 21,42% de la superficie territorio del país.

La distribución geográfica de estas Zona de Vida es muy amplia, centrada en la Selva Alta y Selva Baja y generalmente sobre laderas con fuertes pendientes, que varían entre 70 y 100 %. Altitudinalmente, se sitúan

entre 600 y cerca de 2,000 m.s.n.m. para el caso de la Selva Alta y entre 200 y 400 m.s.n.m. en la denominada Selva Baja.

b) Clima

Según el Diagrama de HOLDRIGE (1995) el bosque muy húmedo Premontano Tropical, transicional a bosque muy húmedo Subtropical, tienen una biotemperatura media anual que varía entre 17 ° C y 22.5 ° C y un promedio de precipitación total por año variable entre 4,000 y 4,500 milímetros.

c) Relieve y suelos

La configuración topográfica es generalmente abrupta con gradientes sobre 7% y muy susceptibles a la erosión. El molde edáfico está representado por suelos generalmente ácidos, medianamente profundos o superficiales, de tonos rojizo amarillos y pertenecientes a grupos edafogénicos como Acrisoles orticos (horizonte B corto), cambrisoles districos (poco fértiles) y eutricos (fértiles), estos últimos, donde hay predominio de materiales calcáreos, así como litosoles en las laderas muy empinadas y la cubierta edáfica es muy somera o aflora el material lítico. En el fondo de los valles, donde predomina el escenario aluviónico, aparecen los Fluvisoles generalmente districos (ácidos) y eutricos (de pH neutro a ligeramente alcalino).

d) Uso actual y potencial del suelo

Esta Zona de Vida presenta fuertes limitaciones ecológicas y por consiguiente, no son muy apropiados para una actividad agropecuaria en forma

económicamente continuada. En cambio, el bosque constituye el recurso más productivo y estable para la producción de maderas y otros productos distintos, siempre y cuando su aprovechamiento se lleve a cabo empleando técnicas moderadas de manejo apropiadas al medio ecológico dominante (INRENA, 1995).

2.3. Parámetros climáticos

Para el estudio del clima local hay que tener que analizar los elementos y factores climáticos.

2.1.1. Elementos climáticos

VALDIVIA (1977), considera como elementos climáticos los diversos fenómenos atmosféricos que en conjunto determinan las características climáticas de un lugar. Entre estos elementos pueden enumerarse los siguientes:

- Radiación solar
- Temperatura
- Humedad del aire
- Vientos
- Nubes y precipitación en todas sus formas.

Dada la variedad y complejidad de estos elementos hay que limitarse, en muchos casos prácticos, a considerar solamente la temperatura y la precipitación que son los de más claro influjo en la vida en general.

2.1.2. Factores climáticos

Se considera como factores climáticos aquellas características propias y fijas de un lugar que determinan un modo preponderante el clima y que causan modificaciones en los elementos climáticos. Por orden de importancia se suelen citar los siguientes:

- a. La latitud geográfica, que determina la mayor o menor inclinación con que caen los rayos solares sobre un lugar y establece la duración de los días.
- b. La altitud del lugar sobre el nivel del mar que fija las condiciones propias de temperatura, humedad y turbulencia del aire.
- c. Las características del suelo que son la textura, por su grado de humedad o por la vegetación o la nieve que lo cubre determinan peculiaridades especiales.
- d. La exposición de un lugar hacia la orientación determinada que ocasiona la mayor o menor incidencia de los rayos solares y, por consiguiente, un mayor o menor calentamiento del suelo. Por ejemplo en una montaña no son iguales las condiciones de la solana y de la umbría.
- e. La continentalidad o grado de alejamiento de un lugar con respecto a los océanos y mares interiores, así como la situación orográfica con relación a ellos se determina la posibilidad de que a él lleguen los vientos con un mayor o menor contenido de humedad.

De los factores indicados, la latitud es uno de los más importantes puesto que este factor depende de la inclinación de los rayos solares que inciden en la superficie terrestre (VALDIVIA, 1977).

2.4. Precipitación

VILLON (2002), afirma que toda forma de humedad que origina en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de Lluvia, Granizadas, Garuas, Nevadas.

2.4.1. Causas de la precipitación

Para que se produzca precipitación es necesario que las gotitas de agua de una nube aumenten de tamaño hasta que puedan caer por gravedad. En su caída las gotas se unen con otras en suspensión o recientemente formadas o porque al ser de agua más fría que ellas que se encuentran en la parte más baja de la nube, constituyen una superficie de condensación a la que se incorpora vapor de agua. Por estas causas, al aumentar su volumen las gotas aceleran su caída con una velocidad directamente proporcional a su tamaño. Al llegar a la base de la nube puede ocurrir lo siguiente.

- a. Que a partir de la base de la nube las gotas de agua encuentren aire no saturado y con mayor temperatura que la nube produciéndose, entonces, evaporación.
- b. Que por ser una nube baja o media, las gotas de agua encuentren aire más cerca de su punto de saturación lo que permitirá que esas gotas lleguen al suelo en forma de ligeras lluvias. Estas gotas también pueden

llegar en forma de nieve o granizo cuando provienen de gran altura con temperaturas bajo cero.

- c. Que al llegar a la parte más baja encuentren aire saturado o nubes de género estratos o nimbostratos. En esta circunstancia se producen fuertes precipitaciones.

La cantidad de agua que en un instante dado posee una nube depende del proceso de condensación: si este es débil las pequeñas gotas formadas quedan en suspensión (VALDIVIA, 1977).

2.4.2. Variación de las precipitaciones

VALDIVIA (1977), señala que en una zona solo es susceptible de ser estudiada si se cuenta con una serie larga de datos estadísticos que abarquen muchos años de registros, pues la lluvia es uno de los elementos meteorológicos más variables y discontinuos que difiera considerablemente de una región a otra de la tierra. Así mismo para determinar un clima no basta conocer solamente su precipitación normal anual si no también como se distribuye durante el curso del año y cuál es su frecuencia. La forma como se distribuye la lluvia anual durante los doce meses del año recibe el nombre de "régimen pluviométrico".

La frecuencia de la lluvia, expresa el número de días con precipitación por año. El total de la precipitación proveniente de pocas pero intensas lluvias o de ligeras lluvias en un mayor periodo de días es de valor significativo para muchas actividades económicas. La relación entre la cantidad de precipitación y el tiempo de que ha durado en caer se llama "intensidad".

2.4.3. Análisis de las precipitaciones

El conjunto de precipitaciones diarias, mensuales y anuales obtenidos durante años en una estación pluviométrica, forma una serie de datos que deben ser analizados utilizando los principios estadísticos de manera tal que permitan caracterizar el régimen pluviométrico de la zona, la misma que debe corresponder al promedio aritmético de las alturas de las barras de precipitación mensual o anual de una serie de años tan largos como sea posible. La Organización Mundial de Meteorología recomienda de 30 años de observaciones para que la medida sea considerada como valor normal (VALDIVIA 1977).

2.5. Tabla de precipitación histórica del promedio mensual periodo (1940-2001)

Cuadro 1. Valor promedio mensual de la lluvia y su distribución periodo (1940-2001).

Cantidad de lluvia	Meses	Promedio mensual
Muy lluvioso (> 350 mm / mes)	Diciembre	387.4
	Enero	441.7
	Febrero	385.3
	Marzo	376.4
Lluvioso (> 250 mm / mes)	Abril	291.1
	Octubre	282.5
	Noviembre	347.7

Medio lluvioso (>150 mm / mes)	Mayo	214.5
	Septiembre	163.5
Poco lluvioso (< 150 mm / mes)	Junio	149.5
	Julio	137.7
	Agosto	124.9
Total anual		3309.50

Fuente. Chávez – Manrique (2003).

2.5.1. Variación anual de la temperatura

La diferencia anual de la temperatura entre los meses más cálidos y más fríos es mayor en latitudes más elevadas y para la misma latitud sobre los continentes que sobre los océanos los menores valores de oscilación sobre los océanos o zonas próximas se debe al efecto moderador del mar, pues el calor específico, la penetración del calor, y el calor latente de evaporación son elevados (CASTILLO, 1996).

2.5.2. Influencia del relieve y topografía en las temperaturas

Para investigar la influencia ejercida por la topografía y el relieve sobre las temperaturas es preciso separar la noche del día. Durante el día, las laderas orientadas en distintas direcciones y con diferentes pendientes reciben cantidades muy distintas de radiación siendo estos los factores más importantes para una diferenciación de los climas según la situación. En cambio, durante la noche, es el aire frío que se desplaza hacia los lugares más bajos, lo que produce variaciones en el clima independientemente de la orientación de las laderas (CASTILLO, 1996).

2.6. Índices climáticos

Según DIAZ (2011), los índices climáticos son el resultado de formulas matemáticas y estadísticas que combinan los parámetros climáticos (principalmente temperatura y precipitación) con datos como la altitud o la latitud con el fin de manifestar la relación entre la vegetación y el clima.

Estos índices se dividen en: térmicos, pluviométricos, de aridez, de continentalidad, de mediterraneidad e índices bioclimáticos.

2.6.1. Evapotranspiración

Según CHAVARRI (2004), es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación, los mismos factores que dominan la evaporación desde una superficie de agua abierta también dominan la evapotranspiración, los cuales son: El suministro de energía y el transporte de vapor. Además, el suministro de humedad a la superficie de evaporación es un tercer factor que se debe tener en cuenta. A medida que el suelo se seca, la tasa de evapotranspiración cae por debajo del nivel que generalmente mantiene en un suelo bien humedecido.

El concepto de evapotranspiración es ampliamente utilizado y desde su introducción ha tenido gran influencia en los estudios geográficos del clima mundial; de hecho su diferencia respecto de las precipitaciones ($Pp-ETP$) ha sido frecuentemente usada como un indicador de humedad o aridez climática. También ha influido sobre la investigación hidrológica y ha significado

el mayor avance en las técnicas de estimación de la evapotranspiración. Dentro de los métodos para calcular la evapotranspiración se destaca el siguiente:

- **Método de Thornthwaite**

El método de Thornthwaite reporta resultados más o menos aceptables en zonas húmedas, dando valores demasiado bajos en regiones secas, agravándose aun más en regiones desérticas. El proceso de cálculo es el siguiente:

- a) Se calcula el índice de calor mensual, i , a partir de la temperatura media mensual $^{\circ}\text{C}$.

$$i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

- b) Se calcula el índice de calor anual, I , sumando los 12 valores de i .

$$I = \sum i$$

- c) Se calcula el E_{to} mensual sin corregir mediante la siguiente ecuación.

$$E_{to} = 16 \left(\frac{10 t}{I} \right)^a$$

Donde $a = 675 * 10^{-9} I^3 - 771 * 10^{-7} I^2 + 1792 * 10^{-5} I + 0.49239$

- d) Corrección para el número de días del mes y número de horas de sol.

$$E_{to} = E_{to} \left(\frac{N}{12} \right) \left(\frac{d}{30} \right)$$

2.6.2. Índice de mediterraneidad

ALMOROX (2008), nos dice que existen muchos métodos que son empleados en Bioclimatología. Así por ejemplo, uno de los índices numéricos frecuentemente utilizados para caracterizar bioclimáticamente un área es el índice de mediterraneidad (Im), que representa la relación existente entre la evapotranspiración potencial (ETP) y la precipitación (P) de un territorio dado. Dentro de los índices más destacados de mediterraneidad podemos destacar:

- **Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez:**

$$Im1 = ETP_{jl} / P_{jl}$$

$$Im2 = (ETP_{jn} + ETP_{jl}) / (P_{jn} + P_{jl})$$

$$Im3 = (ETP_{jn} + ETP_{jl} + ETP_{ag}) / (P_{jn} + P_{jl} + P_{ag})$$

ETP : Evapotranspiración calculada a partir del método de Thornthwaite

P : Precipitación media mensual

Se consideran mediterráneos aquellos territorios en los que:

$$Im1 > 1$$

$$Im2 > 1$$

$$Im3 > 1$$

2.6.3. Índice de humedad de Thornthwaite (IH)

RIVAS – MARTINEZ (2008), indica que el valor anual de la evapotranspiración potencial de Thornthwaite (PE) se utiliza en el cálculo del índice de humedad del mismo autor. $IH = 100 (P-PE)/PE$, que expresa el porcentaje del exceso o defecto de la precipitación anual (P) respecto a la evapotranspiración anual (PE). Si $P > PE$ el índice es positivo y si $P < PE$ es negativo. Según el citado valor Thornthwaite (1955) reconoce cinco regiones de humedad, algunas de ellas diversificadas, cuyos valores se exponen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Regiones de humedad – índice de humedad de Thornthwaite

Tipo climático	IH
A. Hiperhúmedo	> 100
B4. Húmedo (superlativo)	80 a 100
B3. Húmedo (superior)	60 a 80
B2. Húmedo (medio)	40 a 60
B1. Húmedo (inferior)	20 a 40
C2. Subhúmedo-húmedo	0 a 20
C1. Seco-subhúmedo	-33.3 a 0
D. Semiárido	-66.7 a -33.3
E. Árido	-100 a -66.7

Fuente: Thornthwaite (1955)

2.6.4. Índices de continentalidad

MALLADA (1991) manifiesta que, los índices de continentalidad es un factor climático que se aplica a aquellos lugares donde la influencia marina no se deja notar o apenas lo hace y por tanto las precipitaciones son menores y la oscilación térmica mayor.

Un índice de continentalidad indica en que medida el clima de un lugar esta influido por las características que un continente impone a las masas de aire que hay sobre él. Los continentes se enfrían y calientan mucho mas rápidamente que los océanos, por lo que al transmitir sus características térmicas a las masas de aire que descansan sobre ellos permiten que estas alcancen temperaturas más extremas (altas temperaturas en verano e intensos fríos en invierno) que las que se registran en masas de aire bajo influencia oceánica. Este efecto es mas acusado cuanto mas nos alejamos del mar o si hay una barrera topográfica que evite que la acción atemperante del mar penetre hacia el interior.

Como consecuencia de este comportamiento térmico las masas de aire que encontramos en el verano sobre los continentes se calientan intensamente por la base, lo que favorece que su interior se produzca movimientos ascendentes y precipitaciones de tipo convectivo. En invierno ocurre lo contrario: Las masas de aire al entrar en contacto con la superficie fría del continente se enfría por la base, facilitándose situaciones de subsidencia e inversión térmica que dificultan las precipitaciones, por ello, el grado de continentalidad del clima de un determinado lugar viene dado fundamentalmente por dos parámetros, uno térmico y otro pluviométrico.

- El factor térmico es la amplitud (diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y del mes más frío)
- El factor pluviométrico lo da la precipitación estival, concretamente el peso específico que las precipitaciones de verano tienen sobre la precipitación total anual.

Por lo tanto, la continentalidad de un clima será mayor cuanto más acusada sea la diferencia de temperatura entre el mes más frío y el mes más cálido y cuanto mayor peso específico tengan las precipitaciones de verano en el total anual.

Para evaluar la continentalidad climática existen diversos índices propuestos por diversos autores. Entre los que podemos señalar:

- **Índice de continentalidad de Gorezynski:**

$$IC = 1.7 \cdot (M_i - m_i) / \sin(\text{Lat} + 10) - 14$$

Donde:

M_i: Temperatura media del mes más cálido

m_i: Temperatura media del mes más frío

Lat: Latitud

Cuadro 3. Índice de continentalidad de Gorezynski

IC	Clima
(-20 , 20)	Hiperoceanicos
(20 , 40)	Oceanicos
(40 , 60)	Subcontinentales
(60 , 80)	Continental
(80 , 120)	Hipercontinentales

Fuente: Mallada (1991)

- **Índice de continentalidad de Currey:**

$$IC = (Mi - mi) / (1 + 1/3 * Lat)$$

Donde:

Mi: Temperatura media del mes más cálido

mi: Temperatura media del mes más frío

Lat: Latitud

Cuadro 4. Índice de continentalidad de Currey

IC	Clima
(0 , 0.6)	Hiperoceanicos
(0.6 , 1.1)	Oceanicos
(1.1 , 1.7)	Subcontinentales
(1.7 , 2.3)	Continental
(2.3 , 5)	Hipercontinentales

Fuente: Mallada (1991)

2.6.5. Índices de aridez

ALMOROX (2009), manifiesta que, un índice de aridez es el valor por el que se mide la escasez o humedad en el aire y en el suelo. Los índices de aridez consideran como dato fundamental las precipitaciones caídas a lo largo del año (como fuente de agua) y las temperaturas (como indicador de la capacidad para evaporar del clima).

Dentro de los métodos para hallar el índice de aridez podemos destacar:

- **Índice de aridez de Lang**

Está definido por medio de la expresión:

$$P_f = P/t_m$$

P : precipitación media anual en mm.

t_m : temperatura media anual en °C

Cuadro 5. Índice de aridez según Lang

Valor de P _f	Zona
0 – 20	Desiertos
20 – 40	Arida
40 – 60	Humedas de estepa y sabana
60 – 100	Humedas de bosques claros
100 – 160	Humedas de grandes bosques
> 160	Perhumedas con prados y tundras

Fuente: ALMOROX (2009)

- **Índice de aridez de de Martonne:**

De naturaleza similar al índice anterior, es más apropiada para climas fríos al adicionar una constante al denominador y evitar, de esta manera, los valores negativos. El valor que se suma a la temperatura del denominador es el 10, valor que se cambia por el siete en la propuesta de delimitación de zonas húmedas y secas de Köppen.

Representado por la formulación:

$$Ia = P/[tm+10]$$

P : precipitación media anual en mm.

tm : temperatura media anual en °C

Cuadro 6. Índice de aridez según De Martonne

Valor de Ia	Zona
0 – 5	Desiertos (Hiperarido)
5 – 10	Semidesierto (Arido)
10 – 20	Semiarido de tipo mediterraneo
20 – 30	Subhumeda
30 – 60	Humeda
> 60	Perhumeda

Fuente: ALMOROX (2009)

Según De Martonne el índice también se puede aplicar para cada mes. La fórmula es similar a la anterior, pero con los valores medios mensuales y multiplicados por doce:

$$I_{ai} = 12 \cdot P_i / [t_{m_i} + 10]$$

P_i : precipitación media mensual en mm

t_{m_i} : temperatura media mensual en °C

Según el autor, son meses de actividad vegetativa para la vegetación aquellos en los que la temperatura media es superior a 3 °C (valor inferior al de 6 °C fijado por otros autores) y en los que el índice de aridez mensual es superior a 20.

2.6.6. Índice de termicidad de Rivas – Martínez

MILLARIUM (2004), indica que el índice de termicidad (I_t), propuesto por Rivas-Martínez, es el valor resultante de la suma en décimas de grado centígrado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío); se expresa como:

$$I_t = (T + m + M)10$$

La bondad de este índice se basa en que el valor de las mínimas del mes más frío (m) y su corrección en tanto a su duración a lo largo del día con la media de las máximas también del más frío del año (M), opera como factor limitante en la vegetación. La importancia y peso que confiere esta fórmula o índice de termicidad al frío estacional o altitudinal ha resultado ser de gran utilidad y elevada correlación con la distribución de las plantas y sus fitocenosis en la Tierra.

Cuadro 7. Tipos de termicidad

Tipos de termicidad	Subtipos	Tp, It, Itc	T
A. Cálido T 15°-30°	1. Tórrido	> 710	> 24°
	2. Cálido	490-710	19°-24°
	3. Subcálido	320-490	15°-19°
B. Templado T 6°-15°	4. Templado	120-320	11°-15°
	5. Subtemplado	800-1300	< 11°
C. Frío T < 6°	6. Frío	380-800	< 6°
	7. Hiperfrío	130-380	< 3°
	8. Ultrafrío	0-130	< 0°
D. Gélido T ≤ 0°	9. Gélido	0	Ti ≤ 0°
	10. Hipergélido	0	M ≤ 0°
	11. Ultragélido	0	M' ≤ 0°

Fuente: Rivas – Martínez (2008).

2.6.7. Índice de Fournier modificado

RAMIREZ (2010) nos dice que, el índice modificado de Fournier fue desarrollado por Arnoldus (1978) para corregir posibles desviaciones en el índice de Fournier, considerando las precipitaciones de todos los meses para un periodo de tiempo, considera no solamente el mes de mayor precipitación sino también el resto de los meses.

Según RAMIREZ (2010), Arnoldus (1978) basado en trabajos de Fournier. Es un método práctico que utiliza una fórmula obtenida por regresión lineal en la cual correlacionó valores conocidos de R con las lluvias medias anuales.

$$R = \sum_{i=1}^{i=12} p_i^2 / P$$

Donde:

i = número del mes

p = precipitación mensual en mm.

P = precipitación promedio anual en mm.

RAMIREZ (2010) nos dice que, este índice fue utilizado por FAO en la elaboración del mapa universal de degradación de suelos. Las principales ventajas que muestra son el empleo de datos meteorológicos simples y una buena correlación con valores medidos conocidos del factor R , empleando el índice I_{30} . Esta ecuación se probó en diferentes regiones del mundo obteniéndose en general un alto grado de correlación (0,89).

Según Arnoldus (1980) y Hoyos *et al.* (2005) citado por RAMIREZ *et al.* (2007), establecieron que el Índice de Fournier Modificado (*IFM*) es considerado como un buen estimador de la erosividad de las lluvias para el modelamiento de los procesos erosivos en zonas tropicales.

Cuadro 8. Clasificación del índice de Fournier modificado para latinoamérica

Clase	Rango	Calificación
1	Menor de 60	Muy bajo
2	60 a 90	Bajo
3	90 a 120	Moderado
4	120 a 160	Alto

Fuente: Ramirez *et al.* (2007).

2.6.8. Clasificación climática sistema Thornthwaite

Thornthwaite propuso una clasificación climática cuya principal característica fue la utilización de la evapotranspiración potencial como parámetro fundamental para la delimitación de los distintos tipos climáticos (Thornthwaite, 1948).

Thornthwaite consideró necesario emplear variables más complejas, que permitieran resumir la acción recíproca entre la vegetación y la atmósfera. Consideró la evapotranspiración como el proceso principal de intercambio de energía, humedad y momento entre la superficie terrestre y la atmósfera, y su medida como variable fundamental para su clasificación climática (Torres 2010).

Según TORRES 2010, nos dice, que el sistema de clasificación climática de Thornthwaite se basa en el concepto de evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua, y contiene cuatro criterios básicos: índice global de humedad, variación estacional de la humedad efectiva, índice de eficiencia térmica y concentración estival de la eficacia térmica. La evapotranspiración potencial (ETP) se determina a partir de la temperatura media mensual, corregida según la duración del día; y el exceso o déficit se calcula a partir del balance de vapor de agua, considerando la humedad (I_m), que junto con la ETP permite definir los tipos de clima, que se subdividen en

otros en función del momento del año con exceso o falta de agua y de la concentración estacional de la eficacia térmica.

Cuadro 9. Cuadro de clasificación de Thornthwaite en función de la humedad

Tipo de clima	Índice de humedad
A Perhúmedo	> 100
B4 Húmedo	80 - 100
B3 Húmedo	60 - 80
B2 Húmedo	40 -60
B1 Húmedo	20 -40
C2 Subhúmedo húmedo	0 - 20
C1 Subhúmedo seco	- 33 a 0
D Semiárido	- 67 a -33
E Árido	-100 a -67

Fuente: Torres 2010

Cuadro 10. Cuadro de clasificacion de Thornthwaite en función de la eficiencia térmica

Tipo de clima	ETP (cm)
A' Perhúmedo	> 114
B4' Húmedo	99.7 - 114
B3' Húmedo	88.5 - 99.7
B2' Húmedo	71.2 - 88.5
B1' Húmedo	57 - 71.2
C2' Subhúmedo húmedo	42.7 - 57
C1' Subhúmedo seco	28.5 - 42.7
D' Semiárido	14.2 - 28.5
E' Árido	< 14.2

Fuente: Torres 2010

La fórmula utilizada para caracterizar un clima, según Thornthwaite, está compuesta por cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, se refieren al “Índice de humedad” y a la “Eficacia térmica” de la zona, respectivamente. Las letras tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la “Variación estacional de la humedad” y a la “Concentración térmica en verano” respectivamente.

El proceso de clasificación permite desarrollar modelos que presenten objetos en un esquema ordenado. El objetivo general de la clasificación es desarrollar inventarios y diagnósticos de objeto de clasificación. Por medio de la clasificación se puede organizar el conocimiento y recordar sus propiedades, determinadas relaciones y principios.

En el caso de la clasificación climática se pretende agrupar a los climas de acuerdo a factores que puedan ser cuantificados y registrados, y que tengan una relación directa con la vegetación. Luego de varios años de investigación se estableció que los factores más importantes para el desarrollo vegetal son el calor (medido por la temperatura) la precipitación y la humedad. En función de estos factores se han desarrollado diferentes clasificaciones, algunas más funcionales que otras, y con mayor aplicabilidad para determinadas regiones (Torres 2010).

La clasificación de Thornthwaite está desarrollada para cuatro dígitos o índices que en su conjunto expresan las características del clima de un lugar. El primer y segundo dígito indica el régimen de humedad del lugar; y los dígitos restantes conforman el régimen térmico.

2.6.8.1 Cálculo del régimen de humedad

Es el primer dígito de la clasificación de Thornthwaite, está representado por una letra mayúscula y expresa el grado de humedad de un lugar. Im viene dado por la siguiente fórmula:

$$I_m = (100 E - 60 P) / ETP$$

Donde tras realizar el balance hídrico:

E = exceso de humedad en el año

D = deficiencia de humedad en el año

ETP = evapotranspiración potencial anual

En la fórmula se le otorga mayor importancia al excedente que al déficit puesto que se supone que los excesos pueden aportar humedad a posteriores periodos sin lluvia. Una vez calculado el Im podemos escoger entre nueve tipos o categorías climáticas que donen el grado de humedad del lugar. Estas 9 categorías se dividen en 6 para climas húmedos y 3 para climas secos.

Cuadro 11. Cuadro de régimen de humedad para climas húmedos y climas secos

Climas húmedos		
Símbolo	Tipo de clima	Índice hídrico
A	Súper húmedo	Mayor a 100
B4	Muy húmedo	80 a 100
B3	Húmedo	60 a 80
B2	Moderadamente húmedo	40 a 60

B1	Ligeramente húmedo	20 a 40
C2	Sub húmedo húmedo	0 a 20
Climas secos		
C1	Sub húmedo seco	0 a -20
D	Semiárido o seco	-20 a -40
E	Árido	-40 a -60

Fuente: Torres 2010

2.6.8.2 Variación estacional de la humedad

Una vez conocido el grado de humedad (primer dígito) procedemos a determinar el segundo dígito. Está representado por una letra minúscula que indica como es la variación estacional de la humedad en el lugar que se está clasificando. Si dicho lugar presenta un clima húmedo se emplea la fórmula de Índice de aridez (Ia), ya que nos interesa caracterizar la magnitud y distribución de los períodos secos en el lugar estudiado. Por el contrario si el lugar tiene un clima seco, utilizamos el Índice de humedad (Ih), para saber cómo está distribuida la posible humedad que exista en el lugar y qué importancia tiene esta estación húmeda.

- **Índice de aridez**

$$Ia = (100 D) / ETP$$

- **Índice de Humedad**

$$Ih = (100 E) / ETP$$

Dónde:

D = deficiencia en el año

E =excedente en el año

Como se puede observar los índices nos dicen a qué porcentaje de la ETP anual corresponden el déficit o el exceso. En un lugar muy árido el déficit puede llegar a igualarse con la ETP, ser igual al 100% de la ETP.

Cuadro 12. Índices de la variación estacional de la humedad

Símbolo	Tipo de variación	Índice de variación
Para climas húmedos (índice de aridez "Ia")		
r	Nula o pequeña deficiencia de agua	0 a 16.7
s	Moderada deficiencia en verano	16.7 a 33.3
w	Moderada deficiencia en invierno	16.7 a 33.3
s2	Gran deficiencia en verano	Más de 33.3
w2	Gran deficiencia en invierno	Más de 33.3
Para climas secos (índice de aridez "Ih")		
d	Nulo o pequeño exceso de agua	0 a 10
s	Moderado exceso en verano	10 a 20
w	Moderado exceso en invierno	10 a 20
s2	Gran exceso en verano	Más de 20
w2	Gran exceso en invierno	Más de 20

Fuente: Torres 2010

2.6.8.3. Tipos de clima según el índice de eficiencia térmica

El tercer dígito lo constituye una letra mayúscula con apóstrofe que indica la eficiencia térmica, del lugar considerado. Este se determina entrando directamente con el valor de la ETP anual en mm. Thornthwaite utiliza el valor de la ETP como índice de la eficiencia térmica, ya que considera que ETP es función de la temperatura y la duración del día. Los tipos de clima según el índice de eficiencia térmica son:

Cuadro 13. Regiones térmicas según el índice de eficiencia térmica

Símbolo	Región Térmica	ETP (mm)
A'	Megatermica o cálida	1140 y mas
B4'	Mesotermica semi calida	997 a 1140
B3'	Mesotermica templada cálida	855 a 997
B2'	Mesotermica templada fría	712 a 855
B1'	Mesotermica semi fría	570 a 712
C2'	Microtermica fría moderada	427 a 570
C1'	Microtermica fría acentuada	285 a 427
D'	Tundra	142 a 285
E'	Helado o glacial	Menos de 142

Fuente: Torres 2010

2.6.8.4. Tipos de clima según la concentración de la eficiencia térmica en verano

El índice de la concentración de la eficiencia térmica en verano es el cuarto y último dígito de la clasificación de Thornthwaite. Se expresa con una letra minúscula con apóstrofe e indica como es el régimen térmico durante el verano en relación al resto del año, o lo que es similar, cual es el nivel de concentración de las temperaturas altas durante esa época del año. Dicho índice se determina sumando los valores de ETP de los tres meses de verano (junio, julio y agosto para el hemisferio norte) y relacionándolos luego con la sumatoria de la ETP anual (12 meses)

$$\text{Eficiencia térmica} = (\text{ETP meses de verano} / \text{ETP anual}) * 100$$

Obteniendo el valor en porcentaje se busca entre que límites se encuentra y que letra le corresponde.

Cuadro 14. Tipo de clima según la concentración de la eficiencia térmica en verano

Tipo de clima	% verano / año
a'	Menos del 48
b'4	48 a 51.9
b'3	51.9 a 56.3
b'2	56.3 a 61.6
b'1	61.6 a 68.0
c'2	68.0 a 76.3
c'1	76.3 a 88.0
d'	Más de 88

Fuente: Torres 2010

2.6.9. Diagrama ombrotérmico

ALMOROX (2008), indica que, el método de clasificación bioclimática diseñado por Gaussen, establece que la distribución de la temperatura y la precipitación durante el curso del año, tiene mayor importancia que sus medias anuales. Esta clasificación se basa en el ritmo de la temperatura y precipitación en el curso del año, tomando en consideración los períodos que son favorables o desfavorables para la vegetación como: período húmedo, seco, cálido, frío.

Gaussen considera un mes ecológicamente seco, cuando la precipitación total mensual, expresada en milímetros es igual o inferior, a dos veces el valor de la temperatura promedio mensual expresado en grados centígrados, es decir $P \leq 2T$.

Con la ayuda de esta relación, es posible dibujar un Diagrama Ombrotérmico, que no es otra cosa, que la representación gráfica de los valores mensuales de la temperatura y precipitación, que se registran en una estación meteorológica, con el objeto de determinar en ésta, el período seco, de acuerdo a la definición dada por Gaussen. Diagrama Ombrotérmico es un gráfico en el cual se marca:

En la abscisa: los meses del año. En la ordenada: A la derecha la escala de la precipitación en milímetros, a la izquierda la temperatura en grados centígrados, a escala doble de la precipitación ($10^{\circ}\text{C}=20\text{ mm.}$). La curva de la precipitación está representada en línea continua, mientras la de temperatura en línea discontinua. Representa las temperaturas y las precipitaciones medias mensuales de manera que la curva o las barras rectangulares que expresan las precipitaciones se superpongan a la curva de las temperaturas. Nota: Cuando se sigue el método de Gaussen la escala de los valores de las precipitaciones es el doble de la escala de los valores de la temperatura. Cuando los valores de precipitación están por debajo de los valores de temperatura se considera que corresponde a meses áridos y cuando están por encima meses lluviosos.

Los diagramas climáticos son muy útiles como expresiones gráficas del clima de cualquier territorio. Primeramente propuestos por Gaussen y popularizados por Walter & Leith, los diagramas ombroclimáticos pueden ser exitosamente utilizados para explicar los fenómenos bioclimatológicos (ALMOROX, 2008).

2.6.8.1 Ejemplos de diagramas ombrotermicos

• Climas oceanicos

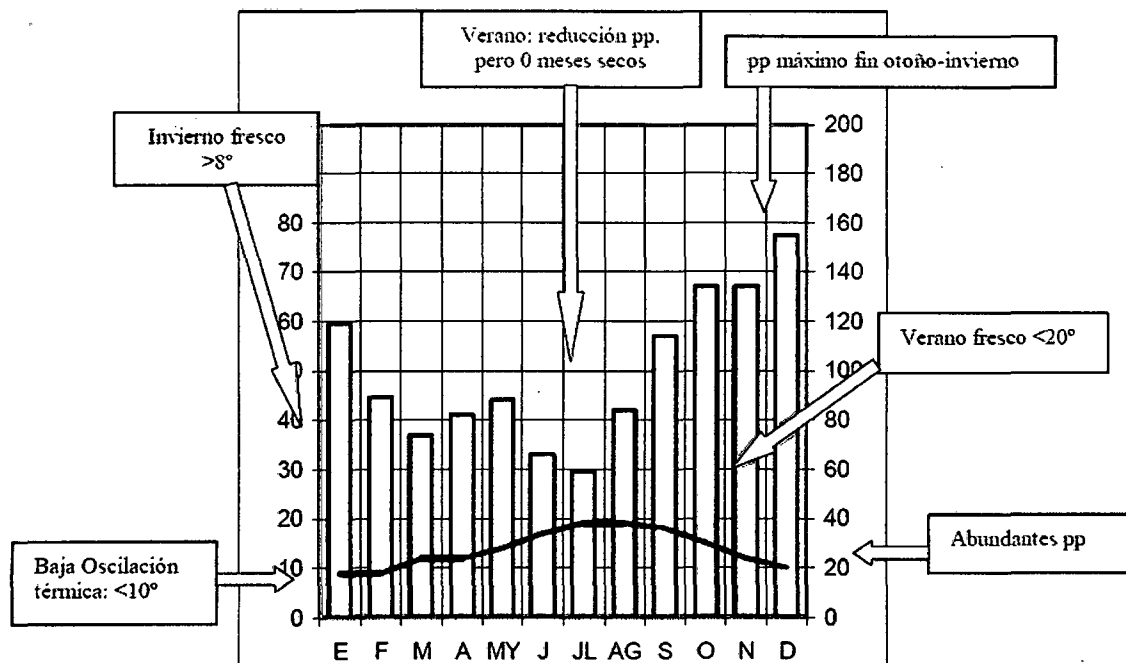


Figura 1: Ejemplo de diagrama ombrotermico en climas oceanicos

• Climas mediterraneos

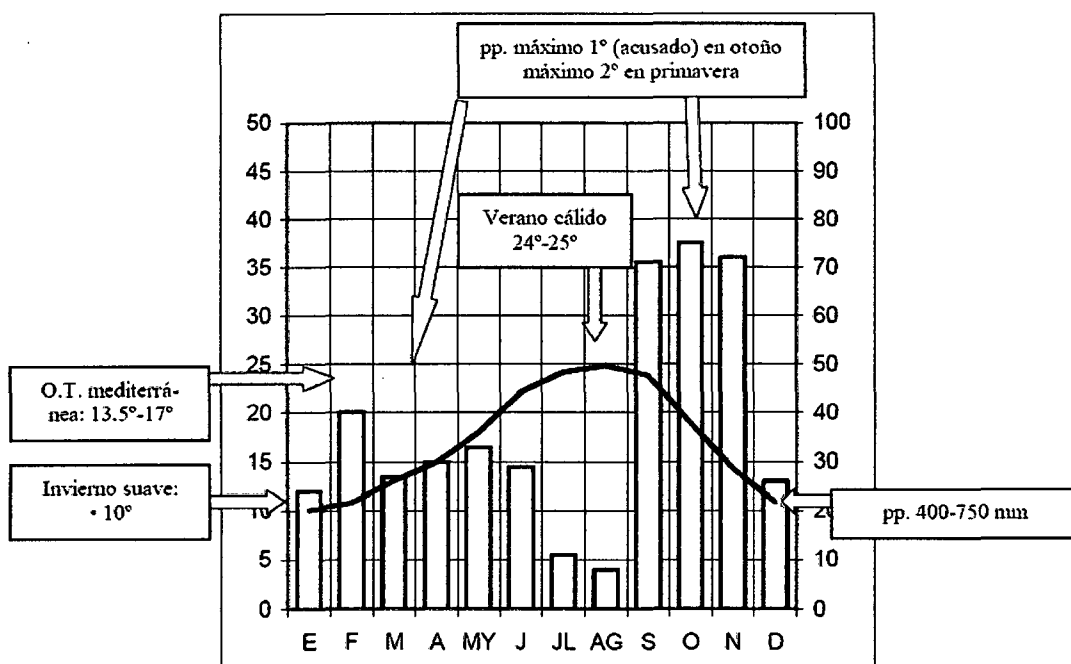


Figura 2: Ejemplo de diagrama ombrotermico para climas mediterraneo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la microcuenca del río Bella, hidrológicamente es tributario de la cuenca del Río Huallaga y políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún - Las Palmas, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, a aproximadamente 20 minutos de la ciudad a través de la carretera Tingo María – Monzón. La microcuenca en estudio, presenta una superficie de 3963.90 ha y una altitud que va desde los 680 hasta los 1860 m.s.n.m.

Así mismo, el trabajo de gabinete se llevó a cabo en la Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones con datos termo pluviométricos de la sub estación Bella, en el Laboratorio de Análisis de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA MICROCUENCA RÍO BELLA

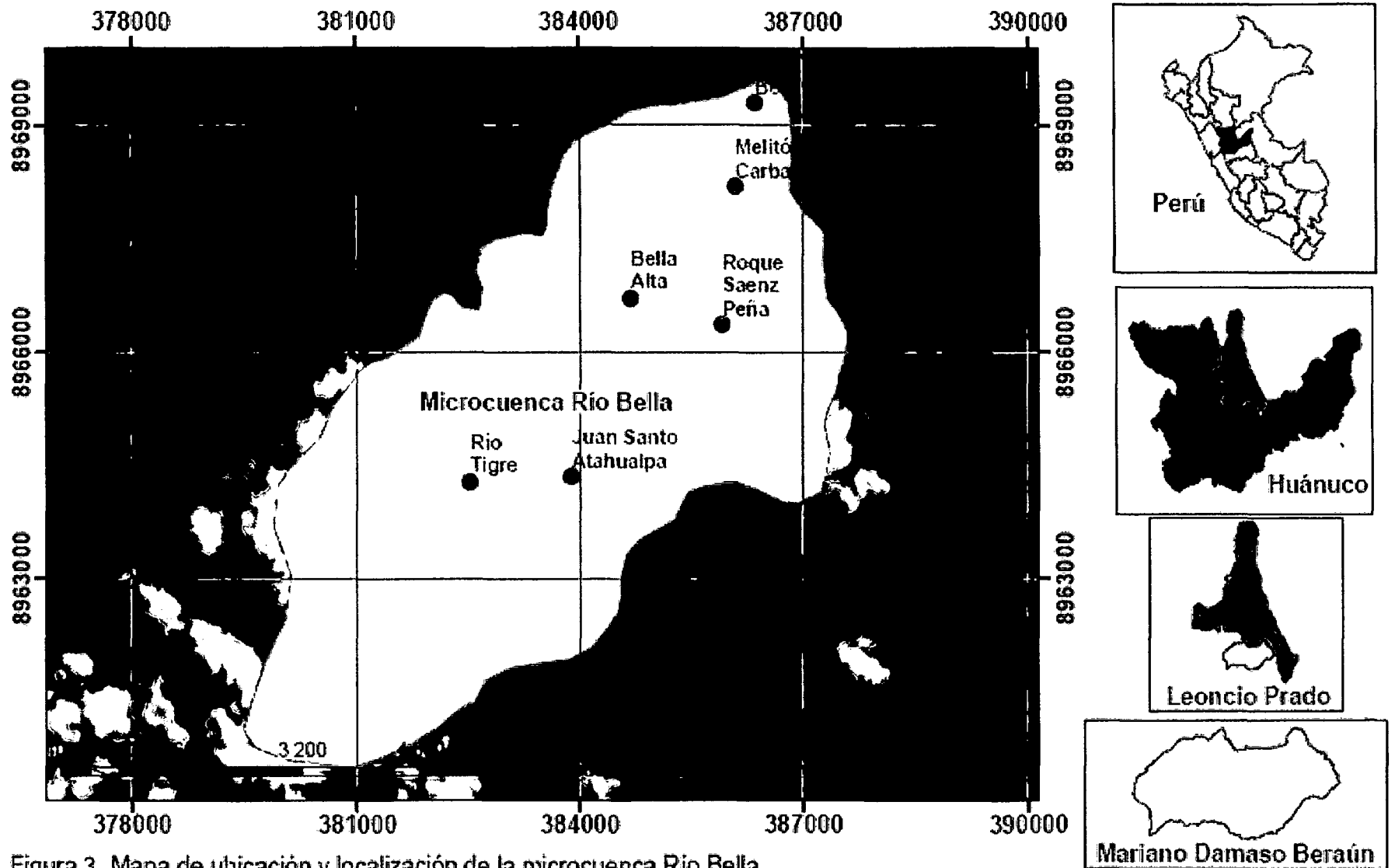


Figura 3. Mapa de ubicación y localización de la microcuenca Río Bella.

3.1.1. Ubicación

Geográficamente se ubica en las coordenadas: Latitud 09° 19' 20" S, Longitud 76° 02' 10", Altitud 985 m.s.n.m.

La microcuenca del río Bella presenta las coordenadas UTM:

Este	: 379000 m	387300 m
Norte	: 8961000 m	8969300 m
Altitud	: 680 msnm	1860 msnm

3.2. Características ambientales del área de estudio

La zona en estudio registra una precipitación promedio anual de 3000 mm y varía en intensidad, duración y frecuencia; muchas veces se manifiestan violentamente en forma de gotas gruesas, de poca duración y en pleno sol. Registra una humedad relativa media anual de 80%. Así mismo una temperatura máxima de 30 °C, temperatura mínima de 20,3 °C y una temperatura promedio de 25,2 °C.

Según Holdrige (1993) citado por INRENA (1995), el área estudiada corresponde a la zona de vida de transición: Bosque Muy Húmedo – Pre montano Tropical (bmh-PT) a Bosque Muy Húmedo – Subtropical (bmh-S).

El área en estudio geológicamente está constituida, casi en su totalidad, por rocas calizas y en menor grado de limonitas y lutitas suaves en proceso de edafización avanzada. Los suelos son, por lo general, ácidos y las

partes de laderas empinadas y escarpadas expuestas a una fuerte erosión por la alta pluviosidad.

El río más importante de la zona es Bella que nace por la desembocadura del río Tigre y Delta. Asimismo el río Oro que es efluente del río Bella, quien desemboca en el río Huallaga.

El nivel de agua comienza a ascender al inicio de la estación de lluvias (Octubre – Noviembre), produciéndose desborde cuando la descarga en un punto dado supera la capacidad del canal para contenerla, a medida que progresa este periodo, la inundación avanza diferentemente. Muchas de estas quebradas no tienen un cauce definido ni colector común, razón por la cual van a depositar sus aguas en las áreas mas bajas y planas.

De manera general el valle del Alto Huallaga y en especial la zona de estudio presentan dos paisajes bien diferenciados según Blanco *et al.* (1977) citado por MANRIQUE DE LARA y CHÁVEZ (1996), que son el paisaje aluvial y el paisaje de lomadas y colinas.

El área en estudio, según la elaboración del mapa fisiográfico, presenta 8 subunidades fisiográficas, las cuales se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Subunidades fisiográficas de la microcuenca del río Bella.

Simbolo	Descripción	Superficie (Ha)
Tb	Terraza Baja	18.69
Ta	Terraza Alta	42.52
Lle	Ladera Ligeramente Empinada	1189.27
Lme	Ladera Modera Empinada	981.00
Ldme	Ladera Disectada Moderadamente Empinada	320.77
Lfe	Ladera Fuertementes Empinada	534.30
Ca	Colina Alta	465.68
Mb	Montaña Baja	411.67
Total		3963.90

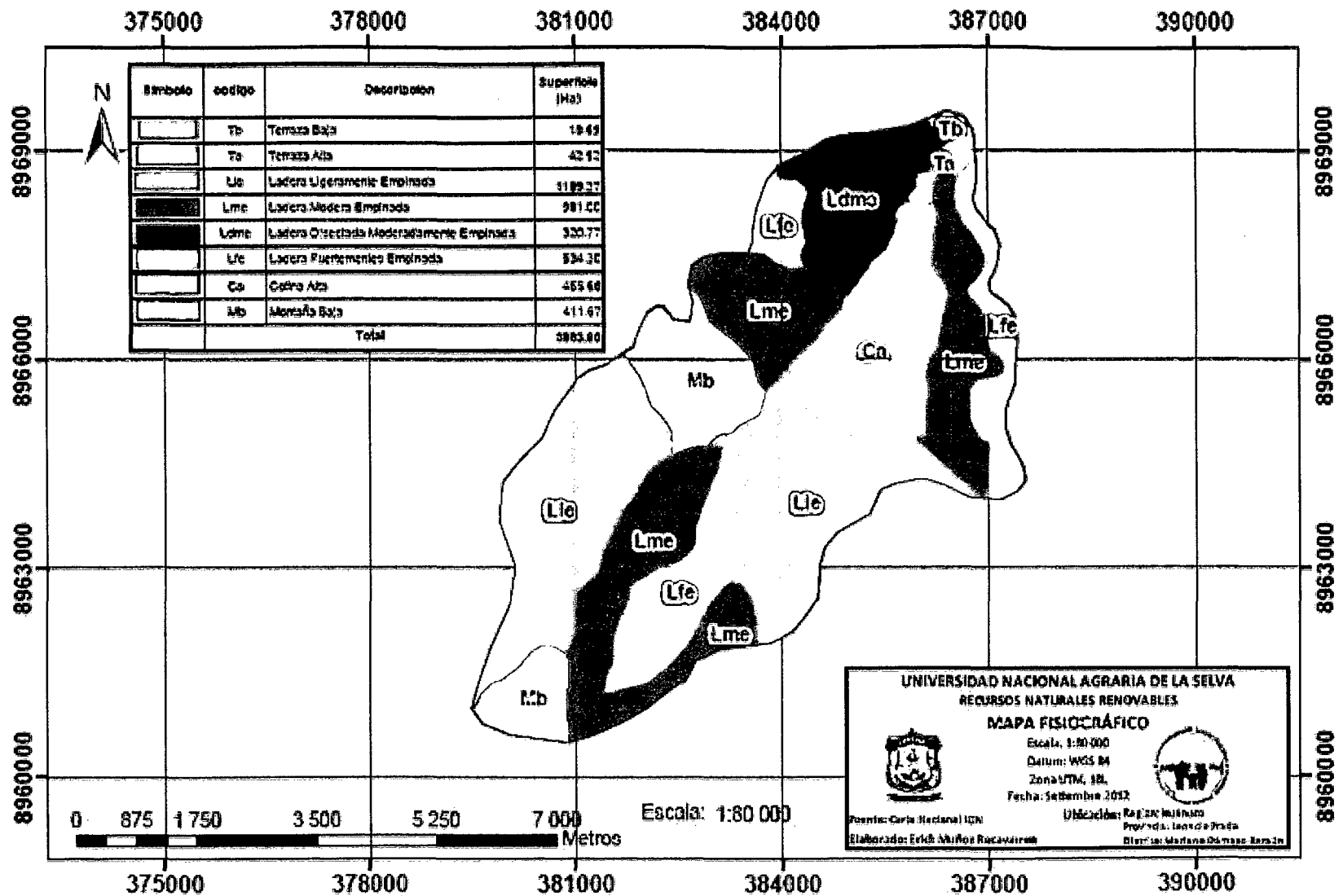


Figura 4. Mapa fisiográfico

3.3. Materiales

3.3.1. Material cartográfico

- Carta Nacional a escala 1:100 000 elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

3.3.2. Material satelital

- Imagen de satélite IKONOS. Fecha: 10 de junio del 2003. Sector: Tingo María.
- Modelo de elevación digital (DEM) ASTER de 30 m de resolución, disponible desde el 2009.

3.3.3. Equipo de gabinete

- 01 Laptop Dual Core 2.
- Registro termo-pluviométrico de la Sub estación meteorológica de la Microcuenca Río Bella (2003 - 2010).
- Software vectorial Arc GIS 10
- Otros: Windows 7, Office 2007 (Word, Excel), etc.

3.3.4. Equipo y material de campo

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global) marca Garmin.
- Cámara digital marca Lumix Panasonic.
- Libreta de campo y fichas de descripción de calicatas.

- Tabla Munsell, eclímetro, peachímetro de campo, pala, machete, wincha
- Útiles de escritorio en general.

3.4. Metodología

3.4.1. Clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor

La clasificación de tierras por capacidad de uso mayor toma en consideración los aspectos edafo-climáticos, para realizar una interpretación práctica de los estudios de suelos. Con tal fin se ha utilizado el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor - Decreto Supremo N° 017-2009-AG (EL PERUANO, 2009).

Para el levantamiento de suelos se ha seguido los lineamientos y normas del Soil Survey Manual del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

El presente informe fue realizado a través de una secuencia de actividades de gabinete, campo y laboratorio que describen cada una de estas etapas mencionadas.

a. Fase preliminar de gabinete

En esta etapa se realizó la recopilación de toda la información existente sobre la zona. También se realizó la interpretación de las imágenes de satélite, con el fin de obtener el mapa base fisiográfico.

b. Fase de campo

En esta etapa se realizó el mapeo sistemático de campo. En el área de estudio se han evaluado 09 puntos (sitios de muestreo) mediante la apertura de calicatas, obteniéndose las muestras de suelos del horizonte superficial con fines de caracterización. Los resultados se muestran en el Anexo A. La distribución se muestra en cuadro 16, la relación de los puntos de muestreo en el área de estudio se observan en el Cuadro 17.

Cuadro 16. Calicatas para caracterización de suelos.

Unidades edáficas	N° de Fichas	Código de campo	N°de calicata	Coordenadas	
				Este	Norte
Bella Alta – R.S.P	F-1	C - 1	1	384842	8965478
Suelo Tigre	F-2	C - 2	2	380646	8963624
Juan Santos Atahualpa	F-3	C - 3	3	383742	8963671
Juan Santos Atahualpa	F-4	C - 4	4	381338	8961895
Bella Alta	F-5	C - 5	5	383428	8966484
Bella Alta	F-6	C - 6	6	384779	8968307
Suelo Bella	F-7	C - 7	7	386571	8969329
R.S.P – M.C.	F-8	C - 8	8	386697	8966516
Suelo Bella	F-9	C - 9	9	386524	8968826

Donde R.S.P: Roque Saens Peña y M.C: Meliton Carbajal

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17. Relación de puntos de muestreo en el área de estudio.

N° de calicata	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
	Este	Norte	
1	384842	8965478	1000
2	380646	8963624	1643
3	383742	8963671	1200
4	381338	8961895	975
5	383428	8966484	1072
6	384779	8968307	855
7	386571	8969329	191
8	386697	8966516	972
9	386524	8968826	449

Fuente: Elaboración propia.

c. Fase de laboratorio

En esta etapa se realizó el procesamiento y análisis de las muestras de suelo del horizonte superficial, los mismos que fueron enviados al laboratorio de suelos del Universidad Nacional Agraria de la Selva. Las características y los métodos para los análisis de suelo, se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Características y métodos para el análisis de suelos

Características	Métodos
Análisis Textural	Método del Hidrómetro de Bouyoucos
Reacción o pH	Método del Potenciómetro, relación suelo-agua 1:1

Calcáreo Total	Método gaso-volumétrico o del Calcímetro
Materia Orgánica	Método de Walkley y Black, oxidación del carbono
Nitrógeno Total	%MO x 0.045
Fósforo Disponible	Método de Olsen, Extractor NaHCO ₃ 0.5M, pH 8.5; para suelos alcalinos. Método de Bray para suelos ácidos.
Potasio Disponible	Método de ácido sulfúrico 6N Desplazamiento con KCl 1N,(Suelos en pH <5.5)
Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE)	Aluminio más hidrógeno :Método de Yuan (KCl, N) Calcio más Magnesio: Método de E.D.T.A. (Versenato)

Fuente: Laboratorio Análisis de Suelos UNAS.

d. Fase final de gabinete

En esta etapa se realizó el procesamiento final y la compilación de la información de campo y laboratorio. También se reajustó la interpretación preliminar y el establecimiento de trazos definitivos en las unidades del mapa, las cuales fueron descritas en base al análisis morfológico y al resultado de los análisis de laboratorio. Complementariamente, se realizó la interpretación práctica de las unidades edáficas identificadas, en términos de aptitud potencial, incluyendo su denominación y representación gráfica en el mapa definitivo.

3.4.2. Índices climáticos

Se determinaron los índices climáticos, con las metodologías descritas en la bibliografía, las cuales se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Índices climáticos y metodologías empleadas.

Índice	Metodología
Evapotranspiración	Método de Thornthwaite
Índice de mediterraneidad	Método de Rivas-Martínez
Índice de humedad	Método de Thornthwaite
Índices de continentalidad	Método de Gorezynski Método de Currey
Índices de aridez	Método de Lang Método de De Martonne
Índice de termicidad	Método de Rivas-Martínez
Índice de erosión potencial	Método de Fournier
Diagrama Ombrotérmico	Método de Gaussen

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la variación de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite (Cuadro 22), se utilizaron los datos termo –pluviométricos del periodo 2003 al 2010 (Anexo 4), cuyos procedimientos se muestran en los Anexos 5.1 al 5.8.

El índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez (Cuadro 23), se determinó utilizando los valores de evapotranspiración promedio mensual (Cuadro 22) y los valores de precipitación promedio mensual del periodo 2003 al 2010 (Anexo 4).

Para determinar el índice de humedad de Thornthwaite (Cuadro 24), se utilizaron los valores de precipitación total anual (Anexo 4) y evapotranspiración anual (Cuadro 22), cuyo procedimiento se muestra en el Anexo 6.

Para determinar el índice de continentalidad, según el método de Gorezynski y método de Currey (Cuadro 25); el índice de aridez, según el método de Lang y De Martonne (Cuadro 26); el índice de termicidad de Rivas-Martínez (Cuadro 27); el índice de erosión potencial de Fournier (Cuadro 28).

Para clasificar el clima de la microcuenca del río Bella por el método de Thornthwaite (Cuadro 29) se utilizaron los valores de evapotranspiración (Cuadro 22) y precipitación (Anexo 4). El procedimiento se muestra en el Anexo 7.

Los diagramas ombrotérmicos (Figura 10 a la 17), se utilizaron los datos termo-pluviométricos del periodo 2003 al 2010 (Anexo 4).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Clasificación de suelos según su capacidad de uso mayor

4.1.1. Unidades cartográficas

APECO (2001) indica que, la unidad cartográfica es la representación, en el mapa, de la unidad de capacidad de uso mayor del terreno. La extensión de las unidades cartográficas de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras se presenta en el cuadro 20 y figura 5. Su distribución espacial se presenta en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor (Figura 8).

4.1.2. Categorías jerárquicas del sistema

Las tierras del área de estudio han sido clasificadas al nivel de Grupo, Clase y Subclase de Capacidad de Uso Mayor. La extensión de las diferentes categorías clasificadas se muestra en el Cuadro 21 y Figura 6. Su distribución espacial se presenta en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor (Figura 7).

Cuadro 20. Superficie de las unidades cartográficas de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

Descripción	Símbolo	Superficie	
		Área (Ha)	%
Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo.	C2s	44.82	1.13
Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo e inundación.	C2si	16.39	0.41
Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitación por suelo.	P2s	465.68	11.75
Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media, con limitación por suelo.	F2s	924.37	23.32
Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo.	F3s	937.44	23.65
Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión.	F3se	487.53	12.30
Tierras de protección.	x	1087.67	27.44
Total		3963.90	100.00

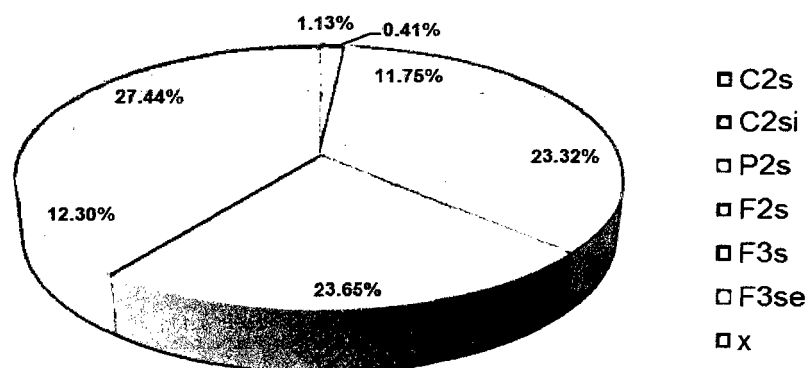


Figura 5. Porcentaje de las unidades cartográficas de la Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

Cuadro 21. Superficie de las categorías de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

GRUPO			CLASE			SUB CLASE		
Símbolo	Superficie		Símbolo	Superficie		Símbolo	Superficie	
	Área (ha)	%		Área (ha)	%		Área (ha)	%
C	61.21	1.54	C2	61.21	1.54	C2s	44.82	1.13
						C2si	16.39	0.41
P	465.68	11.75	P2	465.68	11.75	P2s	465.68	11.75
			F2	924.37	23.32	F2s	924.37	23.32
F	2349.34	59.27	F3	1424.97	35.95	F3s	937.44	23.65
						F3se	487.53	12.30
X						1087.67	27.44	
TOTAL							3963.90	100.00

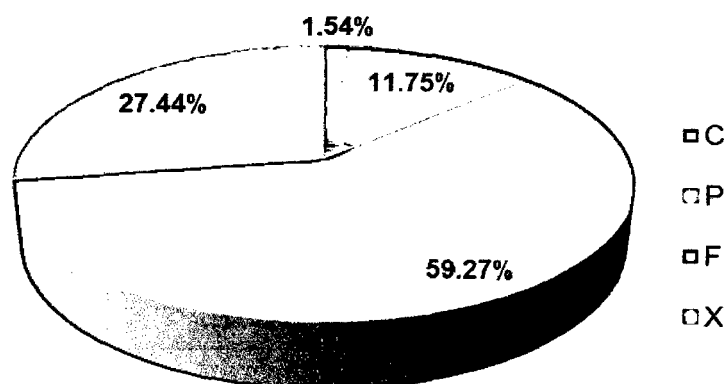
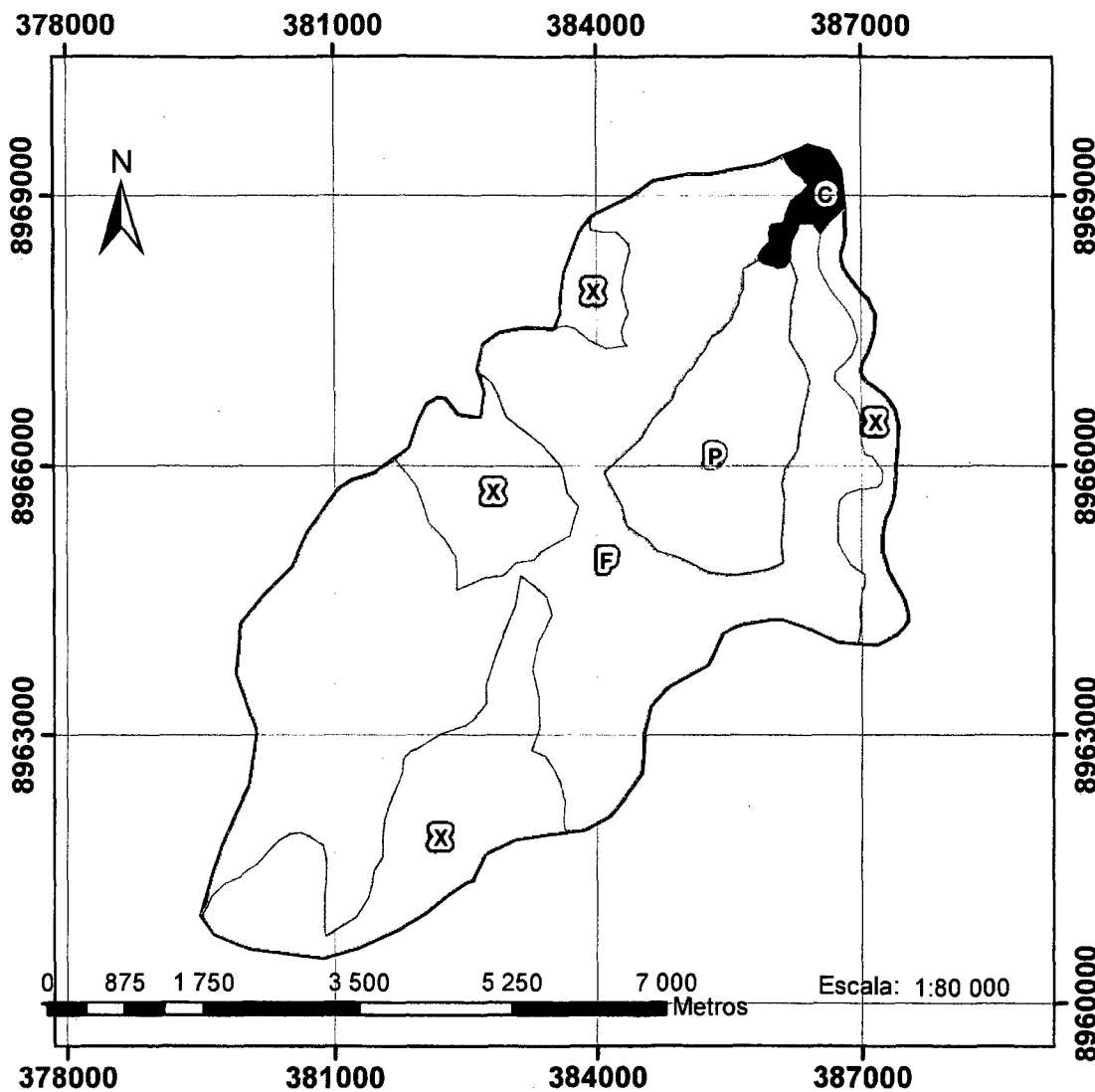


Figura 6. Porcentaje de las superficies de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

La unidad cartográfica de capacidad de uso mayor de las tierras con mayor área son las "Tierras de Protección - X" ocupan una extensión de 1087.67 has equivalente al 27.44 % del área en estudio; seguida por "Tierras aptas de producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo - F3s" ocupando una extensión de 937.44 has equivalente al 23.65 % del área en estudio (Cuadro 20 y figura 5).

Del mismo modo se muestra (Cuadro 21 y figura 6) que, la categoría de capacidad de uso mayor de las tierras con mayor área es Tierras aptas para producción forestal (F) ocupando una extensión de 2349.34 has equivalente al 59.27% del área en estudio. Tierras de protección (X) ocupa el segundo lugar teniendo una extensión de 1087.67 has equivalente a 27.44%, el tercer lugar es para Tierras aptas para pastos (P) ocupando una extensión de 465.68 has equivalente al 11.75% y Tierras aptas para cultivos permanente (C) obtiene el último lugar, ya que sólo ocupa una extensión de 61.21 has equivalente al 1.54% del área en estudio.



LEYENDA		
Simbolo	Codigo	Área (Ha)
	C	61.21
	P	465.68
	F	2349.34
	X	1087.67
TOTAL		3963.90

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MAPA DE CATEGORIA CUM



Escala: 1:80 000
Datum: WGS 84
Zona UTM: 18L
Fecha: Setiembre 2012



Fuente: Carta Nacional IGN **Ubicación:** Región: Huánuco
Provincia: Leoncio Prado
Elaborado: Erick Muñoz Recavarren Distrito: Mariano Dámaso Beraún

Figura 6. Mapa de Categoría Capacidad Uso Mayor de la microcuenca Río Bella.

4.1.3. Descripción de las Unidades de Capacidad de Uso Mayor

4.1.3.1. Tierras aptas para cultivo permanente

Según EL PERUANO (2009), reúne a las tierras cuyas características climáticas, de relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica o continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

Se han determinado las siguientes categorías jerárquicas del sistema:

a. Grupo: Tierras aptas para cultivo permanente (C)

Se encuentran conformadas predominantemente por tierras aptas para cultivo permanente. Contienen hasta un 75% de tierras que muestran aptitudes naturales para el desarrollo de actividades de tipo productivo.

Agrupar hasta un 25% de aquellas tierras con limitaciones extremas que las hacen inapropiadas para la explotación agropecuaria o forestal, quedando relegadas para otros propósitos, tal como áreas recreacionales, zonas de protección de vida silvestre, plantaciones forestales con fines de protección, lugares de belleza escénica, otras.

En el mapa se le representa como:

- Tierras aptas para cultivo permanente, calidad agrológica media, limitaciones por suelo (Símbolo C2s).

Cubre una extensión de 61.21 ha, equivalente al 1.54% del área de estudio. La unidad edáfica conformante es el suelo Bella en su fase por pendiente A (0 - 15% de inclinación del terreno).

Dentro de este grupo se ha determinado la clase de capacidad de uso mayor C2.

b. Clase: C2

APECO (2001) señala que, esta clase agrupa aquellas tierras de calidad agrológica media, de aptitud limitada para cultivo en limpio, que sin embargo, con prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos, se puede desarrollar una actividad agrícola rentable, en mediana a pequeña escala.

Las condiciones físicas de estas tierras exigen de prácticas de conservación y mejoramiento moderados a fin de obtener rendimientos económicos continuados. Las limitaciones que presentan son de carácter topográfico y edáfico para especies no adaptadas, principalmente.

Dentro de esta clase se ha determinado las subclases de capacidad de uso mayor C2s y C2si.

c. Subclases: C2s y C2si

La subclase C2s presenta una superficie de 44.82 has, equivalente al 1.13% del área de estudio y la subclase C2si presenta una superficie de 16.39 Has, equivalente al 0.41% del área de estudio.

Comprende tierras de calidad agrológica media, conformada por suelos con limitaciones de orden edáfico tales como moderadamente profundos, textura media, generalmente con presencia de gravas y gravillas dentro y sobre el perfil que no impide o afecta la actividad de labranza, con reacción de fuertemente ácida a muy fuertemente ácida y drenaje natural bueno (Anexo 3.7 y 3.9). Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, amplitud del área inundada y duración de la misma, las cuales se dan en épocas lluviosas como son los meses Diciembre a Marzo.

Esta unidad se encuentra conformada por el suelo Bella en fase por pendiente A (0 - 4 % para C2si y de 8 – 15 % C2s).

- **Lineamientos de uso y manejo**

La utilización de estas tierras para el mantenimiento y explotación de una agricultura basada en cultivos permanentes económicamente rentable, requiere de un manejo racional. La base de los cultivos permanentes son las especies nativas las que requieren ser conservadas y mejoradas elevando su capacidad productiva mediante la aplicación de algunas medidas o prácticas culturales que ayuden a mantener, o en el mejor de los casos, incrementar la

fertilidad natural de estos suelos, el tipo de siembra podrá realizarse en curvas de nivel si la topografía del terreno así lo exige o empleando el sistema de tres bolillos que la cobertura rápida de la totalidad del suelo.

De acuerdo con las condiciones climáticas, lo más recomendable es mejorar la fertilidad natural mediante la aplicación racional de fertilizantes, incrementar o mantener el contenido de materia orgánica mediante la incorporación de residuos de cosecha o abonos verdes, elevar el pH mediante la aplicación de enmiendas calcáreas en lugares donde lo requieran, entre otras.

- **Especies recomendables**

De conformidad con las condiciones agrológicas y climáticas de estas tierras, se aconseja la implantación de cultivos perennes o semiperennes nativos y otros industriales tales como el cacao; los frutales tales como cítricos, plátanos, papaya, cocona, taperibá, anona, entre otras cultivos importantes.

4.1.3.2. Tierras aptas para pastos

Según EL PERUANO (2009), reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero si a la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o

protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

Se han determinado las siguientes categorías jerárquicas del sistema:

a. Grupo: Tierras aptas para pastos (P)

Se encuentran conformadas predominantemente por tierras aptas para pastos. Contienen hasta un 90% de tierras que muestran aptitudes naturales para el desarrollo de esta actividad, agrupando hasta un 10% de aquellas tierras que podrán destinarse también para producción forestal o protección.

En el mapa se le representa como:

- Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, limitaciones por suelo (Símbolo P2s).

Cubre una extensión de 465.68 ha, equivalente al 11.75% del área de estudio. La unidad edáfica conformante es el suelo Bella Alta y Roque Saens Peña en su fase por pendiente C (15 - 25% de inclinación del terreno).

b. Clase: P2

Según EL PERUANO (2009), agrupa tierras de calidad agrológica media con limitaciones y deficiencias más intensas para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas. Del mismo modo APECO (2001) indica que, estas tierras permiten el desarrollo sostenible de una ganadería y requieren de

la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible, coincidiendo con los dos autores.

c. Subclase: P2s

La subclase P2s presenta una superficie de 465.68 ha, equivalente al 11.75% del área de estudio.

Incluye suelos moderadamente profundos, de textura media, con drenaje algo excesivo y reacción muy fuertemente ácida (Anexo 3.1). Las limitaciones de uso más importantes están referidas al factor suelo.

- **Lineamientos de uso y manejo**

Para mejorar las condiciones de fertilidad natural, se recomienda la incorporación de abonos orgánicos, como guano de isla o estiércol de ganado vacuno; si es posible, emplear adecuadamente y en forma balanceada fertilizantes sintéticos de reacción neutra o alcalina.

Las especies de pastos a instalar deben ser las nativas de la zona de estudio, o exóticas adaptadas a este medio, de manera que se asegure su prendimiento y desarrollo inicial; se recomienda una asociación de gramíneas con leguminosas, en un porcentaje de 60 y 40% respectivamente. Si se pretende instalar un área nueva para pastizal, para lo cual se debe rozar el bosque en tierras con esta aptitud, se deberá evitar la tala indiscriminada de las especies arbóreas (especialmente las de valor comercial) que servirán para dar

sombra al ganado y evitar una mayor evaporación de la humedad. Y para aquellas que están en uso y no tienen la adecuada cobertura arbórea, se recomienda reforestar con especies forestales nativas, para los mismos usos manifestados líneas arriba.

- **Especies recomendables**

Se recomienda, previa selección, pasto torurco asociado con pasto elefante o brachiaria, etc.; o leguminosas, como: kudzú, frijol terciopelo, centrocema, etc.

4.1.3.3. Tierras de aptitud forestal

Según EL PERUANO (2009), agrupa a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, si para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga en concordancia a las políticas e interés social del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible. Coincidiendo con APECO (2001).

Se han determinado las siguientes categorías jerárquicas del sistema:

a. Grupo: Tierras aptas para producción forestal (F)

Se encuentran conformadas aproximadamente por 100% de tierras aptas para producción forestal, las cuales permiten realizar la implantación o reforestación con especies maderables de valor comercial, propias del medio, o con fines de protección de cuencas.

En el mapa se le representa como:

- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media, con limitación por suelo (Símbolo F2s).

- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo (Símbolo F3s).

- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión (Símbolo F3se).

Cubre una extensión de 2349.34 ha, equivalente al 59.27% del área de estudio. Las unidades edáficas conformantes son los suelos Juan Santos Atahualpa, Bella alta, Roque Saens Peña y Meliton Carbajal, y Tigre en fase por pendiente D (F2s y F3s de 25 – 50% de inclinación del terreno y F3se de 50 - 75% de inclinación del terreno).

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se ha determinado las clases F2 y F3.

b. Clases: F2 y F3**b.1. Clase F2**

Presenta una superficie de 924.37 ha, equivalente al 23.32% del área de estudio.

La clase F2 agrupa tierras de calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias mas adecuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables (EL PERUANO, 2009). Por tales motivos se requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

Dentro de esta clase se ha identificado la subclase de capacidad de uso mayor F2s.

c.1. Subclase F2s

Presenta una superficie de 924.37 has, equivalente al 23.32 % del área de estudio. Está conformada por suelos profundos a moderadamente profundos, de textura media a moderadamente fina, con drenaje bueno a algo excesivo y de reacción extremadamente ácida (Anexo 3.4, 3.5 y 3.8).

Esta subclase se encuentra conformada por los suelos Juan Santos Atahualpa, Bella alta, Roque Saens Peña y Meliton Carbajal en fase por pendiente D (25 - 50% de inclinación del terreno).

- **Lineamientos de uso y manejo**

Los ecosistemas incluidos en esta subclase esta formados por bosques naturales, que contienen una amplia gama de especies potencialmente aptas para el aprovechamiento forestal. Tanto los recursos edáficos como climáticos son adecuados para el desarrollo de las especies forestales de interés económico.

El aprovechamiento racional de las especies económicas debe ser planificado en base a estudios de mayor detalle de la masa forestal y su relación con el medio ambiente bajo el cual se está desarrollando. Este conocimiento podría ser el único camino para llegar a la estructuración de un plan racional de uso, manejo y conservación del recurso forestal. Uno de los aspectos básicos que debe ser contemplado es el conocimiento de la repoblación de las especies aprovechables a fin de que se pueda mantener y asegurar una producción continua de la masa forestal económica ya que, de otro modo, se podría generar el deterioro del medio ambiente, tornándose negativo para el buen arraigo y desarrollo de las especies que se tiene interés de producir y preservar.

El aprovechamiento del bosque debe ser integral, mediante la instalación de industrias forestales integradas, en la que no solo cada árbol sea aprovechado al máximo sino que la mayoría de los árboles del bosque heterogéneos sean incorporados a diferentes líneas de producción.

- **Especies recomendables**

Entre las especies más importantes se recomienda: cedro, caoba, ishpingo, tornillo, alcanfor moena, moena amarilla, etc.

b.2. Clase F3

Presenta una superficie de 1424.97 ha, equivalente al 35.95% del área de estudio.

La clase F3 está conformada por tierras de baja calidad agrológica, apropiadas para la implantación o forestación de especies arbóreas de alto valor botánico, económico, medicinal o industrial, ya sea con fines de explotación o conservación de cuencas, pero con prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos, coincidiendo con APECO (2001).

Dentro de esta clase se han identificado las subclases de capacidad de uso mayor F3s y F3se, que cubre 937.44 has y 487.53 has respectivamente, las que equivalen al 23.65% y 12.30% del área de estudio.

- **Subclases: F3s y F3se**

Se encuentra conformada por suelos moderadamente profundos a profundos, de textura media a moderadamente fina; de reacción extremadamente ácida y drenaje bueno a algo excesivo (Anexo 3.2, 3.6 y 3.3). La subclase F3s con severas limitaciones edáficas y topográficas y la subclase F3se, además de las anteriores, con limitaciones de erosión.

La subclase F3s se encuentra conformada por los suelos Bella Alta y Tigre en fase por pendiente D (25 - 50% de inclinación del terreno) y la subclase F3se se encuentra conformada por los suelos Juan Santos Atahualpa en fase por pendiente D (50 – 75% de inclinación del terreno).

- **Lineamientos de uso y manejo**

Por las fuertes limitaciones existentes en estas tierras, sólo pueden ser utilizados para la producción forestal mediante la extracción selectiva utilizando para ello técnicas mecánicas que eviten la caída estrepitosa del árbol ocasionando daños físicos en los árboles vecinos los que ocasionarían un despoblado de la vegetación con los consiguientes problemas de erosión; inmediatamente a esta extracción se debe reforestar este espacio con especies maderables comerciales bien adaptadas a la zona, sean nativas o exóticas, manejados con técnicas principalmente silviculturales apropiadas. Para este caso se requiere que previamente a la extracción, se disponga de viveros forestales que provean de plántones a los extractores los que mediante el contrato forestal quedan expresamente comprometidos a realizar la labor de reforestación sustitutoria al árbol por ellos extraídos.

La reforestación constituye una práctica fundamental, que debe ser ejecutada en forma permanente para la conservación y uso racional de los suelos, además de crear una fuente de producción de madera para diversos usos especialmente de los lugareños, aparte de contribuir con la conservación de suelos de ladera contra los agentes erosivos.

- **Especies recomendables**

La especie forestal más adaptable al medio entre otras especies nativas propias de bosque pluvial, es una composición florística de “moenas” “palisangre” “pashaco” *Schizolobium+Parkia*, “tornillo” *Cedrelinga*,, “cedro” *Cedreia*, caoba, entre otras.

4.1.3.4. Tierras de protección

Según EL PERUANO (2009), están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas y de relieve mínimas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección. Del mismo modo APECO (2001) señala que, estas tierras quedan relegadas para otros propósitos, como por ejemplo áreas recreacionales, zonas de protección de vida silvestre, plantaciones forestales con fines de protección de cuencas, lugares de belleza escénica, etc, coincidiendo con los autores.

Dentro de este grupo, no se considera clases ni subclases de capacidad de uso mayor. (EL PERUANO, 2009 y APECO, 2001).

En el mapa se le representa como: Tierras de Protección (Símbolo X). Cubre una extensión de 1087.67 ha, equivalente al 27.44% del área de estudio. Las unidades edáficas conformantes son los suelos Bella Alta, Tigre, Juan Santos Atahualpa, Meliton Carbajal en su fase por pendiente D (>75 % de inclinación del terreno).

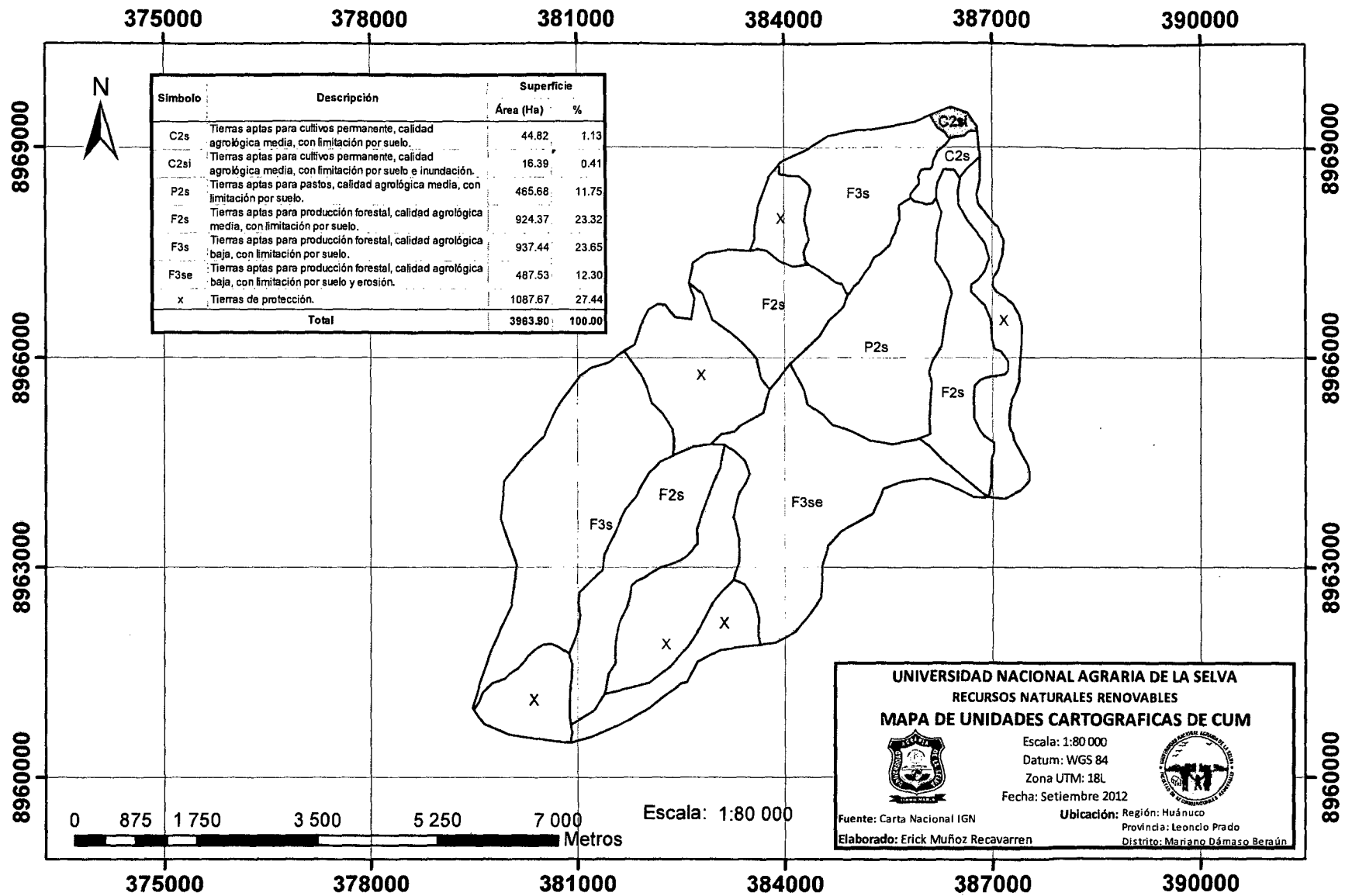


Figura 7. Mapa Unidades Cartograficas de CUM

4.2. Índices climáticos

4.2.1. Variación de la evapotranspiración

Cuadro 22. Variación de la evapotranspiración del periodo del 2003 al 2010

MES	EVAPOTRANSPIRACIÓN								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
Enero	135.45	132.67	129.43	110.30	125.94	127.18	132.60	123.99	127.19
Febrero	114.58	110.44	106.30	110.89	104.76	108.67	111.87	111.78	109.91
Marzo	121.25	124.84	123.42	114.12	113.75	121.25	128.14	113.75	120.06
Abril	116.22	121.31	124.72	110.93	121.43	113.18	122.87	110.48	117.64
Mayo	106.21	118.26	124.91	120.26	115.28	124.49	133.09	122.62	120.64
Junio	103.19	103.11	106.24	116.83	106.14	101.36	108.83	111.72	107.18
Julio	102.87	111.46	105.81	96.28	108.63	102.25	111.38	120.44	107.39
Agosto	119.09	116.27	116.52	119.87	126.08	114.40	116.20	114.69	117.89
Septiembre	120.86	119.74	118.39	124.95	118.30	124.38	111.87	111.99	118.81
Octubre	106.12	129.75	128.26	126.78	129.88	147.62	136.69	104.88	126.25
Noviembre	116.28	124.49	119.83	140.29	141.94	139.92	117.89	103.33	125.50
Diciembre	108.91	136.72	129.91	130.11	128.11	145.74	121.14	112.06	126.59
TOTAL	1371.04	1449.05	1433.74	1421.60	1440.24	1470.44	1452.57	1361.73	1425.05

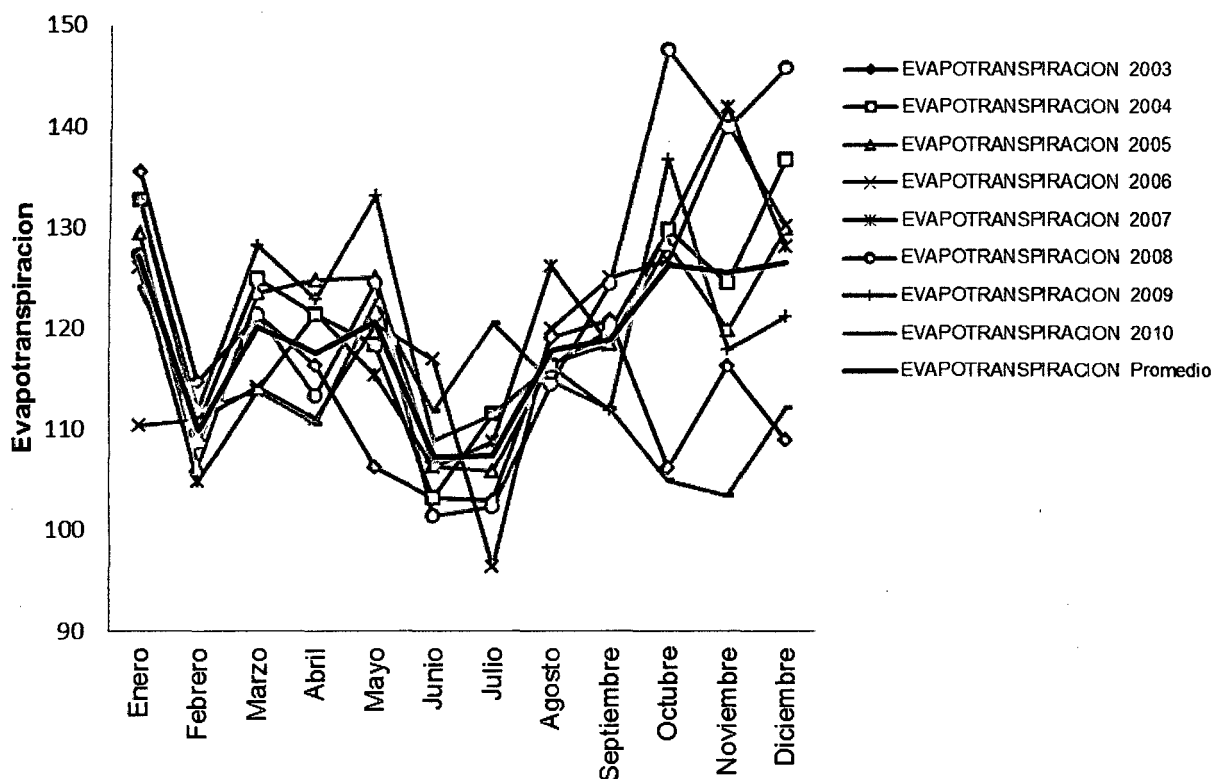


Figura 9. Variación de la evapotranspiración de la microcuenca Río Bella del período 2003 a 2010.

Se aprecia (Cuadro 22 y Figura 9) que la mayor evapotranspiración, del periodo del 2003 al 2010, ocurre en el mes de octubre del año 2008 con un valor de 147.62, del mismo modo en ese año se determinó que la evapotranspiración anual fue mayor en comparación de los otros años, teniéndose un valor de 1470.44.

La evapotranspiración promedio mensual del periodo 2003 al 2010 fue mayor en el mes de enero, seguido por los meses de diciembre, octubre y noviembre, con valores de 127.19, 126.59, 126.25 y 125.50 respectivamente.

4.2.2. Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez

Cuadro 23. Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez del periodo 2003 al 2010.

MES	ETP	Pp	Im1	Im2	Im3
Enero	127.19	405.2			
Febrero	109.91	413.38			
Marzo	120.06	474.13			
Abril	117.64	293.25			
Mayo	120.64	215.46			
Junio	107.18	156.58	0.60	0.64	0.68
Julio	107.39	179.64			
Agosto	117.89	153.58			
Septiembre	118.81	214.71			
Octubre	126.25	325.58			
Noviembre	125.50	385.29			
Diciembre	126.59	492.59			

Según S. Rivas - Martínez (2008) se consideran mediterráneos aquellos territorios en los que: $Im1 > 1$, $Im2 > 1$ y $Im3 > 1$. La microcuenca Río Bella presenta como valores de estos índices 0.60, 0.64 y 0.68 respectivamente, por lo tanto no se le considera mediterráneo.

4.2.3. Índice de humedad de Thornthwaite

Cuadro 24. Índice de humedad de Thornthwaite del periodo 2003 al 2010.

Año	IH
2003	169.77
2004	134.71
2005	142.21
2006	204.52
2007	150.74
2008	144.86
2009	198.10
2010	137.29

Según el índice de humedad de Thornthwaite, la microcuenca Río Bella pertenece a la región "Hiperhúmedo" ya que se determinaron valores desde 134.71 hasta 204.52, encontrándose en el rango de clasificación de > 100.

4.2.4. Índice de continentalidad

Cuadro 25. Índice de continentalidad, según el método de Gorezynski y método de Currey, del periodo 2003 al 2010.

Año	Índice de Continentalidad	
	Gorezynski	Currey
2003	5.28	0.43
2004	-0.39	0.30
2005	0.75	0.32
2006	14.36	0.63

2007	5.28	0.43
2008	12.09	0.58
2009	0.75	0.33
2010	4.15	0.40

La microcuenca Río Bella en el periodo del 2003 al 2010, según el índice de continentalidad de Gorezynki presenta un clima Hiperoceánico, ya que se determinaron valores de -0.39 a 14.36, encontrándose dentro del rango de -20 a 20. Del mismo modo ocurre con el índice de continentalidad de Currey, quien lo clasifica también como Hiperoceánico, ya que se determinaron valores de 0.30 a 0.63, encontrándose dentro del rango de 0 a 0.60.

4.2.5. Índice de aridez

Cuadro 26. Índice de aridez, según el método de Lang y De Martonne, del periodo 2003 al 2010.

Año	Índices de aridez	
	Lang	De Martonne
2003	151.48	107.47
2004	136.50	97.41
2005	139.89	99.72
2006	174.97	124.61
2007	145.27	103.60
2008	143.92	102.82
2009	173.61	123.92

2010	132.61	94.02
------	--------	-------

Según el índice de aridez de Lang, la microcuenca Río Bella se encuentra en una “Zona Perhúmeda con prados y tundras”, ya que se determinaron valores de 132.61 a 174.97, encontrándose dentro de los valores del rango > 160. Del mismo modo según el índice de aridez de DeMartonne, la microcuenca Río Bella se encuentra en una zona “Perhúmeda”, ya que se determinaron valores de 94.02 a 124.61, encontrándose dentro de los valores del rango > 60.

4.2.6. Índice de termicidad de Rivas-Martínez

Cuadro 27. Índice de termicidad de Rivas-Martínez del periodo 2003 al 2010.

Año	Índice de termicidad de Rivas-Martínez
2003	733.17
2004	745.17
2005	743.25
2006	740.42
2007	751.58
2008	751.17
2009	752.42
2010	729.67

Según el índice de termicidad de Rivas-Martínez, la microcuenca Río Bella se presenta el tipo de termicidad “Cálido” con subtipo “Tórrido”, ya que se determinaron valores de 729.67 a 752.42, encontrándose dentro de los valores del rango > 710 con temperaturas $> 24^{\circ}$.

4.2.7. Índice de erosión potencial de Fournier

Cuadro 28. Índice de erosión potencial de Fournier del periodo 2003 al 2010.

Año	Índice de Fournier modificado
2003	359.57
2004	334.86
2005	357.64
2006	436.98
2007	401.46
2008	390.78
2009	440.94
2010	333.20

Según el índice índice de Fournier modificado, la microcuenca Río Bella presenta una erosividad “Muy Alta” ya que se encuentra dentro de la clasificación de este índice en la clase 5 en el rango > 160 .

4.2.8. Clasificación climática sistema de Thornthwaite

Cuadro 29. Clasificación climática sistema de Thornthwaite

Año	Im	la	ETP verano %
2003	169.77	0	48.75
2004	134.93	0.54	47.63
2005	142.26	0.13	48.59
2006	204.52	0	48.47
2007	154.01	8.17	48.32
2008	145.55	1.73	46.25
2009	198.7	1.49	48.48
2010	139.79	6.25	50.81
PROMEDIO	161.19	2.29	48.41

Según la clasificación climática de Thornthwaite clasifica a la microcuenca del río Bella según su régimen de humedad con la letra A por tener un índice de humedad (Im) mayor a 100, según su variación estacional se clasifica con la letra r por presentar un índice de aridez (la) para climas húmedos en un rango de 0 a 16.7, el tipo de clima según su eficiencia térmica está clasificada con la letra A' por tener una evapotranspiración (ETP) mayor a 1140 y según su eficiencia térmica en verano se clasifica con el símbolo b'4 por presentar un ETP % verano de 48.41 que se encuentra dentro del rango 48 a 51.9; llegando a presentar según Thornthwaite la fórmula: ArA'b'4.

4.2.9. Diagrama Ombrotermico

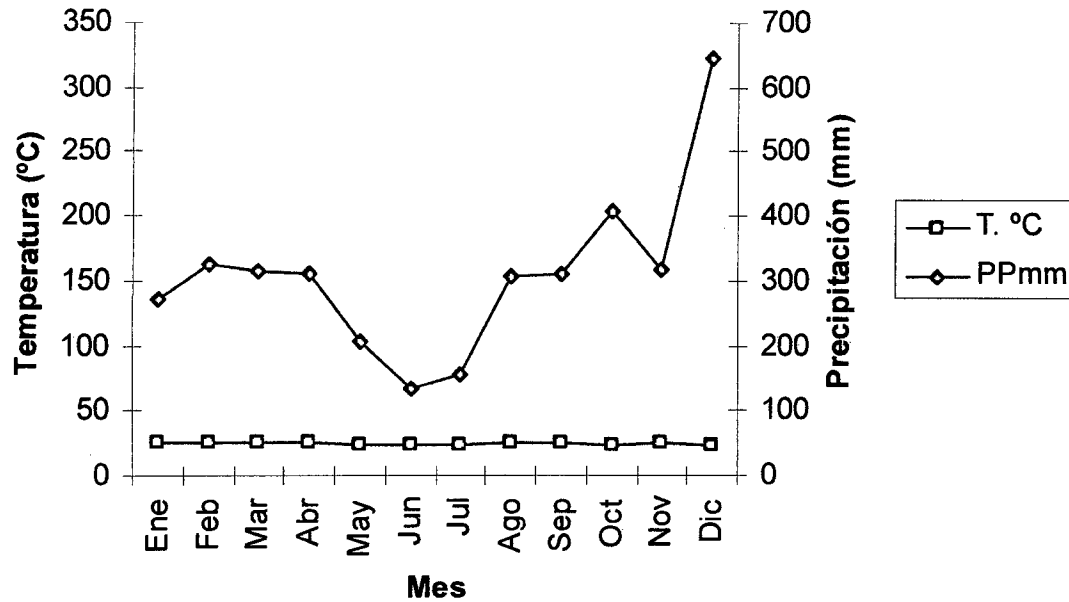


Figura 10. Diagrama ombrotérmico microcuenca Río Bella año 2003

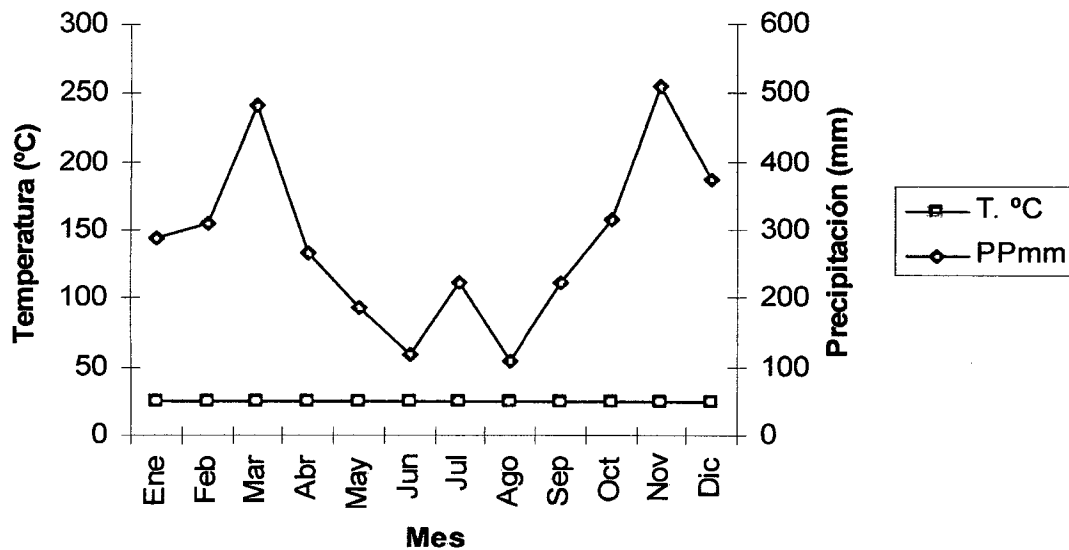


Figura 11. Diagrama ombrotérmico microcuenca Río Bella año 2004

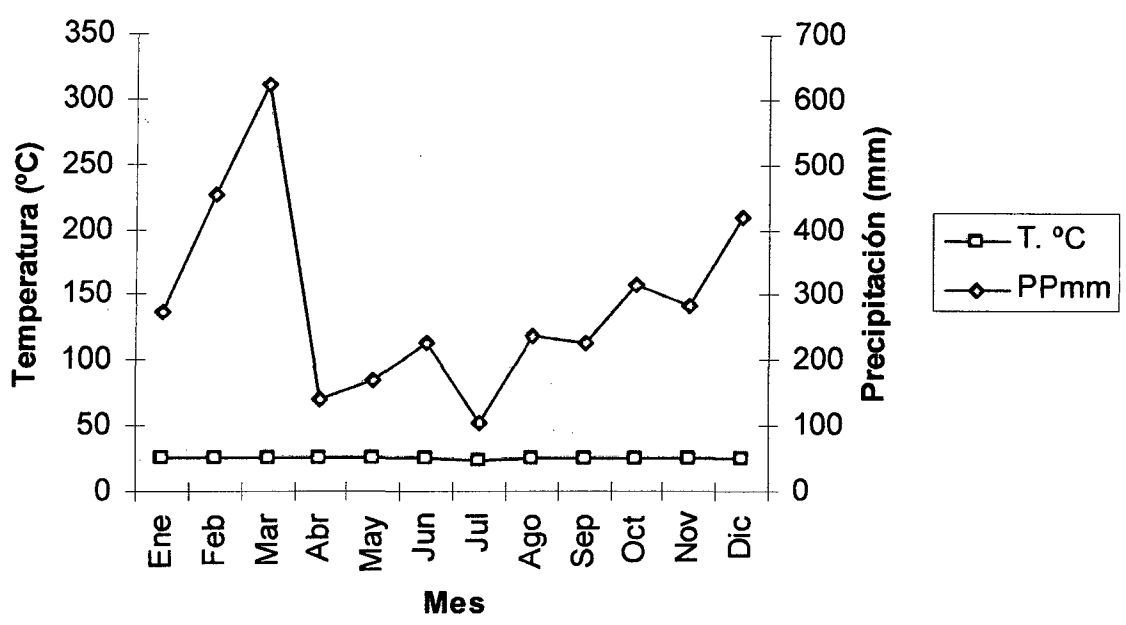


Figura 12. Diagrama ombrotérmico microcuenca Río Bella año 2005

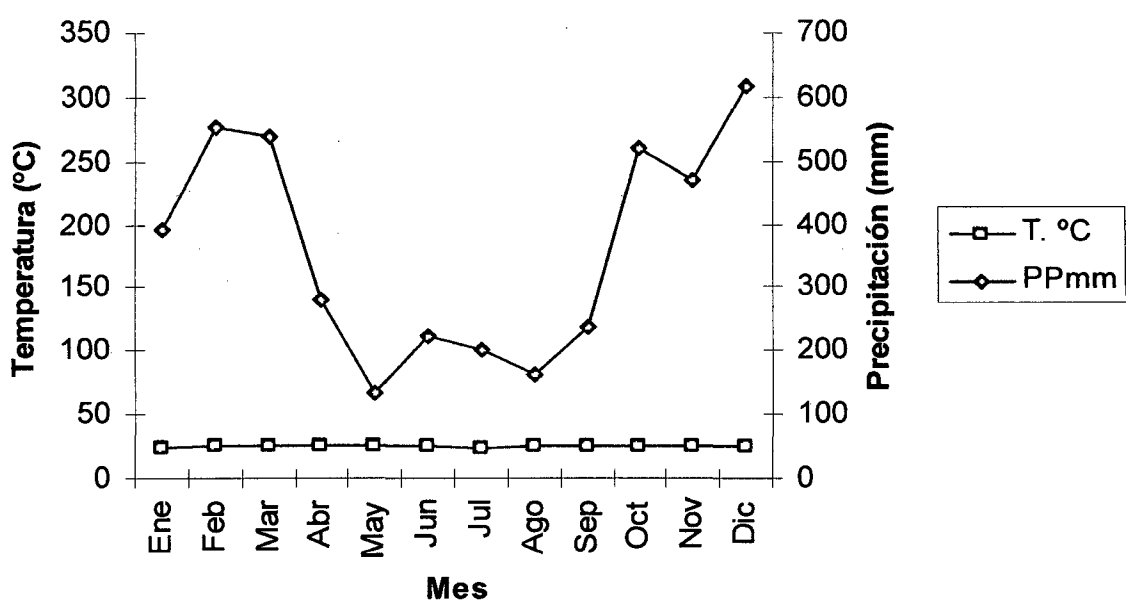


Figura 13. Diagrama ombrotérmico microcuenca Río Bella año 2006

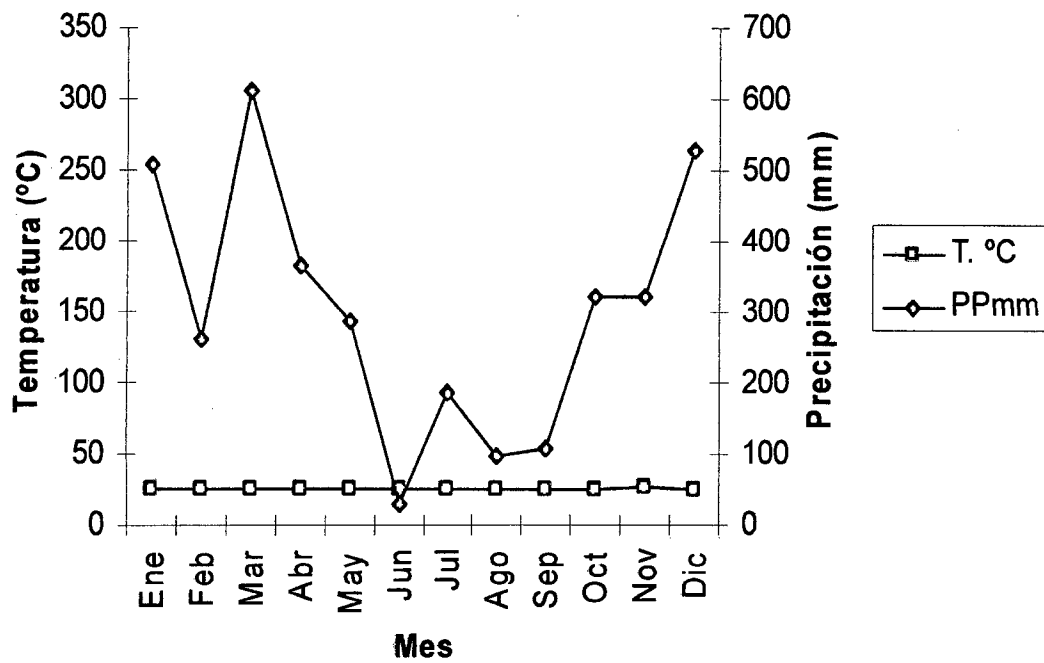


Figura 14. Diagrama ombrotérmico microcuencia Río Bella año 2007

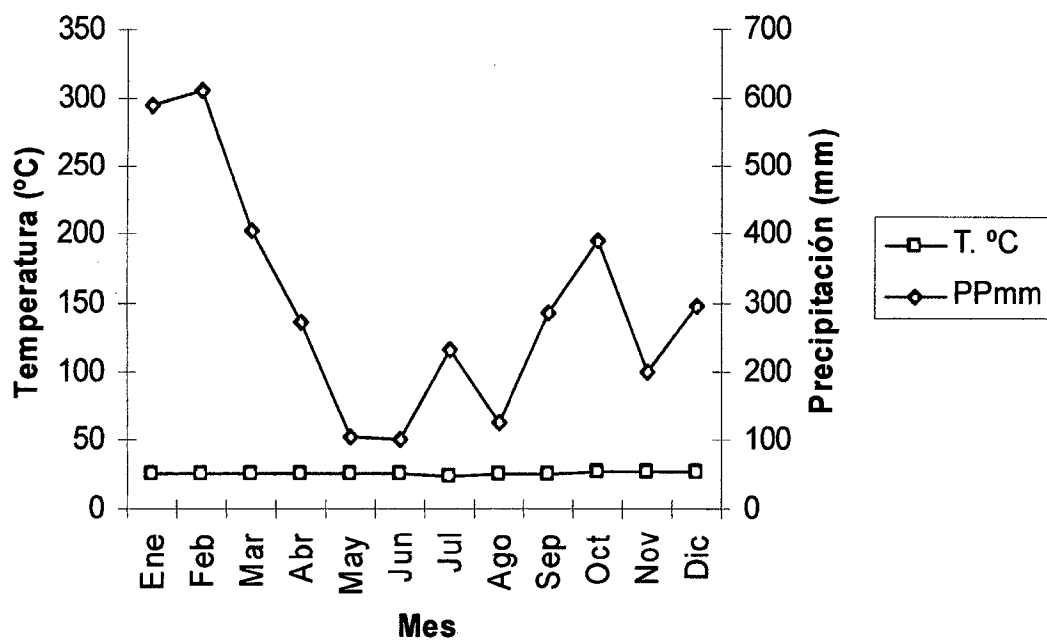


Figura 15. Diagrama ombrotérmico microcuencia Río Bella año 2008

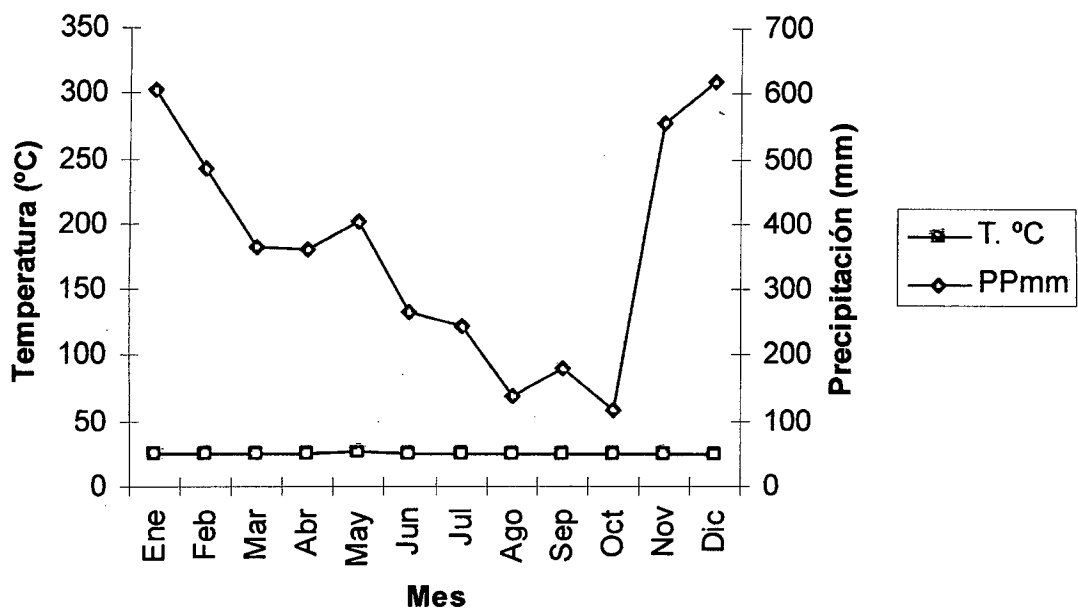


Figura 16. Diagrama ombrotérmico microcuena Río Bella año 2009

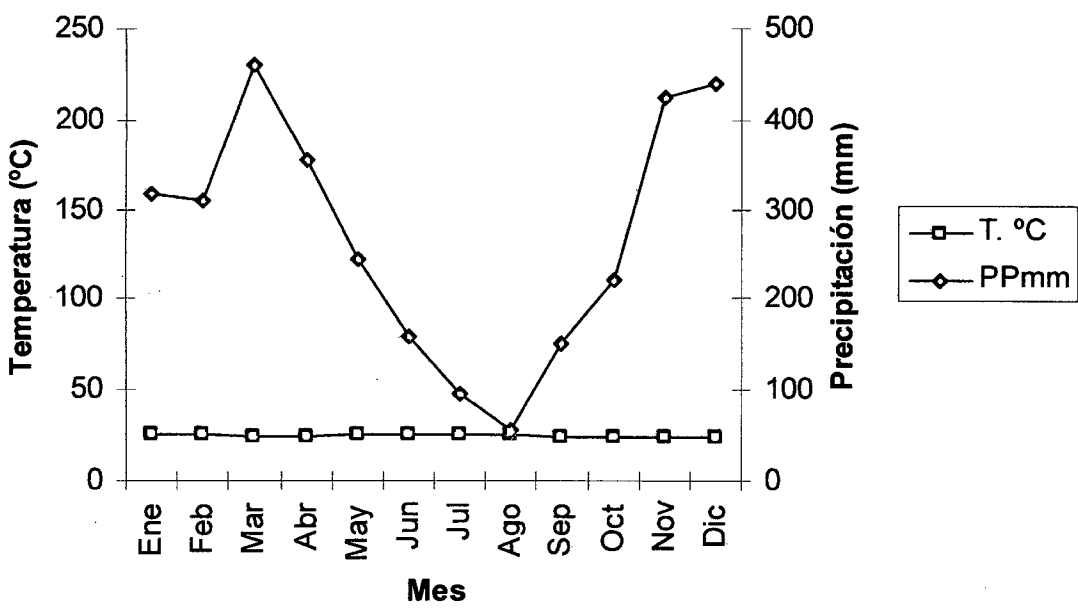


Figura 17. Diagrama ombrotérmico microcuena Río Bella año 2010

En las figuras 10, 11, 12, 13, 15 y 16 observamos que, la precipitación es mayor que la temperatura en los meses de enero hasta diciembre, por lo que se considera los años 2003, 2004, 2005, 2006, 2008 y 2009 “Años húmedos”, ya que el registro de la temperatura media mensual divide en dos periodos, una máxima y una mínima, cuando la precipitación esta por encima de la temperatura media se considera periodo húmedo; coincidiendo con Gausson citado por ALMOROX (2008).

En la figura 14 y 17, se observa que en el mes de Junio del año 2007 y el mes de agosto del año 2010 respectivamente, se produjo la menor precipitación de dichos años y está ubicado bajo la temperatura media. Por lo que se considera a estos meses “Periodos Semi Secos”, coincidiendo con Gausson citado por ALMOROX (2008), quien indica que, cuando la precipitación está por debajo de la temperatura se considera periodo semi seco.

Según los ejemplos de diagramas ombrotermicos (Figura 1 y 2), los diagramas obtenidos en la microcuenca rio bella está clasificada como clima oceánico, ya que presenta oscilación térmica baja, es por esta razón que la línea de temperaturas es casi lineal y al tener altas precipitaciones estas no llegan a cruzarse, es de esta forma que la microcuenca presenta años o periodos largos de humedad.

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor de las tierras, determinándose cuatro grupos, cuatro clases y seis subclases:

Grupos:

- Tierras aptas para cultivos permanente (C) con una extensión de 61.21 has equivalente al 1.54% del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para pastos (P) con una extensión de 465.68 has equivalente al 11.75% del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para producción forestal (F) con una extensión de 2349.34 has equivalente al 59.27% del área de la microcuenca.
- Tierras de protección (X) con una extensión de 1087.67 has equivalente a 27.44% del área de la microcuenca.

Clases:

- Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media (C2) con una extensión de 61.21 has equivalente al 1.54% del área de la microcuenca.

- Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media (P2) con una extensión de 465.68 has equivalente al 11.75% del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media (F2) con una extensión de 924.37 has equivalente al 23.32% del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja (F3) con una extensión de 1424.97 has equivalente al 35.95% del área de la microcuenca.

Subclases:

- Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo (C2s), con una extensión de 44.82 has equivalente al 1.13 % del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para cultivos permanente, calidad agrológica media, con limitación por suelo e inundación (C2si), con una extensión de 16.39 has equivalente al 0.41 % del área de la microcuenca.
- Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitación por suelo (P2s), con una extensión de 465.68 has equivalente al 11.75 % del área de la microcuenca.

- Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media, con limitación por suelo (F2s), con una extensión de 924.37 has equivalente al 23.32 % del área de la microcuenca.
 - Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo (F3s), con una extensión de 937.44 has equivalente al 23.65 % del área de la microcuenca.
 - Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitación por suelo y erosión (F3se), con una extensión de 487.53 has equivalente al 12.30 % del área de la microcuenca.
2. Se determinó el índice de evapotranspiración según el método de Thornthwaite, indicándonos que la microcuenca del río Bella puede llegar a tener una evapotranspiración de hasta 147.62 mm/mes, siendo este el mayor valor que se dio en el mes de octubre de año 2008.
 3. Se determinó el índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez, presentando valores de 0.60, 0.64 y 0.68 respectivamente, por lo tanto no se le considera mediterráneo.
 4. Se determinó el Índice de humedad de Thornthwaite, la microcuenca pertenece a la región "Hiperhúmedo" o de alta humedad ya que se determinaron valores desde 134.71 hasta 204.52.

5. Se determinaron los índices de continentalidad de Gorezynski y Currey, presentando para ambas metodologías un clima Hiperoceánico o que la micro cuenca está muy influenciado oceánicamente; ya que se determinaron valores de -0.39 a 14.36 y 0.30 a 0.63 respectivamente.
6. Se determinaron los índices de aridez de Lang y De Martonne, encontrándose según estos índices en una “Zona Perhúmeda con prados y tundras” y “Perhúmeda” respectivamente.
7. Se determinó el índice de termicidad de Rivas-Martínez, indicándonos que el tipo de termicidad de la microcuenca es “Cálido” con subtipo “Tórrido”.
8. Se determinó el índice de Fournier modificado, presentándose una erosividad “Muy Alta”.
9. Se clasifico climáticamente según Thorhtwaide a la microcuenca del rio Bella con la formula $ArA'b'4$ que describe a la microcuenca en estudio como: súper húmedo, con nula o pequeña deficiencia de agua, mega térmico o cálido con un promedio de 48.41% de verano.
10. Se realizaron los diagramas ombrotérmico de Gaussen, los cuales nos indican que los años 2003, 2004, 2005, 2006, 2008 y 2009 son

considerados “Años húmedos”, y que el mes de Junio del año 2007 y el mes de agosto del año 2010 son considerados “Periodos Semi Secos”; así mismo se determinó mediante este diagrama que la micro cuenca presenta clima oceánico.

VI. RECOMENDACIONES

1. Promover el manejo de actividades y el uso adecuado del suelo: aprovechamiento forestal sostenible y aplicación de buenas prácticas agrícolas.
2. Elaborar un plan de restauración y conservación de la cobertura vegetal mediante el enriquecimiento forestal con la instalación de especies de rápido crecimiento, manejo silvopastoril y programas de reforestación que constituyen obras biológicas de restauración.
3. Controlar la tala indiscriminada y no autorizada en zonas de fragilidad ambiental en pendientes superiores al 5% y en las cabeceras de los principales ríos.
4. Implementar a la sub estación meteorológica de la microcuenca del rio Bella.

VII. ABSTRACT

The present research was conducted in the watershed "Rio Bella", located in the district of Mariano Damaso Beraún - Las Palmas province of Leoncio Prado, Huanuco department. With aim to perform the characterization of the micro edaphoclimatic Bella river, was performed by soil classification greater usability by DS 017-2009 AG, determining seven units: Land suitable for permanent crops, agricultural quality media, with limited floor (C2s), with an area of 44.82 ha, land suitable for permanent crops, agricultural quality media, with limitations for soil and flood (C2si), with an area of 16.39 ha, land suitable for grazing, agricultural quality media, with limited floor (P2s), with an area of 465.68 ha, land suitable for forestry production, agricultural quality media, with limited floor (f2S), with an area of 924.37 ha, land suitable for forest production, low agricultural quality, limited by soil (F3s), with an area of 937.44 ha, land suitable for forest production, low agricultural quality, limited by soil and erosion (F3se), with an area of 487.53 ha and land protection (x), with an area of 1087.67 ha. Similarly climatic index were determined for the period 2003 to 2010: Index evapotranspiration by Thornthwaite method, 147.62 being the highest value that occurred in 2008. Index of Rivas-Martinez landlocked, with values of 0.60, 0.64 and 0.68 respectively, thus not considered Mediterranean. Thornthwaite moisture index, the watershed belongs to "hyper" because values were determined from 134.71 to 204.52. Gorezynski continentality index and

Currey, posing for a climate Hiperoceánico both methodologies, and values were determined -0.39 to 14.36 and 0.30 to 0.63 respectively. Aridity index and De Martonne Lang, being as this index in a "Zone Per wet with meadows and tundra" and "Per wet" respectively. Thermicity Index of Rivas-Martinez, indicating that the type of thermicity the watershed is "warm" with subtype "Steamy". Modified Fournier index, presenting a erosivity "Very High". Were performed ombrothermal of Gaussen diagrams, which indicate that the years 2003, 2004, 2005, 2006, 2008 and 2009 are considered "wet years" and that the month of June of 2007 and August of 2010 are considered "semi-dry periods."

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOROX. 2008. Diagrama ombrotérmico. [En línea] (<http://geologia.cicese.mx/ahinojosa/Bioclima/H2/htms/diagrama.htm>, 22 Jun. 2009).

ALMOROX. 2009. Índices climáticos. [En Línea] (<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medio-ambiente-/Indice-Climatico.pdf>) 20 Feb. 2012.

APECO. 2001. Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. Proyecto promoviendo estrategias de conservación de largo plazo en la parte alta del Parque Nacional del Manu. Cusco, Perú. 31 p.

CASTILLO, E. F. 1996. Agrometeorología. Editorial Mundi-Prensa. S.A. Madrid - España. 517 p.

CHAVEZ, A. M., MANRIQUE DE LARA, S. L. 2003. Análisis de tormentas para el cálculo y estudios previos al diseño de obras hidráulicas y control de inundaciones. Tingo María, Perú. 42p.

- CHAVARRI, V. A. 2004. Evapotranspiración. Universidad Nacional Agraria La Molina. Catedra. Lima, Perú. 10 p.
- CUADRAT M. J., FERNADA P. 2000 Climatología. Segunda edición. Cátedra. Madrid, España 496 p.
- DIAZ, S. A. 2011. Índices climáticos y bioclimáticos. Lima – Perú. [En Línea] (biogeografia.net.au.net/bioclima2.html) 26 Mar. 2012.
- EL PERUANO. 2009. Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Decreto Supremo N^o 017-2009-AG. Lima, Perú. Set. 02. Página 401820 – 401837.
- FLORES N. 2003. Restauración de bosques y manejo del agua. Foro – Planificación y gestión municipal para el desarrollo sostenible. 20 al 22 de Noviembre del 2003. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- INRENA. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa, Gráficos. Talleres de INRENA. Lima, Perú. 221 p.
- MALLADA, L. 1991. Propuesta de un índice climático para evaluar la continentalidad termopluviométrica. Universidad Zaragoza. Catedra. Zaragoza, España. 100 - 131 p.

- MILLARIUM, A. 2004. Indices de termicidad. Sevilla – España. [En Linea] (<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/IndicesClima.htm#termicidad>) 20 Mar. 2012.
- RAMIREZ L. 2010. Estimación de la pérdida de suelos por erosión hídrica en la cuenca del río Juramento - Salta. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 104 pp.
- RAMÍREZ F., HINCAPIÉ E., SADEGUIAN S. y PÉREZ U. 2007. Erosividad de las lluvias en la zona cafetera central y occidental del Departamento de Caldas. Caldas, Colombia. 14 p.
- RIVAS - MARTINEZ. 2008. Clasificación bioclimática de la Tierra. Centro de investigaciones fitosociológicas. España. Versión 27-08-2004. [En Linea]: ([http:// www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)) 20 de Jun. 2010.
- TORRES, C. 2010. Clasificación climática sistema Thornthwaite. Universidad de San Carlos de Guatemala. Área de manejo de suelos y agua. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 15p.
- VALDIVIA, P. J. 1977. Meteorología general. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Edit. San Marcos. Lima, Perú. 168 p.
- VILLON B. M. 2002. Hidrología. 2^{da} edición. Editorial Villón. Lima, Perú. 433 p.

IX. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

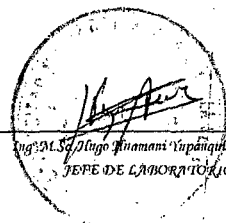
PROPIETARIO: MUÑOS RECAVARREN ERICK

Cod. Us.	Cod. Lab	ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
		Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
		%	%	%																	
1A	M1754	44	25	32	Franco	4.83	3.13	0.14	5.16	200.57	---	2.38	1.42	0.00	0.00	1.43	0.87	6.09	62.24	37.76	23.41
2A	M1755	24	33	44	Franco Arcilloso	4.23	1.25	0.06	9.34	150.86	---	1.30	1.02	0.00	0.00	2.71	3.39	8.42	27.52	72.48	32.20
3A	M1756	44	27	30	Franco	4.43	3.13	0.14	11.85	180.29	---	2.36	0.65	0.00	0.00	1.43	0.87	5.31	56.64	43.36	26.89
4A	M1757	28	35	38	Franco Arcilloso	4.07	4.07	0.18	4.46	98.23	---	1.34	0.78	0.00	0.00	3.00	1.40	6.52	32.55	67.45	45.91
5A	M1758	50	25	26	Franco Arcillo Arenoso	4.29	0.31	0.01	7.04	250.55	---	0.99	0.63	0.00	0.00	3.03	1.67	6.32	25.61	74.39	47.97
6A	M1759	44	27	30	Franco	3.79	2.51	0.11	4.11	151.79	---	9.78	0.93	0.00	0.00	3.42	1.68	15.81	67.73	32.27	21.66
7A	M1760	34	27	40	Franco	5.08	0.94	0.04	4.53	75.43	---	10.57	0.96	0.00	0.00	0.57	0.43	12.53	92.02	7.98	4.55
8A	M1761	30	25	46	Franco	4.06	2.82	0.13	7.81	161.20	---	0.99	0.46	0.00	0.00	3.60	1.00	6.05	23.95	76.05	59.54
9A	M1762	42	25	34	Franco	5.06	2.82	0.13	5.92	649.56	---	11.88	0.72	0.00	0.00	0.57	0.43	13.60	92.65	7.35	4.20

ANEXO 1. ANALISIS DE SUELOS

Fecha: 12 de Noviembre 2011

Recibo N°: 277564
Muestreado por: El solicitante



ANEXO 2. CLAVE 14 PARA DETERMINAR EL GRUPO DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

Clave 14 Bosque húmedo - Tropical
Bosque muy húmedo - Premontano Tropical
Bosque muy húmedo - Subtropical

Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical
Bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor		Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Eclínicos (Clases permisibles)									
		Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Rocosos (hasta)
A	Cultivo en Limpio	0-4	0-2	3	60	MG, M, MF, F	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	1	3	1
		4-8	2-4	2	100	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
C	Cultivo Permanente	0-4	0-2	3	30	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	2
		4-8	2-4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	-	3	2
		8-25	4-15	2	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
		25-50*	15-25	1	100	M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
			25-50*	1	100	M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
P	Pastos	0-8	0-4	3	60	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
		8-15	4-15	3	100	MG,M,MF	3	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
F	Producción Forestal	0-8	0-4	4	30	Todas	3	Todos	Todos	Severa	2	3	3	3
		8-25	4-15	4	45	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
		25-50	15-25	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
		50-75	25-50	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
			50-75	2	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Ligera	2	-	3	3
X	Protección	<i>Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores</i>												

ANEXO 3. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

ANEXO 3.1. Calicata N°1

Código de campo : C-1

Unidad edáfica : Suelo Bella Alta y Roque Saens Peña – Primer horizonte

Fase por pendiente : Terraza alta

Pendiente	: 15 – 25% (p) (2)
Microrelieve	: Ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 79 cm moderadamente profundo (1)
Textura	: Media (1)
Pedregosidad	: moderadamente pedregos(1) (1)
Drenaje	: algo excesivo (B) (2)
pH	: muy fuertemente acido (4.83)
Erosión	: ligera (1) (1)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (2)

ANEXO 3.2. Calicata N° 2

Código de campo : C-2

Unidad edáfica : Suelo Tigre – Primer horizonte

Fase por pendiente : Ladera ligeramente empinada

Pendiente	: 25 – 50 % (f)
Microrelieve	: ondulado (3)
Profundidad	: 120 cm profundo (-)
Textura	: Moderadamente fina (-)
Pedregosidad	: libre (0) (-)
Drenaje	: algo excesivo (B) (1)
pH	: extremadamente acido (4.23)
Erosión	: ligera (1) (1)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (1)

ANEXO 3.3. Calicata N° 3

Código de campo : C-3

Unidad edáfica : Suelo Juan Santos Atahualpa – Primer horizonte

Fase por pendiente : Ladera ligeramente empinada

Pendiente	: 50 - 60 % (3)
Microrelieve	: Ondulado (3) (3)
Profundidad	: 82 cm moderadamente profundo (1)
Textura	: Media (1)
Pedregosidad	: moderadamente pedregoso (1) (1)
Drenaje	: bueno (D) (1)
pH	: extremadamente ácido (4.43)
Erosión	: moderada(2) (2)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (1)

ANEXO 3.4. Calicata N° 4

Código de campo : C-4

Unidad edáfica : Juan Santos Atahualpa – Primer horizonte

Fase por pendiente : ladera moderadamente empinada

Pendiente	: 25 - 50 % (2)
Microrelieve	: ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 120 cm profundo (1)
Textura	: Moderadamente fina (MF) (1)
Pedregosidad	: libre (0) (1)
Drenaje	: bueno (D) (1)
pH	: Extremadamente ácido (4.07)
Erosión	: ligera (2) (2)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: Sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (1)

ANEXO 3.5. Calicata N°5

Código de campo : C-5

Unidad edáfica : Suelo Bella alta – Primer Horizonte

Fase por pendiente : Ladera moderadamente empinada

Pendiente	: 25 - 50 % (2)
Microrelieve	: Ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 120 cm profundo (1)
Textura	: Moderadamente fina (MF) (2)
Pedregosidad	: libre (0) (1)
Drenaje	: bueno (D) (1)
pH	: extremadamente acido (4.29)
Erosión	: moderada (2) (2)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: alto (1)

ANEXO 3.6. Calicata N° 6

Código de campo : C-6

Unidad edáfica : Suelo Bella Alta – Primer horizonte

Fase por pendiente : ladera disectada moderadamente empinada

Pendiente	: 25 - 50 % (2)
Microrelieve	: ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 75cm moderadamente profundo (MF)(1)
Textura	: Medio (M) (1)
Pedregosidad	: libre (0) (1)
Drenaje	: bueno (D) (1)
pH	: Extremadamente acido (3.79)
Erosión	: ligera (1) (1)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (2)

ANEXO 3.7. Calicata N° 7

Código de campo : C-7

Unidad edáfica : Suelo Bella – Primer horizonte

Fase por pendiente : Terraza baja inundable

Pendiente	: 0 - 4 % (1)
Microrelieve	: plano (1) (1)
Profundidad	: 76 cm moderadamnete profundo (1)
Textura	: Media (M) (1)
Pedregosidad	: libre (0) (1)
Drenaje	: bueno (D) (2)
pH	: Muy fuertemenete acido (5.08)
Erosión	: ligera (1) (1)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: ligera (1) (2)
Fertilidad del suelo	: alto (1)

ANEXO 3.8. Calicata N° 8

Código de campo : C-8

Unidad edáfica : Suelo Roque Saens Peña y Meliton Carbajal – Primer horizonte

Fase por pendiente : ladera moderadamente empinada

Pendiente	: 25 - 50% (2)
Microrelieve	: ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 120 cm. Profundo (1)
Textura	: media (1)
Pedregosidad	: moderadamente pedregoso (1) (1)
Drenaje	: algo excesivo (B) (2)
pH	: extremadamente acido 4.06
Erosión	: moderada (2)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (1)

ANEXO 3.9. Calicata N° 9

Código de campo : C-9

Unidad edáfica : Suelo Bella – Primer horizonte

Fase por pendiente : terraza alta

Pendiente	: 8 – 15 % (1)
Microrelieve	: ondulado suave (2) (2)
Profundidad	: 120 cm profundo (1)
Textura	: media (1)
Pedregosidad	: moderadamente pedregoso (1) (1)
Drenaje	: bueno (D) (1)
pH	: fuertemente ácido (5.06)
Erosión	: moderada (0) (2)
Salinidad	: libre (0) (1)
Inundación	: sin riesgo (0) (1)
Fertilidad del suelo	: medio (1)

ANEXO 4. REGISTRO TERMO – PLUVIOMÉTRICO MICROCUENCA RIO BELLA: PERIODO 2003 – 2010

Año	Factor	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2003	PPmm	271.2	323.6	312.6	311.9	203.9	132.4	156.4	305.5	309.6	408.8	318	644.7	3698.6
	T. °C	25.3	24.9	24.7	24.8	24	24.1	23.8	24.8	25	23.6	24.4	23.6	
2004	PPmm	287	310.3	481.5	265.1	186.5	118.7	221.6	108.5	224.1	314	509	374.8	3401.1
	T. °C	25.2	24.7	25	25.2	24.9	24.2	24.5	24.7	25	25.2	25	25.4	
2005	PPmm	273.5	452.4	621.9	140.5	169.8	226.1	104	238.5	225.3	314.2	285	421.5	3472.7
	T. °C	25	24.4	24.9	25.4	25.3	24.4	24.1	24.7	24.9	25.1	24.7	25	
2006	PPmm	391.5	553.9	539	279.5	131.9	223.4	202.5	162.8	237.6	520.8	470.3	615.9	4329.1
	T. °C	23.8	24.7	24.3	24.5	25	25.1	23.4	24.9	25.3	25	25.9	25	
2007	PPmm	508	260.1	609.4	363	284	29.1	184.3	96.2	107.5	320.6	321	528	3611.2
	T. °C	24.8	24.3	24.3	25.2	24.7	24.4	24.3	25.3	24.9	25.2	26	24.9	
2008	PPmm	590	611.7	404.2	271.3	102	98.4	229.2	125.2	283.5	390	200.3	294.7	3600.5
	T. °C	24.9	24.6	24.8	24.7	25.3	24.1	23.9	24.6	25.3	26.2	25.9	25.9	
2009	PPmm	603	485	364.3	360	402	266	244	137	179	115	554.6	620.2	4330.1
	T. °C	25.2	24.8	25.2	25.3	25.8	24.6	24.5	24.7	24.5	25.6	24.6	24.5	
2010	PPmm	317	310	460.1	354.7	243.6	158.5	95.1	54.9	151.1	221.2	424.1	440.9	3231.2
	T. °C	24.6	24.7	24.2	24.4	25.1	24.7	25	24.5	24.4	23.5	23.5	23.8	
Promedio mensual PP mm		405.2	413.4	474.1	293.3	215.5	156.6	179.6	153.6	214.7	325.6	385.3	492.6	

ANEXO 5. EVAPOTRANSPIRACIÓN MICROCUENCA RIO BELLA

ANEXO 5.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2003

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	25.3	11.64	126.03	12.48	31	1.07	135.45
Febrero	24.9	11.37	119.78	12.30	28	0.96	114.58
Marzo	24.7	11.23	116.74	12.06	31	1.04	121.25
Abril	24.8	11.30	118.25	11.79	30	0.98	116.22
Mayo	24.0	10.75	106.52	11.58	31	1.00	106.21
Junio	24.1	10.82	107.94	11.47	30	0.96	103.19
Julio	23.8	10.61	103.71	11.52	31	0.99	102.87
Agosto	24.8	11.30	118.25	11.69	31	1.01	119.09
Septiembre	25.0	11.44	121.32	11.95	30	1.00	120.86
Octubre	23.6	10.48	100.96	12.21	31	1.05	106.12
Noviembre	24.4	11.02	112.28	12.43	30	1.04	116.28
Diciembre	23.6	10.48	100.96	12.53	31	1.08	108.91
Promedio=	24.4	132.43					1371.04

ANEXO 5.2. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2004

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	25.2	11.57	123.43	12.48	31	1.07	132.67
Febrero	24.7	11.23	115.46	12.30	28	0.96	110.44
Marzo	25.0	11.44	120.20	12.06	31	1.04	124.84
Abril	25.2	11.57	123.43	11.79	30	0.98	121.31
Mayo	24.9	11.37	118.60	11.58	31	1.00	118.26
Junio	24.2	10.89	107.85	11.47	30	0.96	103.11
Julio	24.5	11.09	112.37	11.52	31	0.99	111.46
Agosto	24.7	11.23	115.46	11.69	31	1.01	116.27
Septiembre	25.0	11.44	120.20	11.95	30	1.00	119.74
Octubre	25.2	11.57	123.43	12.21	31	1.05	129.75
Noviembre	25.0	11.44	120.20	12.43	30	1.04	124.49
Diciembre	25.4	11.71	126.73	12.53	31	1.08	136.72
Promedio=	24.9	136.54					1449.05

ANEXO 5.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2005

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	25.0	11.44	120.42	12.48	31	1.07	129.43
Febrero	24.4	11.02	111.13	12.30	28	0.96	106.30
Marzo	24.9	11.37	118.83	12.06	31	1.04	123.42
Abril	25.4	11.71	126.91	11.79	30	0.98	124.72
Mayo	25.3	11.64	125.26	11.58	31	1.00	124.91
Junio	24.4	11.02	111.13	11.47	30	0.96	106.24
Julio	24.1	10.82	106.67	11.52	31	0.99	105.81
Agosto	24.7	11.23	115.71	11.69	31	1.01	116.52
Septiembre	24.9	11.37	118.83	11.95	30	1.00	118.39
Octubre	25.1	11.50	122.02	12.21	31	1.05	128.26
Noviembre	24.7	11.23	115.71	12.43	30	1.04	119.83
Diciembre	25.0	11.44	120.42	12.53	31	1.08	129.91
Promedio=	24.8	135.78					1433.74

ANEXO 5.4. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2006

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	23.8	10.61	102.62	12.48	31	1.07	110.30
Febrero	24.7	11.23	115.92	12.30	28	0.96	110.89
Marzo	24.3	10.95	109.87	12.06	31	1.04	114.12
Abril	24.5	11.09	112.87	11.79	30	0.98	110.93
Mayo	25.0	11.44	120.61	11.58	31	1.00	120.26
Junio	25.1	11.50	122.20	11.47	30	0.96	116.83
Julio	23.4	10.35	97.07	11.52	31	0.99	96.28
Agosto	24.9	11.37	119.03	11.69	31	1.01	119.87
Septiembre	25.3	11.64	125.43	11.95	30	1.00	124.95
Octubre	25.0	11.44	120.61	12.21	31	1.05	126.78
Noviembre	25.9	12.06	135.46	12.43	30	1.04	140.29
Diciembre	25.0	11.44	120.61	12.53	31	1.08	130.11
Promedio=	24.7	135.12					1421.60

ANEXO 5.5. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2007

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	24.8	11.30	117.17	12.48	31	1.07	125.94
Febrero	24.3	10.95	109.52	12.30	28	0.96	104.76
Marzo	24.3	10.95	109.52	12.06	31	1.04	113.75
Abril	25.2	11.57	123.56	11.79	30	0.98	121.43
Mayo	24.7	11.23	115.61	11.58	31	1.00	115.28
Junio	24.4	11.02	111.02	11.47	30	0.96	106.14
Julio	24.3	10.95	109.52	11.52	31	0.99	108.63
Agosto	25.3	11.64	125.19	11.69	31	1.01	126.08
Septiembre	24.9	11.37	118.75	11.95	30	1.00	118.30
Octubre	25.2	11.57	123.56	12.21	31	1.05	129.88
Noviembre	26.0	12.13	137.06	12.43	30	1.04	141.94
Diciembre	24.9	11.37	118.75	12.53	31	1.08	128.11
Promedio=	24.9	136.07					1440.24

ANEXO 5.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2008

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	24.9	11.37	118.33	12.48	31	1.07	127.18
Febrero	24.6	11.16	113.60	12.30	28	0.96	108.67
Marzo	24.8	11.30	116.74	12.06	31	1.04	121.25
Abril	24.7	11.23	115.16	11.79	30	0.98	113.18
Mayo	25.3	11.64	124.85	11.58	31	1.00	124.49
Junio	24.1	10.82	106.02	11.47	30	0.96	101.36
Julio	23.9	10.68	103.08	11.52	31	0.99	102.25
Agosto	24.6	11.16	113.60	11.69	31	1.01	114.40
Septiembre	25.3	11.64	124.85	11.95	30	1.00	124.38
Octubre	26.2	12.28	140.44	12.21	31	1.05	147.62
Noviembre	25.9	12.06	135.10	12.43	30	1.04	139.92
Diciembre	25.9	12.06	135.10	12.53	31	1.08	145.74
Promedio=	25.0	137.40					1470.44

ANEXO 5.7. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2009

MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	25.2	11.57	123.38	12.48	31	1.07	132.60
Febrero	24.8	11.30	116.95	12.30	28	0.96	111.87
Marzo	25.2	11.57	123.38	12.06	31	1.04	128.14
Abril	25.3	11.64	125.02	11.79	30	0.98	122.87
Mayo	25.8	11.99	133.47	11.58	31	1.00	133.09
Junio	24.6	11.16	113.83	11.47	30	0.96	108.83
Julio	24.5	11.09	112.29	11.52	31	0.99	111.38
Agosto	24.7	11.23	115.38	11.69	31	1.01	116.20
Septiembre	24.5	11.09	112.29	11.95	30	1.00	111.87
Octubre	25.6	11.85	130.04	12.21	31	1.05	136.69
Noviembre	24.6	11.16	113.83	12.43	30	1.04	117.89
Diciembre	24.5	11.09	112.29	12.53	31	1.08	121.14
Promedio=	24.9	136.75					1452.57

ANEXO 5.8. EVAPOTRANSPIRACIÓN AÑO 2010

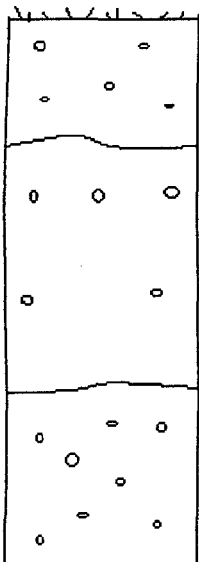
MES	T °C	i/m	ET (mm)	N horas	M día	C	ETP
Enero	24.6	11.16	115.37	12.48	31	1.07	123.99
Febrero	24.7	11.23	116.86	12.30	28	0.96	111.78
Marzo	24.2	10.89	109.52	12.06	31	1.04	113.75
Abril	24.4	11.02	112.41	11.79	30	0.98	110.48
Mayo	25.1	11.50	122.97	11.58	31	1.00	122.62
Junio	24.7	11.23	116.86	11.47	30	0.96	111.72
Julio	25.0	11.44	121.43	11.52	31	0.99	120.44
Agosto	24.5	11.09	113.88	11.69	31	1.01	114.69
Septiembre	24.4	11.02	112.41	11.95	30	1.00	111.99
Octubre	23.5	10.41	99.77	12.21	31	1.05	104.88
Noviembre	23.5	10.41	99.77	12.43	30	1.04	103.33
Diciembre	23.8	10.61	103.87	12.53	31	1.08	112.06
Promedio=	24.4	132.02					1361.73

ANEXO 6. INDICE DE HUMEDAD DE THORNTHWAITE

Año	P	PE	IH
2003	3698.60	1371.04	169.77
2004	3401.10	1449.05	134.71
2005	3472.70	1433.74	142.21
2006	4329.10	1421.60	204.52
2007	3611.20	1440.24	150.74
2008	3600.50	1470.44	144.86
2009	4330.10	1452.57	198.10
2010	3231.20	1361.73	137.29

ANEXO 8. Descripción de calicatas.

Calicata 1:



Horizonte A:

Presenta fragmentos de gravillas y guijarros al 5%, este horizonte presenta estructura granular media de tipo 1 (débil), con raíces comunes y pocas y tiene límite gradual.

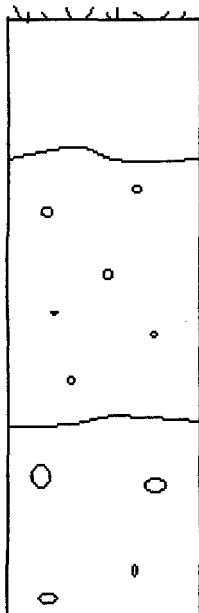
Horizonte B1:

Con estructura de bloque sub angular media de tipo 1 (débil) de consistencia friable, presenta guijarros al 10%, raíces finas y pocas, el horizonte tiene límite gradual.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular medio, de consistencia friable, presenta guijarros al 20 % con raíces finas y escasas.

Calicata 2:



Horizonte A:

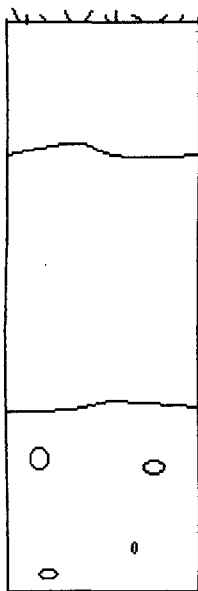
Este horizonte presenta estructura granular media de tipo 1 (débil), no presenta fragmentos gruesos, es de consistencia friable, con raíces comunes y pocas y tiene límite gradual.

Horizonte B1:

Con estructura de bloque sub angular media de tipo 1 (débil) de consistencia friable, presenta guijarros al 10%, raíces finas y pocas, el horizonte tiene límite gradual.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular medio, de consistencia friable, presenta guijarros al 20 %, no presenta raíces.

Calicata 3:**Horizonte A:**

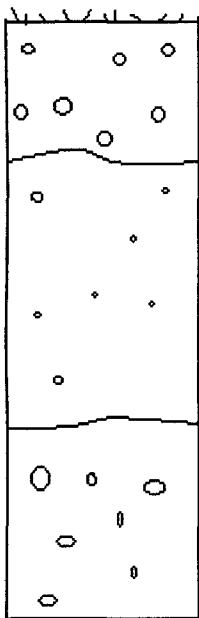
Este horizonte presenta estructura granular media de tipo 1 (débil), no presenta fragmentos gruesos, es de consistencia friable, con raíces finas y pocas y tiene límite abrupto.

Horizonte B1:

Con estructura de bloque sub angular media de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, con raíces finas y escasas, el horizonte tiene límite gradual.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular medio de tipo 2, de consistencia friable, presenta rocas meteorizables al 20 %, no presenta raíces.

Calicata 4:**Horizonte A:**

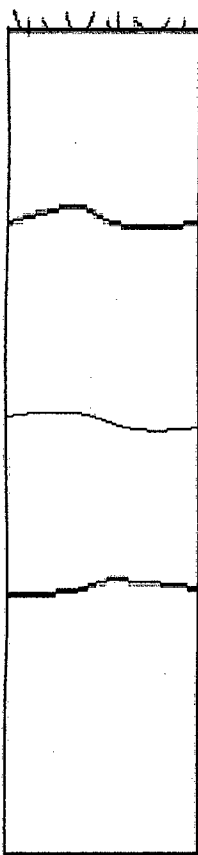
Este horizonte presenta rocas al 20 %, con estructura granular fina a media de tipo 1, de consistencia friables con raíces finas a pocas, con límite gradual.

Horizonte B1:

Con estructura de bloque sub angular media de tipo 1, de consistencia friable, con presencia de gravillas al 15 %, con raíces finas y escasas, el horizonte tiene límite difuso.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular medio de tipo 2, de consistencia friable, presenta gravillas y guijarros al 25 %, no presenta raíces.

Calicata 5:**Horizonte A:**

Este horizonte no presenta fragmentos gruesos, con estructura granular fina a media de tipo 1, de consistencia friables con raíces finas comunes, con límite gradual.

Horizonte B1:

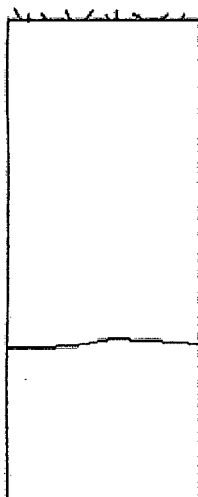
Con estructura de bloque sub angular fino de tipo 1, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, con raíces finas y pocas, el horizonte tiene límite difuso.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular fino de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, raíces finas y pocas, el límite del horizonte es difuso.

Horizonte B3:

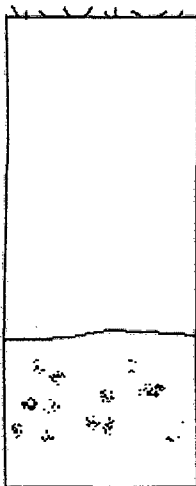
Con estructura bloque sub angular media de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, raíces finas y escasas.

Calicata 6:**Horizonte A:**

Este horizonte no presenta fragmentos gruesos, con estructura granular fina de tipo 1, de consistencia friable con raíces finas y pocas, con límite gradual.

Horizonte B:

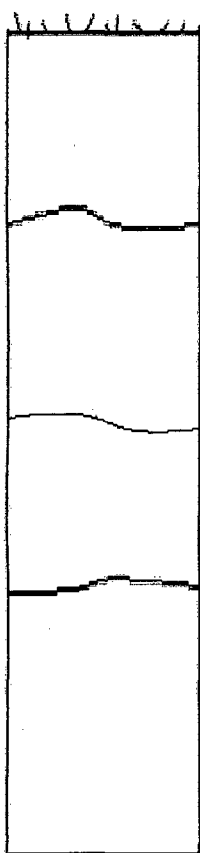
Con estructura de bloque sub angular medio de tipo 1, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, con raíces finas y escasas

Calicata 7:**Horizonte A:**

Este horizonte no presenta fragmentos gruesos, con estructura granular fina de tipo 1, de consistencia suave con raíces finas a medias y escasas, con límite abrupto.

Horizonte C:

Con estructura granular suave, de consistencia suelta, no presenta fragmentos gruesos ni raíces.

Calicata 8:**Horizonte A:**

Este horizonte no presenta fragmentos gruesos, con estructura granular fina a media de tipo 1, de consistencia friables con raíces finas comunes, con límite gradual.

Horizonte B1:

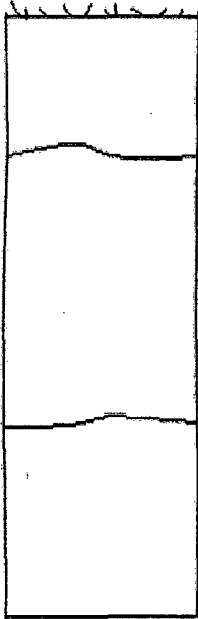
Con estructura de bloque sub angular fino de tipo 1, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, con raíces finas y pocas, el horizonte tiene límite difuso.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular fino de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, raíces finas y pocas, el límite del horizonte es difuso.

Horizonte B3:

Con estructura bloque sub angular media de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, raíces finas y escasas

Calicata 9:**Horizonte A:**

Este horizonte no presenta fragmentos gruesos, con estructura granular fina de tipo 1, de consistencia friable con raíces finas y pocas, con límite gradual.

Horizonte B1:

Con estructura de bloque sub angular fino de tipo 1, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, con raíces finas y escasas, el horizonte tiene límite difuso.

Horizonte B2:

Con estructura bloque sub angular medio de tipo 2, de consistencia friable, no presenta fragmentos gruesos, no presenta raíces.

ANEXO 9. Fotografias

9.1. Fotos calicata N°1



9.2. Fotos calicata N°3



9.3. Fotos calicata N°4



9.4. Fotos calicata N°4

