UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR(ES):

Luis Alberto Chair Nanch

Kevin Israel Tandazo Guambo

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Luis Antonio Diaz Suntaxi

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

Identificación de los principales métodos y técnicas de conservación de suelos en la provincia de Pastaza.

Chair Nanch Luis Alberto[1]
for2016006@uea.edu.ec

Tandazo Guambo Kevin Israel[1]
for2017083@uea.edu.ec

M.Sc Diaz Suntaxi Luis Antonio[2]
ldiaz@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Forestal (1)

Resumen

Hoy en día son muchos los esfuerzo en la búsqueda de tecnologías que favorezcan a la conservación del suelo. La presente investigación tuvo como objetivo principal identificar los métodos y técnicas de conservación de suelos para el manejo sustentable de las áreas productivas mediante restauración, conservación y mantenimiento de los suelos agrícolas en la provincia de Pastaza, a partir de la revisión sistemática y metaanálisis. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos como Web of science, Redalyc, Scielo y Scopus. En los estudios incluidos en el metaanálisis se pudo comprobar la eficacia identificando las técnicas más representativas en la provincia de Pastaza como: labranza mínima, chacras tradicionales, cobertura del suelo y agroforestería. Para reforzar la información se aplicó la metodología basada en el tipo de investigación descriptivo, para la recopilación de datos se utilizó la técnica de la encuesta (Google forms) a un total de 400 personas los cuales se les formularon 11 preguntas abiertas y cerradas, una vez obtenido los datos se procedió a tabular en el programa IBM SPPS Statistics. Los resultados tabulados en los cuatro cantones, el cantón Santa clara cuenta con una población de 3565 habitantes en el cual se realizó una encuesta para 80 personas reflejando que el 22,8% hace uso de la técnica de formación de terrazas lentas, el cantón Arajuno tiene una población de 6300 personas donde se realizó la encuesta a 110 personas, se obtuvo que el 33,6% se dedica a la labranza mínima, Mera con

una población de 11861 habitantes, y se encuesto a 90 personas reflejando que el 32,2% hacen uso de la labranza mínima y finalmente el cantón Pastaza con 62016 habitantes se realizó una encuesta para 120 personas la cual reflejo que el 27,5% hace uso del método labranza mínima.

Palabras clave: Suelo, conservación, manejo, técnica

Abstract

Nowadays there are many efforts in the search for technologies that favor soil conservation. The main objective of this research was to identify soil conservation methods and techniques for the sustainable management of productive areas through restoration, conservation and maintenance of agricultural soils in the province of Pastaza, based on a systematic review and meta-analysis. The bibliographic search was carried out in databases such as Web of science, Redalyc, Scielo and Scopus. In the studies included in the meta-analysis it was possible to verify the effectiveness by identifying the most representative techniques in the province of Pastaza such as: minimum tillage, traditional farms, soil cover and agroforestry. To reinforce the information, we applied the methodology based on the descriptive type of research, for data collection we used the survey technique (Google forms) to a total of 400 people who were asked 11 open and closed questions, once the data was obtained, we proceeded to tabulate in the IBM SPPS Statistics program. The results tabulated in the four cantons, the Santa Clara canton has a population of 3565 inhabitants in which a survey was conducted for 80 people reflecting that 22.8% use the technique of formation of slow terraces, the Arajuno canton has a population of 6300 people where the survey was conducted to 110 people, Mera has a population of 11861 inhabitants and 90 people were surveyed, showing that 32.2% use minimum tillage. Finally, in the canton of Pastaza with 62,016 inhabitants, 120 people were surveyed and 27.5% use the minimum tillage method.

Keywords: Soil, conservation, management, technique

1. INTRODUCCIÓN

La región amazónica cuenta con una extensión de 116398 km² representa el 45% del territorio nacional por su bosques naturales y exuberante biodiversidad que es abundante por lo que es de gran interés local y global, la provincia de Pastaza empieza por las alturas de la cordillera oriental con impresionantes ríos, llanuras y montañas, con climas cálidos y húmedos, el área en su mayoría es ocupada por selva virgen (Martín & Pérez, 2009).

Las propiedades del suelo establecen su uso primario, y sería un error tratar de clasificarlos como buenos o malos, los efectos de degradación de suelos son numerosos principalmente, la disminución de la fertilidad del suelo, elevación de acidez, salinidad, alcalinización, deterioro de la estructura del suelo, erosión hídrica acelerada, pérdida de la materia orgánica y de biodiversidad contribuye a la pérdida de los bosques. En el Ecuador uno de los sectores más importantes de la economía es el sector agropecuario, 39 de cada 100 habitantes viven en zonas rurales y de ellos 65% se dedican a la agricultura; alrededor del 60% de la población son de bajos recursos económicos que dependen de la agricultura. A pesar de su importancia, la agricultura es un sector económico en crecimiento inferior a otras economías y muy por debajo de su potencialidad, La agricultura también es importante por su versatilidad: es fuente de actividad económica, inversiones y crecimiento, una forma de vida, siendo una fuente de usuarios a los que proporciona empleo y seguridad alimentaria (Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias, 2015; Sánchez, Mestanza & Sánchez, 2020).

La cantidad de tierra disponible para el cultivo agrícola es escasa, en los últimos años en la provincia de Pastaza se ha dado un efecto de ampliación de la zona agrícola y ganadera, que ha permitido a los campesinos utilizar nuevas tierras aumentando la frontera agropecuaria, el mal manejo del suelo en actividades como la agricultura, la silvicultura y el pastoreo; áreas urbanas en expansión; industria; deforestación y cambio climático; son responsables de la degradación del suelo, como la erosión, la compactación, la pérdida de biodiversidad, la contaminación, el desequilibrio de nutrientes, la acidificación, la obstrucción, la pérdida de carbono y la salinidad (Sánchez et al., 2020).

Este desconocimiento según (Suquilanda, 2008, pág. 5), “causa que las personas hagan

usos indebidos de los recursos para tratar el suelo, como los productos agroquímicos, entre ellos los plaguicidas y los propios fertilizantes químico-sintéticos, quienes ocasionan impactos negativos en el suelo del cultivo".

El presente trabajo de investigación se centra en ayudar a los agricultores a identificar los métodos y técnicas que contribuyan a un manejo sostenible del recurso suelo ayudando a prevenir el deterioro y perdida de la fertilidad suelo para que pueda mantener su capacidad productiva, hay una serie de técnicas de protección del suelo sencillas y prácticas, como el uso de fertilizantes orgánicos, labranza mínima, agroforestería, chacras tradicionales, cobertura del suelo, terrazas de formación lentas, cercas vivas. Para ello la importancia de esta investigación radica principalmente en que existe un desconocimiento por parte de las personas que se dedican a las actividades agropecuarias en cuanto a las posibles técnicas y métodos de conservación de suelos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

La investigación se lleva a cabo en la provincia Pastaza en los cuatro cantones (Arajuno, Pastaza, Mera, Santa clara). Pastaza cuenta con una extensión de 29641 km^2 y con una población aproximada de 83.933 habitantes se encuentra en el centro de la Región Amazónica Ecuatoriana, entre las coordenadas geográficas 1°10 latitud sur y 78° 10 de longitud oeste; 2° 35 de latitud sur y 76° 40 de longitud oeste, la mayor parte de los suelos de la provincia se caracterizan por ser del orden Inceptisoles y oxisoles y con muy poca evidencia los órdenes entisoles y histisoles, se identificó una baja capa vegetal, saturación de humedad y alta acidez además cuenta con relieves irregulares y suelos de orígenes volcánicos, aluviales y sedimentarios con un clima cálido y húmedo por el permanente estado pluvioso con temperaturas que oscilan entre los 18º C y 23º C de temperatura y con una humedad relativa del 80%, con precipitaciones de 4141 mm al año considerada una zona lluviosa subtropical y sus límites son: Norte: Provincia de Napo y Orellana.; Sur: Provincia de Morona Santiago.; Este: República del Perú. y Oeste: Provincias de Tungurahua (Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza, 2013; Pomona, 2015).

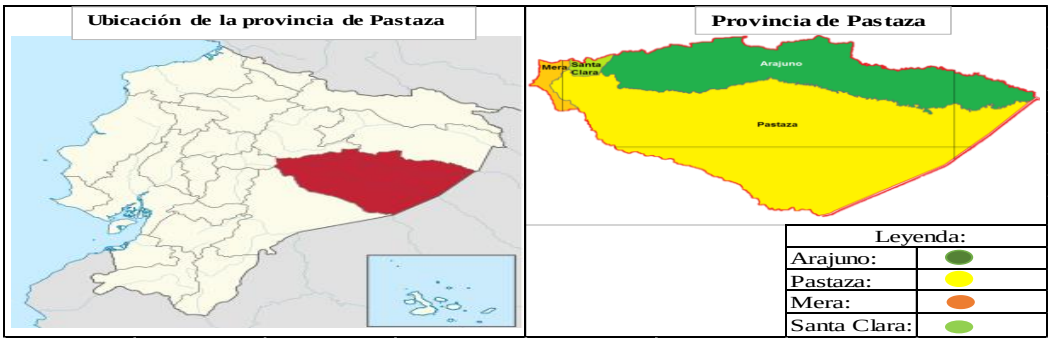

Figura1. Localización del área de estudio

2.2. Tipo de investigación:

El presente trabajo de investigación bibliográfico es tipo descriptiva porque se va a recopilar y revisar artículos científicos de las bases de datos (Scopus, Redalyc, Scielo y Web of Science), se realizó una encuesta para reforzar la investigación, cuyos estudios evalúen los métodos y técnicas para la conservación de suelos en la provincia de Pastaza.

2.3. Método de investigación

La investigación se basó bajo un enfoque de carácter descriptivo cuantitativo y cualitativo, se procedió a la recopilación de información bibliográfica a través del metaanálisis y revisión bibliográfica (Urrútia & Bonfill, 2010). Se realizó una encuesta a través de una plataforma online (Google forms), para la reafirmación de datos la cual arrojo los resultados para luego analizarlos y procesarlos gráficamente. Dando como resultado de la información estadística que los métodos más aplicados en la provincia de Pastaza son la labranza mínima, chacras tradicionales y cobertura de suelo.

2.4. Búsqueda y selección de bibliografías

La búsqueda se realizó en las bases de datos WEB OF SCIENCE (www.webofknowledge.com) REDALYC (https://www.redalyc.org/) SCIELO (https://scielo.conicyt.cl/) y SCOPUS (www.scopus.com) la estrategia de búsqueda para filtrar las referencias se utilizó las siguientes expresiones (métodos y técnicas de conservación de suelos) presentes en el título, resumen y palabras claves de los artículos publicados en los últimos 20 años (Matuoka et al., 2020). Luego se procedió a un proceso de selección eliminando los artículos duplicados y de temas no relacionado con el objetivo del metaanálisis. Los trabajos que pasarán el primer filtro serán sometidos a revisión de texto

completo estableciendo criterios de selección que deben cumplir cada uno para ser aceptado en la revisión sistemática, dichos criterios son tamaño de la muestra de 83300 habitantes de la cual se realizó una encuesta a 400 persona para la reconfirmación de los datos. Como afirma (Molinero, 2008) Surge de la necesidad de recopilar, sintetizar y resumir conocimientos que han existido siempre en medicina, pero para evitar que la metodología de narración y resumen típica de una revisión tradicional se basase únicamente en una interpretación subjetiva de los resultados recopilados surgió el metaanálisis como un marco lógico y metodológico, tanto de elaboración de la búsqueda de estudios como del análisis y combinación de sus resultados mediante las técnicas estadísticas adecuadas, la presentación óptima de esos datos y la interpretación guiada de los mismos.

2.5. Extracción de datos

A partir de los estudios que reunieron los criterios de selección para el desarrollo del metaanálisis, se procederá a extraer datos generales como: autor y año de publicación. Para la extracción de datos en los resultados se consideraron los porcentajes de habitantes y los métodos donde se reflejo el mejor efecto, a partir de la cual se estimará el número de personas que hacen uso de las técnicas. En los estudios que se presenten los resultados de manera gráfica se obtendrán mediante el programa IBM SPPS Statistics

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Métodos y técnicas de conservación amazónicos

Como afirma (Sánchez et al., 2020) Una de las tecnologías agronómicas de conservación más usada y difundida es la labranza reducida, labranza cero o labranza de conservación, dependiendo del grado de perturbación mecánica y de los residuos que queden. La labranza reducida consiste en la retención de residuos en la superficie. Sin embargo, frente a la escorrentía en suelos arcillosos (> 33 por ciento) no ha mostrado efectos significativos de conservación. La labranza reducida disminuyó los rendimientos de los cultivos en mayor proporción en latitudes tropicales que en zonas templadas. Los beneficios de esta tecnología en la zona templada constituyen la reducción de escorrentía a costa de una reducción temporal en rendimiento, mientras que las regiones subtropicales es una tecnología que no proporciona beneficios significativos (p5).

3.2. Métodos y técnicas de conservación de suelos más utilizados en la provincia de Pastaza mediante la encuesta realizada en el año 2022.

Se realizó una encuesta (Google froms) para 400 personas sobre los métodos y técnicas de conservación de suelos. Pastaza cuenta con 83,933 habitantes, se divide en cuatro cantones: cantón Pastaza, Mera, Arajuno y Santa Clara, una vez obtenidos los datos de la encuesta se procedió a tabular en el programa IBM SPPS Statistics. Mediante los datos obtenidos en la encuesta sobre los métodos y técnicas de conservación de suelos, se obtuvo los siguientes resultados; la labranza mínima registró un 27,8 % (111) reflejando el mayor porcentaje en la identificación de los métodos al ser aplicados, el 21,3 % (85) chacras tradicionales, el 17,5 % (70) cobertura del suelo. Por otra parte, la agroforestería con el 16,5 % (66), el uso de fertilizantes orgánicos con el 7,8 % (31), terrazas de formación lenta con el 4,8 % (8), cerca viva con el 4 % (16) y finalmente con el 0,5 % (2) no utilizan ninguna de las anteriores métodos y técnicas (tabla 1). Los resultados reflejan que la población encuestada hace uso de métodos para acondicionar el suelo siendo los más utilizados la labranza mínima, chacras tradicionales, cobertura del suelo y finalmente formación de terrazas lentas (Figura 2).

Tabla 1.- Los métodos y técnicas más utilizados en Pastaza

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1.- Cerca viva	16	4,0	4,0	4,0
2.- Cobertura de suelo	70	17,5	17,5	21,5
3.- Uso de fertilizantes orgánicos	31	7,8	7,8	29,3
4.- Labranza mínima	111	27,8	27,8	57,0
5.- Chacras tradicionales	85	21,3	21,3	78,3
6.- Formación de terrazas lentas	19	4,8	4,8	83,0
7.- Agroforestería	66	16,5	16,5	99,5
8.- Ninguna de	2	,5	,5	100,0

las anteriores				
Total	400	100,0	100,0	

Fuente: Autoría propia.

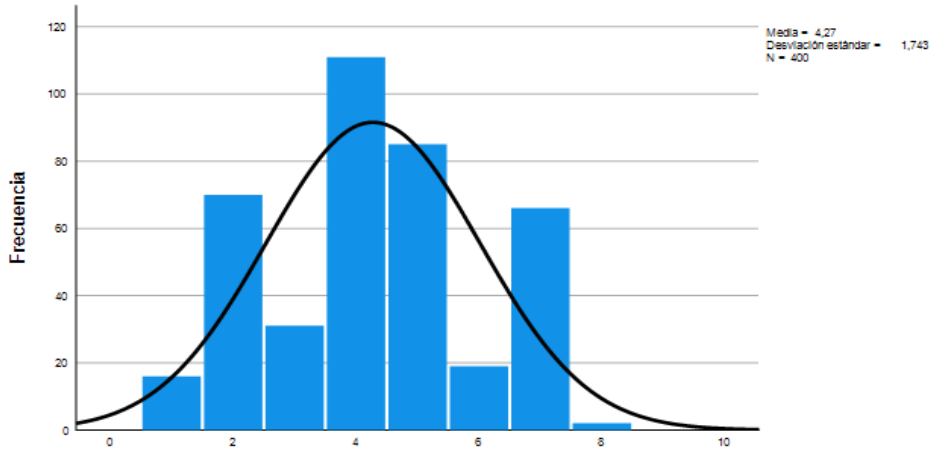

Figura 2. *Métodos y técnicas de conservación más utilizados en la provincia de Pastaza (En el eje de las Y se observa la frecuencia de las personas encuestados y en el eje de las X las técnicas más utilizadas), 2022.*

3.3. Métodos y técnicas de conservación de suelos más utilizados en los cuatro cantones de Pastaza mediante la encuesta realizada en el año 2022.

En el catón Pastaza cuenta con una población de 62016 habitantes, se llevó a cabo una encuesta para 120 personas; la labranza mínima obtuvo el 27,5 % (33) reflejando que es el método más utilizado, el 24,2 % (29) chacras tradicionales, seguido de un 20 % (24) agroforestería (Figura 3).

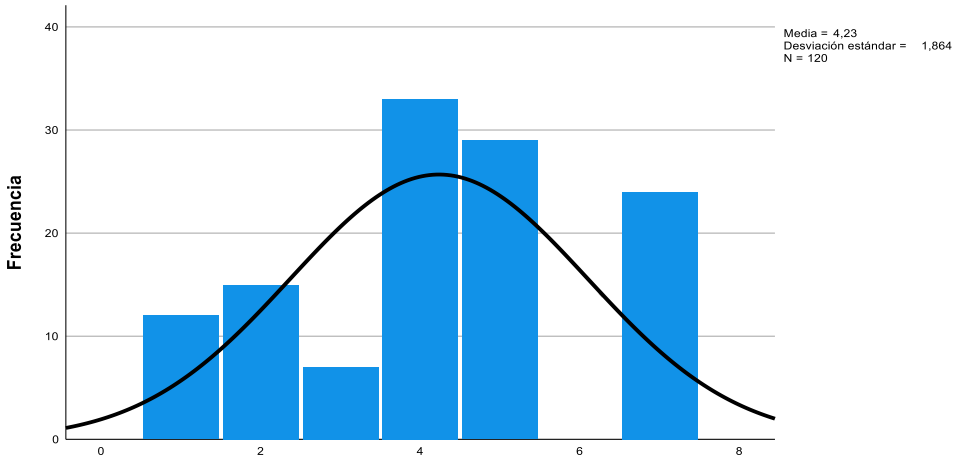

Figura 3. *Métodos y técnicas de conservación más utilizados en el cantón Pastaza (En el eje de las Y se observa la frecuencia de las personas encuestados y en el eje de las X las técnicas más utilizadas), 2022.*

Se llevo a cabo una encuesta para 90 personas en el catón Mera con una población 11861 habitantes, se obtuvo como resultado el mayor porcentaje 32,2 % (29) refleja que han aplicado la labranza mínima, el 28,9 % (26) chacras tradicionales, seguido de un 18,9 % (17) agroforestería (Figura 4).

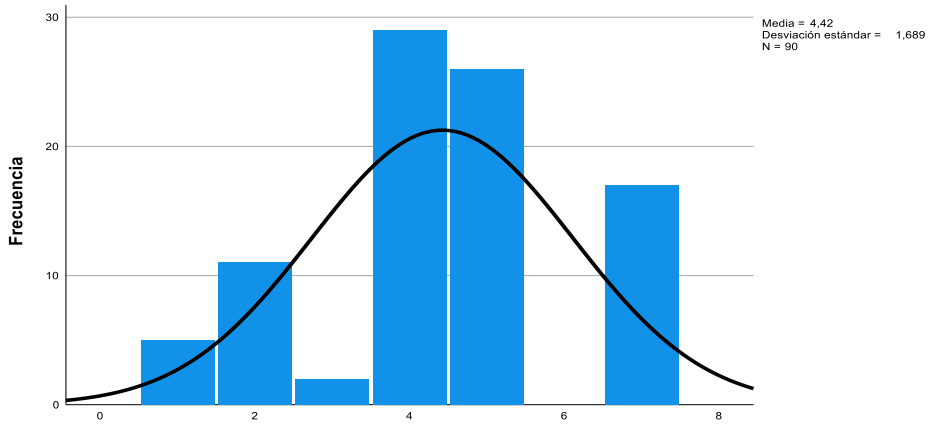

Figura 4. *Métodos y técnicas de conservación más utilizados en el cantón Mera (En el eje de las Y se observa la frecuencia de las personas encuestados y en el eje de las X las técnicas más utilizadas), 2022.*

El cantón encuestado Arajuno, que cuenta con una población de 6300 habitantes, en la cual se llevó a cabo una encuesta para 110 personas, se obtuvo como resultado el mayor porcentaje 35, 5% (39) refleja que han aplicado la labranza mínima, el 26,4 % (29) chacras tradicionales, seguido de un 15,5 % (17) agroforestería (Figura 5).

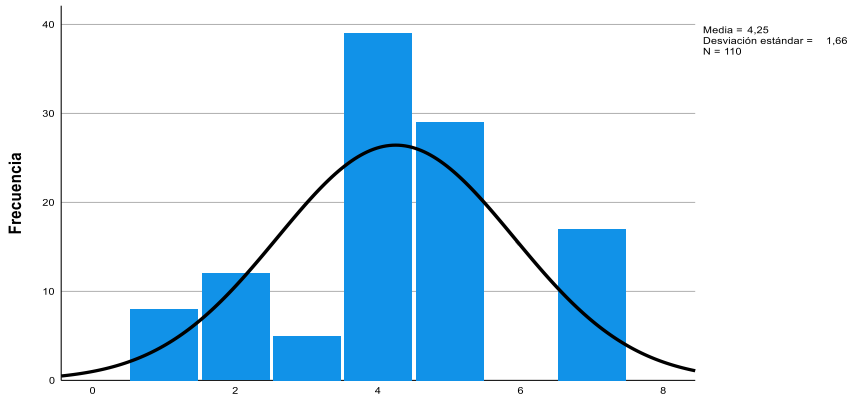

Figura 5. *Métodos y técnicas de conservación más utilizados en el cantón Arajuno (En el eje de las Y se observa la frecuencia de las personas encuestados y en el eje de las X las técnicas más utilizadas), 2022.*

En el cantón Santa clara, que cuenta con una población de 3565 habitantes, en la cual se llevó a cabo una encuesta para 80 personas, se obtuvo como resultado el mayor porcentaje 22,8% (18) refleja que han aplicado terrazas de formación lentas, el 21,5% (17) materia orgánica, seguido de un 17,7 % (14) cerca viva (Figura 6).

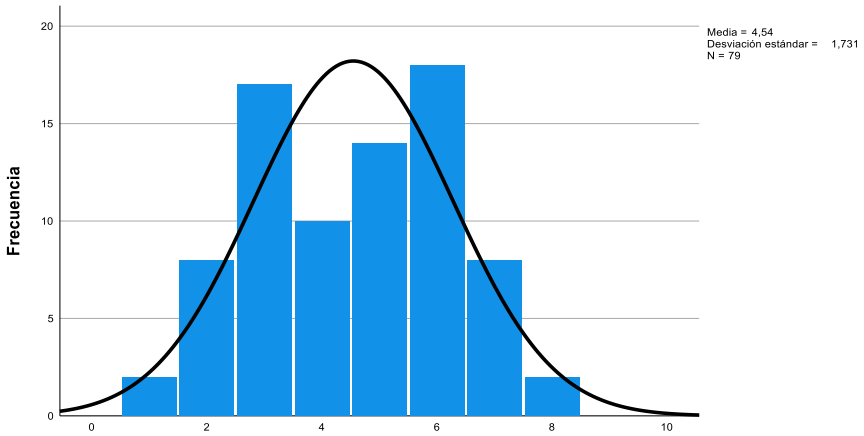

Figura 6. *Métodos y técnicas de conservación más utilizados en el cantón Santa Clara (En el eje de las Y se observa la frecuencia de las personas encuestados y en el eje de las X las técnicas más utilizadas), 2022.*

4 DISCUSIÓN

Se realizó un metaanálisis para determinar la eficacia de los métodos y técnicas para la conservación de suelos, siendo el método más eficiente la labranza mínima, según (Sánchez et al., 2020) la labranza reducida disminuyó los rendimientos de los cultivos en mayor proporción en latitudes tropicales que en zonas templadas, en los resultados que se obtuvo a través de la encuesta que se realizó, se visualizar una tendencia considerable de personas que no tienen conocimientos en cuanto a los métodos y técnicas, siendo esta referencia negativa ya que según (Suquilanda, 2008), en su trabajo publicado acerca del deterioro de los suelos en el ecuador, expresó que la falta de conocimientos conlleva a que se hagan mal manejos de productos para trabajar el suelo, como los plaguicidas, productos agroquímicos, fertilizantes entre otros. Los cuales mediante la falta de conocimientos pueden llevar a la degradación del suelo. Por otra parte, la población encuestada se notó que las mismas son personas que tiene ciertos tiempos laborando en las tierras siendo la más destacada de 5 años en adelante, aun lado a esto se conoce cuáles son las técnicas de conservación de suelos y están dispuestas a adquirir los conocimientos necesarios para poder hacer buen uso de los mismos.

Como recomienda (Rojas, 2006), por lo anterior, la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos, con financiamiento de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión, y con la colaboración de la empresa privada y de entidades gubernamentales relacionadas con el sector agropecuario, está desarrollando un trabajo de investigación sobre: " Desarrollo y validación de la tecnología para la implementación del sistema de mínima labranza como alternativa de producción sostenible en el cultivo de granos básicos en Costa Rica". Este proyecto tiene una duración de 3 años, con posibilidades de ampliación a 5 años, si las circunstancias así lo requieren (p,4).

Como afirma (Marpegán & Mandón, 2011), la chacra es un buen ejemplo de armonía entre los cuatro factores de la producción: la naturaleza (a veces se designa como "tierra"), el trabajo y la tecnología. La tecnología de la chacra incluye el conjunto de conocimientos, técnicas, formas de organización (por ejemplo, el "manejo"), herramientas, máquinas y demás recursos que utiliza el chacarero (p,10).

La investigación concluye que los métodos y técnicas para la conservación de los suelos, los agricultores hacen uso de labranza mínima, chacras tradicionales y cobertura suelo, resultando ser las tres técnicas más utilizadas en la provincia de Pastaza también haciendo énfasis en la importancia de fortalecer la calidad de vida de los suelos para alcanzar el fortalecimiento productivo contribuyendo al plan nacional del buen vivir, donde se les permita a los habitantes de la provincia de Pastaza a una vida que permita la felicidad, la permanencia de la diversidad cultural, ambiental, armonía, igualdad, equidad y solidaridad.

5 CONCLUSIONES

La identificación de los métodos a partir de los estudios incluidos en el metaanálisis, sobre la base de una revisión bibliográfica de documentos (Libros, artículos científicos, tesis, manuales y folletos), que permitieron analizar y describir las principales tecnologías de conservación de los suelos, siendo importantes para el mejoramiento de la producción agrícola demostrando que los métodos más representativos y utilizados son la labranza mínima, chacras tradicionales, cobertura del suelo y agroforestería, estas técnicas son las más identificadas por los agricultores, por lo cual sería factible que la futuras generaciones continúen con esta investigación sobre nuevas tecnologías para la conservación de los suelos en la provincia de Pastaza.

Se concluyo satisfactoriamente con la investigación planteada, logrando identificar los técnicos más utilizados por los agricultores como alternativa para el mejoramiento de la capa arable, aumento de la productividad y cuidado de los suelos agrícolas en la provincia de Pastaza.

6 REFERENCIAS

1. Arias, Fidias. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme, 6ta edición. ISBN: 980-07-8529-9
2. *Agronomía Mesoamericana,* 15(1), 85. https://doi.oBolaños, J. M. R. (2020). *Etnocología de la chakra kichwa para la conservación de las prácticas tradicionales y el fomento del turismo comunitario. Limoncocha, sucumbíos, ecuador*. 84. http://201.159.222.95/bitstream/123456789/1848/1/REGALADO%20BOLA%c3%91OS%20JHANIRA%20MARGOTH.pdf
3. Bolaños, J. M. R. (2020). Etnocología de la chakra kichwa para la conservación de las prácticas tradicionales y el fomento del turismo comunitario. Limoncocha, sucumbíos, ecuador. 84. http://201.159.222.95/bitstream/123456789/1848/1/REGALADO%20BOLA%c3%91OS%20JHANIRA%20MARGOTH.pdf
4. Brechelt, D. A. (2004). Manejo Ecológico del Suelo. 28.
5. Brissio, P y Sarvini, M. (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincia de Neuquen donde se efectuaron actividades de explotación hidrocarburífera*. (Tesis de grado para optar al título de licenciado en saneamiento y protección ambiental). Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional de Comahue AR.
6. Casas, J., Repullo, J. R., & Donado Campos, J. (2003). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos* (I). *Atención Primaria*, *31*(8), 527-538. https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738.
7. Climagri. (2014). *Cobertura vegetal*. http://climagri.eu/index.php/es/cobertura-vegetal?fbclid=IwAR2lytCgNXZfs90lpd1awpK8kTX9K_bi5NE6rq2iCsAtnXsQ2V3cM2xiTqY.
8. Definiciónabc.com. (2021). Definición de suelo agrícola. (consulta el 04 de enero de 2022). https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agrícola.php
9. FAO, (3 de enero de 2022). *Portal de suelos*. https://www.fao.org/soils-portal/es/ponible
10. FAO. (1996). *Ecología y Enseñanza rural*. https://www.fao.org/3/ap440s/ap440s.pdf
11. FAO. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales.* https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf
12. Flores, P., & Flores, S. (2006). *Factores que determinan La Adopción de Tecnologías de Conservación de Suelos y Agua en productores de la comunidad La Laguna-*

Estelí 2002-2006. 109. https://repositorio.una.edu.ni/808/1/tne14f634f.pdf.

13. Galves, C. P., Alonso, J. R. C., Reina, E. M., Hernández, O. H., & Sanchez, M. R. (2017). *CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS GLEY NODULAR FERRUGINOSO BAJO CULTIVO INTENSIVO DE ARROZ EN LOS PALACIOS*. *38*(4),8
14. Gobierno Autónomo Descentralizado de Pastaza. (2013). *Plan vial de la provincia de Pastaza*. https://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/cpccs/PLAN%20VIAL%20DE%20LA%20PROVINCIA%20DE%20PASTAZA%202013-2025.pdf
15. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias. (2015). *Programa de Fortalecimiento Institucional*. 48. https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2015/07/literal_k)_proyecto_de_fortalecimiento_institucional_iniap.pdf
16. Jiménez, F., & Muschler, R. (1999). *Conceptos básicos de agroforestería*. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/884/Conceptos_basicos_de_agroforesteria.pdf.
17. Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). *La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura*. 13. https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf
18. Kiersch, B., Pantoja, A., & González, M. (2014). *Sistematización de Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas para la Adaptación al*. 136. http://www.fao.org/3/i3741s/i3741s.pdf
19. Liotta, M., Sagua, D., Gioja, J., & Montaño, S. (2015). *Manual drenaje de suelos para uso agrícola*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_drenaje_de_suelos_para_uso_agricola.pdf
20. Lucena, M. S. de, Alves, A. R., Alves Bakke, I., Lucena, M. S. de, Alves, A. R., & Alves Bakke, I. (2019). *Aporte de mantillo y nutrientes en ecosistema semiárido de Brasil (Caatinga) bajo sistemas silvícolas. Madera y bosques*, 25(1). https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511597
21. Marpegán, C., & Mandón, M. (2011). *Chacra orgánica*. http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/C7_Chacra_organicaR.pdf
22. Martín, N. J., & Pérez, G. (2009). *evaluación agro productiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía ecuatoriana*. 6.
23. Matuoka, M. A., Benchimol, M., Almeida-Rocha, J. M. de, & Morante-Filho, J. C. (2020). Effects of anthropogenic disturbances on bird functional diversity: A global meta-analysis. *Ecological Indicators*, *116*(April), 106471. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106471
24. Molinero, L. . (2008). Metaanálisis, una guía rápida para lectores y usuarios. In *Elsevier*.
25. Murillo, A., & Flores, G. (2005). *Tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras*. 105.

http://www.fao.org/3/at779s/at779s.pdf

26. Paraguay (Ed.). (2007). *Manual de agroforestería: Proyecto manejo sostenible de recursos naturales.* MAG [u.a.]. https://www.biopasos.com/documentos/028.pdf
27. Raudes, M., & Valenzuela, N. (2009). *Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.* 76. https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_3_Manual_Conservacion_de_Suelos.pdf
28. Ríos, K. (2016). *Determinación de la calidad del suelo, mediante la caracterización física, química y biológica para proponer un plan de recuperación de suelos en la comunidad Sacha Runa, parroquia Shell Cantón, Mera provincia de Pastaza.* Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería en manejo y conservación del medio ambiente.
29. Rojas, L. A. (2006). *La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 209. https://doi.org/10.15517/am.v12i2.17236
30. Sánchez, M., Mestanza, C., & Sánchez, I. (2020). *Perspectiva de conservación del suelo en la Amazonía ecuatoriana*. Green Word Journa. https://www.researchgate.net/publication/343813355_Perspectiva_de_conservacion_del_suelo_en_la_Amazonia_ecuatoriana
31. Sanchez, R., Gomez, C., Otero, J., & Montañez, I. (2015). *Estudio nacional de la degradación de los suelos por erosión en Colombia.* http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf
32. Sierra, J. (2019). *Implementación del diseño hidrológico con líneas claves en cultivo de frijol de temporal en nombre de Dios, Durango. (Tesis de grado para optar al grado académico de Maestría en ciencias en gestión ambiental)*. Durango- México. Instituto Politécnico Nacional Centro de Investigación Interdisciplinario para el desarrollo integral regional Unidad Durango.
33. Sistema de observación de la tierra. (2020). *La Rotación De Cultivos Para Aumentar El Rendimiento*. https://eos.com/es/blog/rotacion-de-cultivos/
34. Suquilanda, M. (29-31 de octubre de 2008). *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.* Obtenido de El deterioro de los suelos en el Ecuador y producción agrícola: http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.-Suelos.pdf
35. Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: *una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis*. *Medicina Clínica*, *135*(11), 507–511
36. Vázquez, J., Alvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S., Castillo, J., Vázquez, J., Alvarez-Vera, M., Iglesias-Abad, S., & Castillo, J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*, *11*(1), 105-112. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12
37. Vicente, M. A. R. (2020). Estado actual de la contaminación ambiental presente en la Mixteca Oaxaqueña. *Journal of Negative and No Positive Results*, *5*(5), 535-553.

https://doi.org/10.19230/jonnpr.3257

38. Viera, C. J., & Pineda, A. (2013). *Productividad de lindero maderable de Cedrela odorata.*
39. Villanueva, C., Ibrahim, M., & Casasola, F. (2008). *Valor económico y ecológico de las cercas vivas* (técnico N.º 372; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)). http://www.sidalc.net/repdoc/A10912e/A10912e.pdf

8. ANEXOS

8.1. Marco teórico

"El marco teórico o marco referencial es el producto de la revisión documental – bibliográfica y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones que sirven de base a la investigación por realizar" (Arias, 2012, p.10).

I. 8.2. MARCO CONCEPTUAL

II. 8.2.1. EL SUELO

"Es un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua" (Fao[1], 2022, párr.2).

Por lo tanto, el suelo es donde habita todo ser vivo la cual está compuesto por una mezcla de minerales, materia orgánica, bacterias, hongos, agua y aire. Formado principalmente por la acción de diversos factores como la temperatura, el agua, el viento, animales y las plantas sobre las rocas. La combinación de todos estos factores permitió descomponer la roca en partículas muy finas permitiendo la formación de este elemento que es sustento de vida, en el suelo. La base para la producción de los alimentos requeridos por la creciente población mundial, es el suelo ya que es el componente principal de los ecosistemas, como soporte de una amplia y numerosa gama de seres vivos y como regulador del recurso agua (FAO, 1996).

[1] FAO, (3 de enero 2022). Portal de Suelos: Disponible en: https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/+&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ve

8.2.2. Composición del suelo

El suelo, es conocido por ser un elemento contenedor de vida, con una gran variedad de microorganismos entre los que encontramos bacterias, hongos, algas y protozoos. Todos estos organismos resultan benéficos y cumplen un rol importante ante la presencia de agentes contaminantes. La composición de los suelos al igual que sus diversos componentes, puede variar con el tiempo, haciendo referencia a su estado de meteorización y la distribución de sus partículas componentes. Por otra parte, de un lugar a otro, puede variar según las características de cada lugar y los elementos constitutivos de la roca madre, por esta razón no todos los suelos son iguales. Por lo tanto, al ser el suelo un sistema natural, que como cualquier otro está constituido por una serie de elementos, entre los cuales se pueden diferenciar tres fases importantes para su buen funcionamiento, estas son: fase Sólida, fase Líquida y fase Gaseosa. Siendo la fase líquida, la solución del suelo (agua dispersa que pasa a través de los poros que lo constituyen). La gaseosa, el aire que atraviesa los espacios porosos; y finalmente la sólida, representada por el suelo y los componentes sólidos que lo constituyen, como ejemplo tenemos a los minerales (Galves et al., 2017).

8.2.3. Suelos agrícolas

Según (definiciónabc.com, 2011, párr.1):

Los suelos agrícolas [2] son aquellos que se utilizan en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre, por lo cual también debe ser apto por sus componentes para el ser humano. En nuestro país la superficie Continental es de 256.370Km2 es decir 25.637.000 hectáreas, la superficie agrícola estimada es de 4.872.049,88 este valor representa el 19% del territorio nacional que se encontró cultivado con cultivos permanentes, transitorios y pastos cultivado.

[2] Cuando hablamos de suelo agrícola estamos hablando de un tipo especial de suelo que debe contar con ciertos elementos que lo conviertan en suelo apto para el crecimiento de cultivos. Definiciónabc.com disponible en https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php

8.2.4. Degradación del suelo

La degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo, para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios. Como menciona (Brissio, 2005), "es la consecuencia directa de la utilización por el hombre, bien como resultado de actuaciones directas como agrícola, forestal, ganadera, uso de agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte etc." (p.14).

8.2.5. Tipos de degradaciones

- **Degradación por fertilidad**

Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro. Al degradarse el suelo pierde su capacidad de producción y cada vez hay que añadirle más cantidad de abonos para producir siempre cosechas muy inferiores a las que produciría el suelo si no se presentase degradado. Puede tratarse de una degradación química, que se puede deber a varias causas, pérdidas de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos. El deterioro del suelo, a veces es consecuencia de una degradación física, por pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de retención de agua. En otras ocasiones se habla de degradación biológica, cuando se produce una disminución de la materia orgánica y pérdida de la actividad microbiana (FAO, 2018).

- **Degradación por erosión**

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento, los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de erosión hídrica y para el caso del viento se denomina erosión eólica (R. Sánchez, Gómez, Otero & Montaño, 2015).

- **Degradación por contaminación**

El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en su comportamiento. Los problemas más importantes del suelo

asociados a la contaminación son los siguientes: pérdidas irreversibles debido a la creciente impermeabilización y a la erosión, problemas de estabilidad en las laderas y acidificación (Vicente, 2020).

8.2.6. Consecuencias de la degradación del suelo[3]

Según (Suquilanda, 2008), la degradación del suelo puede provocar lo siguiente:

- Modificación de las propiedades fisicoquímicas: acidificación, desgasificación y bloqueo de los oligoelementos que quedan en posición no disponible.
- Deterioro de la estructura. La compactación del suelo produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad, como consecuencia se produce un encostramiento superficial y por tanto aumenta la escorrentía.

1.2.7. Causas del deterioro de los suelos

Como afirma (Suquilanda, 2008), el deterioro del suelo presenta diferentes causas:

- Desprotección de la cobertura vegetal a causa de la tala desmedida de bosques y humedades y la destrucción de los pajonales andinos.
- Uso intensivo de la mecanización agrícola, incluyendo utilización de aperos de labranza inadecuados.
- Prácticas de las quemas.
- Práctica sostenida de monocultivos.
- Uso inadecuado del agua de riego.
- Uso de tecnología contaminantes, fertilizantes, plaguicidas, y desinfectantes químico-sintéticos.
- Bajos niveles de capacitación de técnicos, extensionistas, promotores y agricultores en general en manejos y conservación de suelos.
- Abandonos de las prácticas de conservación de suelos.

[3] Pérdidas de elementos nutrimentales (N, P, S, K, Ca, Mg, etc), de manera directa, bien al eliminado por las aguas que se infiltran en el suelo o bien por erosión a través de las aguas de escorrentías. (Suquilanda, 2008) en línea: http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.pdf

8.2. 8. Efectos causados por el deterioro de los suelos[4]

Como expresa (Suquilanda, 2008), se muestra diferentes efectos:

- Pérdida irreversible de áreas productivas.
- Pérdida progresiva de la capacidad productiva de los suelos.
- Incremento de los costos de producción.
- Pérdida del valor económico de las tierras.
- Disminución de los ingresos de los productores.

8.3. Historia de los métodos de conservación de suelos en Ecuador:

En el Ecuador desde los años 80 los métodos que el productor tiene para manejar y modificar el suelo, ha sido considerados como soportes de la producción agropecuaria donde gran parte de los suelos se han visto seriamente deteriorados por el uso de tecnologías inadecuadas a nuestra realidad, económica, ecológica y socio cultural, propiciando bajas notables en la productividad de cultivos y desbalances agro ecosistémicos y contaminación ambiental por los impactos negativos de la implementación de dichos métodos que se han aplicado en Ecuador, se considera algunos aspectos como la salud del suelo que se define como la habilidad de funcionar y mantener los rendimientos de acuerdo a su potencial, pese a cambios antropogénicos o por eventos naturales, la calidad de los suelos en Ecuador se define como la capacidad para funcionar en relación con el ecosistema (Suquilanda, 2008).

8.3.1. Perspectivas de la conservación de suelos en la amazonia ecuatoriana:

La Amazónica Ecuatoriana corresponde a la mitad de la superficie del territorio nacional, mediante tecnologías de conservación se busca reducir la degradación del suelo, evitar la contaminación del suelo, promover la agricultura sostenible y lograr la seguridad alimentaria, entre ellos se encuentra la restauración de los suelos degradados y proteger la vida de ecosistemas terrestres a través de la lucha contra la desertificación, inversión de la degradación de la tierra y la detención de pérdida de biodiversidad. Por diferentes motivos la cantidad de suelo disponible es escasa para un cultivo, su pequeña capa fértil debe ser usada cuidadosamente al aplicar las medidas apropiadas de conservación. En los últimos

[4] Incremento de la migración campo-ciudad. (Suquilanda, 2008). en línea: http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Ing.-Manuel-Suquilanda.pdf

años las necesidades humanas han ocasionado cambios drásticos en el uso del suelo con el aumento poblacional y la consecuente demanda de diversos productos que permitan satisfacer las necesidades humanas. El manejo del suelo insostenible en actividades como la agricultura, silvicultura y pastoreo; expansión de zonas urbanas; industria; deforestación y el cambio climático; son motores que producen la degradación del suelo como la erosión, compactación, pérdida de biodiversidad, contaminación, desequilibrio de nutrientes, acidificación, sellado, perdida de carbono orgánico y salinización. La disminución de servicios ecosistémicos se ven reflejadas por las consecuencias de la degradación del suelo, inseguridad alimentaria y nutricional, escases de agua, pobreza e inseguridad social, migración e incremento al cambio climático. La aplicación de tecnologías de conservación de suelos [5]contribuye a prevenir la degradación de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, manteniendo su capacidad productiva (Sánchez et al., 2020).

8.3.2. Historia de las tecnologías de conservación de suelos en la amazonia

Es un sistema que se combina con diversos métodos y técnicas agronómicas que mejoran al suelo en la protección de sus cultivos y productividad es de vital importancia garantizar que los diversos factores ecológicos, climatológicos, hidrológicos, sociales, económicos y culturales que interaccionen entre sí, usando de forma sustentable los suelos. En 1991, la GLASOD (Evaluación global de la degradación del suelo inducida por el hombre) menciona que el 55,6 % del suelo sufría degradación a causa de la erosión hídrica. En 1992 se creó la Convención de las Naciones Unidas para el Combate de la Desertificación y la red WOCAT (Panorama mundial de los enfoques y tecnologías de conservación), con el objetivo de documentar y difundir las medidas de conservación y sistemas de manejo orientados al desarrollo sostenible, mediante el desarrollo de herramientas para el seguimiento y evaluación de los esfuerzos para la conservación de tierras. La trazabilidad en 2015-2018 de la red WOCAT se enfocó en prevenir y reducir la degradación de la tierra mediante tecnologías de conservación del suelo. En 2017, los Voluntarios para la Gestión

[5] El uso apropiado de tecnologías disminuye los impactos y mantiene o aumenta la fertilidad del suelo, mejorando su rendimiento. Los suelos han sido considerados como soporte para actividades como la agronomía y ganadería desde la antigüedad (Sánchez, Mestanza & Sánchez, 2020). Perspectiva de conservación del suelo en la Amazonía ecuatoriana. Green Word Journa. https://www.researchgate.net/publication/343813355_Perspectiva_de_conservacion_del_suelo_en_la_Amazonia_ecuatoriana

Sostenible del Suelo (VGSSM) presentaron diez directrices para la gestión sostenible del suelo: minimizar la erosión del suelo, aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, fomentar el equilibrio y los ciclos de nutrientes del suelo, prevenir, reducir al mínimo y mitigar la salinización y alcalinización del suelo, prevenir y reducir al mínimo la contaminación del suelo, prevenir y reducir al mínimo la acidificación del suelo, preservar y mejorar la biodiversidad del suelo, mitigar y prevenir la compactación del suelo. En 2019, la FAO, después de varias investigaciones indica que la erosión del suelo causada por el agua, y la labranza sigue siendo la mayor amenaza para el suelo y los servicios ecosistémicos en la amazonia estableciendo como las principales medidas de control a la reducción de labranza mínima, mantillo o coberturas vegetales y los atrapamientos de sedimentos y las terrazas, para el cumplimiento de estos objetivos de conservación giran alrededor de los siguientes principios (Sánchez et al. 2020).

8.3.3. Proteger la superficie del suelo

Es una cobertura vegetal que protege al suelo frente al golpe de las gotas de lluvia y arrastre de escorrentía, aumentando la infiltración del agua en el suelo en efecto bajo la protección de la cobertura no pierde su buena estructuración por la compactación (Ruedes & Valenzuela, 2009). Prácticas como: Capa de material vegetal, labranza mínima, siembras en contorno, abono verde.

8.3.4. Reducir el largo de la pendiente:

Existen diferentes prácticas que minimizan el largo de la pendiente y la velocidad de la escorrentía, ayudando aumentar la penetración del agua en el suelo así reduciendo la cantidad de suelo erosionado, con labores de corte o reducción de pendiente, el suelo que arrastra la escorrentía se sedimenta y se mantiene en cada estructura construida (Raudes & Valenzuela, 2009). Prácticas como: Barreras vivas, Muros de retención, Terrazas de callejones angosto, hileras de árboles, Zanjas de laderas.

- **Reducir la inclinación de la pendiente**

Todos los tipos de terrazas se impide la escorrentía por ende aumenta la infiltración del agua en el suelo, al mismo tiempo ofrecen una plataforma cultivable. Ayudando a la reducción de la inclinación de la pendiente del suelo (Raudes & Valenzuela, 2009). Prácticas

como: terraza de bancos, Mini terrazas o terrazas individuales.

- **Incorporación de materia orgánica**

Este tipo de prácticas ayudan considerablemente a la fertilidad del suelo. La materia orgánica se vuelve humus funcionando como esponja y favorece a la infiltración del agua en el suelo y su retención, disponibilidad (Vázquez, Álvarez, Iglesias, Castillo & Vázquez, 2020).

- **Uso de los suelos en Pastaza**

Actualmente los suelos de Pastaza se han caracterizado por tener diferentes usos como se muestra en la (tabla 1), según la clasificación de Soil Taxonomy 1975, los suelos pertenecen a los órdenes Andisoles, Inceptisoles, Entisoles y Oxisoles, con un paisaje peri andina con pendientes por debajo de los 600 msnm y se caracteriza por tener humedad permanente (Sánchez et al., 2020).

Tabla 5

Principales usos de los suelos en Pastaza

Categoría de uso actual	Hectáreas	Kilómetros cuadrados	% sobre el total
Bosque primario de la Amazonia	2.612.822,65	26128.23	88,15 %
Actividades agropecuarias	205.470,43	20547.04	6,93 %
Humedales	96.562,15	965621.05	3,26 %
Vegetación arbustiva y herbácea	34.328,79	343287.09	1,16 %
Otras áreas	2.691,75	26917.50	0,09 %
Zonas urbanas	2.454,73	24547.30	0,08 %
Área indeterminada	9.821,47	98214.7	0,33 %;
Superficie total de los usos del suelo en Pastaza	2.964.151,97	29641.52	100%

Fuente: (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Pastaza,2019).

Realizado por: Chair, L y Tandazo, K, (2021).

8.3.5. Tipos de técnicas y métodos de conservación de suelos en Pastaza

La existencia de técnicas o métodos de conservación de suelos en Pastaza, son consideradas como alternativas de manejo que se enfocan en prevenir, reducir la degradación y la perdida de la capa arable del suelo, mediante la aplicación de tecnologías que favorezcan de forma directa a los productores mejorando así la calidad del suelo de manera eficiente con resultados que favorezcan a la producción agrícola (Kirsch, Pantoja & González, 2014).

- **Cobertura del suelo:**

  Según (Climagri, 2014):

En los cultivos anuales el terreno se trata de mantener la cubierta por todo el año, bien por cultivos (comerciales o implantados con la única finalidad de mantener el suelo cubierto), la incorporación de los nutrientes se da con los restos de la cosecha del año anterior, que se dejan esparcidos sobre el suelo, constituye un material distinto del suelo o la vegetación viva que cumple la función de una cubierta protectora permanente o semipermanente sobre la superficie del suelo, es una práctica que permite al agricultor a proteger el suelo de la pérdida de la capa superficial por la erosión hídrica evitando la escorrentía y lavado de los nutrientes (p.23).

- **Uso de materia orgánica**

  Como menciona (Julca, Florián, Blas & Bello 2006):

La incorporación de materia orgánica al suelo es importante para el cultivo ya que ayuda a tener una buena producción y mejora la fertilidad del suelo, es importante ya que da estabilidad al suelo favoreciendo a los procesos de mineralización, ayuda a tener un buen drenaje y así evitar la erosión del suelo, debido a que reserva sus nutrientes y también sirve como de alimento a los microrganismos favoreciendo al suelo y su entorno (p,35).

- **Cerca viva**

  De acuerdo con (Villanueva, Ibrahim & Casasola, 2008):

Es una práctica que se usan árboles o arbustos para delimitar las fincas o dividir los potreros es comúnmente una práctica tradicional lo han desarrollado los productores en las explotaciones agrícolas en América central. Cada vez es más reconocida su importancia ya no sólo para delimitar sus propiedades, sino a través de otras funciones como la producción

de leñas, postes, forrajes, alimentos, maderas, utilización de la mecanización, regulación ambiental y promover la biodiversidad, lo que hace más destacable su valor económico, ecológico y ambiental (p,6).

- **Terrazas de banco**

Son una secuencia de plataformas continuas a nivel en forma escalonada con unas pendientes cubiertas de tierra cultivable. Las medidas (tamaño, talud) de las terrazas están sujetas a la pendiente y tipo de suelo. Son las obras más efectivas en controlar la erosión en laderas. Su uso es limitado por su alto costo, el cual se justifica solamente en zonas/fincas con escasez de tierra, con la suficiente disponibilidad de mano de obra en la época seca y para la producción de cultivos de alto valor (hortalizas, flores, frutales, forestales) (Brechelt, 2004).

- **Labranza mínima**

De acuerdo con (Rojas, 2006):

Consiste en abrir el suelo utilizando lo menos posibles maquinarias y herramientas en el campo, se le considera siembra directa o labranza de conservación, al no utilizar al cien por ciento herramientas ayudando al suelo y mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo considerando que al no utilizar esas técnicas reduce el costo de producción lo cual es óptimo para el productor y el suelo ya que presenta varias ventajas, una de ellas es la mayor facilidad de siembra y cosecha, reduce la erosión hídrica del suelo por lo tanto no existe tanta compactación en la superficie. Reduce la labor de remoción y se prepara el suelo en las fajas/franjas, constituidas por los surcos donde se va a sembrar (labranza mínima continua) o en los huecos de siembra (labranza mínima individual). La función principal es de disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión, pero también ayuda para mantener el nivel de materia orgánica y para proteger la micro fauna en el suelo (p,4).

- **Zanjas o canales de drenaje**

Como expresa (Liotta et al., 2015):

Las zanjas o canales son de forma trapezoidal construida de manera transversal de la pendiente, la finalidad es disminuir la acumulación de agua que existe en cierta área del cultivo, a través de esta técnica se evacua el agua acumulada mitigando así la erosión del

suelo, esto permite que no exista un exceso de agua ya que es perjudicial para los cultivos provocando en algunas plantas la muerte. Las zanjas o canales pueden ser realizadas a un metro de profundidad y un metro de ancho por lo que es óptimo para nuestras regiones con altas precipitaciones, ya que en el suelo sin este tipo de método no presentara una buena humedad y exista un exceso de acumulación de sales, provocando una disminución de la producción. Al aplicar esta técnica se tiene que tomar en cuenta ciertos parámetros de estudio como, su topografía, datos edafoclimáticos y coeficiente de escorrentía, siendo así muy beneficioso para los agricultores (p,5).

- **Árboles en lindero**

Consisten en sembrar líneas de árboles o de arbustos a lo largo del lindero o alrededor de las parcelas delimitando según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o perennes, potreros, bosques, etc.) con espacios amplios entre los surcos (definidos por los linderos de la parcela) y son estrechos entre los árboles de surco, se diferencias de las cortinas rompevientos por la orientación, altura y estructura que no son tan importantes como en estas (Viera & Pineda, 2013).

- **Vegetación viva**

Es una de las tecnologías más utilizadas ya que el mantillo o la vegetación viva constituye un material distinto del suelo, la función de esta tecnología es cubrir permanente la superficie del suelo, está metodología es utilizadas en zonas que son mayormente afectadas por la precipitación directa al suelo, así disminuye la perdida de la capa arable del suelo y la tasa de erosión hídrica, los benéficos de esta metodología es aportar a las reducciones de sedimentos blandos y el control de la escorrentía (Lucena et al., 2019).

- **Agroforestería**

Son técnicas de uso y manejo de la tierra que implica la combinación de árboles forestales con cultivos agrícolas (anuales o perennes), con animales o con ambos a la vez, en una parcela, ya sea simultáneamente o sucesivamente, para obtener ventajas de la combinación cuyo objetivo es optimizar la producción total en la chacra, la agroforestería se basa en la recuperación y protección del suelo para un manejo total de la finca (Paraguay, 2007).

- **Chacras tradicionales**

Como señala (Bolaños, 2020):

La chacra es un sistema de cultivo agroforestal cuidadoso con el medio ambiente, practicado por grupos indígenas amazónicos para quienes es un medio de subsistencia y fuente principal de donde extraen los productos que forman parte de su dieta, además tiene la capacidad de contener gran diversidad de plantas arbóreas como medicinales. Estos sistemas agroecológicos de plantas de diversas especies y hábitos, como árboles (palmas), arbustos (yuca), herbáceas (maíz), por otra parte, han probado ser beneficiosos para la conservación del suelo y la biodiversidad (p,30).