UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Agroecología

Trabajo de titulación:

Control de la erosión y recuperación de suelos degradados mediante el establecimiento de cobertura vegetal y la recolección de aguas lluvias en la comunidad de Carmen, parroquia Jadán, cantón Gualaceo

Trabajo previo a la obtención del título de tecnólogo superior en Agroecología

Autor:

Edgar Eugenio Guartazaca Sumba

Director:

Prof. Gustavo Chacón, Ph.D.

Cuenca – Ecuador

2025

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios por regalarme la vida, salud, sabiduría y, de manera especial, a la Universidad del Azuay, por proporcionarme la beca para continuar con mis estudios para seguir preparándome profesionalmente en este proyecto académico.

Y a nuestros respetables docentes por impartir sus conocimientos y orientarnos en todo el proceso de formación.

Sin la guía de ustedes no haría sido posible. Gracias a todos por ser parte fundamental de este logro.

Edgar Guartazaca

Resumen

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre el Control de la erosión y recuperación de suelos degradados mediante el establecimiento de cobertura vegetal y la recolección de aguas lluvias en la comunidad del Carmen, sector Gavilla, parroquia Jadán cantón Gualaceo, provincia del Azuay.

El objetivo fue desarrollar técnicas agroecológicas demostrativas mediante la implementación de cobertura vegetal con diferentes especies de gramíneas y leguminosas, la elaboración de terrazas y la implementación de cosecha de agua lluvia y riego; esto nos permite mantener el suelo cubierto y evitar la erosión, mejorando la calidad de los agroecosistemas, aportando como modelo para producir y conservar, esperando una rentabilidad eventual para forraje de especies menores de manera sostenible; y sea el ejemplo para los agricultores, de que es posible recuperar suelos degradados en lugares que no existe agua.

Se diseñó un agroecosistema en un área de 720 m^2, en el cual se construyó 15 terrazas y se sembró varias especies en asocio para poder determinar qué especie da mayor cobertura. Debido a la falta de agua se implementó un mini reservorio para la cosecha de aguas lluvias y riego por aspersión, la siembra de árboles, arbustos para formar barreras vivas y cortinas rompe vientos.

Con este proyecto se demostró que es posible controlar la erosión y recuperar suelos degradados, cosecha de aguas lluvias en la parroquia Jadán, con resultados óptimos en la asociación de cultivos, cosecha de aguas lluvias y terrazas, dejando un precedente a seguir de esta finca con parámetros técnicos siendo un ejemplo para seguir en la parroquia.

Palabras clave: Control de erosión, recuperación de suelos, cobertura vegetal, cosecha de aguas, terrazas.

Abstract

This technical report addresses erosion control and the restoration of degraded soils through the establishment of vegetative cover and rainwater harvesting in the community of El Carmen, Gavilla sector, Jadán parish, Gualaceo canton, Azuay province. The project aimed to implement demonstrative agroecological techniques, including planting grass and legume species, building terraces, and installing rainwater harvesting and irrigation systems. These practices help protect the soil, prevent erosion, and improve agroecosystem quality, serving as a model for sustainable forage production for small livestock and offering an example for farmers to restore degraded soils even in water-scarce areas.

A 720 m² agroecosystem was designed, featuring 15 terraces and various plant associations to evaluate coverage effectiveness. A small reservoir was built for rainwater harvesting and sprinkler irrigation, alongside the planting of trees and shrubs to create living barriers and windbreaks.

The project demonstrated the feasibility of erosion control, soil restoration, and rainwater harvesting in Jadán parish, achieving positive results and establishing a replicable model based on technical parameters.

Keywords: Erosion control, soil restoration, vegetative cover, rainwater harvesting, terraces.

Índice de contenidos

Agradecimientos i

Resumen ii

Abstract iii

Índice de contenidos iv

Índice de tablas v

Índice de figuras vi

Índice de anexos vii

1. Introducción 1
2. Problemática 2
3. Alternativas 2
4. Objetivo general 2
   4.1. Objetivos específicos 3
5. Procedimiento 3
   5.1. Ubicación 3
   5.2. Materiales y herramientas 5
   5.3. Toma de muestras del suelo 6
   5.4. Metodología 7
6. Resultados 7
7. Conclusiones 18
8. Referencias bibliográficas 19
9. Anexos 20

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades iniciales del suelo..... 8

Tabla 2. Especies sembradas..... 9

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis del diseño del lote 14

Figura 2. Muestreo del análisis de cobertura vegetal obtenido..... 15

Índice de anexos

Imagen 1. Croquis del cantón..... 4

Imagen 2. Ubicación del predio donde se realizó el proyecto 5

Imagen 3. Toma de muestras del suelo para el análisis de laboratorio 6

Imagen 4. Elaboración de parcelas en el lote..... 10

Imagen 5. Elaboración del mini reservorio.....11

Imagen 6. Cultivo de especies gramíneas y leguminosas 12

Imagen 7. Realizando la compostera e incorporación de desechos 13

Imagen 8. Realización el muestreo aleatorio de la cobertura vegetal 16

Imagen 9. Llenado de aguas lluvias en mini reservorio..... 17

1. Introducción

Gavilla se encuentra ubicado en la comunidad El Carmen, Cantón Gualaceo, Provincia Azuay, Parroquia Jadán, Sector Gavilla; esta zona se encuentra a 2861.1 m s.n, m.; sus coordenadas son X 73.7264-282 Y 9676616.093 N y el área del predio es de 720 m"2".

La acción humana a través del tiempo se puede evidenciar mediante el análisis de la cobertura y el uso del suelo, que son los elementos que mejor muestran la transformación de la superficie terrestre, mientras que el uso del suelo se caracteriza por el arreglo, actividad y producción que realiza la gente en cierto tipo de cubierta para producir (Mena et al., 2023).

La erosión y la desertificación son fenómenos ligados a unas condiciones climáticas específicas, generalmente épocas secas, y adicionalmente se asocian a cambios fisicoquímicos del suelo, inducidos por actividades humanas inadecuadas. La degradación del suelo afecta la calidad de la cobertura vegetal y la calidad del agua, además de comprometer el potencial biológico y el desarrollo sostenible de los ecosistemas asociados (Yuan, 2010).

La cosecha de aguas lluvias es una técnica cuyo objetivo es canalizar las aguas de escorrentía hacia reservorios para ser utilizados para las plantas por un periodo de tiempo mayor. La formación vegetal resultante de esta técnica se denomina sabana, que consiste en pequeños grupos de árboles. (Sandra Perret D, 2011).

2. Problemática

Hace unos 30 años atrás se regaba en estos sectores con riego por gravedad fue uno de los factores que incidieron en la erosión como un antecedente.

Por falta de cobertura vegetal los suelos se erosionan con mayor frecuencia en temporadas de lluvias intensas y en tiempo de sequias con menor frecuencia lo que dificulta su conservación.

La falta de agua en tiempos de estiaje dificulta la siembra de cultivos y la sobrevivencia de muchas especies.

Manejo inadecuado del suelo, por la tala y quema de bosques chaparros.

3. Alternativas

Mejorar el sitio

Análisis de suelo

Capacidad de campo

Contenido de materia orgánica en el horizonte (a) y cantidad de (N, P, K)

Siembra de pastos e incorporación de materia orgánica (M, O)

4.

Objetivo General

- Desarrollar técnicas agroecológicas que nos permitan minimizar la erosión del suelo mediante la implementación de cobertura vegetal y el uso adecuado del agua.

4.1. Objetivos Específicos

- Implementar un mini reservorio para la captación de agua y explicar el proceso de la recolección de aguas lluvias.
- Determinar las especies que mejor resultado dieron para la cobertura del suelo.
- Elaboración de terrazas en un diámetro de 2 metros por todo el ancho del terreno con restos vegetales y materiales pétreos para evitar la erosión del suelo y aprovechar el agua de mejor manera.

5. Procedimiento

5.1. Ubicación

- Provincia: Azuay
- Cantón: Gualaceo
- Parroquia: Jadán
- Comunidad: El Carmen
- Sector: Gavilla
- Coordenadas UTM: X73726-282 Y 9676616 N – 2861.1 m.s.n.m

- Área del lote: 720 m^2
- Dimensiones: 12 metros de ancho por 60 de largo
- Número de parcelas: 15 de 2, 8 mts. de ancho por 12 mts. de largo.
- Pendiente del terreno: 30%
- PH del suelo: 6.5
- Porcentaje de materia orgánica: 22.80%
- Cultivo de plantas gramíneas y leguminosas
- Cultivo por parcela
    - ✓ Parcela 1: avena, alfalfa,
    - ✓ Parcela 2: reygras y alfalfa
    - ✓ Parcela 3: cebada
    - ✓ Parcela 4: cebada y habas
    - ✓ Parcela 5: avena
    - ✓ Parcela 6 avena y vicia
    - ✓ Parcela 7: reygras
    - ✓ Parcela 8: cebada

- ✓ Parcela 9: cebada y alverjas
- ✓ Parcela 10: avena
- ✓ Parcela 11: avena y habas
- ✓ Parcela 12: maíz y papas
- ✓ Parcela 13: cebada y arvejas
- ✓ Parcela 14: papas y maíz
- ✓ Parcela 15: trigo y arvejas

- Cultivo en todo el perímetro: cercas vivas
- Infraestructura: compostera y mini reservorio

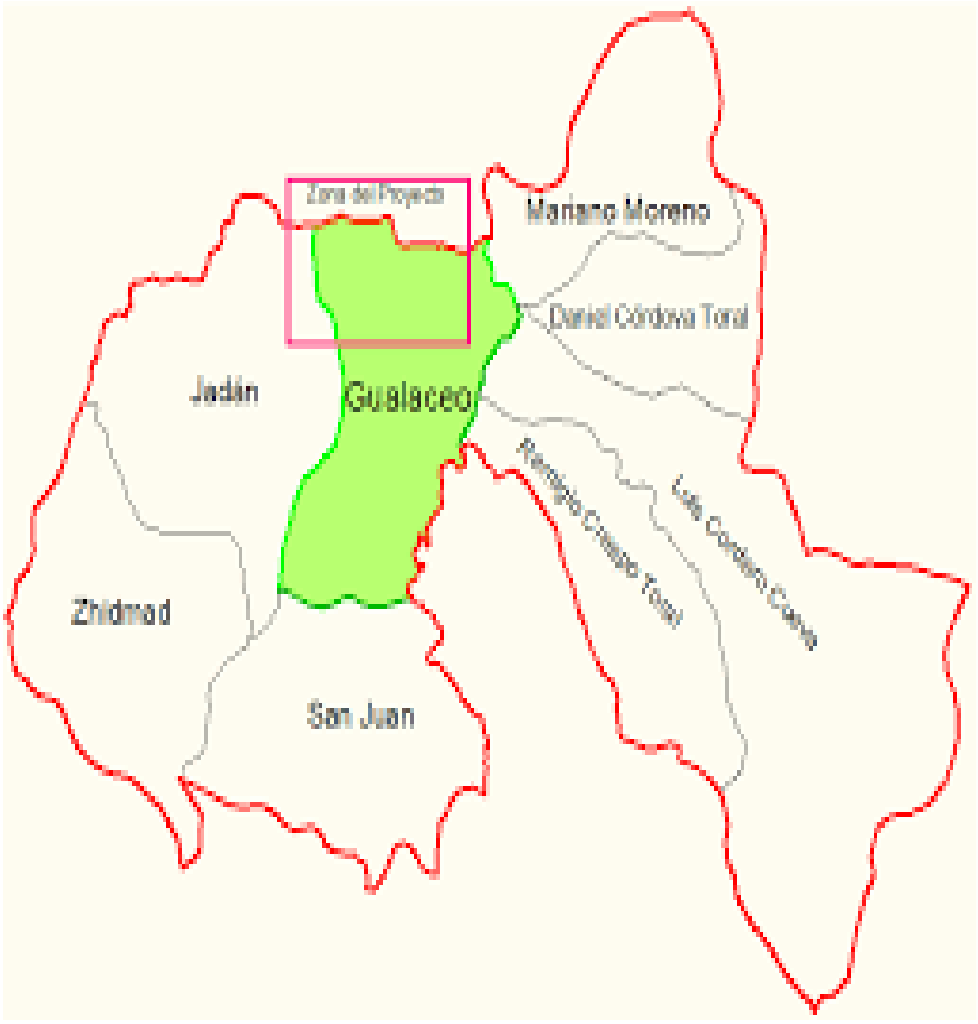

Imagen 1: Croquis del cantón

Imagen 2: Ubicación del predio donde realizo el proyecto.

5.2. Materiales y herramientas

a) Materiales Físicos

Geomembrana, plásticos, manguera, saquillos.

b) Materiales Biológicos

Semillas de avena, cebada, vicia, trigo, alverja, reyaras, alfalfa, maíz, papas.

c) Materiales de Oficina

Cuaderno, esfero, cámara, computadora.

d) Herramientas

Pala, barreta, machete, pico, azadones, flexómetro, piola, tiras.

5.3. Toma de muestras del suelo

Se realizó la toma de 6 muestras de todo el lote en forma aleatoria y de cada uno se tomó 4 submuestras como se ve en la imagen 3.

Imagen:3 toma de muestras del suelo para el análisis de laboratorio.

5.4. Metodología

Metodología de campo y laboratorio para las muestras iniciales de suelo:

Se recolectaron seis muestras compuestas de suelo en el área destinada al cultivo. Cada muestra fue el resultado de la mezcla de varias submuestras tomadas aleatoriamente a lo largo del terreno, a una profundidad aproximada de 0–20 cm, siguiendo recomendaciones de muestreo para estudios edáficos (Brady & Weil, 2016). Posteriormente, las muestras fueron secadas al ambiente, tamizadas a través de un tamiz de 2 mm y almacenadas en condiciones secas para su análisis.

En laboratorio, se midió el pH del suelo en tres soluciones: agua destilada, KCl 1 *M* y $CaCl_2$ 0,01 *M*, empleando una relación suelo:solución de 1:2,5 (peso:volumen), conforme

a la metodología estándar descrita por Thomas (1996). La conductividad eléctrica (CE) se determinó en el extracto 1:2,5 de suelo: agua destilada, utilizando un conductímetro calibrado, según lo propuesto por Rhoades (1996).

La materia orgánica del suelo (MOS) se estimó mediante el método de calcinación o pérdida por ignición, que consiste en someter una muestra seca a 550 °C durante 4 horas en un horno mufla (Nelson & Sommers, 1996). Por último, la textura del suelo fue determinada organolépticamente, evaluando manualmente la sensación al tacto del suelo húmedo para clasificarlo según su comportamiento físico, método adecuado para caracterizaciones preliminares de campo (González, 2004).

Resultados de los análisis de suelos:

Con base en los datos de la Tabla 1, se pueden interpretar las propiedades iniciales del suelo de la siguiente manera:

1. pH del Suelo

- **pH en H_2O:** Promedio de 6,50, lo cual indica un suelo ligeramente ácido a neutro.
- **pH en KCl:** Promedio de 4,70, lo cual indica alta acidez intercambiable y alta actividad coloidal (alta capacidad de intercambio catiónico -CIC-).
- **pH en $CaCl_2$:** Promedio de 5,40, lo cual representa una estimación más cercana al pH que experimentan las raíces de las plantas.
- **Delta de pH:** Promedio de -1,80. Este valor negativo refleja una presencia de cargas negativas en el suelo (capacidad de intercambio catiónico alta), típica de suelos con buena actividad coloidal.

2. Conductividad Eléctrica (CE)

- Promedio de 20,70 µS/cm, lo cual es un valor bajo. Esto indica baja salinidad del suelo, adecuado para la mayoría de los cultivos sensibles a sales.

3. Temperatura

- Temperatura promedio del suelo al momento de la medición: 18,2 °C, lo cual es una temperatura adecuada para la actividad microbiana y el desarrollo radicular, especialmente en zonas andinas.

4. Materia Orgánica del Suelo (MOS)

- Promedio de 22,80%, lo cual es muy alto. Esto sugiere que el suelo tiene una alta fertilidad natural, con buena capacidad de retención de nutrientes y humedad, ideal para diferentes cultivos.

5. Textura

- Clasificada como franco limoso, una textura que tiene buena capacidad de retención de agua y nutrientes. Presenta buena aireación y drenaje, adecuada para una amplia variedad de cultivos. Favorece el desarrollo radicular y la actividad biológica del suelo.

	pH		pH		pH		DpH		CE		T	MOS	
	H2O	DE	KCl	DE	CaCl2	DE	pHKCl - pHH2O	DE	uS	DE	°C	%	DE
1	6,90	0,26	4,42	0,59	5,67	0,27	-2,48	0,62	23,2	4,55	18,3	17,2	4,55
2	6,54		4,52		5,64		-2,02		18,8		17,7	19,2	
3	6,63		4,34		5,44		-2,29		14		18,3	23,0	
4	6,20		4,57		5,19		-1,63		25,3		18,2	28,8	
5	6,27		4,50		5,35		-1,77		17,8		18,4	27,4	
6	6,63		5,90		4,97		-0,73		25,1		18,3	21,4	
Media	**6,5**		**4,7**		**5,4**		**-1,8**		**20,7**		**18,2**	**22,8**	

Tabla 1. Propiedades iniciales del suelo.

- DE = Desviación estándar. DpH = Delta de pH. CE = Conductividad Eléctrica. T = Temperatura a la que fueron medidos el pH y la CE. MOS = Materia orgánica del suelo. Textura = Franco limosa.
- El suelo analizado presenta condiciones muy favorables para el establecimiento de cultivos, con buena estructura, adecuada acidez, bajo contenido salino, alta materia orgánica y textura ideal. Estas características sustentan la viabilidad del proyecto agrícola propuesto.

a) Diseño de Lote

Se observó las siguientes características y dimensiones del terreno, porcentaje de pendiente, tipo de suelo, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica.

Se realizó la toma de muestras de suelo para obtener información técnica en base a los resultados obtenidos también se implementó los requerimientos necesarios para realizar un diagnóstico para el diseño de lote.

Los beneficios de la siembra de leguminosas y gramíneas son muy favorables, las leguminosas aportan nitrógeno(N) extra al suelo por fijación biológica, favorece el control de malezas mejora la estructura del suelo, mientras que las gramíneas producen gran cantidad de biomasa, absorben nitratos residuales y los devuelve al suelo en forma de nitrógeno orgánico, reduce la erosión del suelo y compite con las malezas invernales.

Como una práctica de manejo sustentable, para la conservación y mejora del suelo, retención de nutrientes.

# Parcela	Gramínea	Leguminosa	Tubérculo
1	Avena	Alfalfa	
2	Reygras	Alfalfa	
3	Cebada		
4	Cebada	Habas	
5	Avena		
6	Avena	Vicia	
7	Reygras		
8	Cebada		
9	Cebada	Arveja	
10	Avena		
11	Avena	Habas	
12	Maíz		Papas
13	Cebada	Arveja	
14	Maíz		Papas
15	Trigo	Arveja	

Tabla 2. Especies Sembradas

La siembra de cobertura vegetal se realizó mediante la formación de 15 parcelas con una dimensión de 2,80 m de acho por 12 m de largo como se ve en la figura 3. Para la elaboración de parcelas se tomó en cuenta la pendiente del terreno por lo que se hizo en contra de la misma para evitar la erosión del suelo: se construyó con piedras y restos vegetales lo que se aprovechó todos los materiales del lugar.

Se utilizó los siguientes materiales, piedras, restos vegetales y la siembra de pastos, así evitamos la erosión ya que formamos barreras de contención. Estos ofrecen varios benéficos como la mejora del suelo, protección contra la erosión, y la siembra de gramíneas ayudan a regular la humedad y facilitan el control de malezas mejorando la biodiversidad del ecosistema.

Imagen 4. Elaboración de parcelas en el lote.

Construcción del mini reservorio

Se construyo el mini reservorio en la parte más alta del predio para aprovechar la altura y ganar presión, con una retro excavadora debido a que el terreno es rocoso lo que dificulta realizar de forma manual, la cosecha de aguas lluvias una técnica de aprovechamiento para la agricultura y así disponer de riego. Siendo una alternativa sostenible y económica de obtener agua en lugares secos evitando la dependencia de fuentes de agua de distribución.

Para la elaboración del mini reservorio se contrató una retroexcavadora, también se utilizo palas, saquillos, geomembrana, plásticos, metro, piolas y sus dimisiones son de 3.70 de largo por 1.50 de ancho y de profundidad tiene 1,70m. Se realizo una canalización para captar escorrentías de las lluvias y llenar el reservorio como se ve en la imagen 5.

Imagen 5: Elaboración del mini reservorio.

La siembra se realizó de forma manual una alternativa más amigable con el medio ambiente reduce el impacto ambiental, permite mayor control en la preparación del suelo, mediante el método al voleo se logra una mayor distribución de las semillas en forma uniforme y facilita una fertilización uniforme.

En cada parcela con las siguientes herramientas: piolas, metro, picos, semillas y materia orgánica. Las especies que se cultivó fueron alfalfa, avena, habas, vicia, cebada, arvejas, trigo, maíz, papas y reygras como se muestra en la imagen 6.

Imagen 6: cultivo de especies gramíneas y leguminosos.

La elaboración de la compostera ofrece múltiples beneficios como reducir la cantidad de residuos, crear un abono natural para el suelo y reduce la dependencia de fertilizantes químicos. Los materiales utilizados es restos vegetales, abono de cuy, tierra, abono de gallina, aserrín, melaza, harina de maíz, sema y cal agrícola.

Imagen 7: realizando la compostera e incorporación de desechos

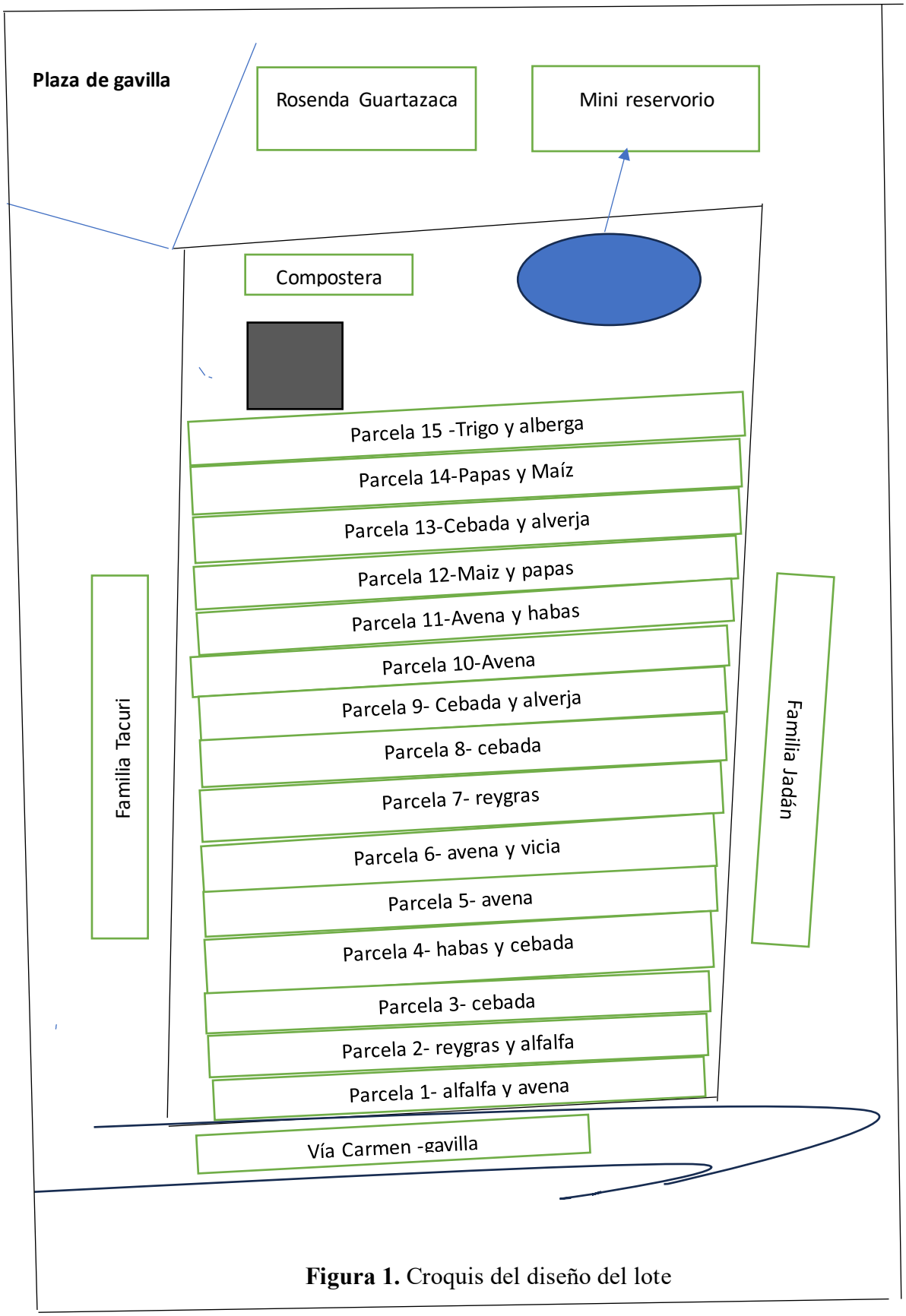

Figura 1. Croquis del diseño del lote

6. Resultados

El periodo en el que se llevó a cabo el estudio fue de marzo de 2025 a mayo 2025, se realizó el análisis del suelo y la siembra de cobertura vegetal de todo el lote.

Durante el estudio, la mayor cantidad de cobertura vegetal se presenta donde más materia orgánica dispone el suelo, mientras que menos materia orgánica dispone, menos cobertura vegetal presenta. En la Figura 1 se realizó una comparación de cobertura vegetal. En base al muestreo realizado por parcelas se pudo observar que hay mayor cobertura vegetal donde sembró dos variedades, leguminosas y gramíneas.

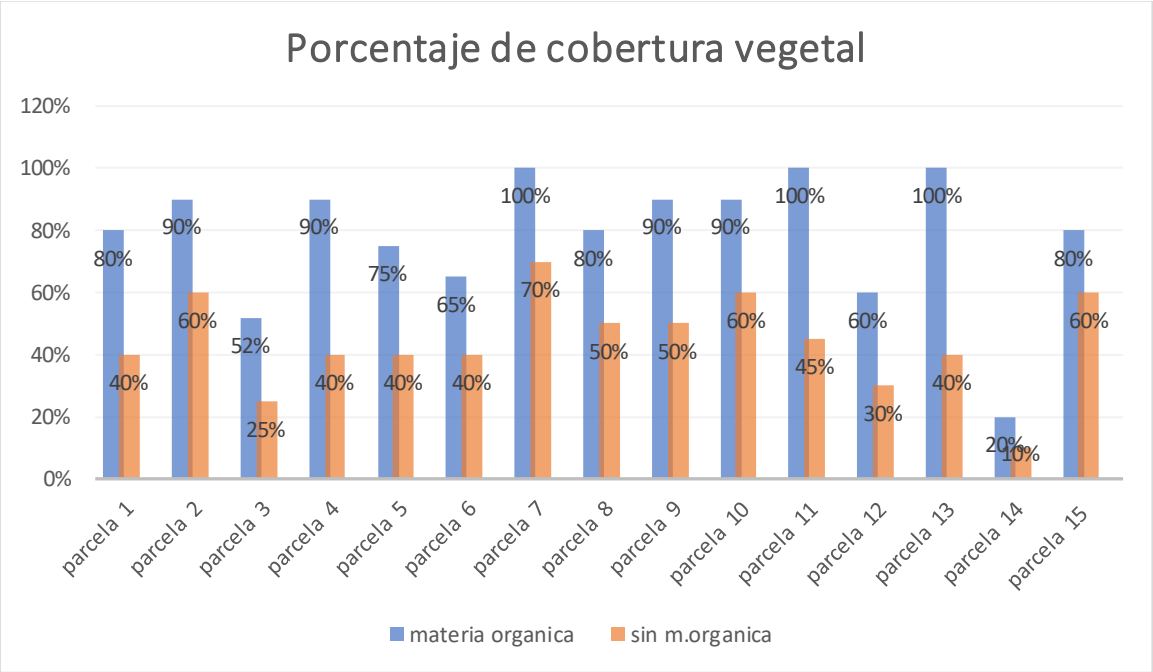

Figura 2. Muestreo del análisis de cobertura vegetal obtenido.

Se pudo observar que la cobertura vegetal se desarrolla más cuando se realiza la siembra de dos tipos de variedades diferentes en presencia de materia orgánica en el suelo, eso nos ayuda proteger el suelo de erosiones y deshidratación como se puede ver en la imagen 8.

Imagen 8: Realización el muestreo aleatorio de la cobertura vegetal

Gracias a la época invernal se aprovechó para llenar el mini reservorio mediante un canal de escorrentías, el mismo que se logró captar un total de 4 metros cúbicos, lo que dispondremos de riego en época de estiaje.

Imagen 9: Llenado de aguas lluvias en mini reservorio.

7. Conclusiones

El resultado obtenido en este análisis de control de erosión y recuperación de suelos y la cosecha de aguas lluvias, con una correlación positiva sobre las tasas de erosión del suelo ya que la cobertura vegetal ayuda a guardar humedad en el suelo y se evita la deshidratación en tiempo de sequias, vientos y en época de invierno se evita la erosión por las lluvias intensas.

Con la incorporación de materia orgánica (M.O.) obtenida del compost mejora su desarrollo y porcentaje de cobertura vegetal, el suelo se vuelve fértil, lo que favorece al desarrollo de microorganismos. Con la implementación de cosecha de aguas lluvias como una alternativa que se aprovecha , en lugares que el agua es dificultoso de disponer.

Aplicando las técnicas agroecológicas es una alternativa con buenos resultados lo que mejora la calidad de suelos que están desérticos y se vuelven sustentables para la familia y se garantiza la soberanía alimentaria, mediante la producción de cultivos limpios con materiales de su propio entorno.

8. Referencias Bibliográfica

(s.f.).o (Mena-Vásconez et al., 2., & Hofstede et al., 2. (23 de septiembre de 2023). plan de accion nacional . plan de accion nacional para la conservacion y usos sostenibles para el paramo , pág. 11.

Sandra Perret D, S. G. (Diciembre de 2011). tecnica de cosechas de aguas lluvias. Tecnicas de cosechas de aguas lluvias y conservacion de suelo, pág. 8.

Yuan. (24 de noviembre de 2010). alternativas para el contro de erosion . Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización, pág. 2

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The Nature and Properties of Soils (15th ed.). Pearson Education.

González, M. E. (2004). Manejo y conservación de suelos. INTA, Argentina.

Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. In Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods (pp. 961–1010). Soil Science Society of America.

Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In Methods of Soil Analysis: Part 3 (pp. 417–435). Soil Science Society of America.

Thomas, G. W. (1996). Soil pH and soil acidity. In Methods of Soil Analysis: Part 3 (pp. 475–490). Soil Science Society of America.

Pedroza-Parga E, Miguel Agustín Velásquez-Valle, Pedroza-Sandoval A, Sánchez-Cohen I, Luis Gerardo Yáñez-Chávez. The impact of vegetation cover on soil erosion and soil deposition due to runoff. Ingeniería agrícola y biosistemas (en línea)/Ingeniería agrícola y biosistemas. 2022 Jan 1;144(1):17–31.

9. Anexos

Imágenes de un antes y hoy de dos años de trabajo con mucha dedicación se está sobresaliendo muchas adversidades climáticas y económicas

En el Año 2023

Imagen del predio antes de intervenir.

Imagen cuando se interviene con máquina.

Año 2024

Siembra con yunta

Resultado de la primera siembra

Antes del proyecto

Desarrollando el proyecto

Terminado el proyecto.