Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido:15/05/2024 Aprobado:16/06/2024

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v4.n4.19

Determinación De Erodabilidad En Áreas De Influencia Cuenca Poopo Región Andina De Bolivia

Ing. Freddy Fernández C.
ffernandezcamacho@gmail.com
Estudiantes de Conservación de suelos
Universidad Técnica de Oruro
Oruro- Bolivia

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace como un objetivo desarrollar a partir de los principios metodológicos para la recuperación de suelos con problemas de erosión hídrica y eólica a partir de la aplicación de las condiciones climáticas adversas para determinar el comportamiento de las frecuencias de lluvia determinando los periodos de retorno de los desastres naturales que se ocasionan en periodo de retorno y sus probabilidades de lluvia considera Para el año 2024 de acuerdo al cálculo se tiene las respuestas a considerar por las altas precipitaciones en el rango de 612,7- 488,3 mm/año determinándonos que debemos considerar las actividades de prevención y riesgos que se podrán presentar en las zonas de mayor influencia de crecidas de los ríos en comunidades rurales, a su vez establecer a construir obras mecánicas como cosechas de agua, atajados para almacenar los acuíferos existentes, además garantiza que existe la probabilidad al 50 por ciento dentro el sistema de influencia de la cuenca Poopó considerando un Ramsar natural de biodiversidad ecológica en la zona de investigación altiplánica. La investigación se inicia desde 2019 a 2023, en el Centro de Investigaciones del Campus de la Ciudadela Universitaria con el apoyo del Manejo y Conservación de Suelos y Medio Ambiente del Departamento de ingeniería Agrícola y la carrera Ambiental; los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final fueron realizados en los laboratorios de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y contenido de Humus de la misma Facultad, respectivamente. La propuesta de investigación contempló desde la caracterización de los suelos con problemas de erosión en tres Sitios de influencia a la cuenca Poopó mediante muestreo para determinar la cantidad de contenido de Humus presente en cada localidad del sitios Ramsar los residuos orgánicos vegetales determinados y procesados en el Centro de Investigación, la comparación de las distintas formulaciones para su tratamiento, el monitoreo y registro de parámetros durante su proceso, el análisis cualitativo se determinó mediante el nomograma de la USLE y su comparación con normativa internacional, la evaluación de la presencia del contenido de Humus, y finalmente, la evaluación de la propuesta para su gestión de manejo y conservación de suelos. Los resultados demuestran del Sitio I. Los sedimentos medidos a partir del muestreo de suelo por decantación y el Grado de erosión se observa A partir de los resultados obtenidos

en la tabla 2 por localidad donde muestra que las localidades el requerido de Humus están dentro un rango de 69,3 a 54,6 Ton/ha. La localidad de Soracachi requiere una adición de 11,2 ton/ha, Guardaña de la misma manera requiere 41,6 Ton/ha adición de Materia orgánica y CEAC la Estación Experimental de la FCAN requiere de 48 Ton/ha de adición de materia orgánica. Respectivamente Del sitio II Se observa en la tabla 3 los resultados obtenidos se observan en la tabla 3 Los requerimientos de contenido de humus fluctúan entre 67,2 a 52,5 Ton/ha Para la Adición por Localidad Sora Sora necesita 38 Ton/ha de materia orgánica, Asimismo la Población de Poopó requiere una adición de 40 ton/ha, y para las demás localidades muestreadas están en un promedio 51,2 Ton/ha de adición de materia orgánica. Para fertilizar los suelos para una agricultura sostenible.Del Sitio III Localidad de Huari-Condo tiene contenidos de Humus en el suelo que promedian dentro de 37,51, Allituma Toro 46,87 y Ancacato 43,87 Ton/ha cuya adición para completar su requerimiento cada localidad Huari Condo 6,51 ton/ha demostrado la mejor en conservación de suelos y la fertilidad, seguida de la localidad de Ancacato con una adición de 11,89 ton/ha respectivamente.

Palabras clave: materia orgánica, contenido de humus, frecuencia de retorno, grado de erosión del suelo

Conflictos de Interés: Ninguna que declararTodo el contenido de Horizonte Académico- Revista Científica, publicado en este sitio están disponibles bajo Licencia Creative Commons

Determination of Erodibility in Areas of Influence Poopo Basin Andean Region of Bolivia

The present research project aims to develop methodologies for soil recovery from hydrological and wind erosion problems, considering adverse climatic conditions to assess rainfall frequencies and natural disaster return periods in 2024. Calculations indicate high precipitation levels ranging from 612.7 to 488.3 mm/year, necessitating prevention activities in flood-prone areas of rural communities. Mechanized structures like water harvesting and reservoirs for aquifer storage are proposed. The study commenced in 2019 and concluded in 2023 at the Research Center of the University Citadel Campus, supported by Soil Management and Conservation and Environmental Engineering departments. Physical, chemical, and microbiological analyses were conducted at the Soil, Plants, Water, and Humus Content Analysis Laboratories. Research included soil characterization and erosion assessment across three sites within the Poopó basin, comparing humus content and organic residue treatments formulated and processed at the Research Center. Qualitative analysis was determined using the USLE nomogram and compared with international standards. Results showed sediment measurements and erosion degrees in Site I, with humus requirements ranging from 69.3 to 54.6 tons/ha. Site II indicated humus requirements from 67.2 to 52.5 tons/ha, with organic material additions needed for sustainable agriculture. Site III findings showed humus contents averaging 37.51 to 46.87 tons/ha, requiring additions for soil fertility and conservation. Overall, this research highlights the methodology for addressing soil erosion issues under adverse climatic conditions, emphasizing sustainable agriculture practices through organic material additions and conservation measures.

Keywords: organic matter, humus content, return frequency, degree of soil erosion

INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas adversas que ocasionan desastres naturales en periodos de retorno de las lluvias dispersas, ocasionando desastres naturales, riesgos y amenazas de inundaciones en las zonas de mayor influencia con crecidas de los ríos en comunidades rurales circundantes, para ello se debe prevenir con obras de mitigación mecánica como cosechas de agua, atajados almacenamiento de los acuíferos existentes como la escorrentía superficial, para garantizar el sistema de influencia de la cuenca Poopó considerando como un gran Ramsar natural de biodiversidad ecológica en la zona de investigación altiplánica.

La erosión es un problema ambiental que afecta a varias regiones del mundo, incluyendo la degradación y perdida de la fertilidad en los suelos. También están contaminados por sustancias de metales pesados como el sodio, mercurio, cadmio, etc. Lo que afecta la calidad del suelo negativamente y el crecimiento inclusive de las plantas nativas. La biorremediación en suelos es esencial para evitar el aceleramiento a consecuencias del calentamiento global y mitigación, con la finalidad de preservar los suelos fuente de vida y la alimentación. Asimismo, como resultado de prácticas agrícolas inadecuadas, irrigación con agua salina o una combinación de factores naturales y antropogénicos. (J Ansorena, batalla, De Merino 2014).

La materia orgánica contribuye al crecimiento de las plantas a través de sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Este último tiene una función Nutricional en la que sirve como una fuente de N, P y S para el crecimiento de las plantas, una Biológica en la que afecta profundamente la actividad de la microflora y la microfauna, y una función Física en lo que promueve una buena estructura, con lo cual mejora las labores de labranza, aireación y la retención de humedad.

El humus también juega un rol indirecto en el suelo a través de sus efectos sobre la absorción de micronutrientes por las plantas y la performance de los herbicidas y otros productos químicos de uso agrícola.

El hombre ha aplicado toda clase de materias orgánicas a los suelos cultivados. Durante 150 años los fisiólogos mantuvieron la teoría húmica, que consideraba que las plantas se nutrían directamente del

humus del suelo y la presencia de este material marcaba su fertilidad) demostró que las plantas precisan de agua y sustancias inorgánicas para su nutrición y puso en duda que el humus fuera el principio nutritivo de las plantas. Además, fomentó el desarrollo de los fertilizantes inorgánicos, que son de 20 a 100 veces más concentrados en elementos básicos como N, P, K, que los abonos orgánicos (Navarro Pedreño, J., Moral Herrero, 1995).

Según Efus Osorio A (2017). La materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2%, el nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2%, perdiendo descender a 1,65% en suelos pesados y llegar a un 2,5% en los arenosos.

En esta investigación, se explorarán diversas técnicas utilizadas para la restauración de suelos expuestos mediante el Índice del grado de erosión, y se evaluará su eficacia en la prevención de la erosión. Se examinarán métodos de control mecánico físico, biológico con enmiendas en el suelo, mediante prácticas de uso y manejo de conservación de suelos. Además, analizar factores que pueden influir en la efectividad de estas técnicas, como las condiciones climáticas, la concentración de contenido de humus presente y el uso en el suelo.

Comprender la eficacia de estas técnicas es fundamental para desarrollar estrategias de restauración sólidas y sostenibles. La información obtenida de esta investigación proporcionará pautas y recomendaciones para la restauración efectiva de suelos contaminados por la degradación ayudando a mitigar los efectos negativos de estos problemas y promoviendo la conservación y el uso sostenible de la tierra.

Objetivos

- Identificar el comportamiento de las frecuencias de retorno y su efecto de respuesta a los ciclos de altas precipitaciones de las probabilidades de lluvia (erosividad).
- Determinar el índice del Grado de Erodabilidad en Sitios y localidades de áreas de erosión de influencia de la Cuenca Poopó

Recomendar los parámetros del contenido de humus presente en suelos para la restauración y preservación de la capacidad receptiva.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

1. La Función de Distribución de Gumbel considera el origen de una fuente de observaciones de precipitaciones promedias numerosas, la función de probabilidad de Gumbel queda definida por la expresión (Ponce, 1989):

$$Fn = \frac{n}{N+1}$$

Fórmulas

$$1/T = 1 - e^{-e^{-y}} \qquad y = -\ln\{\ln[T/(T-1)]\}$$

$$x = x_{ave} + Ks \qquad y = y_{n,ave} + K\sigma_n$$

2. Aplicar técnicas de mejora del suelo realizando el diagnóstico inicial completo que implica evaluar parámetros como texturales mediante el índice del grado de erosión a partir de la Erodabilidad la Obtención del cálculo de la cantidad de humus presente en el suelo. Para determinar mejor su textura, estructura, fertilidad y la capacidad de retención de agua del suelo in situ (Wischmaier and Smith 1978), (J. Ansorena, E. Batalla, D. Merino 2014 Escuela Agraria Fraisoro)

METODO DEL NOMOGRAMA
(Wischmaier and Smith 1978)

$$K = [2{,}8\ T^{1.14}10^{-7}(12-m)+4.3*10^{-3}(e-2)+3.3*10^{-3}\ (p-3)]$$

Donde:

T = Grado de erosión

$$T = \frac{\%limo+\%Arena}{\%arcilla.}$$

m = % materia orgánica; **0, 1, 2, 3 y 4**

e = La estructura del suelo usado en la clasificación; e **= 1** granular muy fino, **e= 2** granular fino, **e= 3** granular medio o grueso y e= **4** masivo, laminar y blocoso.

p = La clase de permeabilidad del perfil del suelo; p**= 1** rápido, **2** moderado a rápido, **3** moderado, **4** lento a moderado, **5** lento, y p=**6** muy lento

Obtención Materia orgánica (mo.)

$$MO = 10^4 * da * p * mo$$

DONDE:

MO = Cantidad de materia organica (humus) en el suelo (t/ha)

da = Peso especifico aparente del suelo (kg/dm3)

p = Profundidad de la muestra (m)

mo = Porcentaje de materia organica del suelo (%)

http://planetaagronomico.blogspot.com/

Descripción del Experimento

La investigación nace de una latente preocupación de obtener las condiciones de fertilidad que muestran los suelos de la zona andina principalmente para las áreas de influencia a la cuenca Poopó y su bajo contenido de Humus factor importante para el desarrollo y la producción de especies vegetales según su capacidad de uso la prueba piloto para la presente propuesta se realizó en el Campus de entrenamiento de Manejo en Conservación de Suelos para una Agricultura Sostenible dependiente de FCAN-UTO ubicado en el distrito 7 de la Ciudadela Universitaria, Departamento de Oruro, Latitud 17° 05´ 06´´, Longitud ´67 6 48´´ y altitud de 3717 msnm.

El muestreo de suelos se determinó de las localidades de influencia a la cuenca Poopó:

El Sitio I. Localidad Condoriri (CEAC), Caracollo, y Soracachi, Guardaña y Cala Cala corresponde a tierras agrícola del triángulo ganadero lechero.

El Sitio II, Localidades: Sora Sora, Huanuni y Poopo suelos típicos de carácter sedimentario con alta presencia de influencia minera, especies biológicas cespitosas y gramadales nativas para el sustento de alimentación ovina y camélida.

El Sitio III, Localidades de: Ancacato Tacagua, Allituma-Toro y Huari Condo. Localidades al sur con presencia de leguminosas, pastos alfalfa (*Medicago sativa*) y la Quinua (*Chenopodium quinoa, Will*),

Los materiales utilizados fueron: Datos de SENAMHI – Oruro, Permeámetro de sondeos en cada sitio, frascos de vidrio transparentes, nivel topográfico, GPS, flexómetro, cronometro, permeámetro y estacas para el trazado de las parcelas estándar para la investigación.

Los análisis físico químico se solicitaron al Laboratorio del Departamento de suelos y el laboratorio de Suelos y aguas del departamento de ingeniería ambiental de la FCAN-UTO.

RESULTADOS

Caracterización por el índice climático

Resultados esperados:

1. Condiciones climáticas adversas como las sequias prolongadas, fuertes lluvias o temperaturas extremas, pueden dificultar la restauración de los suelos por erosión, estas condiciones afectan el crecimiento de las plantas, la infiltración del agua y la eficacia de técnicas aplicadas.

La zona andina principalmente la influencia de la cuenca Poopó que es la meseta del Collao más grande que representa a la zona de mayor influencia por sus dimensiones de las poblaciones cercanas al lago Poopó y lago Uru Uru los fenómenos meteorológicos y climáticos se presentan adversas y de gran magnitud en desastres naturales además de los riesgos que corren la poblaciones circundantes asentada desde los tiempos de su Fundación, Asimismo la sociedad los productores cada vez son más vulnerables en las regiones por las corrientes de escorrentía superficial con las consecuencias de perder cosechas productivas de alimentos sustentables en las parcelas de los agricultores.

La recopilación de información en archivos por Senamhi Bolivia sobre datos meteorológicos durante el 2009 al 2019 para periodos, nos permiten cuantificar los parámetros de las proyecciones de prevención a desastres naturales próximas al 2024. Con la aplicación de los datos para periodos de retorno. De acuerdo con los datos promedio de los años obtenidos de Senamhi Bolivia aplicando el cálculo de frecuencias de retorno y probabilidades de lluvia estable.

Cuadro 1. Datos promedio obtenidos para considerar el cálculo de la metodología Gumbel

AÑOS	Pp (mm)	PP (mm) Ordenar	Nª Orden M	FR n/M	Pbb M/(n+1)*100
2009	571.5	612.7	1	11,0	8,33
2010	481.7	599,5	2	5,5	16,67
2011	488,3	597,0	3	3,67	25,00
2012	549.9	571,5	4	2,75	33,33
2013	612,7	549,9	5	2,2	41,67
2014	597,0	488,3	6	1,83	50,00
2015	599,5	481,7	7	1,57	58,33
2016	264,1	420,7	8	1,38	66,67
2017	420,7	395,1	9	1,22	75,00
2018	395,1	293,1	10	1,1	83,33
2019	293,1	264,1	11	1,0	91,67
		n	11		
		N+1	12		

Para el 2024 determinan por el cálculo aplicado las respuestas se deba considerar por las altas precipitaciones en el rango de 612,7 mm/año señalándonos que esta cantidad se repetirá para el año 2024 con la misma intensidad. Debemos considerar las actividades de prevención y riesgos a inundaciones y amenazas que se podrán presentar en las zonas de mayor influencia de crecidas de los ríos en comunidades rurales, a su vez establecer a construir obras mecánicas como cosechas de agua, atajados para almacenar los acuíferos existentes, además garantiza que existe la probabilidad al 50 por ciento que se tendrá entre 488,3 mm/año como promedio para futuras proyecciones de cosecha de agua para periodos de sequía. Y a su vez tomar en cuenta los fenómenos del cambio climático sobre las lluvias torrenciales de los ríos atmosféricos que pueden presentarse en cualquier momento dentro dicho cálculos a venir.

2. Del monitoreo de la calidad del suelo Esto implica realizar mediciones periódicas de parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, como la conductividad eléctrica, el contenido de sales, el pH, la

textura del suelo, la materia orgánica, etc. Comparar los resultados obtenidos después de la restauración con los datos previos a la restauración proporciona información sobre la mejora de la calidad del suelo.

Tabla 1 Evaluación contenido de Humus por sitios

	SITIO I	SITIO II	SITIO III
Da (g/cc)	10000	10000	10000
P (m)	1,39	1,51	1,39
MO (%)	0,1	0,1	0,1
MO (%) Obtener	0,25	0,12	0,5
	2	2	2
Presente M.O. suelo Ton/ha	3,48	1,81	6,95
MO por obtener	27,80	30,21	27,80
Faltante M.O. Ton/ha	24,33	28,40	20,85

Aplicando el método de la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo durante el muestreo de suelos mediante la prueba de decantación en volumen establece que los resultados de materia orgánica disponible y faltante en los sitios de estudio, señalando como promedio de la prueba que el requerimiento para que los suelos sean de productividad aceptable para el uso de las faenas agrícolas debe contener entre 27,8 a 30,21 ton/ha. Siendo que los resultados que muestra en el promedio de los sitios observados solo contienen entre 1,81; 3,48 y 6,95 ton/ha Cuyas cantidades faltantes de incorporación de MO en los suelos de los sitios estudiados las diferencias como muestra el cuadro adjunto.

Caracterización por el índice de Erodabilidad (Grado de erosión).

La evaluación de la eficacia de diferentes técnicas de restauración de suelos contaminados por erosión en la prevención de la erosión hídrica y eólica propone determinar los grados de erosión por localidades de cada Sitio.

Medición de la Erosión del suelo Sitio I: Siendo un indicador importante de la eficacia del uso y manejo para determinar la restauración. Al utilizar las técnicas mecánicas mediante la obtención de muestras de campo de parcelas del agricultor para medir la tasa de erosión del suelo.

Tabla 2 Características del SITIO I. Grado de erodabilidad (horizonte superficial)

LOCALIDADES	TEXTURA	Estructura	G.E	PH	MO %	Da	HUMUS	HUMUS
			%	0-7-14	0,1,2,3,4	gr/cc	Ton/ha	Ton/ha
							Requerido	Adicion
CEAC	FRANCO ARENOSA	Granular gruesa	8,34	6,6	0,5	1,5	63	48
CARACOLLO	LIMOSA	granular gruesa	10	5	0,2	1,5	63	57
SORACACHI	Areno franco arenosa	MIGAJOSA MEDIA	2,3	6,9	1,7	1,4	58,8	11,2
GUARDAÑA	FRANCO LIMOSA	Granular GRUESA	30,65	6,5	0,5	1,3	54,6	41,6
CALA CALA	ARENOSO	Migajosa media	19	7	0,25	1,65	69,3	61,05

Sitio I.

1. Del sitio I. demuestra las características del procedimiento experimental, que muestra los resultados en la tabla principalmente el tamaño de la parcela estándar, los sedimentos medidos provienen en gran parte de la erosión eólica y el golpeteo de la lluvia, asimismo el humedecimiento explosivo de los agregados, y que el escurrimiento tenga escasas posibilidades de desprendimiento de partículas de suelo. A partir de los resultados obtenidos se observa en la tabla 2 por localidad donde muestra donde la materia orgánica es muy pobre entre 0,025 a 1,7 la excepción de la localidad de Soracachi que la localidad lo requerido de Humus que están dentro un rango de 69,3 a 54,6 Ton/ha. Sin embargo, la localidad de Soracachi expresamente requiere una adición de 11,2 ton/ha, Guardaña de la misma manera requiere 41,6 Ton/ha adición de Materia orgánica y CEAC la Estación Experimental de la FCAN requiere de 48 Ton/ha de adición de materia orgánica. Factor determinante del grado de erosión del suelo agrícola de estudio. Respectivamente.

Sitio II.

Medición de la Erosión del suelo Sitio II: Siendo un indicador importante de la eficacia del uso y manejo para determinar la restauración. Al utilizar las técnicas mecánicas mediante la obtención de muestras de campo de parcelas del agricultor para medir la tasa de erosión del suelo.

Tabla 3. Características del SITIO II. Grado de erodabilidad (horizonte superficial)

LOCALIDADES	TEXTURA	Estructura	G.E	PH	MO %	Da	HUMUS	HUMUS
			%	0-7-14	0,1,2,3,4	gr/cc	Ton/ha	Ton/ha
							Requerido	Adicion
SORA SORA	FRANCO ARENOSA	granular gruesa	26,47	7	0,85	1,5	63	38
HUANUNI	FRANCO ARENOSA	GRANULAR GRUESA	3,76	7	0,7	1,6	67,2	44,8
POOPO	ARCILLO ARENOSA	GRANULAR FINA MEDIA	50,82	8,5	0,5	1,25	52,5	40
MACHACAMARCA	FRANCO ARENOSA	GRANULAR GRUESA	4,5	7	0,5	1,6	67,2	51,2
POOPO	ARCILLO ARENOSA	GRANULAR FINA MEDIA	49,5	7	0,15	1,25	52,5	48,75

En el sitio II, Tabla 3. muestran los valores del Grado de erosión independiente, calculados con la ecuación respectiva a partir de los muestreos y pérdida de suelo en parcelas estándar.

De la misma manera con las características del procedimiento experimental, de los muestreos los resultados en la tabla principalmente el tamaño de la parcela estándar, los sedimentos medidos provienen en gran parte de la erosión eólica e hídrica, asimismo el humedecimiento explosivo de los agregados, y que el escurrimiento tenga escasas posibilidades de desprendimiento de partículas de suelo. A partir de los resultados obtenidos se observa en la tabla 3 La materia orgánica es muy pobre entre un rango de 0,15 a 0,85 respectivamente. Los requerimientos de contenido de humus fluctúan entre 67,2 a 52,5 Ton/ha Para la Adición por Localidad Sora Sora necesita 38 Ton/ha de materia orgánica, Asimismo la Población de Poopó requiere una adición de 40 ton/ha, y para las demás localidades muestreadas están en un promedio 51,2 Ton/ha de adición de materia orgánica. Para fertilizar los suelos para una agricultura sostenible.

Sitio III.

Tabla 4. Características del SITIO III. Grado de erodabilidad (horizonte superficial)

LOCALIDAD	TEXTURA	Estructura	G.E	PH	MO %	Da	Humus	HUMUS
			%	0 - 7-14	0,1,2,3,4	gr/cc	ton/ha	Ton/ha
							Requerido	Adicion
ANCACATO	FRANCO	Media	MODERADO	6,8	1,21	1,3	43,35	11,89
ALLITUMA TORO	Arcillo Arenoso	Masivo lam fina media	GRAVE	6	1,21	1,25	46,87	22,66
HUARI-CONDO	Arenoso	Granos Sueltos	SEVERO	7	1	1,55	37,51	6,51

A partir de los resultados obtenidos se observa de la tabla 4, La presencia de la materia orgánica se encuentra entre pobre de 1,21 % asimismo del muestreo del grado de erosión mediante su metodología de cálculo Se tiene el resultado de la Localidad de Huari-Condo tiene contenidos de Humus en el suelo que promedian dentro de 37,51, Allituma- Toro 46,87 y Ancacato 43,87 Ton/ha cuya adición para completar su requerimiento para completar para cada localidad Huari Condo 6,51 ton/ha demostrado la mejor en conservación de suelos y la fertilidad, seguida de la localidad de Ancacato con una adición de 11,89 ton/ha respectivamente.

De los sitios evaluados experimentalmente se puede deducir que el factor importante para la productividad de los cultivos el factor principal la materia orgánica y la adicción de carbono existente en los suelos para su conservación.

Desarrollar las recomendaciones para la restauración de los suelos con alta ausencia del factor fertilidad para remediar y prevenir la erosión llegan a la desertificación de los suelos en el altiplano altoandino con influencia al entorno de la cuenca Poopó.

CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas adversas que ocasionan desastres naturales ocasionando desastres naturales, riesgos y amenazas de inundaciones en las zonas de mayor influencia con crecidas de los ríos en comunidades rurales circundantes al sistema de influencia de la cuenca Poopó considerando como un gran Ramsar natural de biodiversidad ecológica en la zona de investigación altiplánica. Mediante la aplicación de Gumbel fácilmente nos determina cuenco puede presentarse las altas crecidas de las precipitaciones logra las medidas de mitigación y contingencia.

El contenido de humus presente en el suelo se presenta muy pobre que no sobrepasa el 1,5 % en casi todas los sitios de observación, es muy importante y esencial para prevenir la erosión del suelo y mejorar la calidad del suelo. Los residuos orgánicos vegetales son una fuente muy valiosa de humus para mejorar la calidad del suelo y prevenir la erosión. Este un componente clave para mantener la fertilidad del suelo, mejorar la capacidad de retención de agua y reducir la erosión.

La estabilidad del contenido de humus en el suelo depende de varios factores, como el tipo y la cantidad de residuos orgánicos de cosechas como rastrojos, que son mal utilizados que de una cierta manera contribuyen al retorno en cierta medida la materia orgánica, Se debe pensar en cambiar el sistema de labranza tradicional a labranza mínima para a fin de deteriorar la capacidad de retención de humedad de los agregados del tipo de suelo en el que se aplican y las condiciones ambientales locales. Para maximizar la estabilidad del contenido de humus en el suelo, se pueden seguir algunas prácticas recomendadas, como:

- Utilizar una amplia variedad de residuos orgánicos vegetales, como hojas, ramas, hierba, paja, corteza, etc. Esto ayuda a diversificar la fuente de nutrientes y a mantener un nivel constante de humus en el suelo.
- Asegurarse de que los residuos orgánicos estén bien descompuestos antes de incorporarlos al suelo. La descomposición es un proceso natural que convierte la materia orgánica en humus, y asegura que los nutrientes sean más fácilmente disponibles para las plantas.
- Mezclar los residuos orgánicos con el suelo a una profundidad adecuada para asegurar que sean distribuidos de manera uniforme en todo el perfil del suelo.

La cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que, por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia orgánica

en el suelo. Esto es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, fertilidad (Gros y Domínguez, 1992).

En resumen, el uso de residuos orgánicos vegetales para incrementar el contenido de humus en el suelo es una técnica efectiva para mejorar la calidad del suelo y prevenir la erosión. Para maximizar la estabilidad del contenido de humus, es importante seguir buenas prácticas de manejo del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÓNIMO, 1988. *Manual de fertilidad de suelos*. Potash & Phosphate Institute. Georgia. USA. 85 p.

ARENS, P. L., 1983. En: *El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina*. FAO. Roma. Italia.

ANSORENA, J.,BATALLA, R Y MERINO, D.(2014) Evaluación de la calidad y usos de compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Escuela Agraria Fraisoro 1.

ÁLVAREZ, M. A., GAGNE, S. Y ANTOUN, H., 1995. Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 61 (1), 194-199.

CEGARRA, J., HERNÁNDEZ, T. Y COSTA, F., 1983. Adición de residuos vegetales a suelos calizos.V. Influencia sobre el desarrollo vegetal. *Anales de Edafología y Agrobiología* 42 (3-4), 545-552.

CLIMENT, M. D., ARAGÓN, P., ABAD, M. Y ROSELLÓ, M. V., 1990. Utilización del compost de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en agricultura. *Actas 1er. Congreso Internacional de Química* de la ANQUE 1, 171-180. Tenerife.

EFUS OSORIO, A. (2017). Empleo de Abonos Sintéticos y su Impacto Ambiental en la degradación de la Calidad de Suelos Agrícolas en la Comunidad de Coyunde Grande, Distrito Chugur, 2017.

FASSBENDER, H. 1982. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. 3ra reimpresión. IICA San José, Costa Rica. 422 p.

GRAETZ, H. A., 1997. *Suelos y Fertilización*. Traducido por: F. Luna Orozco. Trillas. México. 80 p.

GROS, A. Y DOMÍNGUEZ, A., 1992. *Abonos guía práctica de la fertilización*. 8va. edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 450 p.

NAVARRO PEDREÑO, J., MORAL HERRERO, GÓMEZ LUCAS Y MATAIX BENEYTO., 1995. *Residuos orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. Alicante. España, 108 pp.

PONCE, V.M.,1989. Engineering Hidrology, Principles and Practices Prentice Hall 223-226

VALLINI, G., PERA, A., AVIO, L., VALDRIGHI, M. Y GIOVANNETTI, M. 1993. Influence of humic acids on laurel growth, associated rhizospheric microorganisms and mycorrhizal fungi. *Biology and Fertility of Soils* 16, 1-4.

WILD, A. 1992. *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. Versión Española de P. Urbano Terrón y C. Rojo Fernández. Mundi-Prensa. Madrid. España, 1045p.