

ARTÍCULO ORIGINAL**CONFLICTOS DE USO DE LOS SUELOS EN LA MICROCUENCA LAS PAVAS –
TINGO MARÍA, PERÚ****CONFLICTS OF USE OF THE SOIL IN LAS PAVAS MICROWATERSHED - TINGO MARIA, PERU**

Rudy Benedicto Flores Guzmán

Ingeniero en Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú

Correo electrónico: Rudy_floresg@hotmail.com

Juan Pablo Rengifo Trigozo

Docente. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Correo electrónico: juan.rengifo@unas.edu.pe

Código ORCID: 0000-0002-4099-8501

Alex Rengifo Rojas

Docente. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Economista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Correo electrónico: alex.rengifo@unas.edu.pe

Código ORCID: 0000-0002-7103-6903

Recepción: 22 de abril de 2018

Aceptado: 15 de junio de 2018

Resumen

La investigación se ha ejecutado en la microcuenca las Pavas ubicada en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de determinar las áreas con conflictos de uso de la tierra mediante el uso del sistema de información geográfica. La metodología consistió en la recopilación de datos de gabinete y campo para la descripción de la zona de estudio y de esta manera elaborar los mapas preliminares; el trabajo de campo consistió en recopilar datos para complementar los mapas temáticos, así como la apertura de calicatas por unidades fisiográficas y análisis de las muestras de suelo en laboratorio; se analizó e interpretó los resultados con la finalidad de plasmarlos en los respectivos mapas temáticos. Los resultados obtenidos fueron: 79.95 ha de tierras aptas para cultivos en limpio, 1154.04 ha de tierras aptas para cultivos permanentes, 159.93 ha de tierras aptas para pasto, 1177.25 ha de tierras para producción forestal y 1406.36 ha tierras de protección; Presentó 6 tipos de uso de tierras: Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) con 432.34 ha; Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.) con 1024.01ha; cultivos de pastos con 377.11 ha; Tierras boscosas (Bosque primario) con 2102.37 ha; Suelos desnudos con 37.06 ha y centros Poblados con 4.46 ha. Luego de realizar la superposición entre la capacidad de uso mayor con el uso actual de la tierra se encontró: suelos subutilizados 1309.60 ha, seguido los de uso adecuado con 1835.53 ha y por último los suelos con sobreuso 827.73 ha.

Palabras clave: Conflictos de uso, calicatas, uso de tierras, superposición, uso actual.

Abstract

Research has been carried out in the watershed Las Pavas located in the district of Mariano Damaso Beraun province of Leoncio Prado, department of Huanuco, in order to determine areas with conflicts of land use through the use of geographic information system. The methodology involved data collection office and field for the description of the study area and thus develop preliminary maps; fieldwork was to collect data to complement the thematic map as well as the opening of pits by physiographic units and analysis of soil samples in the laboratory; He analyzed and interpreted the results in order to translate them into the respective thematic maps. The results were: 79.95 ha of land suitable for intensive cultivation, 1154.04 ha of land suitable for permanent crops, 159.93 ha of land suitable for grass, 1177.25 ha of land for forestry production and 1406.36 has protected lands; He presented 6 types of land use: Annual crops (cassava, maize, beans, etc.) with 432.34 ha; Permanent crops (coffee, cocoa, Coca, Banana, etc.) with 1024.01ha; pasture crops with 377.11 ha; forestland (primary forest) with 2102.37 ha; Bare soil with 37.06 ha and population centers with 4.46 ha. After making the overlap between use capacity with the current land use it was found: 1309.60 underused land has followed the proper use with 1835.53 ha and finally soil with overuse 827.73 ha.

Key word: Conflicts of use, test pits, land use, overlay, current use

Introducción

El suelo es uno de los principales factores de producción, de ella se obtiene productos que además de servir para satisfacer las necesidades primarias contribuyen a la actividad industrial. A lo largo del tiempo los cambios del uso del suelo, son parte de la historia de la civilización, que han modelado al paisaje por acción antrópica en medio de extensas áreas de producción y de aptitud forestal, forzando la plantación en áreas no aptas para esta práctica.

En el distrito de Mariano Dámaso Beraún - Las Palmas, específicamente en la microcuenca "Las Pavas" el suelo está siendo utilizado de manera irracional sin tener en cuenta la pérdida de la fertilidad y propiedades físicas, químicas, biológicas de los suelos. En la actualidad se observa una baja producción de los cultivos (cacao, café, plátano, etc.), debido al mal manejo de suelos que se viene realizando en dicha zona de estudio, afectando gravemente a la calidad de vida de la población. El conflicto de uso de los suelos que existe en dicha cuenca es uno de los factores que afectan a la pérdida de fertilidad de las mismas. El mapa de conflicto de uso de los suelos hace un análisis comparativo entre el uso potencial del suelo para producir un determinado cultivo (CUM) y el uso actual del suelo en un determinado tiempo (UAT); esta interacción nos permitirá detallar que zonas están siendo usadas correctamente y que zonas están teniendo un sobre uso o sub uso. Motivo por el cual se plantea si los conflictos de uso de la tierra serán producto del mal manejo de la microcuenca Las Pavas, que permitirá realizar un adecuado manejo y conservación de las tierras tomando en consideración su uso actual de tierras con su capacidad de uso mayor en la microcuenca las Pavas.

Materiales y métodos

Ubicación y superficie

La investigación se realizó en la microcuenca "Las Pavas" con un área de 39.77 km² y un perímetro de 29.69 km, de acuerdo los resultados obtenidos en la delimitación de la microcuenca, ubicada políticamente en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; se encuentran asentadas nueve caseríos: por el norte con los centros poblados de Clorinda Matto de Turner, Chincamayo y Bejucal, por el Sureste los centros poblados de Santa Rosa de Quesada, Tambillo Chico, San Pedro de Pacchaj, Nuevo Paraíso, Javier Pérez de Cuellar y Corazón de Jesús; geográficamente se encuentra en la parte centro oriental del país y presenta las siguientes coordenadas UTM 392783 E, 8963991 N y una altitud de 700 msnm en la desembocadura, la accesibilidad a la microcuenca "Las Pavas", es vía terrestre por una carretera asfaltada Tingo María -

Huánuco, a 15 - 20 minutos de la ciudad de Tingo María, el acceso es con todo tipo de vehículos de transporte, y las vías para llegar a los centros poblados es por una carretera afirmada.

Material cartográfico

Empalme N° 19k y 19L de la Carta Nacional digitalizada elaborada por el IGN a una escala de 1/100 000, con curvas distanciadas cada 40 m de desnivel. Imagen satelital Lansat 8. Zonas de vida digitalizada por la ANA.

Parámetros morfométricos de la microcuenca Las Pavas

Se recopiló los datos e información para la caracterización de los parámetros morfométricos de la microcuenca Las Pavas como: curvas de nivel, cuenca y ríos, que nos sirvieron para detallar los principales parámetros que se describen a continuación.

Parámetros de forma

Se determinó los datos importantes como la superficie, perímetro, longitud y ancho de la microcuenca hidrográfica en el programa ArcGis 10.2, que sirvieron para obtener los parámetros de forma (1).

Parámetros de la red hidrográfica

Se determinó la densidad de drenaje siguiendo la metodología propuesta por Fuentes (2) y Villón (1), el mismo que nos permitió saber las limitantes por drenaje dentro de la Subclase de Capacidad de Uso Mayor de la Tierra.

Parámetros de relieve

Para determinar los parámetros de relieve primero se determinó la pendiente de la cuenca y el cauce estuvieron detallados por el desnivel de cotas divididas entre la longitud de la cuenca y la longitud del río; la curva hipsométrica o hipsográfica se calculó teniendo en cuenta las áreas parciales entre curvas de nivel, estos mismos datos servirán para detallar el rectángulo equivalente indispensable para constatar el potencial erosivo, estado de equilibrio, así como también las fases de la vida de la microcuenca.

Clasificación de tierra por su capacidad de uso mayor

Identificación del lugar. Se realizó el reconocimiento de la microcuenca, previa coordinación con las autoridades de los diferentes caseríos del lugar. Asimismo; como la validación de las características morfométricas, fisiográficas a través de los mapas temáticos de la zona de estudio y campo.

Determinación de número de muestras

Para ello se tomó como punto de partida el mapa base de la microcuenca se identificó las áreas por unidades fisiográficas y se calculó el número de

muestras por cada una de estas unidades fisiográficas que para nuestro caso fueron 9.

Muestreo de suelos y registro de datos

El muestreo de los suelos se realizó través de una calicata con medidas de 1 m x 0.8 m x 1.20 m por cada unidad fisiográfica con lecturas e interpretación del perfil del suelo, se recolectaron las muestra por cada horizonte que presentó el perfil del suelo extrayendo de ella aproximadamente un kilogramo de suelo, el mismo que fue embolsado y etiquetado por cada horizonte, para posteriormente ser secado en un ambiente cerrado a temperatura del ambiente, para luego ser llevado al gabinete de suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, adscrita al Departamento académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua.

Con la finalidad de homogenizar las características edáficas, se realizó veintitrés (23) calicatas hasta 1.20 m de profundidad según las unidades fisiográficas encontradas (Cuadro 1). Se efectuó la lectura de los perfiles de cada calicata, tomando en consideración la guía del Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N° 017 – 2009 – AG), se anotaron a las características como: vegetación o cultivo, localidad material madre, número de horizonte y espesor, color del suelo, etc. Se tomaron las muestras respectivas en un total 35 muestras de suelos para su posterior análisis en el laboratorio de suelos de la especialidad de Ing. en conservación de suelos y agua.

Cuadro 1. Número de calicatas según las unidades fisiográficas

Sub Paisaje	Unidades Fisiográfica	N° Calicata
Terraza alta	Plana	2
	Ondulada	1
Terraza media	Plana	4
Colina alta	Ligeramente disectada	1
	Fuertemente disectada	4
Colina baja	Moderadamente disectada	2
	Fuertemente disectada	1
Montaña baja	Montaña baja	6
Montaña alta	Montaña alta	2

Total	23
-------	----

Análisis físico químico del suelo

Se determinaron los análisis físicos y químicos de acuerdo a los métodos establecidos en el Cuadro 2, en el gabinete de suelos perteneciente a la Facultad de Recursos Naturales Renovables adscrita a la Departamento académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua, para su posterior interpretación y con los resultados se realizó la interpolación para representarlo cartográficamente la distribución de los nutrientes en toda la microcuenca.

Cuadro 2. Indicadores de suelos y métodos de determinación

Indicadores	Metodología de determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.045
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico 6N
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Método de Acetato de Amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5).
Calcio (Ca)	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	Absorción atómica
Potasio (K)	Absorción atómica
Sodio (Na)	Absorción atómica
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (Suelos con pH < 5.5)
Aluminio más Hidrógeno	Método de Yuan
Calcio más magnesio	Método de E.D.T.A (Versenato)

Fuente: Vázquez (3)

Interpretación de los análisis de suelos

Para la interpretación de los resultados analíticos realizados en el gabinete de suelos y los parámetros físicos y químicos analizados se tomó en consideración la metodología propuesto por Fassbender (4) citado por Sánchez (4).

Cuadro 3. Normas para la interpretación de los análisis químicos

Tipo de análisis	Muy baja	Baja	Moderada	Adecuada	Alta	Muy alta
N (%)	<0.05	0.05-0.10	0.10-0.15		0.15-0.25	>0.25
P (ppm)	<3	3 - 7		7 - 15	15 - 25	>25
CIC (cmol/kg)	<6	6 - 12	12 - 25		25 - 40	>40
SB (%)	<20	21 - 40	41 - 60		61 - 80	81 - 100
Ca (cmol/kg)	<2	2 - 5	5 - 10		10 - 20	>20
Mg (cmol/kg)	<0.50	0.50-1.50	1.50-4.00		4 - 8	>8
K (cmol/kg)	<0.10	0.10-0.20	0.20-0.40	0.40-0.70	0.70-1.20	>1.20
Na (cmol/kg)	<0.10	0.10-0.30	0.30-0.70		0.70-2.00	>2

Fuente: Fassbender (4), citado por Sánchez (5)

Para realizar la clasificación de suelos por su capacidad de uso mayor se elaboró distintos mapas temáticos tentativos que posteriormente fueron reclasificados, mediante las bases para la elaboración del mapa de Capacidad de Uso Mayor y Conflictos de Uso de la Tierra, tales como: Mapa Base, micro relieve, pendiente, fisiográfico, erosión y ecológico.

Elaboración de mapas temáticos

Elaboración de mapa base

Para la elaboración de mapa base se recopiló toda la información disponible de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y otras entidades, la información obtenida fueron curvas de nivel, ríos, centros poblados, centros educativos y vías; toda esta información en un formato “shapefile” propias del ArcGis 10.2.

Determinación de unidades de Micro relieve

Para este caso se utilizó la metodología que hace referencia el Decreto Supremo N° 017-2009-AG; el cual permite determinar el mapa de micro relieve utilizando un modelo digital de elevación (DEM) generada a partir de la curvas de nivel proyectada en el datum WGS 84 Zona 18 L; con la ayuda del Software ArcGis 10.2 y el DEM se determinó las unidades de micro relieve existentes en la zona de estudio para posteriormente validarlo en campo y luego digitalizarlo en gabinete, logrando el resultado final el mapa de micro relieve reclasificado.

Elaboración de mapa de pendiente

El mapa pendiente se elaboró de acuerdo al Decreto Supremo N° 017-2 009-AG, para lo cual se usó la carta nacional (curvas a nivel), apoyado en el Software ArcGis 10.2 específicamente con la herramienta reclasify donde se reclasifico de acuerdo a los rangos mencionados en el reglamento.

Elaboración de mapa fisiográfico

El mapa fisiográfico se determinó de acuerdo a las formas del relieve existente en la naturaleza, clasificando las formas de los paisajes y la relación con aspectos de la geología, clima e hidrología. Según los estudios de WALSH (6), para lo cual se usó un DEM de altitud y un DEM pendiente, apoyado en el Software ArcGis 10.2 específicamente con la herramienta raster

Cuadro 5. Factor k por calicata

DETALLES	ARENA	ARCILLA	LIMO	M.O %	S	P	M	K
CALICATA 1	63.68	11.04	15.28	5.42	4	2	7024.28	0.46
CALICATA 2	35.68	21.04	43.28	2.6	3	3	6234.68	0.57
CALICATA 3	67.86	7.04	25.28	3.68	4	2	8658.29	0.72
CALICATA 4	45.68	15.04	39.28	6.5	3	3	7218.20	0.41
CALICATA 5	51.68	17.04	31.28	4.77	3	3	6882.36	0.50
CALICATA 6	57.68	13.04	29.28	6.5	4	2	7562.04	0.42
CALICATA 7	37.68	19.04	43.28	3.47	3	3	6554.52	0.55
CALICATA 8	46.68	25.04	29.28	5.37	3	3	5693.96	0.38
CALICATA 9	61.68	7.04	31.28	2.3	4	2	8641.56	0.83

calculator se logró calcular las unidades fisiográficas.

Elaboración de mapa de erosión

Para la elaboración del mapa de erosión se trabajó con el modelo de pérdida de suelo modificado RUSLE donde las variables fueron: factor R, Factor K, factor LS y factor C. El factor R se calculó con las precipitaciones acumuladas mensual en el año 2015 de la estación meteorológica las Pavas.

$$r = \sum_{i=1}^{i=12} pi^2/P$$

Donde,

i: representa el número del mes

p: representa la precipitación mensual en centímetros

P: representa precipitación promedio anual en centímetros

Cuadro 4. Precipitación mensual acumulado del año 2015

Mes	i	i ²	p	pi ²	pi ² /P
Enero	1	1	47.47	47.47	0.15
Febrero	2	4	42.58	170.32	0.55
Marzo	3	9	40.36	363.24	1.17
Abril	4	16	19.68	314.88	1.01
Mayo	5	25	32.97	824.25	2.65
Junio	6	36	10.25	369.00	1.19
Julio	7	49	15.06	737.94	2.37
Agosto	8	64	9.4	601.60	1.93
Septiembre	9	81	11.81	956.61	3.07
Octubre	10	100	10.1	1010.00	3.25
Noviembre	11	121	40.02	4842.42	15.56
Diciembre	12	144	31.49	4534.56	14.57
			P = 311.19	R = 47.47	

El factor K se calculó mediante los parámetros edáficos de cada calicata como: Estructura, materia orgánica, y la clase de permeabilidad.

Cálculo del factor K

$K = (2.713 \times 10^{-6}) (12 - Om) M^{1.14} + 0.0325 (s - 2) + 0.025 (p - 3)$

Textura : Arcillosa

- % Ar : Porcentaje de Arcilla :
- % Ao : Porcentaje de Arena :
- % Lo : Porcentaje de Limo :
- Om : Porcentaje de materia orgánica
- M : parámetro de fracciones finas [(% Limo + % arena muy fina) x (100% - % arcilla)]
- s : Índice de estructura
- p : Clase de permeabilidad

DETALLES	ARENA	ARCILLA	LIMO	M.O %	S	P	M	K
CALICATA 10	53.68	11.04	35.28	4.22	4	2	7913.88	0.61
CALICATA 11	57.68	13.04	29.28	5.76	4	2	7562.04	0.47
CALICATA 12	57.68	13.04	29.28	5.76	4	2	7562.04	0.47
CALICATA 13	51.68	13.04	35.28	2.69	3	3	7562.04	0.70
CALICATA 14	75.68	11.04	13.28	5.76	4	2	7913.88	0.50
CALICATA 15	51.68	17.04	31.28	4.99	3	3	6882.36	0.48
CALICATA 16	69.68	13.04	17.28	6.14	4	2	7562.04	0.44
CALICATA 17	45.68	21.04	33.28	3.85	3	3	6234.68	0.50
CALICATA 18	71.68	11.04	17.28	3.45	4	2	7913.88	0.67
CALICATA 19	39.68	7.04	53.28	6.72	3	3	8641.56	0.47
CALICATA 20	45.68	25.04	29.28	5.37	3	2	5619.00	0.34
CALICATA 21	53.68	11.04	35.28	4.22	4	2	7913.88	0.61
CALICATA 22	61.68	7.04	31.28	2.3	4	6	8641.56	0.96
CALICATA 23	67.68	7.04	25.28	2.3	4	6	8641.56	0.96

El factor LS se calculó mediante el mapa pendiente en porcentaje clasificado en nueve (rangos).

Cuadro 6. Unidad de factor de LS por pendiente.

Grupo de pendiente en %	Factor LS
0 a 3	0.3
3 a 12	1.5
12 a 18	3.4
18 a 24	5.6
24 a 30	8.7
30 a 60	14.6
60 a 70	20.2
70 a 100	25.2
> 100	28.5

El factor C se estableció de acuerdo a las características hidrológicas, geomorfológicas, y cobertura vegetal.

Cuadro 7. Valores de C reportados por Roose (7) en África occidental

Uso de la Tierra	Valor promedio anual de C
Suelo desnudo	1.00
Bosque denso o cultivos con mucho espesor	0.001
Sabana o pastizales sin pastoreo	0.01
Cultivos de cobertura, siembra tardía desarrollo lento	-
Primer año	0.3 – 0.9
Segundo año	0.1
Cultivo de cobertura de desarrollo rápido	0.1
Maíz, sorgo	0.4 – 0.9
Arroz (cultivo intensivo, segundo ciclo)	0.1 – 0.2
Algodón, tabaco (segundo ciclo)	0.5
Maní, soya	0.4 – 0.8
Yuca (primer año)	0.2 – 0.8

Palma, café, coco con cultivos

Elaboración de mapa ecológico

Se elaboró el mapa ecológico de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdridge (8), la microcuenca Las Pavas se encuentra dentro de la zona ecológica: Bosque muy Húmedo – Premontano Tropical (bmh - PT) y de acuerdo a las regiones del Perú corresponde a Rupa Rupa o selva alta.

Determinación del grupo de capacidad de uso mayor

Se utilizó la clave 14 del reglamento de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor del Ministerio de Agricultura del Perú aprobado por Decreto Supremo N° 017- 2009 – AG en función a la zona de vida que corresponde. Se realizó la comparación de los datos del suelo con los requerimientos de cada uso potencial, para calificar los valores correspondientes a cada parámetro; si cumple con los valores de todas las columnas, nos indica que corresponde al grupo encontrado.

Determinación de la clase de capacidad de uso mayor

La clase o calidad agroecológica alta, media y baja, con números arábigos (1, 2 y 3) fue definida con la interpretación de los análisis de suelos y teniendo en cuenta el tipo y grado de limitaciones de suelo que definen esta categoría.

Determinación de la sub clase de capacidad de uso mayor

La subclase fue definida por las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que determinaron la clase, por suelo, erosión pendiente, inundación, drenaje, clima, etc.

Determinación del mapa de uso actual de tierras

Las unidades de Uso Actual de la Tierra se determinaron a partir de la Imagen Satelital comercial Lansad 8 y puntos de control de los cultivos que se obtuvo en campo, proyectadas en el datum WGS 84 Zona 18 L. Con la ayuda del

Software ArcGis 10.2 se determinó las unidades de UAT donde se interpretó la imagen de acuerdo a la coloración de los píxeles y se unió en polígonos dándole un nombre preliminar a la cobertura existente. La clasificación de Uso Actual de la Tierra se ha efectuado de acuerdo al sistema de clasificación de nueve categorías básicas de la Unió

Geográfica Internacional (UGI), el método de la FAO citado por Sheng (9) y por las unidades de cobertura vegetal analizadas por González 1993 citado por Navarrete (11), las cuales se ha adecuado a la realidad de la zona, desdoblado estas categorías en unidades como café, cacao, coca, etc.

Cuadro 8. Clasificación de UAT adecuada a la realidad de la zona

N°	UGI	FAO	GONZALES	UAT Modificado
1	Centros Poblados y tierras no agrícolas	Agropastoril	Ciudades, pueblos	Centros Poblados
2	Horticultura	Agricultura extensiva	Rotación de cultivos	Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.)
3	Árboles y otros Cultivos permanentes	Silvopastoril	Plantación forestal	Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.)
4	Tierras de cultivo	Agrosilvopastoril	Renoval	Cultivos de pastos
5	Pastos mejorados permanentes	Silvopastoril con aprovechamiento forestal domestico	Matorral	Tierras de recuperación (Purmas y macorillas)
6	Praderas no mejoradas (pastos naturales)	Pastoril	Praderas	Tierras boscosas (Bosque primario y secundario)
7	Tierras boscosas	Silvopastoril en tierras erosionadas	Bosque nativo adulto	Otras Tierras (recreos turísticos, misceláneas)
8	Pantanos y ciénagas	Cuerpos de agua	Vagas	
9	Tierras improductivas	Sin uso		

Georreferenciación de cultivos

Para la georreferenciación de cultivos, se tomó puntos de control en el campo con un GPS, para que esta georreferenciación resulte satisfactoria es necesario elegir de forma apropiada los puntos de control (en número, ubicación y distribución). Se trata, pues, de un proceso manual en el que se requiere intervención humana en el campo y así ofrecer mayor exactitud en el proceso de clasificación de cobertura. Para la obtención de este mapa final, se realizó un recorrido por el ámbito de influencia de la zona de estudio, teniendo como referencia la red vial y georreferenciando solo puntos de control de los cultivos de acuerdo al uso actual existente en el momento, como también el levantamiento de información secundaria mediante entrevistas a los pobladores con el fin de definir el uso de los cultivos.

Determinación de conflicto de usos de suelos

Los conflictos de usos suelos se determinaron comparando o superponiendo el mapa de uso actual de las tierras con el mapa de uso mayor. El resultado de este proceso permitió una comparación de usos de áreas: uso correcto, sub uso y sobre uso.

Resultados

Parámetros morfométricos de la microcuenca las Pavas

Los parámetros de forma fueron determinados mediante el índice de Gravelius 1.33, ancho de la cuenca 4.1 km y un factor de forma de 0.42; luego se determinó la densidad de drenaje 0.91 uno de los

principales parámetros de la red hidrográfica de la microcuenca; también se obtuvo los parámetros de relieve como pendiente de la cuenca 16.94% y la pendiente del cauce principal 11.89%.

Cuadro 9. Parámetros morfométricos de la microcuenca hidrográfica Las Pavas

Principales Parámetros	Valor	Unidad
Área de la cuenca	39.8	km²
Perímetro de cuenca	29.7	km
Longitud de cuenca	9.7	km
Longitud de cauce principal	12.4	km
Cota superior cuenca	2340.4	m.s.n.m
Cota inferior cuenca	700.0	m.s.n.m
Cota superior cauce	2175.0	m.s.n.m
Cota inferior cauce	700.0	m.s.n.m
Altura Promedio de la Cuenca	1520.2	m.s.n.m
Diferencia de desnivel de la cuenca	1640.4	m
Diferencia de desnivel del cauce	1475.0	m
Pendiente media cuenca	16.9	%
Pendiente media del cauce principal	11.9	%
Índice de compacidad	1.3	Adimensional
Factor de forma (F)	0.4	Adimensional
Densidad Drenaje	0.9	km/km²
Rectángulo Lado Mayor (Km)	11.5	km
Rectángulo Lado Menor (Km)	3.5	km

Del estudio de suelos por su capacidad de uso mayor

En el Cuadro 10 se muestran los Grupo, Clase y Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras, con sus respectivas superficies y porcentajes representadas en las Figuras 1 y 2. Donde las tierras aptas para cultivo en limpio comprenden una superficie de 79.95 ha que representa el (2.01%) del área total evaluada; dentro de esta se encuentran la

clase y subclase A2s con una superficie de 20.96 ha, con limitaciones por suelo y la subclase A2sw con una superficie de 58.99 ha, con limitaciones por suelo y drenaje. Las tierras aptas para cultivos permanentes (C) ocupan una superficie de 1,154.04 ha equivalente al (20.05%) del área total evaluada, con una clases y subclase C2s con una superficie de 969.35 ha, con limitaciones por suelo y la subclase C3s con una superficie de 184.69 ha, con limitación por suelo. Las tierras aptas para pastos (P) comprenden una superficie aproximada de 159 ha equivalente al (4.02%) del área total evaluada, dentro de este grupo se ha encontrado las clases y subclase P2s con una superficie aproximada de

96.27 ha, con limitaciones por suelo y la Subclase P3s con una superficie aproximada de 63.66 ha, con limitación por suelo. Las tierras aptas para producción forestal (F) comprenden una superficie de 1177.25 ha equivalente al 29.60% del área total evaluada, en esta categoría se identificó la clase y subclase F2se ocupa aproximadamente 453.13 ha, con limitaciones por suelo y erosión y la subclase F3se ocupa aproximadamente 721 ha, con limitaciones por suelo y erosión. Las tierras de protección (X) presenta un área de 1,406.36 equivalentes al (35.36%) del área total evaluada presenta limitaciones por suelo y erosión.

Cuadro 10. Superficie y porcentaje de tierras según su capacidad de uso mayor

GRUPO	Superficie		Clase	Sub Clase	Superficie	
	ha	%			ha	%
A	79.95	2.01%	A2	A2s	20.96	0.53
				A2sw	58.99	1.48
C	1154.04	29.01%	C2	C2s	969.35	24.37
				C3	C3s	184.69
P	159.93	4.02%	P2	P2s	96.27	2.42
				P3	P3s	63.66
F	1177.25	29.60%	F2	F2se	456.13	11.47
				F3	F3se	721.12
X	1406.36	35.4%	x	Xse	1406.36	35.36
Sub Total					3972.75	99.89
Centro Poblado (ccpp)					4.6	0.11
Total					3977.35	100

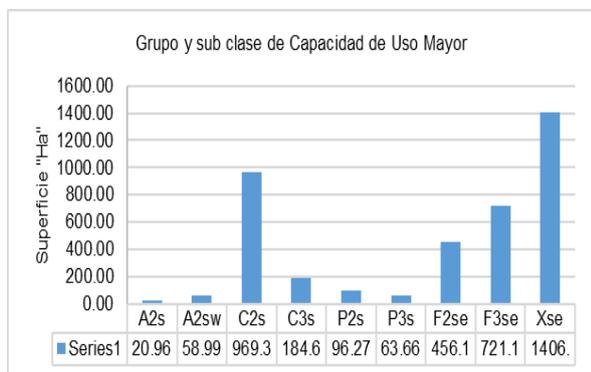


Figura 1. Superficies de las subclases de tierras según su capacidad de uso mayor

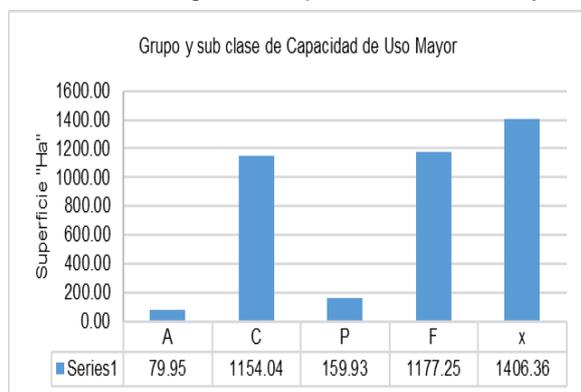


Figura 2. Superficies de las tierras según su capacidad de uso mayor

Uso actual de la tierra

En el Cuadro 11 se presenta 6 tipos de uso actual de tierras en la microcuenca las Pavas, se encontró en mayor proporción Tierras boscosas (Bosque primario) que ocupan 2102.37 ha equivalente al 52.86%, Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.) que ocupan 1024.01 equivalente al 25.75%, Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 432.34ha equivalente a 10.87%, cultivos de pastos que ocupan 37.06 ha equivalente a 0.93% y en menor proporción encontramos la presencia de centros poblados que ocupan 4.46 ha equivalente a 0.11% del área total evaluada.

Cuadro 11. Superficie de Uso Actual de Tierras de la microcuenca las Pavas

Descripción del uso actual de tierras	Superficie	
	ha	%
Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.)	432.34	10.87
Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.)	1024.01	25.75
Cultivos de pastos	377.11	9.48
Suelos desnudos	37.06	0.93

Tierras boscosas (Bosque primario)	2102.37	52.86
Centros Poblados	4.46	0.11
TOTAL	3977.35	100.00

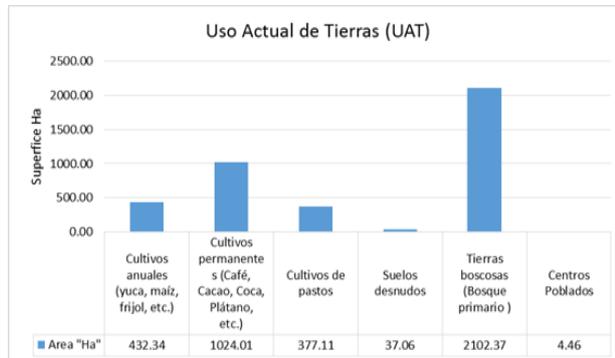


Figura 3. Superficies de uso actual de la microcuenca las Pavas

Conflictos de Uso de la Tierra

Para identificar las zonas con conflicto de uso, se utilizó el criterio de conflictos de uso de la tierra, que trata de identificar las áreas que están siendo utilizados en discordancia con su vocación natural. Para el efecto, se han intersectados las variables, mapa de capacidad de uso mayor con el mapa de uso actual de tierras.

Cuadro 12. Superficie de conflicto de uso de la tierra de la microcuenca las Pavas

Formas de uso	Simbología	Superficie	
		ha	%
Sobre utilizado	SO	827.73	20.81
Sub utilizado	SU	1309.60	32.93
Uso correcto	UC	1835.53	46.15
No aplica CCPP	NA	4.48	0.11
Total		3977.35	100.00

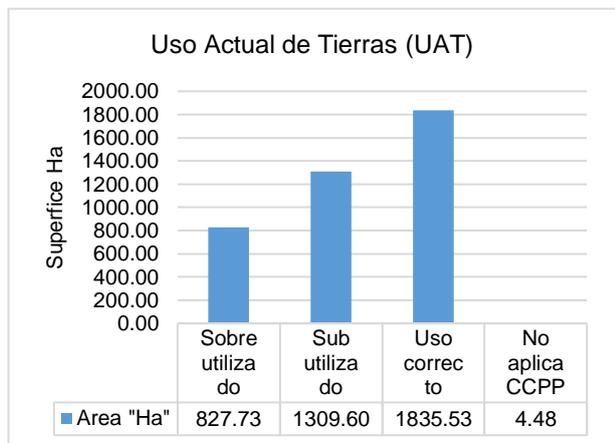


Figura 4. Superficies de conflictos de uso de la tierra de la microcuenca las Pavas

Discusión

En los análisis morfométricos se pudo determinar un área de 3977.35 ha. El área de la microcuenca del río Las Pavas es quizá el parámetro más importante, siendo determinante la escala de varios fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de agua que ingresa por precipitación, la magnitud de los caudales, etc. El perímetro (P) es definida por la longitud del límite exterior de la microcuenca, superficie y la forma de la cuenca; calculándose una extensión de 2970 km. y una elevación media de 1230,75 m.s.n.m. En la determinación de la forma de la microcuenca se pudo determinar el factor de forma con un valor de 0.4, índice de compacidad con un valor de 1.30 y una densidad de drenaje de 0.9 Km/Km². Otros parámetros morfométricos determinados fueron: la longitud del cauce principal con un valor de 12.4 km; una pendiente media de la microcuenca de 16.9% y una pendiente media del cauce principal de 11.9%.

Analizando los parámetros morfométricos característicos de la microcuenca del río las pavas, se puede clasificar de la siguiente manera: En cuanto a su área se puede calificar como una microcuenca ya que se encuentra dentro de un rango de 5000 ha. En cuanto al coeficiente de forma de la cuenca se puede calificar como una cuenca circular pues cuanto más el coeficiente se aproxime a la unidad será de forma circular por lo tanto dicho índice indica que la microcuenca tiene una tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. El valor del índice de compacidad (Kc), encontrado para la microcuenca del río Las Pavas es de 1.3 el cual muestra una tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento. Este índice determina que la microcuenca tiene una forma de oval redonda a oval oblonga y presenta una concentración de agua media (drenaje medio) sin tener en cuenta el estado de la cobertura (12). En cuanto al valor de densidad de drenaje es de 0.9 el cual se puede calificar como baja. Por otro lado, Llamas (12) menciona que, a mayor densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce, frente al flujo en ladera, lo que se traduce en un menor tiempo de respuesta de la cuenca, y, por tanto, un menor tiempo al pico del hidrograma (1). La longitud del cauce principal de la microcuenca presenta una calificación media, este parámetro influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Según la curva hipsométrica, la microcuenca las Pavas se encuentra en un estado de equilibrio (1). El comportamiento de la curva hipsométrica tiene una tendencia a un río en etapa de madurez con transporte de sedimentos y agua. Llamas (12) menciona que la curva hipsométrica muestra el comportamiento de un río en su etapa media de equilibrio y madurez donde predomina el transporte de sedimentos y agua.

Teniendo como información básica el aspecto edáfico, es decir, las características físico-químicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se desarrollan, se determinó la clasificación de las tierras para la aplicación práctica del usuario en un lenguaje sencillo. La clasificación de las tierras implica la expresión en unidades de mapeo, que reflejan la aptitud potencial de las mismas sea para fines agrícolas, pecuarias, forestal, así como su uso práctico de manejo y conservación que eviten su deterioro.

El sistema de clasificación adoptado para la realización del presente trabajo es de Capacidad de Uso Mayor, establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras según (D.S. N° 017-2009-AG). Donde se obtuvo tierras aptas para cultivos en limpio con 79.95 ha que equivale al 2.01% del total del área de estudio, las mismas que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección en concordancia a las políticas e interés del Estado y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible; son de calidad agrológica media a baja con fertilidad natural de suelos baja y con limitaciones por suelo y erosión asimismo en una de sus subclases necesita de riego suplementario. Cultivos permanentes con una superficie aproximada de 1154.04 ha (29.01%). Incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, restringe su aptitud para cultivos en limpio, pero si una agricultura en base a especies permanente, donde se pueden implantar ampliamente cultivos de largo período vegetativo, acorde con las condiciones ecológicas de la zona, dentro de este grupo se ha establecido una Clases de Capacidad de Uso (C3); Escovedo (13) describe que se encontró dos clases C2 y C3 con características similares en la provincia de Leoncio Prado. Las tierras aptas para producción de cultivos de pastos comprenden una superficie aproximada de 159.93 ha (4.02%). Incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, restringe su aptitud para cultivos en limpio y permanentes, pero si para la producción de pastos cultivados que permiten el pastoreo continuo o temporal sin deterioro de la capacidad productiva del suelo (D.S. N° 017-2009-AG). Las tierras aptas para producción forestal ocupan una superficie de 1177.25 ha, que equivale al 29.60% del total del área de estudio, estas tierras poseen calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve 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; las tierras de protección ocupan una superficie de 1472.75 ha, equivalentes a 35.36% del total del área de estudio, son tierras que no presentan clases de capacidad de uso, debido a que se presentan limitaciones extremas como para hacerlas apropiadas para la explotación agropecuaria o forestal, por lo que se conservan en la forma en que se encuentran, como áreas de protección, así para poder prevenir los problemas de erosión lateral y deslizamiento de taludes, se definieron según el MINAGRI (14).

En la microcuenca Las Pavas, se encontraron 6 tipos de cultivos, en mayor proporción tierras boscosas (Bosque primario y secundario) que ocupan 2102.37 ha equivalente al 52.86%, cultivos permanentes (café, cacao, coca, plátano, etc.) que ocupan 1024.01 ha equivalente al 25.75%, cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 432.34 ha equivalente a 10.87%, cultivos de pastos que ocupan 37.06 ha equivalente a 0.93% y en menor proporción encontramos la presencia de centros poblados que ocupan 4.46 ha equivalente a 0.11% del área total evaluada. Se describió el uso actual de la tierra en una época determinada, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro, permitiendo conocer la utilización de este recurso, en sus distintas unidades de paisaje y la forma como se ha desarrollado el aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, agua, vegetación (15).

Según los resultados obtenidos el área de estudio viene siendo utilizados por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de manera racional y eficiente. Guarachi (16) menciona que cuando se realiza la clasificación de suelos por uso actual de estos, se toma en cuenta un enfoque formal del uso de la tierra, considera y registra como cobertura, de acuerdo al tipo de cobertura y el tiempo de permanencia que tengan.

Los conflictos de uso son el resultado de la discusión de información, intereses o valores entre el uso actual y el uso potencial de la tierra referidos a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de vida en un sitio generándose un conflicto de uso de la tierra (16). Cuando existe discrepancia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso (17). Para nuestro caso las áreas más representativas en la microcuenca las Pavas son los suelos sub utilizados que comprenden una superficie de 1309.60 ha, que corresponde al 32.93% del área total evaluada, estos suelos están ocupadas por de cultivos entre los cuales tenemos a los cultivos en limpio y permanente forestal y de protección, pero no son utilizadas en totalidad de acuerdo a su uso potencial. Todas estas tierras están por debajo de la capacidad o aptitud de la tierra según su capacidad de uso mayor (18). Los suelos que son

utilizados adecuadamente comprenden una superficie aproximada de 1835.53 ha, que corresponde al 46.15% del área total evaluada, asimismo estos suelos en su mayoría están siendo ocupados por mosaico de cultivo dentro de los cuales se consideran a los cultivos en limpio, permanentes, también encontramos cultivos para producción forestal y de protección, que corresponden al uso adecuado de estos suelos. Y por último los suelos que están siendo sobre utilizados comprende una superficie de 827.73 ha, que corresponde al 20.81% del área total evaluada. Esto se debe a que, en tierras con aptitud forestal, tierras para pastos y tierras de protección están siendo utilizados para cultivos en limpio y permanentes tal es el caso del café, lo cual indica que su uso actual de la tierra, esto indica que aquellas tierras están siendo utilizadas o explotadas excediendo su capacidad o aptitud de uso, ello implica degradación en el tiempo; si no se toman las precauciones del caso para evitarlo (14).

Conclusiones

La microcuenca Las Pavas presenta un área de 39.77km² con una densidad de drenaje baja ($D = 0.90$), una forma ovalada a oblonga ($Kc = 1,33$), un factor de forma (0.4); una pendiente de la cuenca (16.9%), una pendiente del cauce (11.9%) además se representó la curva hipsométrica y el rectángulo equivalente.

La microcuenca las Pavas presenta las siguientes categorías de capacidad de uso mayor: 79.95 ha de tierras aptas para cultivos en limpio, con una subclase A2s y A2sw. 1154.04ha de tierras aptas para cultivos permanentes, con una subclase C2s y C3S. 159.93ha de tierras aptas para pastos, con una subclase P2s y P3S. 1177.25 ha de tierras aptas para producción forestal, con una subclase F2se y F2se. 1406.36 de tierras en protección.

El uso actual de tierras de la microcuenca las Pavas presenta zonas boscosas (Bosque primario) que ocupan 2102.37ha, Cultivos permanentes (Café, Cacao, Coca, Plátano, etc.) que ocupan 1024.01ha, Cultivos anuales (yuca, maíz, frijol, etc.) que ocupa 432.34ha, cultivos de pastos que ocupan 37.06 Ha y centros poblados que ocupan 4.46Ha del área total evaluada.

Dentro de las áreas de conflicto de uso en la microcuenca Las Pavas, encontraron los suelos de uso correcto 1835.53 ha, seguido los de subutilizados con 1309.60 ha y por último están los suelos por sobreuso con 827.73ha las cuales están siendo usadas por encima de su capacidad potencial.

Referencias bibliográficas

1. Villon M. Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Facultad de Ingeniería Agrícola. 2º Edic. Ediciones Villon. Lima, Perú. 2002; 15 - 64.
2. Fuentes, J. Análisis Morfométrico de Cuencas: Caso de Estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro. Instituto Nacional de Ecología. 2004.
3. Vázquez S. Una propuesta metodológica para la selección de indicadores y la obtención de índices de calidad de suelo. Universidad Nacional del Nordeste. 1997.
4. Fassbender H. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1ra edición. San José. Costa Rica. 1975, 434 p.
5. Sánchez P, Camacho E. Suelos del trópico: características y manejo. Traducido por Edilberto Camacho. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 1981; 634 p.
6. WALSH. Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Prospección Sísmica 3D Perforación Exploratoria del Lote 101. Volumen 1. 2006.
7. Roose E. Soil Erosion and Carbon Dynamics in Africa Occidental. 1977.
8. Holdridge L. Ecología basada en zonas de vida. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José de Costa Rica. 1987.
9. Sheng T. A treatment-oriented land capability Classification Scheme: In report on the Latin American Watershed Management Seminar. FAO. No TA 3112. 1972; 40 p.
10. Alvarado J, López D, Medina B. Cuantificación estimada del dióxido de carbono fijado por el agroecosistema café en Guatemala. Boletín PROMECAFE. 1999; 7-14.
11. Navarrete M. Propuesta metodológica para el análisis territorial en la cuenca hidrográfica del estero el Peral, comuna de Carahue, IX región. Tesis Lic. En Recursos Naturales. Temuco, Chile. Universidad Católica de Temuco, Chile. 2004; 151 p.
12. Llamas J. Hidrología general: Principios y aplicaciones Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 1993.
13. Escobedo T. Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. Gobierno regional de San Martín, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. 2005.
14. MINAGRI. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Decreto Supremo N° 017- 2009 – AG. Lima, Perú. 2009; 18 p.
15. Vargas JR. Sistema de gestión y territorial a través de la teledetección y sistemas de información geográfica para el municipio de Cercado – Cochabamba. [Tesis de grado Ing.

-
- Agr. FCA y P. UMSS]. Cochabamba, Bolivia. 1999.
16. Guarachi C. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Machaca, provincia de Ayopaya. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG, para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. UMMS, Bolivia. [Internet]. 2001. [Acceso 19 Abr 2014]. Disponible en: http://www.clas.umss.edu.bo/biblioteca/buscar_tesis.asp.
17. ZEEOT – Región Cajamarca. Zonificación ecológica y económica. Base para el ordenamiento territorial del Departamento de Cajamarca. Perú. [Internet] 2011. [Acceso 16 Dic 2013]. Disponible en: <http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/#/publicacion/publica>.
18. EOT. Plan de ordenamiento territorial Municipio de Toca Bocayá, Bocayá, Colombia. Esquema de Ordenamiento Territorial. [Internet]. 2004. [Acceso 20 Abr 2013]. Disponible en: <http://tocaboyaca.gov.co/planeación.shtmlapc=plPlan%20de%20Ordenamiento%20Territorial-1-&x=2669615>.