



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

Trabajo de Titulación – Modalidad: Integración Curricular

Título:

“Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales:
Estrategias de identificación de áreas designadas para uso
pecuario”

Autores:

Pita Solórzano Julexi Mariana

Unidad Académica:

Extensión Chone

Carrera:

Agropecuaria 2022 AC

Tutor:

Ing. Oswaldo Vicente Mendoza Vélez Mg.

Enero, 2025

Chone-Manabí-Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

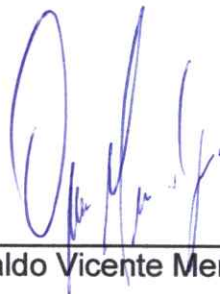
Ing. Oswaldo Vicente Mendoza Vélez docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Chone, en calidad de Tutor.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto de integración curricular con el título: "Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales: Estrategias de identificación de áreas designadas para uso pecuario" ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su autora: Pita Solórzano Julexi Mariana.

Siendo de su exclusiva responsabilidad.



Ing. Oswaldo Vicente Mendoza Vélez

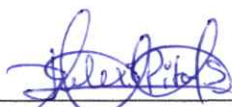
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscriben la presente:

Yo, Pita Solórzano Julexi Mariana con cédula de ciudadanía 131510784 – 5.

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaro bajo juramento que el presente proyecto de integración curricular cuyo título: “Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales: Estrategias de identificación de áreas designadas para uso pecuario”, previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

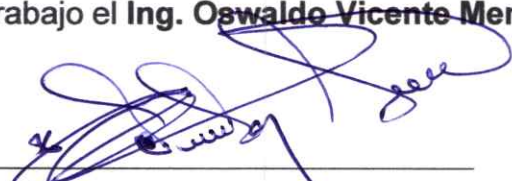


Pita Solórzano Julexi Mariana

C.I. 131510784 – 5

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto de integración curricular, titulado: **“Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales: Estrategias de identificación de áreas designadas para uso pecuario”** de su autora: **PITA SOLÓRZANO JULEXI MARIANA** de la Carrera **“Ingeniería Agropecuaria”**, y como Tutor del Trabajo el **Ing. Oswaldo Vicente Mendoza Vélez**.



Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos,
Mg.

DECANA



Ing. Oswaldo Vicente Mendoza
Vélez

TUTOR



Ing. Odilón Estuardo Schnabel
Delgado, Mg.



Ing. José Luis Brito Jurado Mg.



Lcda. Indira Zambrano Cedeño, Mg.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por permitirme cumplir una meta más, a mi papá Douglas Pita que, aunque ya no está básicamente conmigo, sé que desde el cielo ha sido mi mayor inspiración.

A mi mamá Freya Solorzano, mi ejemplo de perseverancia y dedicación. Gracias por tu apoyo incondicional y por enseñarme a luchar con fuerza y corazón en todo lo que hago.

También le quiero agradecer a mi hermana Wendy Pita, por ser un apoyo fundamental y mi confidente en este viaje. Gracias por estar siempre a mi lado, dándome fuerzas y recordándome que nunca estoy sola.

Quiero agradecer profundamente a mi novio Maykel Solorzano, por ser mi pilar en este camino lleno de retos. Tu paciencia, amor y fe en mí han sido fundamentales para que pudiera alcanzar este objetivo. Gracias por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía, y por estar siempre a mi lado con una palabra de aliento, gracias por llegar a mi vida y aportar de una u otra manera tu ayuda.

Finalmente, agradezco a todas las personas que me han apoyado a lo largo de este proceso, también agradezco a un amigo muy especial, a ti Jair López que me has brindado tu ayuda incondicional, y quienes de una u otra manera han aportado para que este proyecto sea una realidad. A mis compañeros y profesores, por su guía y apoyo constante. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Pita Solórzano Julexi Mariana

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi papá, que desde el cielo ha sido mi faro en los momentos de duda y oscuridad. Aunque su ausencia ha sido una herida constante, su amor sigue vivo en mí, guiando cada uno de mis pasos hacia este logro. Este triunfo es también suyo, por cada enseñanza, consejo y ejemplo que dejó en mi vida.

A mi mamá, mi mayor ejemplo de fortaleza, sacrificio y amor incondicional. Su dedicación incansable y su fe en mí han sido el motor que me ha impulsado en los días más difíciles. Gracias por enseñarme que no hay obstáculos imposibles cuando se lucha con el corazón, a mi hermana, mi compañera de vida y de sueños. Gracias por estar siempre a mi lado, por ser mi confidente y mi refugio.

Y a todas las personas que han dejado huella en mi vida, a quienes me han apoyado y creído en mí, incluso cuando yo misma dudaba. Este logro no es solo mío, es de todos ustedes. Gracias de corazón por caminar conmigo en este viaje de aprendizaje.

Pita Solórzano Julexi Mariana

RESUMEN

El presente estudio evaluó los efectos del manejo del suelo en pendientes mediante la implementación de técnicas de conservación, como el terraceo y la cobertura vegetal, comparándolas con parcelas sin dichas prácticas. El objetivo del proyecto fue optimizar el uso del suelo en pendientes para pastizales, aplicando estrategias de identificación y técnicas de terraceo con cobertura en áreas designadas para uso pecuario. Para ello, se analizó la temperatura, humedad, compactación del suelo, cobertura vegetal, erosión y la capacidad de infiltración del agua durante un período de 90 días, simulando condiciones de sequía con riego por aspersión. Los resultados indicaron que las parcelas con técnicas de conservación mostraron una mayor capacidad para retener humedad y regular la temperatura del suelo, lo que favoreció la conservación de los recursos hídricos y el crecimiento vegetal. Además, la implementación del terraceo y la cobertura vegetal mejoró la estructura del suelo, reduciendo la compactación y aumentando la porosidad, lo que favoreció el desarrollo de la vegetación. La erosión también disminuyó progresivamente, y la velocidad de infiltración del agua aumentó significativamente, indicando una mayor capacidad para conservar tanto el suelo como el agua. Estos hallazgos destacan la efectividad de las prácticas de conservación en la mejora de la estructura del suelo, la reducción de la erosión y el aumento de la retención de agua, lo que contribuye a la sostenibilidad agrícola y la mejora de la productividad en terrenos de pendiente. Las estrategias de terraceo con cobertura son esenciales para la gestión adecuada de suelos en áreas destinadas al pastoreo y cultivo.

PALABRAS CLAVES

Técnicas de conservación, terraceo, cobertura vegetal, erosión, retención de agua

ABSTRACT

The present study evaluated the effects of slope soil management through the implementation of conservation techniques, such as terracing and vegetation cover, comparing them with plots without these practices. The objective of the project was to optimize the use of sloped land for pastures, applying identification strategies and terracing techniques with cover in areas designated for livestock use. To achieve this, temperature, humidity, soil compaction, vegetation cover, erosion, and water infiltration capacity were analyzed over a period of 90 days, simulating drought conditions with sprinkler irrigation. The results indicated that the plots with conservation techniques showed a greater capacity to retain moisture and regulate soil temperature, which favored the conservation of water resources and plant growth. Moreover, the implementation of terracing and vegetation cover improved soil structure, reducing compaction and increasing porosity, which favored vegetation development. Erosion also progressively decreased, and the water infiltration rate significantly increased, indicating a greater capacity to conserve both soil and water. These findings highlight the effectiveness of conservation practices in improving soil structure, reducing erosion, and increasing water retention, which contributes to agricultural sustainability and enhanced productivity on sloped lands. Terracing strategies with cover crops are essential for the proper management of soils in areas designated for grazing and cultivation

KEYWORDS

Conservation techniques, terracing, vegetative cover, erosion, water retention

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Estrategias de Identificación de Áreas Designadas para uso Pecuario.....	3
1.1.1 El Suelo.....	3
1.1.2 Perfiles y Horizontes del Suelo	3
1.1.3 Propiedades físicas del suelo	6
1.1.4 Propiedades químicas del suelo	6
1.1.5 Erosión del Suelo.....	6
1.1.6 Tipos de erosión	7
1.2 Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales	8
1.2.1 Técnicas de optimización del suelo en pendientes	8
1.2.2 Clasificación de terrazas según la condición de escurrimiento	9
1.2.3 Clasificación de las terrazas de acuerdo con la sección transversal	9
2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	11
2.1 Ubicación del estudio	11
2.2 Diseño experimental.....	11
2.3 Variables a medir.....	12
2.3.1 Variables Ambientales	12

2.3.2	Variables Estructurales del Suelo	13
2.3.3	Variables de Erosión y Escorrentía.....	13
2.4	Procedimiento experimental	14
2.5	Análisis de los datos.....	14
2.6	Limitaciones.....	14
3	CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO	15
3.1	Variables Ambientales.....	15
3.2	Variables Estructurales del Suelo.....	17
3.3	Variables de Erosión y Escorrentía	20
4	CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
4.1.	CONCLUSIONES.....	23
4.2.	RECOMENDACIONES	23
5	BIBLIOGRAFIAS	25
6	ANEXOS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de las variables ambientales.	15
Tabla 2. Muestra de la variación de resultados de la temperatura del suelo....	16
Tabla 3. Muestra de la variación de resultados de la humedad del suelo.	17
Tabla 4. Valores de variables estructurales del suelo	18
Tabla 5. Muestra de la variación de resultados de la compactación del suelo.	19
Tabla 6. Muestra de la variación de resultados de la cobertura vegetal.....	19
Tabla 7. Muestra de la variación de resultados de la altura de la vegetación. .	20
Tabla 8. Variables de Erosión y Escorrentía.	20
Tabla 9. Muestra de la variación de resultados de la erosión.	21
Tabla 10. Muestra de la variación de resultados de la velocidad de descendencia del agua.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Selección del terreno en pendiente ubicado en la Finca “Titito” en el sitio Narciso del cantón Chone para el proceso de experimentación.	29
Anexo 2. Acondicionamiento del terreno para las parcelas con terrazas y cobertura y otra sin práctica de conservación de suelo.	29
Anexo 3. Acondicionamiento del terreno para las parcelas.	30
Anexo 4. Vista panorámica de la pendiente limpia para la gestión de parcelas.	30
Anexo 5. Aplicación del sistema de riego por aspersión para las parcelas.....	31
Anexo 6. Preparación de parcela con terraza.....	31
Anexo 7. Activación del sistema de riego para las parcelas e inicio de proceso de experimentación.	31
Anexo 8. Implementación del insumo (plástico) para aplicar el método de recolectores de erosión.	32
Anexo 9. Recolección de suelo para medir la cantidad de pérdida de suelo en la pendiente.....	32
Anexo 10. Práctica de penetración del barreno para medir la compactación del suelo.	33
Anexo 11. Práctica de medición de altura de cobertura.....	33

INTRODUCCIÓN

El suelo consiste en una parte primordial del ecosistema ya que brinda muchos servicios y beneficios para los seres vivos de este planeta, pero en la actualidad estos terrenos se ven atravesando severas dificultades como la pérdida de la calidad de este recurso que día a día va aumentando considerablemente y muy pocas organizaciones hacen algo para contrarrestar este problema (Ulcuango, 2023).

Sobre las altas tierras de las provincias de Cotopaxi y Chimborazo, se pueden observar algunas obras elementales, pero todavía insuficientes, de conservación de los suelos. Se refieren a canales de desviación de las aguas y a barreras vivas contra el viento. La situación erosiva se empeora aún más cuando la agricultura tradicional, no o poco conservacionista, trata de adaptar nuevos métodos de cultivo. La práctica cada vez más usual del laboreo moto mecánico es, desgraciadamente, muy significativa: el uso del tractor generaliza los trabajos en el sentido de la pendiente hasta el 60 por ciento, hace desaparecer la multitud de los linderos (abruptos de tierra, barreras vivas o de piedra) que permiten frenar el escurrimiento, y borra las huellas de las zanjas de desviación (Noni & Trujillo, 2010).

Los estudios cuantitativos realizados en la Sierra por el Departamento de Suelos del MAG y el ORSTOM, sobre 7 parcelas de escurrimiento de 50 m² de superficie, revelan que los pesos de tierra perdida por erosión son considerables. Por ejemplo, los resultados obtenidos sobre las parcelas de Alangasí e Llaló situadas a unos treinta kilómetros al este de Quito, fluctúan entre 200 a 500 toneladas de tierra perdida por hectárea y por año, para 1982. Son resultados elevados si se considera, entre otros, la siguiente lista de clases de pérdidas de suelo que elaboró la FAO en su "metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos" (Noni & Trujillo, 2010).

Cernigliaro, (2023) realizó un proyecto donde analizó las estrategias ancestrales de manejo de suelos y aguas en América Tropical, con el objetivo de recopilar información sobre su relevancia y eficacia para la agricultura sostenible. La

revisión de la literatura identificó diversas prácticas, como el cultivo intercalado, la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y los cultivos de cobertura, que no solo mejoran la productividad, sino que también contribuyen a la conservación del suelo y el agua. Se mapeó las comunidades que mantienen estas prácticas, evidenciando su efectividad en la sostenibilidad agrícola. Sin embargo, se identificaron desafíos para su adopción generalizada. El resultado del proyecto es un informe que destaca la importancia cultural, social y ambiental de estas estrategias, junto con recomendaciones para su integración en la agricultura moderna, promoviendo la sostenibilidad y conservación de recursos naturales.

La erosión de terrenos con pendientes es uno de los principales causantes de la degradación antropogénica que está afectando a la superficie a escala mundial. El proceso de erosión modifica las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que provoca pérdida de la productividad de los ecosistemas. (Ulcuango, 2023). Aproximadamente el 40% de las tierras agrícolas están degradadas. Los suelos han reducido su productividad y ponen en riesgo la seguridad alimentaria. Es necesario implementar técnicas agrícolas sostenibles para conservar la calidad del suelo (Carranza *et al.*, 2024).

Con el objetivo de optimizar la gestión del suelo para uso pecuario, se elaborará un plan integral que incluya estrategias de conservación específicas para terrenos en pendiente, como la implementación terrazas. Este enfoque permitirá explorar alternativas agrícolas que favorezcan la conservación del suelo y mejoren la productividad agrícola. Para alcanzar estos objetivos, se realizará una evaluación exhaustiva de las propiedades físicas del suelo, se medirá la erosión y la retención de humedad, y se analizará la presencia de macrofauna en el suelo, elementos cruciales para comprender la influencia del terraceo en la sostenibilidad y el rendimiento agrícola.

1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Estrategias de Identificación de Áreas Designadas para uso Pecuario

1.1.1 El Suelo

En nuestro país, el suelo es un recurso natural limitado ya que, según datos del 2003, de los 51 055 km² (5 105 480 ha) de territorio continental, un 24% (1 231 960 ha) corresponde a áreas protegidas. Esta condición hace indispensable el desarrollo de políticas de ordenamiento territorial basadas en las demandas y conocimiento de los usos sobre el recurso, que garanticen el desarrollo sostenible de la región (Salas & Quirós, 2015).

El suelo es la capa de tierra donde crecen las raíces y donde las plantas extraen el agua y el alimento que necesitan para crecer y mantenerse sanas; está formado por materiales de la roca madre mezclados con materiales orgánicos, agua, aire y organismos vivos. El suelo constituye el medio en el cual crecen las plantas; es capaz de aportar con los nutrientes fundamentales para su crecimiento y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan (Osorio *et al.*, 2022).

1.1.2 Perfiles y Horizontes del Suelo

1.1.2.1 Perfil del Suelo

Perfil de suelo se denomina a aquel corte vertical de suelo que está compuesto o caracterizado por una serie de capas denominadas “horizontes”, este corte vertical expone el suelo hasta 2 m máximo de profundidad, aunque puede ser menor si se encuentra material parental. La descripción del perfil del suelo consiste en la colección de muestras, descripción de la características internas y externas en campo y los análisis de las propiedades físicas, químicas, biológicas y mineralógicas, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo (Carrera, 2022).

1.1.2.2 Horizontes del Suelo

Los horizontes edáficos son capas aproximadamente paralelas a la superficie del terreno. Se establecen en función de cambios de las propiedades y

constituyentes (que son el resultado de la actuación de los procesos de formación del suelo) con respecto a las capas inmediatas (Pereira *et al.*, 2011).

Para Pereira *et al.*, (2011) la materia orgánica constituyente del suelo tiene su origen en restos vegetales y animales que se depositan sobre los suelos, que luego de varios procesos se incorporan. Generalmente la materia orgánica fresca es la que compone los horizontes o capas del suelo denominados H y O, que a medida que profundicemos en el tema los abordamos en detalle

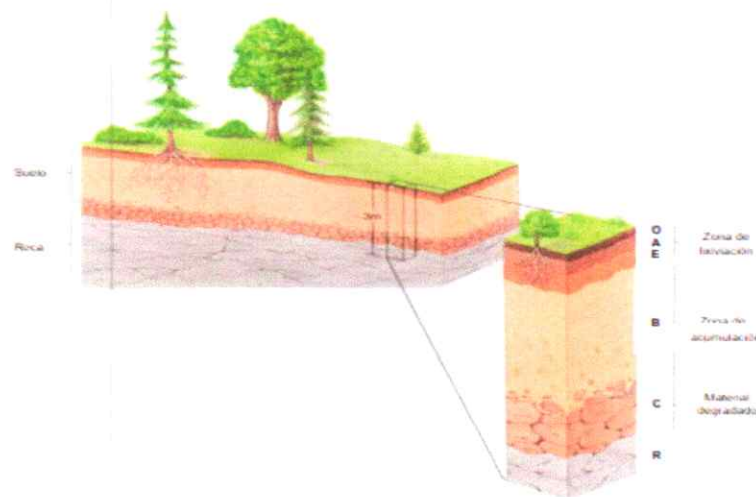


Figura 1. Horizontes del suelo.

Fuente: (Pérez, 2020)

1.1.2.2.1 Horizonte O

El horizonte O es la capa orgánica de los suelos minerales, es predominante el material orgánico formado a partir de desechos intactos o parcialmente descompuestos que se han acumulado sobre la superficie del suelo, como las hojas, ramas, musgos o líquenes. Estos horizontes presentan > 30 % de MO con > 50 % de arcilla, > 20 % de MO si no hay arcilla. Además, el porcentaje de fibras identificables es de suma importancia O con < 17 % fibras identificables; O entre 17 y 40 %; y O con > 40 % fibras identificables (Bautista *et al.*, 2023).

1.1.2.2.2 Horizonte A

El horizonte A se refiere a la capa de suelo mineral formada en la superficie del suelo o debajo de un horizonte O. Este horizonte puede presentar una acumulación de materia orgánica humificada mezclada con la fracción mineral y/o propiedades resultantes de la perturbación humana. El horizonte A es más oscuro que los subyacentes por el contenido de materia orgánica que lo compone. La materia orgánica procede de restos vegetales y animales que se han incorporado al suelo por la actividad biológica (no por translocación) (Bautista *et al.*, 2023).

1.1.2.2.3 Horizonte E

El horizonte E (eluvial) es mineral y su característica principal es la pérdida de arcilla silicatada, hierro, aluminio, o su combinación. En esta capa se encuentra una concentración de arena y limo, la mayor parte de su estructura rocosa original ha sido desintegrada, y se localiza bajo un horizonte A u O con menor porcentaje de materia orgánica, color más claro o sobre un horizonte B (más oscuro, menor pureza, textura más fina) (Bautista *et al.*, 2023).

1.1.2.2.4 Horizonte B

El horizonte B es la capa del suelo formada debajo de un horizonte A, E, H u O, presenta características totalmente diferentes de la roca original, los rasgos dominantes son: a) desintegración de toda o la mayoría de la estructura rocosa original; b) materiales de iluviación (arcillas, materia orgánica, sesquióxidos, etc.); c) evidencia de remoción de carbonatos, carbonatos secundarios, yeso; d) estructura en bloques, prismática, columnar o cuñas; e) formación de arcilla; f) liberación de óxidos; y g) acumulación de carbonatos, yeso o sales más solubles. Hay muchos tipos diferentes de horizontes B (Bautista *et al.*, 2023).

1.1.2.2.5 Horizonte C

El horizonte C es mineral, con fragmentos gruesos, material no consolidado y no posee propiedades de los horizontes H, O, A, E o B. El sustrato base (la capa R) consiste en el lecho de roca dura que subyace en el suelo; la capa D se refiere a los sedimentos que están compuestos por materiales orgánicos e inorgánicos

y que han sido depositados en cuerpos de agua; y la capa W se refiere a capas de agua que sumergen los suelos, ya sea de forma permanente o cíclica dentro de un periodo de tiempo de 24 horas (Bautista *et al.*, 2023).

1.1.3 Propiedades físicas del suelo

Rucks *et al.*, (2004) dice que las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos que el ser humano les otorga. La condición física de un suelo determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes. La importancia de conocer las condiciones físicas con las que cuenta un suelo es tal, que nos permite determinar a qué estrés puede estar sometido el cultivo, conocimiento que juega un rol fundamental en el desarrollo y rendimiento de las plantaciones agrícolas.

1.1.4 Propiedades químicas del suelo

Pilar *et al.*, (2010) dice que las propiedades químicas del suelo incluyen el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la composición de nutrientes y la materia orgánica, que afectan la fertilidad y la capacidad del suelo para retener y liberar sustancias esenciales para las plantas. Las características físicas y químicas del suelo determinan la capacidad y ritmo al que el suelo es capaz de reponer el fósforo que las plantas van tomando de la solución. En este proceso influyen, fundamentalmente, la textura, el pH, la caliza activa y la materia orgánica.

1.1.5 Erosión del Suelo

En el Ecuador, como en cualquier parte del mundo, los factores climáticos, precipitaciones y viento, son creadores de la erosión; en tanto que las pendientes de los relieves, las características de las formaciones superficiales y suelos, así como los diferentes tipos de cobertura vegetal sobre los cuales el hombre puede tener un impacto erosivo determinante, condicionan la erosión. A pesar de que cada uno de estos factores tienen su importancia, para el caso del Ecuador, pondremos particular énfasis sobre el papel de los agentes climáticos y de la

topografía, sin olvidar, evidentemente, la acción del hombre que contribuye a modificar las características protectoras de la vegetación natural (Noni & Trujillo, 2010).

1.1.6 Tipos de erosión

Para Peralta, (2019) la erosión puede ser provocada principalmente por factores fundamentales, a saber:

- El agua
- El viento

1.1.6.1 Erosión hídrica

La erosión hídrica es una de las principales causas de degradación de tierras. Las estimaciones de erosión son fundamentales para la optimización de estrategias de conservación de suelos. La erosión de suelo por acción del agua es una problemática que afecta las tierras áridas de Patagonia. La susceptibilidad a la erosión hídrica y sus factores predisponentes a escala de cuenca se abordaron a partir de la reconstrucción del contexto actual y se plantearon escenarios posibles de acuerdo a modificaciones en la cobertura y la intervención sobre de los recursos naturales (Aramayo *et al.*, 2024).

1.1.6.2 Erosión eólica

Procesos de erosión del suelo (erosión laminar y en riachuelos, cárcavas, riberas y viento; movimiento de masas; y solución) operan en conjunto para desnudar la superficie terrestre de material erosionado. La erosión eólica también es un proceso importante en las zonas secas, pero estaba fuera del alcance del NLWRA , (National Land and Water Resources Audit o en español Auditoría Nacional de los Recursos de Tierra y Agua) y el movimiento masivo (deslizamientos de tierra y fluencia del suelo) y la solución son procesos menores en términos de erosión acelerada (Prosser *et al.*, 2001).

1.2 Optimización del uso del suelo en pendientes para pastizales

1.2.1 Técnicas de optimización del suelo en pendientes

La optimización del balance de agua exige la adaptación a las condiciones edafoclimáticas locales, evitando la pérdida de agua y nutrientes por lixiviación, o por evaporación, eligiendo las cubiertas adecuadas, adoptando el no laboreo o las mínimas labores más convenientes, el uso del mulching, manejando un diseño de fertilización orgánica, que incluya además la rotación y el barbecho semillado, en sistemas de secano para conservar la fertilidad del suelo y el régimen de humedad, entre otras muchas prácticas (Labrador, 2019).

1.2.1.1 Plantar pastos

La implementación de barreras vivas con pasto vetiver, como alternativa para la recuperación y conservación de suelos de ladera altamente erosionados ha significado un gran avance en este aspecto. Las barreras vivas de vetiver no son impermeables, reducen la velocidad de la escorrentía, debilitando, filtrando y regulando el paso del agua, (la escorrentía se puede reducir entre un 50-60%- el nivel de recarga aumenta en un 30%) evitando la formación de surcos, cárcavas y la pérdida del suelo (Rueda, 2018).

1.2.1.2 Barreras rompevientos

Las cortinas cortavientos se definen como el establecimiento de una o más hileras de árboles y/o arbustos dentro de un predio con el fin de reducir la velocidad del viento y su efecto negativo sobre los cultivos, los animales, el suelo, la infraestructura predial y/o el ambiente urbano (Álvaro *et al.*, 2011).

1.2.1.3 Cultivo en terrazas

Las terrazas son los terraplenes formados por bordos de tierra, o la combinación de bordos y canales, construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno. Los sistemas de terrazas se pueden clasificar según la condición de escurrimiento, el tipo de sección transversal y la clase de desagüe (Rodríguez, 2018).

1.2.2 Clasificación de terrazas según la condición de escurrimiento

Según Rodríguez, (2018) la agrupación está en función de las características pluviales y de suelos de cada región; se consideran dos tipos:

1.2.2.1 Terrazas con declive o de drenaje

Se utilizan en áreas donde la precipitación anual es mayor de 800 mm o las características de permeabilidad y profundidad de los suelos, propician la acumulación excesiva de agua que es necesario desalojar hacia una salida natural o artificial debidamente protegida.

1.2.2.2 Terrazas a nivel

Generalmente se recomiendan en áreas con precipitaciones menores de 800 mm anuales, o donde los suelos son profundos, con buena permeabilidad y capaces de retener toda el agua de lluvia.

1.2.3 Clasificación de las terrazas de acuerdo con la sección transversal

Consta de un tablero y un canal. El segmento tiene tres taludes laterales: talud de corte, talud frontal y contrapendiente. Existen cinco variedades de secciones transversales de terrazas que pueden adaptarse a la topografía específica del lugar y a los parámetros biológicos.

1.2.3.1 Terrazas de base ancha

Son secciones transversales amplias que se construyen de manera que se permiten laborear toda la sección transversal. Las pendientes del bordo y el canal se proyectan para permitir el paso de la maquinaria de acuerdo con el ancho de la propia maquinaria.

1.2.3.2 Terrazas de banco o banales

Las terrazas se construyen para formar bancos o escalones amplios. El bordo tiene el talud aguas abajo y debe ser protegido con vegetación permanente. Este tipo de terrazas aprovecha eficientemente el agua de lluvia o de riego y facilita el laboreo.

1.2.3.3 Terrazas de bancos alternos

Este sistema está constituido por una serie de bancales contruidos en forma alterna con fajas de terreno de cultivo o natural donde no se realiza ningún movimiento de tierra. El sistema se diseña para mejorar las condiciones del terreno para las labores agrícolas.

1.2.3.4 Terrazas de base angosta o de formación sucesiva

Las secciones transversales están formadas por un pequeño bordo y un canal a nivel o con pendientes. El bordo de la terraza no se siembra, pero debe protegerse con vegetación permanente.

1.2.3.5 Terrazas de canal amplio o de Zingg

Este sistema de terrazas se forma por un área de siembra y otra de escurrimiento. El área de siembra está conformada por un canal amplio a nivel construido en la parte baja, definida como área de captación. Esta terraza se recomienda para las zonas áridas donde se deja un área de siembra y otra de escurrimiento. El ancho del canal varía dependiendo de la pendiente del terreno, la profundidad permisible de corte, el ancho de la maquinaria, el tipo de cultivo y la precipitación pluvial de la zona.

2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del estudio

La investigación de campo se llevó a cabo en la Finca "Titito" ubicada en el sitio Narciso del cantón Chone. Esta finca ofrece un entorno ideal para estudiar y desarrollar estrategias efectivas para el manejo de suelos en pendientes, con el fin de mejorar la productividad y sostenibilidad de los pastizales destinados a la actividad pecuaria.

Coordenadas: 0°44'17.9"S 80°04'29.0"W

Longitud: -80.0747310

Latitud: -0.7383040

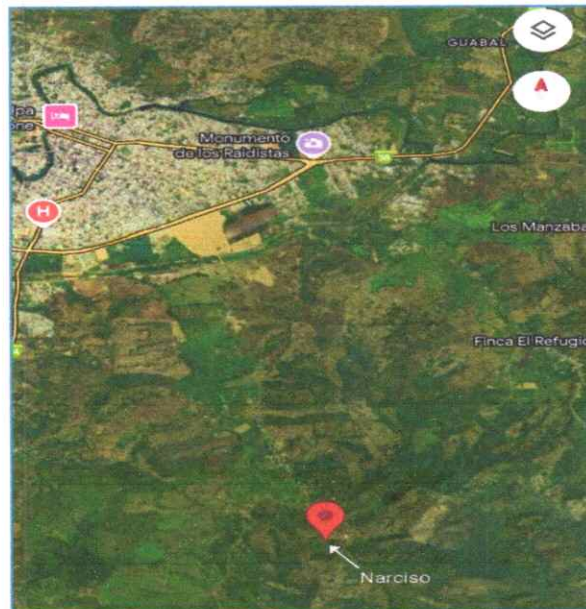


Figura 2. Ubicación satelital de la finca "Titito" en el sitio Narciso

Fuente: (Google Earth 2024)

2.2 Diseño experimental

Se acondicionaron dos parcelas de 48 m² (6m x 8m) cada una en pendientes.

T0 = Parcela en pendiente sin terraceo

T1 = Parcela en pendiente con terraceo

Las condiciones experimentales incluyeron la selección de dos áreas similares en términos de tipo de suelo y clima, la medición de la erosión del suelo y la retención de agua durante una temporada de sequía con simulación de lluvias.

2.3 Variables a medir

2.3.1 Variables Ambientales

- **Temperatura del suelo**

Para medir esta variable se usó la técnica de la botella térmica cuyo proceso consistió en enterrar una botella transparente o de plástico, llena de agua a temperatura ambiente, en el suelo a una profundidad específica, generalmente a pocos centímetros (5 a 10 centímetros). La botella se dejó durante varias horas para que el agua se estabilizara a la temperatura del suelo circundante. Después de este tiempo de exposición, se extrajo la botella y se midió la temperatura del agua con un termómetro de mercurio, lo que proporcionó una aproximación de la temperatura del suelo en ese momento y a esa profundidad

- **Humedad del suelo**

Para medir esta variable se usó el método gravimétrico donde se extrajo 100 gramos de suelo de la zona a medir y se pesó en su estado natural, con humedad. Luego, la muestra se colocó en un horno a baja temperatura (aproximadamente 105°C) durante 24 horas hasta que el suelo estuvo completamente seco. Después de enfriarla, se pesó nuevamente la muestra. La humedad del suelo se calculó utilizando la fórmula correspondiente, que comparaba el peso inicial con el peso final.

$$W = \frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} * 100$$

Donde:

W: Humedad del suelo

Psh: Peso del suelo húmedo

Pss: Peso del suelo seco

2.3.2 Variables Estructurales del Suelo

- **Compactación del suelo**

Se usó el método de penetración de barreno para medir la compactación del suelo, se seleccionó un área representativa y se preparó el barreno. Luego, se insertó y giró el barreno en el suelo, evaluando la resistencia: una penetración fácil indicaba baja compactación y mayor resistencia, mayor compactación. Se midió la profundidad alcanzada y el esfuerzo necesario para penetrar, repitiendo el proceso en varios puntos para obtener una evaluación precisa de la compactación.

- **Cobertura vegetal**

Se usó el método del cuadrante donde se muestreo de la cobertura vegetal utilizando un cuadrante de 1x1 metro, distribuido aleatoriamente en el área de estudio. Dentro de cada cuadrante, se identificó la especie presente y se estimó su cobertura porcentual. El proceso se repitió en varios puntos del área, y luego se calculó el promedio de cobertura para la especie en toda la zona. Finalmente, se analizaron los resultados para evaluar la distribución y dominancia de la especie.

- **Altura de la vegetación**

Para medir esta variable se realizó el método directo de medición de altura vegetal el cual consistió en la selección de la parcela representativa y se dividió en puntos de muestreo, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente o sistemáticamente. Luego, se colocó una cinta métrica verticalmente en cada punto, midiendo la altura del pasto más alto presente. Se repitió la medición en varios puntos de la parcela y se registraron las alturas obtenidas. Finalmente, se calculó el promedio de las alturas medidas para obtener una estimación representativa de la altura vegetal en toda la parcela.

2.3.3 Variables de Erosión y Escorrentía

- **Pérdida de suelo por erosión**

El método para medir esta variable fue el método de recolectores de erosión, en este se seleccionó una pendiente representativa y se colocó una lámina de plástico en la parte baja de la pendiente, asegurándola para evitar movimientos. Durante los eventos de lluvia o escurrimiento, el agua arrastró sedimentos que se acumularon en el plástico. Después de cada simulación de lluvia, se recogió el sedimento recolectado, midiendo su cantidad en peso o volumen con una gramera. Se registraron los datos obtenidos y se repitió el proceso cada 15 días.

- **Velocidad de decendencia del agua**

Para medir la velocidad de decendencia del agua se usó el método de seguimiento del flujo de agua donde se midió con un cronómetro la velocidad que tarda el agua el llegar al final de la pendiente.

2.4 Procedimiento experimental

Para la ejecución de este estudio se acondicionaron dos parcelas de 48 m² (6m x 8m) cada una en pendiente, colocando pequeñas estacas en cada esquina marcando el área con piola

Por la época de sequía se simuló una lluvia artificial a través de un sistema de riego por aspersión cubriendo el área en su totalidad. Se hizo un acercamiento para determinar el porcentaje de erosión y la toma de muestras de suelos cada 15 días para determinar los cambios que presentaron las variables ambientales, variables estructurales del suelo y variables de erosión y escorrentía.

2.5 Análisis de los datos

Para obtener los resultados, se separaron los datos de cada parcela en función de las variables ambientales, las variables estructurales del suelo y las variables relacionadas con la erosión y la escorrentía. Posteriormente, se aplicó un análisis estadístico ANOVA.

2.6 Limitaciones

El principal problema de la ejecución del estudio fue la ausencia de precipitaciones ya que se realizó en temporada de verano de junio a noviembre (temporada seca).

3 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y/O PRODUCTO ALCANZADO

En este estudio se evaluaron los efectos del manejo del suelo en pendientes, con y sin técnicas de conservación, sobre la temperatura, humedad, compactación del suelo, cobertura vegetal y su altura. Se utilizó un sistema de riego por aspersión para simular lluvia artificial y se analizó la erosión en relación con la velocidad de descenso del agua durante 90 días en condiciones de sequía. Las técnicas de terraceo y cobertura con pasto mostraron un impacto significativo en la retención de humedad y regulación térmica del suelo, en comparación con las parcelas sin estas prácticas. El experimento se realizó en un suelo franco arcilloso, caracterizado por su estructura y color, lo que permitió observar las diferencias en los efectos de las prácticas de conservación sobre las propiedades del suelo. Los resultados fueron los siguiente:

3.1 Variables Ambientales

En la **Tabla 1** se presentan los resultados de las variables ambientales, como la temperatura del suelo y la humedad del suelo, correspondientes a las dos parcelas estudiadas: la parcela con terrazas y cobertura (PCTC) y la parcela sin prácticas de conservación de suelo (PSPCS).

Tabla 1. Valores de las variables ambientales.

Parcela con terrazas y cobertura		
Días	Temperatura del Suelo (°C)	Humedad del Suelo (%)
0-15	26	0-25
15-30	25	25-50
30-45	24	25-50
45-60	22	50-75
60-75	22	75-90
75-90	20	75-95
Parcela sin práctica de conservación de suelo		
Días	Temperatura del Suelo (°C)	Humedad del Suelo (%)
0-15	26	0-25
15-30	26	25-27
30-45	25	27-30
45-60	25	30-37

60-75	25	37-43
75-90	24	43-50

Elaboración propia

Como se muestra en la **Tabla 1** en la parcela con técnicas de conservación de suelo, la temperatura del suelo mostró una ligera disminución inicial, pasando de 26°C a 25°C en los primeros 30 días, estabilizándose entre 22°C y 24°C y reduciéndose a 20°C al final del experimento. Este comportamiento sugiere una disipación del calor superficial, influenciada probablemente por el riego constante que mantuvo la humedad y moderó las fluctuaciones térmicas. En la parcela sin técnicas de conservación, la temperatura disminuyó de manera más moderada, de 26°C a 24°C, sin alcanzar los valores más bajos observados en la parcela con conservación, lo que puede estar relacionado con una mayor evaporación debido a la falta de cobertura vegetal.

Pero a pesar de las diferencias numéricas en la temperatura del suelo entre las dos parcelas, el análisis estadístico ANOVA, con un coeficiente de variación de 0.06, indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos dado que este valor es mayor a 0.05 como se muestra en la **Tabla 2**. Esto implica que, en términos estadísticos, ambos tratamientos, tanto con cómo sin técnicas de conservación de suelo, presentan comportamientos similares en cuanto a la temperatura del suelo.

Tabla 2. Muestra de la variación de resultados de la temperatura del suelo.

Temperatura del suelo	
Media total	24,17
Desviación estándar	1,90
Coeficiente de variación	0,06

Elaboración propia

De acuerdo con la **Tabla 1** la parcela con técnicas de conservación de suelo, la humedad del suelo mostró un aumento progresivo a lo largo del experimento. Inicialmente, se observó un rango de humedad de 0-25% en los primeros 15 días, que aumentó a 50-75% en los días 60 y 75, alcanzando un 75-95% en el

último intervalo (75-90 días). La presencia de terrazas y cobertura vegetal jugó un papel fundamental en la retención de humedad, ya que las terrazas redujeron la escorrentía y favorecieron la infiltración del agua, mientras que el pasto proporcionó sombra, protegiendo el suelo de la evaporación directa.

En contraste, en la parcela sin técnicas de conservación de suelo, la retención de humedad fue más limitada. Aunque se observó un aumento progresivo similar, los valores finales de humedad fueron más bajos, alcanzando solo entre 43-50% en los últimos días del experimento. La ausencia de cobertura vegetal y terrazas redujo la eficiencia en la conservación del agua, a pesar de la capacidad natural del suelo franco arcilloso para retener humedad.

Los resultados presentados en la **Tabla 3**, según el análisis estadístico ANOVA, con un coeficiente de variación de 0.03, indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos, ya que este valor es menor a 0.05. Esto implica que, en términos estadísticos, los tratamientos con y sin técnicas de conservación de suelo presentan comportamientos diferentes en cuanto a la humedad del suelo, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula.

Tabla 3. *Muestra de la variación de resultados de la humedad del suelo.*

Humedad del suelo	
Media total	49,75
Desviación estándar	24,58
Coeficiente de variación	0,03

Elaboración propia

3.2 Variables Estructurales del Suelo

En la **Tabla 4** se presentan los resultados de las variables estructurales del suelo, como la compactación del suelo, la cobertura vegetal y su altura, correspondientes a las dos parcelas estudiadas: la parcela con terrazas y cobertura (PCTC) y la parcela sin prácticas de conservación de suelo (PSPCS).

Tabla 4. Valores de variables estructurales del suelo

Parcela con terrazas y cobertura			
Días	Compactación del Suelo (Cm)	Cobertura Vegetal (%)	Altura de la Vegetación (Cm)
0-15	7	0%	0
15-30	12	15%	5
30-45	16	25%	12
45-60	19	50%	26
60-75	22	65%	57
75-90	25	85%	70
Parcela sin práctica de conservación de suelo			
Días	Compactación del Suelo (Cm)	Cobertura Vegetal (%)	Altura de la Vegetación (Cm)
0-15	7	0%	0
15-30	7	0%	0
30-45	9	0%	0
45-60	10	0%	0
60-75	12	0%	0
75-90	14	0%	0

Elaboración propia

En la parcela con técnicas de conservación de suelo, la compactación disminuyó significativamente, evidenciada por un aumento en la profundidad de barrena, que pasó de 7 cm a 25 cm en 90 días como se observa en la **Tabla 4**. Este cambio refleja una mejora en la porosidad del suelo, facilitada por las terrazas y la capacidad del suelo franco arcilloso para retener agua. Por el contrario, en la parcela sin técnicas de conservación, la compactación del suelo se mantuvo casi constante, con una profundidad de barrena que solo aumentó de 7 cm a 14 cm, lo que indica una menor mejora en la estructura del suelo.

Los resultados presentados en la **Tabla 5**, según el análisis estadístico ANOVA, muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable compactación del suelo, con un coeficiente de variación de 0.04, lo que es inferior a 0.05. Esto sugiere que, en términos estadísticos, los tratamientos con y sin técnicas de conservación de suelo presentan comportamientos

distintos en cuanto a la compactación del suelo, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 5. Muestra de la variación de resultados de la compactación del suelo.

Compactación del suelo	
Media total	13,33
Desviación estándar	6,07
Coeficiente de variación	0,04

Elaboración propia

De acuerdo con la **Tabla 4** en la parcela con conservación de suelo, la cobertura vegetal aumentó progresivamente hasta alcanzar un 85% al final del periodo, lo que indica un crecimiento adecuado del pasto sembrado. Este crecimiento fue favorecido por el riego constante y la técnica de terraceo, que ayudó a conservar la humedad y proporcionar un ambiente favorable para el desarrollo de la vegetación. En la parcela sin técnicas de conservación, no se observó desarrollo de pasto, lo que dejó el suelo expuesto a la evaporación directa y a la pérdida de humedad, afectando negativamente la vegetación.

El coeficiente de variación fue de 0.01, lo que también es menor a 0.05, como se detalla en la **Tabla 6**. Esto indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que significa que las técnicas de conservación de suelo tuvieron un impacto notable en el desarrollo de la cobertura vegetal, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula.

Tabla 6. Muestra de la variación de resultados de la cobertura vegetal.

Cobertura vegetal	
Media total	20%
Desviación estándar	0,30
Coeficiente de variación	0,01

Elaboración propia

En la parcela con técnicas de conservación, la altura de la vegetación alcanzó los 70 cm, lo que demuestra un crecimiento saludable del pasto, favorecido por las condiciones de manejo y la acción de las terrazas según la **Tabla 4**. Esto

contribuyó a un ambiente óptimo para la conservación de la humedad y el desarrollo de la vegetación. En la parcela sin conservación de suelo, la falta de cobertura vegetal y la insuficiente acción contra la erosión dificultaron el crecimiento de la vegetación, afectando tanto la estructura del suelo como las condiciones para el desarrollo del pasto.

En cuanto a la altura de la vegetación, el coeficiente de variación de 0.04, también inferior a 0.05, revela que los tratamientos con y sin conservación de suelo presentan diferencias significativas en el crecimiento de la vegetación, como se muestra en la **Tabla 7**. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que las técnicas de conservación favorecieron el desarrollo de la vegetación en comparación con la parcela sin dichas prácticas.

Tabla 7. *Muestra de la variación de resultados de la altura de la vegetación.*

Altura de la vegetación	
Media total	14,17
Desviación estándar	24,47
Coeficiente de variación	0,04

Elaboración propia

3.3 Variables de Erosión y Escorrentía

En la **Tabla 8** se presentan los resultados de las variables de erosión y escorrentía como la erosión y la velocidad de decendencia del agua, correspondientes a las dos parcelas estudiadas: la parcela con terrazas y cobertura (PCTC) y la parcela sin prácticas de conservación de suelo (PSPCS).

Tabla 8. *Variables de Erosión y Escorrentía.*

Parcela con terrazas y cobertura		
Días	Erosión (Gramos)	Velocidad de Decendencia del Agua
0-15	271	2:14:23
15-30	257	2:49:48
30-45	242	3:53:53
45-60	236	4:47:35
60-75	221	5:53:11
75-90	209	6:43:54

Parcela sin práctica de conservación de suelo		
Días	Erosión (Gramos)	Velocidad de Decendencia del Agua
0-15	281	2:08:33
15-30	281	2:12:28
30-45	279	2:13:58
45-60	278	2:14:20
60-75	278	2:16:53
75-90	276	2:17:57

Elaboración propia

De acuerdo con los resultados presentados en la **Tabla 8**, en la parcela con prácticas de conservación del suelo, la erosión disminuyó progresivamente, pasando de 271 gramos en los primeros 15 días a 209 gramos en los últimos 15 días. Este cambio indica que las técnicas implementadas, como las terrazas y la cobertura vegetal, fueron efectivas para reducir la pérdida de suelo. En contraste, en la parcela sin prácticas de conservación, la erosión se mantuvo casi constante, con una ligera disminución de 281 gramos a 276 gramos durante el período de 90 días, lo que refleja la falta de mecanismos para controlar la pérdida de suelo.

Los resultados presentados en la **Tabla 9**, según el análisis estadístico ANOVA, con un coeficiente de variación de 0.00, indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la variable erosión, ya que este valor es considerablemente inferior a 0.05. Esto sugiere que las prácticas de conservación del suelo tienen un impacto notable en la reducción de la erosión, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula

Tabla 9. *Muestra de la variación de resultados de la erosión.*

Erosión	
Media total	259,08
Desviación estándar	25,74
Coeficiente de variación	0,00

Elaboración propia

En cuanto a la velocidad de descenso del agua evidenciada en la **Tabla 8**, en la parcela con conservación del suelo, se observó un aumento significativo en el tiempo de infiltración, que pasó de 2 horas y 14 minutos a 6 horas y 43 minutos entre los primeros y últimos periodos de medición. Este incremento sugiere una mayor capacidad de infiltración del agua, lo que contribuye a la reducción de la escorrentía y la erosión superficial. Por otro lado, en la parcela sin técnicas de conservación, la velocidad de descenso del agua mostró solo una pequeña variación, lo que indica que el agua sigue infiltrándose rápidamente, favoreciendo la escorrentía y, por consiguiente, una mayor erosión.

En cuanto a la velocidad de descenso del agua, el coeficiente de variación de 0.01 también es inferior a 0.05, como se muestra en la **Tabla 10**. Este valor indica diferencias significativas entre los tratamientos, lo que refleja que las prácticas de conservación han mejorado la capacidad de infiltración del agua en el suelo. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que las técnicas implementadas contribuyen a una mayor retención de agua y reducción de la escorrentía.

Tabla 10. Muestra de la variación de resultados de la velocidad de descendencia del agua.

Velocidad de descendencia del agua	
Media total	3:18:54
Desviación estándar	0,07
Coeficiente de variación	0,01

Elaboración propia

Estos resultados evidencian que las prácticas de conservación, como las terrazas y la cobertura vegetal, son efectivas para mejorar la estructura del suelo, reducir la erosión y aumentar la retención de agua, destacando la importancia de su implementación en la gestión de suelos.

4 CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Las parcelas con técnicas de conservación, como el terraceo y la cobertura vegetal, mostraron una mejor capacidad para retener humedad y regular la temperatura del suelo. La combinación de riego constante, terrazas y cobertura vegetal permitió una mayor estabilidad en la humedad y una reducción más eficiente de la temperatura, lo que favoreció la conservación de los recursos hídricos y mejoró las condiciones para el crecimiento vegetal.

Las prácticas de conservación, especialmente el terraceo, favorecieron una mejor estructura del suelo, con una mayor porosidad y menor compactación. Esto permitió un mayor desarrollo de la vegetación, como se evidenció en el aumento de la cobertura vegetal y la altura del pasto. El riego constante y la protección contra la erosión facilitaron un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas, incluso en condiciones de sequía.

Las técnicas de conservación fueron efectivas para reducir la erosión del suelo y mejorar la capacidad de infiltración del agua. Mientras que en las parcelas sin conservación la erosión se mantuvo constante y la infiltración del agua fue rápida, en las parcelas con terrazas y cobertura vegetal la erosión disminuyó progresivamente y la velocidad de descenso del agua aumentó, lo que indica una mayor capacidad para conservar el suelo y el agua.

4.2. RECOMENDACIONES

Para mejorar la gestión del suelo en pendientes y prevenir la erosión, es recomendable implementar prácticas como el terraceo y la cobertura vegetal en terrenos agrícolas y forestales. Estas técnicas no solo reducen la erosión, sino que también mejoran la calidad del suelo, favorecen la retención de agua y crean un ambiente adecuado para el desarrollo de la vegetación.

Se recomienda establecer sistemas de monitoreo continuo para medir la humedad y la temperatura del suelo, lo que permitirá ajustar las prácticas de manejo del suelo de acuerdo con las condiciones ambientales. Esta información

es crucial para la toma de decisiones en zonas de sequía o con variabilidad climática.

Es importante fomentar el uso de técnicas combinadas, como el uso de cultivos de cobertura junto con terrazas, en lugar de depender solo de una técnica. Además, la capacitación de los agricultores y gestores de tierras en el manejo sostenible del suelo es esencial para asegurar la efectividad de estas prácticas a largo plazo.

5 BIBLIOGRAFÍAS

- Álvaro, S., Moya, I., & Teuber, O. (2011). *Manual 43: Diseño establecimiento y manejo de cortinas cortavientos*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20013/Manual-43.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aramayo, V., Nosoetto, M., & Cremona, M. (26 de Enero de 2024). *Análisis de la susceptibilidad a la erosión hídrica en una cuenca de la Patagonia árida bajo distintos escenarios*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9279495.pdf>
- Bautista, F., Gallegos, Á., & García, N. (2023). *Manual para el muestreo y descripción de perfiles de suelo en campo con objetivos múltiples*. Obtenido de <https://acortar.link/Rc9hGP>
- Carranza, M., Aragundi, L., Macías, K., Paredes, E., & Villegas, A. (2024). *Conservación y Manejo Sostenible del Suelo en la Agricultura: Una Revisión Sistemática de Prácticas Tradicionales y Modernas*. Obtenido de <https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/download/303/704/926>
- Carrera, D. (Junio de 2022). *Ciencia del suelo - Caracterización y conservación en el Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/David-Carrera-Villacres/publication/361832056_Ciencia_del_suelo_Caracterizacion_y_Conservacion_en_el_Ecuador/links/62c7a5c600d0b451103f110f/Ciencia-del-suelo-Caracterizacion-y-Conservacion-en-el-Ecuador.pdf?_tp=eyJjb25
- Cernigliaro, M. (2023). *Estrategias ancestrales de manejo de suelos y aguas utilizadas por agricultores de América Tropical*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14873/E-UTB-FACIAG-AGRON-000084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Labrador, J. (2019). *Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica*. Obtenido de <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2019/01/manual-suelos-jlabrador.pdf>
- Noni, G. D., & Trujillo, G. (2010). *Degradación del suelo en el Ecuador*. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26531.pdf
- Osorio, M., Haro, J., Carrillo, W., & Negrete, J. (Mayo de 2022). *Suelo: Caracterización e importancia*. Obtenido de <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-01-18-140934-L2022-031.pdf>
- Peralta, J. (2019). *Agentes erosivos y tipos de erosión*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/6f6274fe-a5a1-495a-a930-b50410a131b7/content>
- Pereira, C., Maycotte, C. C., Restrepo, B., Mauro, F., Montes, A., Esther, M., . . . Guarán, H. (2011). *Edafología 1*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Pérez, C. (Agosto de 2020). *Estimulación eléctrica para el incremento en la germinación y crecimiento de cucumis sativus en un antrosol empleando electrodos modificados con óxidos de metales de transición*. Obtenido de <https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/442/1/TESES%20CESAR%20PEREZ%20MORALES%20MAE%202020%20r.pdf>
- Pilar, S., Lucena, J., Ruano, S., & García, M. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20C3%93N\(BAJA\)_tcm30-57890.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20C3%93N(BAJA)_tcm30-57890.pdf)
- Prosser, I., Hughes, A., Lu, H., & Stevenson, J. (2001). *Waterborne Erosion - an Australian Story*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236771040_Waterborne_Erosion_-_an_Australian_Story

- Rodríguez, M. (2018). *Terrazas*. Obtenido de https://cdn.portalfruticola.com/2018/05/ea347349-cultivo_en_terrazas.pdf
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., León, J. P., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Obtenido de <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Rueda, R. T. (2018). *Implementar una propuesta metodológica para la conservación de los suelos de ladera en la zona rural del corregimiento de castilla en el municipio de Cali, Valle del Cauca*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12518/Torresruedacrocio2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salas, S. W., & Quirós, A. D. (2015). *Caracterización del uso del suelo en las principales áreas agrícolas de la gran área metropolitana (GAM) de Costa Rica*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39n1/a12v39n1.pdf>
- Ulcuango, J. (2023). *Diseño e implementación de terrazas hortícolas con fines de conservación de suelos en la zona alta de la estación experimental Tunshi*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19629/1/73T00020.pdf>

Anexo 1. Selección del terreno en pendiente ubicado en la Finca “Titito” en el sitio Narciso del cantón Chone para el proceso de experimentación.



Anexo 2. Acondicionamiento del terreno para las parcelas con terrazas y cobertura y otra sin práctica de conservación de suelo.



Anexo 3. *Acondicionamiento del terreno para las parcelas.*



Anexo 4. *Vista panorámica de la pendiente limpia para la gestión de parcelas.*



Anexo 5. *Aplicación del sistema de riego por aspersión para las parcelas.*



Anexo 6. *Preparación de parcela con terraza.*



Anexo 7. *Activación del sistema de riego para las parcelas e inicio de proceso de experimentación.*



Anexo 8. *Implementacion del insumo (plástico) para aplicar el método de recolectores de erosión.*



Anexo 9. *Recolección de suelo para medir la cantidad de perdida de suelo en la pendiente.*



Anexo 10. *Práctica de penetración del barreno para medir la compactación del suelo.*



Anexo 11. *Práctica de medición de altura de cobertura.*

