

FACTOR ERODABILIDAD PARA EL MANEJO DE COBERTURAS VEGETALES - CUENCA POOPO DPTO. ORURO

MSc. Ing. Freddy Fernández Camacho, Estudiantes ing.505 *

Palabras clave: Factor C, modelo RUSLE, cobertura vegetal, erosión, capacidad de uso de la tierra.

Keywords: C factor, RUSLE model, vegetation cover, erosion, land capability.

INTRODUCCIÓN

El grado de depredación ocurrido en los ecosistemas del altiplano y alto andino es tan alarmante como inexorable. La pobreza no solo degrada al hombre, sino que degrada de igual manera la naturaleza. En todas las comunidades campesinas por efecto del sobre pastoreo del ganado ovino, los cultivos en pendiente en la agricultura y el aumento de población, se ha operado una pérdida gradual y constante de la flora y la fauna naturales. Se han olvidado tradiciones culturales conservacionistas y se han introducido técnicas desagradables como el derribe de la vegetación existente y la quema de los restos de vegetales secos (pastos y arbustos) para la habilitación de parcelas para la agricultura con la secuela de efectos ya denunciados.

El problema central de esta región de la cuenca Poopó, es la degradación de los agroecosistemas productivos por efecto del uso intensivo de la tierra y su inadecuado manejo lo que está provocando una ostensible baja de la productividad de la tierra, habida cuenta de su escasez y del aumento poblacional. La alteración de la pradera nativa se ha manifestado a su vez, en la pérdida de vegetación debido a la constante utilización de sus recursos como combustible, el sobrepastoreo, lo que está determinando déficit de forraje y decreciente fertilidad del suelo en general.

En esos trabajos solo el modelo que se usa con mayor frecuencia es la "Ecuación Universal de Pérdida de Suelo" RUSLE (WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978 citados por Mannaerts, 1999)

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION

Las localidades del estudio están distribuidas a la influencia a la Cuenca Poopó. Que es parte del sistema lacustre endorreico del Altiplano boliviano que tiene varias entradas de ríos por efecto de la precipitación pluvial, siendo la red hidrográfica más importante del departamento.

Tabla 1. Identificación de las localidades y prácticas de manejo del suelo.

Localidad	Caracollo	Paria	Chuquiña	Sora Sora	Antequera	Pazña	Poopó
Cobertura vegetal	*	*	*	*	*	*	*
Pradera natural (2)	*	*	*	*		*	
Labranza Tradicional (1)	*	*		*	*	*	*
Mínima labranza (1)		*					
Suelo desnudo	**	**	**	**	**	**	**

Metodología

Uso de la Metodología de RUSLE (WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978 citados por Mannaerts, 1999)

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Factor Erosividad de la lluvia = R

K = El factor Erodabilidad del suelo

Condiciones estándar (K):

- Barbecho preparado continuo, **C = 1**
- Labranza en sentido de la pendiente **P = 1**

- Gradiente de pendiente = 9% **S = 1**
- Longitud de pendiente = 22,13 m **L = 1**

Entonces el factor K es la tasa de erosión por unidad de índice de erosión, para un suelo específico y para condiciones estándar

K en (Mg ha⁻¹) (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹)⁻¹

$$① 100K = 0,0132 [2,1 T^{1,14} 10^{-4} (12-m) + 3,25 (e-2) + 2,5 (p-3)]$$

$$② K = [2,8 T^{1,14} 10^{-7} (12-m) + 4,3 \cdot 10^{-3}(e-2) + 3,3 \cdot 10^{-3} (p-3)]$$

donde:

+ T : (% a_{mf} + % L) (100 - % A)

+ m: % MOS

+ p: tipo de permeabilidad

+ e: tipo de estructura

rápida = 1 (> 36 cm h⁻¹)

granular_{mf} = 1

mod. rápida = 2

granular_f = 2

moderada = 3

granular_{g-m} = 3

lenta a mod. = 4

bloques, laminar y maciza = 4

lenta = 5

muy lenta = 6 (< 0,0036 cm h⁻¹)

Factor Pendiente

$$L = (x / 22,13)^m$$

Factor Gradiente

$$G = (0.065 + 0.045 * S + 0.0065 * S^2)$$

S = Pendiente del suelo

Aplicando Ecuación PROMIC (2004) tenemos:

$$G = 16.8 * \sin \alpha - 0.5 \text{ (si } S > 9 \% \text{ pendiente) (1)}$$

$$G = 10.8 * \sin \alpha + 0.03 \text{ (si } S < 9 \% \text{ pendiente) (2)}$$

Factor uso de suelo y cobertura vegetal

COBERTURA VEGETAL	C
Bosque no intervenido	0.001
Bosque intervenido	0.34
Tierras erosionadas con escasa vegetación	0.8
Suelo desnudo	1
Cultivos extensivos en hileras	0.2 – 0.8
Pastos	0.3

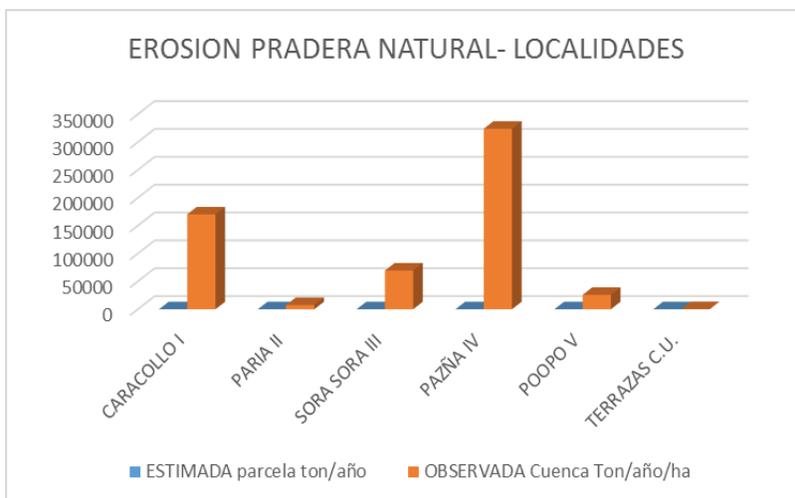
PENDIENTE %	CONTORNO	FAJAS	TERRAZAS
1 a 2	0.4	0.15	0.05 - 0.03
2 a 7	0.5	0.25	0.10 - 0.05
7 a 12	0.6	0.3	0.12 – 0.05
12 a 18	0.8	0.4	0.16 – 0.05
18 a 24	0.9	0.45	0.15 - 0.06

RESULTADOS

PRADERA NATURAL

Del cuadro la localidad de Caracollo muestra con 28,4 ton/año de pérdida de suelos la estimada De Sora Sora con 27,8 ton/año y Poopó con 12,9 ton/año respectivamente, pierde suelo productivo cada año por erosión, en la gráfica siguiente claramente se aprecia la estimada en parcela estándar y la observada en la cuenca las diferencias significativa entre las localidades de estudio.

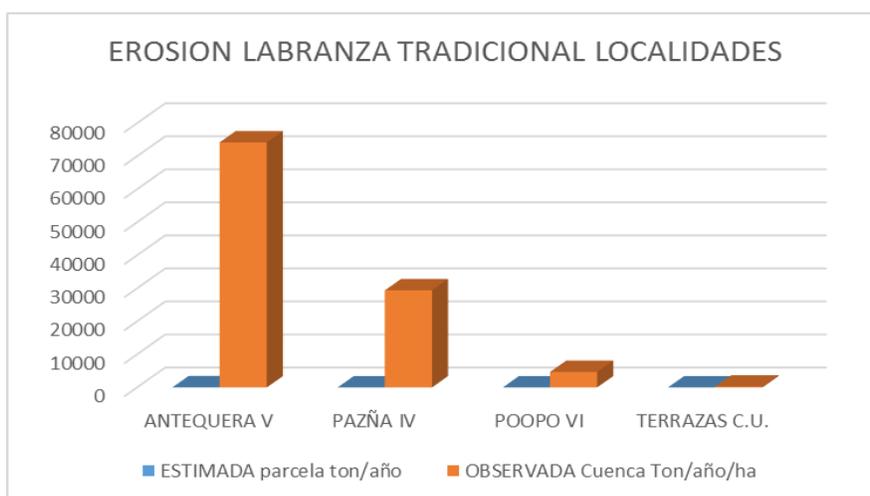
PRADERA NATURAL	AÑO	PP mm	R	K	L G	C	P	Perdida unitaria de Suelo	Perdida de suelo en CUENCA
LOCALIDADES								Ton/ha/año	Ton/ha/año
CARACOLLO I	2008	251.2	393,63	0,065	0,99	1	0,5	28,4	170,35
PARIA II	2007	251.2	266,03	0,68	0,0091	8,8	0,1	0,3	7,68
SORA SORA III	2008	205.5	393,63	0,065	0,97	1	0,5	27,8	69,54
PAZÑA IV	2006	444.5	566,24	0,65	0,119	0,33	0,4	12,9	324,00
POOPO V	2005	476.7	436,08	0,21	0,21	0,6	0,5	12,9	25,87
TERRAZAS C.U.	2014	596	344,91	0,032	0,04	0,83	0,04	0,12	0,27



LABRANZA TRADICIONAL

Del cuadro la localidad de Antequera pierde suelo por erosión un 29,7 ton/año en parcela estándar seguido de Poopó con 2,3 ton/año asimismo Pazña con 1,2 ton/año. En la gráfica aprecia la estimada en parcela con respecto a la observada en la Cuenca de todas las localidades de estudio existe diferencia significativa.

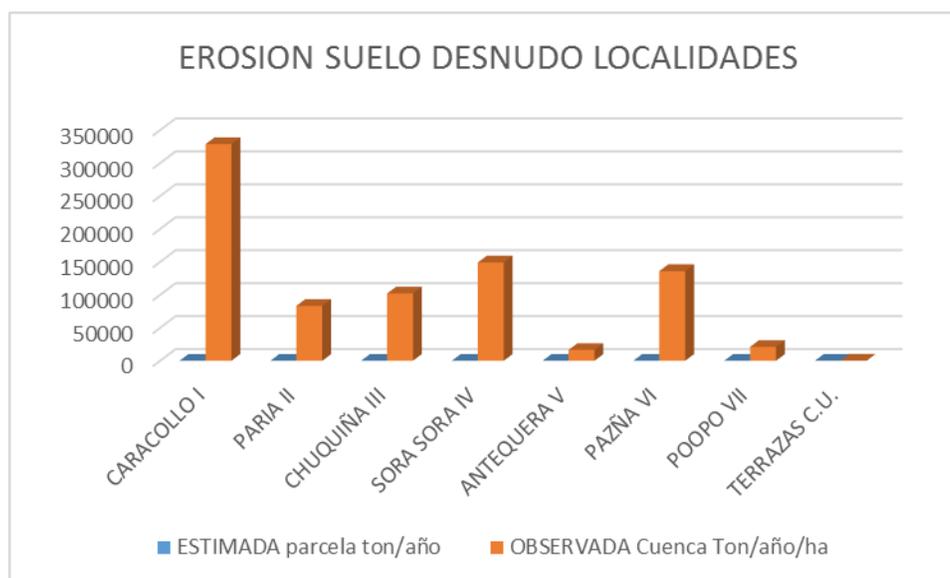
LABRANZA TRADICIONAL	AÑO	PP mm	R	K	L G	C	P	Perdida unitaria de Suelo	Perdida de suelo en CUENCA
LOCALIDADES								ton/ha/año	ton/año/ha
ANTEQUERA V	2008	394	393,63	0,24	0,35	0,8	0,5	29,7	74,19
PAZÑA IV	2007	254,8	266,03	0,58	0,085	0,05	0,8	1,2	29,40
POOPO VI	2008	174,3	393,63	0,11	0,17	0,4	0,8	2,3	4,68
TERRAZAS C.U.	2014	596	344,91	0,032	0,04	0,83	0,04	0,12	0,27



SUELO DESNUDO

SUELO DESNUDO	AÑO	PP mm	R	K	LG	C	P	Perdida unitaria de Suelo	Perdida de suelo en CUENCA
LOCALIDADES								Ton/año/año	Ton/ ha/año
CARACOLLO I	2007	251,2	251,2	0,65	0,589	0,8	0,3	54,8	328,77
PARIA II	2008	320	320	0,645	0,117	1	0,5	33,3	83,24
CHUQUIÑA III	2008	251,2	251,2	0,065	0,99	1	0,5	40,8	102,10
SORA SORA IV	2008	205,5	205,5	0,23	0,98	1	0,3	59,7	149,17
ANTEQUERA V	2008	394	394	0,11	0,17	0,5	0,8	6,6	16,50
PAZÑA VI	2004	213,1	218,1	0,75	0,19	1	0,8	54,4	136,15
POOPO VII	2008	346,2	346,2	0,39	0,32	1	0,2	19,371	494,92
TERRAZAS C.U.	2014	596	344,91	0,032	0,04	0,83	0,04	0,12	274,14

Del cuadro de perdida de suelo desnudo sin vegetación. La localidad de Sora Sora pierde suelo por erosión con 59,7 ton/año en parcela estándar seguido de Caracollo pierde con 54,8 ton/año en parcela, asimismo Pazña con 54,4 ton/año respectivamente. En la gráfica vemos claramente las diferencias significativas entre la estimada en parcela con las observadas en Cuenca la perdida por erosión de los suelos en las localidades de estudio.



CONCLUSIONES

La erosión del suelo es un fenómeno ampliamente difundido principalmente se presenta en zonas de alta presión del altiplano de Bolivia principalmente en toda la Cuenca Poopó, donde existe una gran actividad de sobre pastoreo y la práctica inadecuada de las labores de cultivo además la ausencia de las masas forestales son los problemas mayores de la erosión de ahí se plantea el manejo y conservación de suelos, mediante el monitoreo de los procesos de degradación.

En la mayoría de las zonas de la cuenca del altiplano se halla en un promedio de 367 mm/año de precipitación

El establecimiento en pradera natural muestra a la Localidad de Caracollo con 28,4 ton/año de pérdida de suelos seguida de Sora Sora con 27,8 ton/año y Poopó con 12,9 ton/año respectivamente, pierde suelo productivo cada año por erosión,

La labranza tradicional muestra a la localidad de Antequera con 29,7 ton/año de suelo perdido en parcela estándar seguido de Poopó con 2,3 ton/año asimismo la localidad de Pazña con 1,2 ton/año.

En suelos desnudos La localidad de Sora Sora pierde suelo por erosión con 59,7 ton/año en parcela estándar seguido de Caracollo con 54,8 ton/año en parcela, asimismo Pazña con 54,4 ton/año respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Manejar pendientes no erosivos, bajo condiciones de uso y manejo de labranzas mínima a labranzas de conservación específicos para condiciones de riego y a secano.
2. Orientar la selección de prácticas de conservación para localidades producción de praderas y el manejo del agua de riego para la productividad.
3. Estimar la pérdida sedimentos por localidad que son transportados por agentes de la erosión, a áreas de contaminación para restablecimiento de los suelos y cambio climático,

LITERATURA CITADA

1. ANTEZANA J. 2001. Calibración de los factores de erosión utilizando la ecuación universal de perfiles de suelo revisado RUSLE en sistemas de producción agrícola de la Cuenca Taquiña. Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS), Cochabamba, Bolivia. 77 p.
2. CATIE. 2007. Propuesta presentada a UICN para el Fondo de Incidencia en Política Ambiental. Contribución a la política de pago por servicios hidrológicos para el sector hidroeléctrico de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 19 p.
3. CUBERO D. 1996. Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. Editorial de la Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica, 278 p.
4. FAO. 1989. Evaluación de los estados de erosión hídrica de los suelos y delimitación de áreas críticas por pérdida del horizonte A en la cuenca del Río Reventazón. Gobierno de Costa Rica. Informe Técnico No. 1-E. Roma: FAO. 133 p.

5. MALDONADO T., RODRÍGUEZ C. 1997. Estudio, análisis y cartografía de la capacidad de uso de la tierra en las clases forestales. Costa Rica. Fundación Geotrópica, San José, Costa Rica. 34 p.
6. MORA I. 1987. Evaluación de la pérdida de suelo mediante la ecuación universal (EUPS); aplicación para definir acciones de manejo en la cuenca del río Pejiballe, vertiente Atlántica, Costa Rica. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 174 p.
7. ROBLEDO W.I. 2003. Pago por servicios ambientales para la implementación de sistemas agroforestales en áreas críticas de las cuencas generadoras de energía eléctrica María Lina y Los Esclavos, Guatemala. Tesis de maestría Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 174 p.
8. SWISHER M. 1999. Manual para los estudios de campo, Módulo 1. La Ecología de la parcela. Universidad de la Florida- Universidad de Costa Rica. Determinación de la textura del suelo en el campo. 6 p.
9. USDA. 2003. Keys to soil taxonomy. Soil survey staff. USDA. 9th ed. USA 332 p.
10. WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. USDA, Agriculture Handbook 537. Washington, USA 69 p.

ANEXOS PRUEBAS DE MEDIAS E INTERVALOS DE CONFIANZA

Delos estadísticos para una muestra se denota a la Localidad de Pazña con 27,96 de desviación típica con un error del 16,14 % seguida de la localidad de paria con 23,33 de desviación un un error del 16,50 % respectivamente.

Del análisis de las pruebas de intervalos de confianza estadísticamente observados y calculados para la USLE muestra un valor de 246.41 Ton/año superior, en los sistemas de evaluación en labranza.

Estadísticos para una muestra

Localidades	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Caracollo	2	41.6000	18.66762	13.20000
Paria	2	16.8000	23.33452	16.50000
Sora Sora	2	43.7500	22.55671	15.95000
Pazña	3	22.8333	27.95645	16.14067
Poopó	3	7.8667	5.32009	3.07155
Antequera	2	18.1500	16.33417	11.55000
Chuquiña	1(a)	40.8000	.	.
C.U. Tzas	3	.1200	.00000(b)	.00000

a No puede calcularse T porque la suma de las ponderaciones de los casos es menor o igual a 1.

b No puede calcularse T porque la desviación típica es 0.

Prueba para una muestra

Localidades	Valor de prueba = 0					
					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior
Caracollo	3.152	1	.196	41.60000	-126.1219	209.3219
Paria	1.018	1	.494	16.80000	-192.8524	226.4524
Sora Sora	2.743	1	.223	43.75000	-158.9140	246.4140
Pazña	1.415	2	.293	22.83333	-46.6143	92.2810
Poopo	2.561	2	.125	7.86667	-5.3492	21.0825
Antequera	1.571	1	.361	18.15000	-128.6067	164.9067

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
	Pradera natural	99,6183	126,50405
Labranza tradicional	27,1350	33,88834	4
Suelos desnudo	2767,3788	7387,56960	8

Correlaciones

		Pradera natural	Labranza tradicional	Suelos desnudo
Pradera natural	Correlación de Pearson	1	-,159	,469
	Sig. (bilateral)		,841	,348
	N	6	4	6
Labranza tradicional	Correlación de Pearson	-,159	1	,821
	Sig. (bilateral)	,841		,179
	N	4	4	4
Suelos desnudo	Correlación de Pearson	,469	,821	1
	Sig. (bilateral)	,348	,179	
	N	6	4	8