

DEGRADACION DE LOS SUELOS EN MANEJO DE COBERTURAS VEGETALES CUENCA POPOO 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

La preocupación por lograr la Neutralidad de Degradación de la Tierra se debe a que diversos estudios científicos han sido claros al definir que el suelo cultivado ha perdido entre un 50 y un 70% de sus reservas de carbono en todo el mundo. Según las estimaciones, estas pérdidas provienen en parte de los 500 millones de hectáreas de tierra agrícola abandonada que no sirven para propósitos productivos o ecológicos en el planeta. La restauración de la salud de las tierras degradadas no sólo supondría el aumento de la producción de alimentos, sino que podría potencialmente almacenar entre 1.000 y 3.000 millones de toneladas de carbono (lo que supone un tercio de las emisiones anuales de CO₂ que provocan los combustibles fósiles). Al mismo tiempo es de vital importancia reducir las tasas de degradación de suelos por deforestación y drenaje de humedales, acciones que provocan la emisión gran cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI's). A nivel nacional varias contribuciones científicas cuantifican la pérdida de tierras productivas, tanto a nivel nacional como a nivel regional y municipal, destacando el rápido avance de la degradación de suelos, lo cual lo convierte en un problema de urgencia que pone en riesgo la sostenibilidad del país.

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 es la "Ecuación Universal de Pérdida de Suelo" RUSLE (WISCHMEIER W.H., SMITH D.D. 1978 citados por Mannaerts, 1999) para cuantificar las pérdidas de suelo por erosión en la zona investigada.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION

Las siete localidades del estudio están distribuidas a la influencia a la Cuenca del lago Poopó entre los años 2009 al 2016. Que es parte del sistema lacustre endorreico del Altiplano alto andino 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.

Localidades y Variables de estudio	Caracollo	Paria	Chuquiña	Sora Sora	Antequera	Pazña	Poopó	C.E. Centro Educativo
Pradera natural	*	*		*	*	*	*	*
Labranza Tradicional					*	*	*	*
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

K en (Mg ha⁻¹) (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹)⁻¹

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

ó

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:

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

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

Factor uso de suelo y cobertura vegetal. Las tablas de uso correspondiente.

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

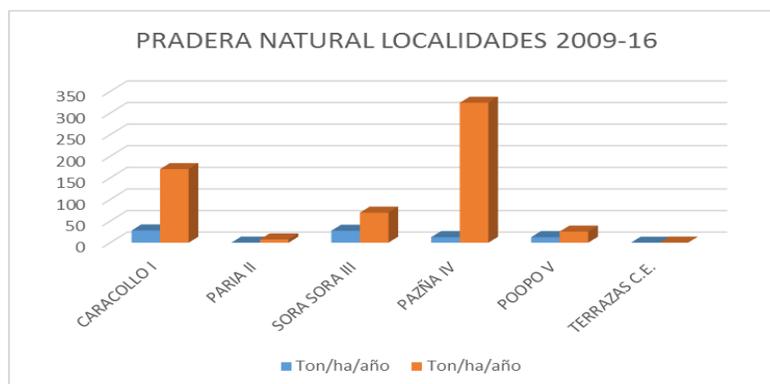
PENDIENTE %	CONTORNO	FAJAS	TERRAZAS
1 a 2	0.4	0.15	0.05 - 0.03
2 a 7	0.5	0.25	0.10 - 0.05
7 a 12	0.6	0.3	0.12 - 0.05
12 a 18	0.8	0.4	0.16 - 0.05
18 a 24	0.9	0.45	0.15 - 0.06

RESULTADOS

PRADERA NATURAL

Del análisis correspondiente aplicando RUSLE nos muestra lo siguiente; en la localidad de Caracollo en pradera natural la pérdida de suelos por erosión nos da un 28,4 ton/año, en la estimada en subcuenca alcanza a 170,35 ton/ha/año respectivamente mientras en localidad de Sora Sora da un 27,8 ton/ha/año en subcuenca 69,54 ton/ha/año en la estimada en subcuenca mientras que en la localidad de Poopó un 12,9 ton/año en subcuenca y la estimada en subcuenca un 324 ton/ha/año respectivamente. Se pierde suelo productivo por erosión. En la gráfica claramente se aprecia la observada con la estimada en subcuenca la pérdida de suelo cuyas diferencias son muy significativas entre localidades de estudio.

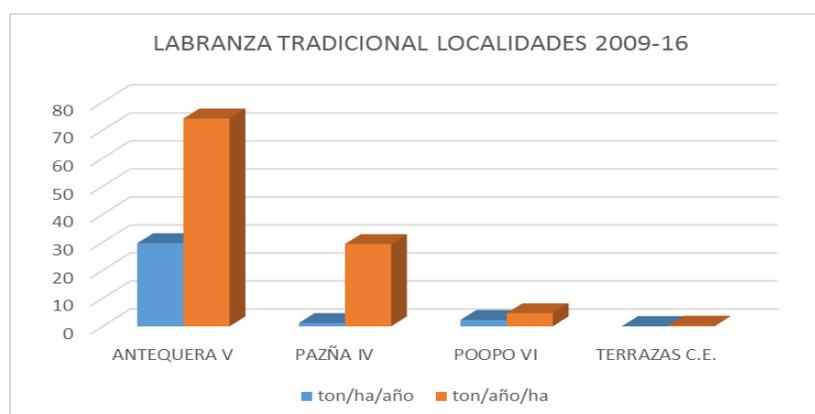
PRADERA NATURAL	AÑO	PP mm	R	K	L G	C	P	Perdida observada de Suelo	Perdida de suelo estimada subCUENCA
LOCALIDADES								Ton/ha/año	Ton/ha/año
CARACOLLO I	2008	251.2	393,63	0,065	0,99	1	0,5	28,4	170,35
PARIA II	2007	251.2	266,03	0,68	0,0091	8,8	0,1	0,3	7,68
SORA SORA III	2008	205.5	393,63	0,065	0,97	1	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.E.	2014	596	344,91	0,032	0,04	0,83	0,04	0,12	0,27



LABRANZA TRADICIONAL

De las respuestas de los resultados en el cuadro siguiente, la localidad de Antequera pierde suelo por erosión observada un 29,7 ton/ha/año y estimada por subcuenca 74,19 ton/ha/año respectivamente, luego la localidad de Poopó con 2,3 ton/año y en subcuenca la estimada con un 4,68 ton/ha/año, asimismo Pazña pierde suelo por erosión con un 1,2 ton/año y estimada en subcuenca con un 29,4 ton/ha/año. En la gráfica apreciamos la observada en parcela con respecto a la estimada en las subCuenca de todas las localidades de estudio donde nos muestra diferencias significativa.

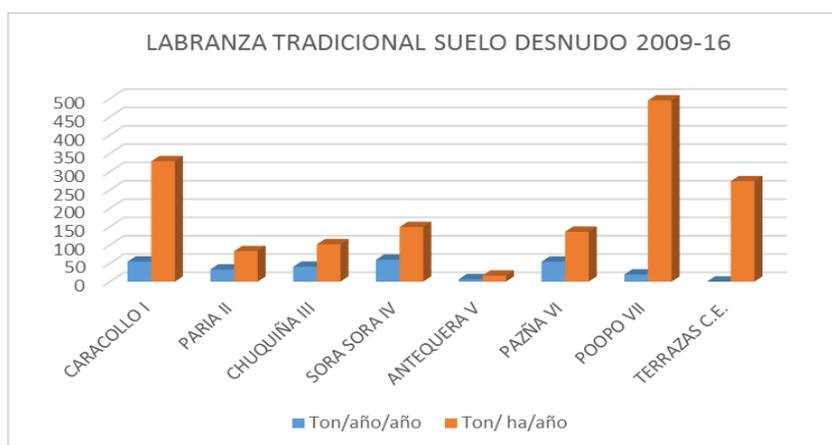
LABRANZA TRADICIONAL	AÑO	PP mm	R	K	L G	C	P	Perdida observada de Suelo	Perdida de suelo estimada subCUENCA
LOCALIDADES								ton/ha/año	ton/año/ha
ANTEQUERA V	2008	394	393,63	0,24	0,35	0,8	0,5	29,7	74,19
PAZÑA IV	2007	254,8	266,03	0,58	0,085	0,05	0,8	1,2	29,40
POPO VI	2008	174,3	393,63	0,11	0,17	0,4	0,8	2,3	4,68
TERRAZAS C.E.	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 observada de Suelo	Perdida de suelo estimada 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	19,37	494,92
TERRAZAS C.E.	2014	596	344,91	0,032	0,04	0,83	0,04	0,12	274,14

Los resultados que se muestra en el cuadro, la perdida de suelo desnudo sin vegetación son: en la localidad de Sora Sora pierde suelo por erosión un 59,7 ton/ha/año en la observada de la parcela estándar RUSLE y 149,17 ton/ha/año en la estimada a nivel de subcuenca. La localidad de Caracollo pierde un 54,8 ton/ha/año en la observada y 328,77 ton/ha/año la estimada a nivel de subcuenca, asimismo en la localidad de Pazña un 54,4 ton/año y 136,15 ton/ha/año, sin embargo en la localidad de Poopó si bien pierde 19,37 ton/ha/año pero a nivel de cuenca Poopó pierde 494,92 ton/ha/año respectivamente. La gráfica nos muestra claramente las diferencias significativas entre las observadas y estimadas en subCuenca, la perdida de suelos por erosión es altamente significativas en localidades.



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 las pendientes con el uso del nivel en A de uso y manejo principalmente en labranzas mínima a labranzas de conservación específicos para condiciones en regadío y secano.
2. Orientar la selección de prácticas para obtener respuestas de Riesgos en degradación de los suelos en las localidades estudiadas para la producción de praderas y cultivos intensivos mediante el manejo del agua de riego parcelario.
3. Determinar las cantidades de reserva de agua en bofedales como fuente principal de formación de hidratos de carbono
4. 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 error del 16,50 % respectivamente.

Del análisis de las pruebas de intervalos de confianza estadísticamente observados y calculados para la RUSLE 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	.	.

CE. 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					
	Inferior	Superior	Inferior	Superior	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					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	6
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

