

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA
DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS Y ESTABLECIMIENTO DE LA METODOLOGÍA
DE PARCELAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EVALUAR LA PÉRDIDA
DE SUELO

ELABORADO POR:
CARLOS ÁVILA DÍAZ
C.I.P: 8-911-1214

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ
NOVIEMBRE, 2021

**DEGRADACION DE LOS SUELOS Y ESTABLECIMIENTO DE LA METODOLOGÍA
DE PARCELAS DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL PARA EVALUAR LA PÉRDIDA
DE SUELO**

**INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL
SOMETIDO PARA OBTAR POR EL TITULO DE INGENIERIA EN MANEJO DE
CUENCAS Y AMBIENTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACION, REPRODUCCION TOTAL, PARCIAL DEBE
SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

MGTER. LOURDES RUBATINO



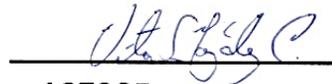
DIRECTOR

MGTER. AARON CONTE



ASESOR

PROFESOR. VÍCTOR GONZÁLEZ



ASESOR

**PANAMÁ, PANAMÁ
REPUBLICA DE PANAMÁ**

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación de todo corazón a mi madre Velkis Díaz, a mi padre Soni Enrique Ávila Martínez los cuales fueron mi fuente de inspiración, a mi tía Yamira Nohemí Ávila Martínez,

A mi tío César Díaz y con mucho cariño, me impulsan a seguir mis metas, a mis hermanos César y Lorena, familiares y amigos por haberme brindado su apoyo incondicional para la realización de mis estudios y ser un gran profesional.

Con sus palabras de aliento, me fortalecieron para que me especializará en esta bella rama.

Carlos Alberto

AGRADECIMIENTO

Agradezco primordialmente a Dios, por haberme dado esta oportunidad de estudio y por brindarme la capacidad de poder estar avanzando académicamente en esta carrera universitaria.

Agradezco a mis padres Velkis Díaz y Soni Ávila por sus esfuerzos y apoyarme, no solo a mí, sino también a mis hermanos. A mis hermanos César y Lorena por su continuo amor y apoyo incluso en los tiempos difíciles.

A mis Tíos Yamira, Celmira, Leticia, Ely Ávila, Cesar e Ignacio Díaz, Javier Mendoza por su apoyo, y palabras de aliento.

A mis amigos Richel César, Luz Neyla Medina, Ricardo Herrera, Melvin Peralta, Mauricio García, Javier Acevedo, Germán de la Cruz, Diana Madrid por siempre brindarme la ayuda que necesité para llevar a cabo mis asignaturas.

A cada uno de mis compañeros/as que pude conocer a lo largo de mi carrera universitaria y a los profesores que me proporcionaron sus conocimientos para adquirir los aprendizajes.

Al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá por brindarme esta gran oportunidad de realizar mi práctica profesional, de interactuar y aprender de cada uno de los funcionarios que me brindaron sus conocimientos.

Al igual que al Sub Centro de las Zanguengas, al Ingeniero José Causadias, Jackeline Ábrego, a los trabajadores de campo Isaías Flores, Rufino Flores.

Y en especial al Ingeniero José Issac Mejía por ser un gran profesional y un mentor dentro de mi formación académica, por tener esa capacidad de docencia para poder comprender de la mejor manera las metodologías aplicadas dentro de este proyecto y a la Profesora Lourdes Rubatino por ser una gran docente y por brindarme

todo el apoyo dentro de estas etapas académicas, por estar siempre a disposición dentro de mi trabajo de práctica profesional.

Carlos Alberto

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
Objetivos Generales:.....	5
Objetivos específicos:.....	5
CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES DEL INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ.....	6
1.1. Bases Legales:.....	7
1.2. Descripción del departamento de suelos en el Sub Centro de las Zanguengas.....	10
CAPÍTULO 2. PROYECTO DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS Y LA METODOLOGÍA PARA ESTABLECER PARCELAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EVALUAR LA PÉRDIDA DE SUELO.....	12
2.1. Degradación de los suelos	13
2.1.1. Definición	13
2.2. Erosión	14
2.2.1. Definición	14
2.2.2. Erosión hídrica	15
2.2.3. Proceso de la erosión hídrica	15
✓ Ecurrimiento	16
✓ Transporte y sedimentación.....	16
2.2.4. Factores	17
✓ Características del suelo	17
✓ Topografía	17
✓ Cobertura vegetal.....	18

✓ Manejo.....	18
2.2.5. Algunas formas de erosión hídrica	19
✓ Erosión laminar	19
✓ Erosión en canales.....	19
2.2.6 Cambio climático.....	20
2.2.7. Limite tolerable para la pérdida de suelo	21
2.3. Materiales y Métodos	21
2.3.1. Ubicación del área de estudio	21
2.4. Características de la zona de estudio	22
2.4.1. Clima.....	22
2.4.1.1. Geología	22
2.4.1.2. Geomorfología	23
2.4.1.3. Capacidad Agrológica	23
2.4.1.4. Cobertura boscosa y uso de la tierra	24
2.4.1.5. Hidrología	24
2.5. Caracterización general de los suelos del área	25
2.5.1. Etapas fenológicas del cultivo de piña(Castañeda, 2003)	26
✓ Desarrollo vegetativo	26
✓ Inducción floral.....	26
✓ Floración	27
✓ Fructificación y cosecha	27
✓ Vivero	27
2.5.2. Suelo y preparación del terreno para el cultivo de piña	27
2.5.3. Sistema de siembra	28
✓ Sistema Hawaiano o de hileras dobles.....	28
2.5.3.1. Uso de barreras vivas como practicas conservacionistas	28

✓ Hierba de limón.....	28
✓ Vetiver	29
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE PARCELAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EVALUAR LA PÉRDIDA DE SUELO.....	30
3.1 Recursos necesarios.....	31
3.1.1. Recursos humanos.....	31
3.1.2. Equipos.....	32
3.1.3. Materiales.....	33
3.1.4. Instalación del experimento	34
✓ Procedimiento para recolección de las muestras.....	37
✓ Determinación del volumen de escorrentía.....	38
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE BOSQUE SECUNDARIO EN LA SUB CUENCA DEL RÍO CAÑO QUEBRADO	47
4.1. Caracterización de bosque secundario	48
4.1.1. Materiales y métodos	49
4.1.2. Metodología.....	50
4.1.3. Instalación y monitoreo de cámaras trampa	51
RECOMENDACIONES.....	56
CONCLUSIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS	63

INTRODUCCIÓN

En este trabajo analizaré el tema de la degradación de los suelos y establecimiento de la metodología de parcelas de escorrentía superficial para evaluar la pérdida de los suelos, su definición, procesos, factores, procedimientos, entre otros.

El suelo es un recurso finito, lo que implica que su pérdida y degradación no son reversibles en el curso de una vida humana. En cuanto componente fundamental de los recursos de tierras, del desarrollo agrícola y la sostenibilidad ecológica, es la base para la producción de alimentos, piensos, combustibles y fibras y para muchos servicios ecosistémicos esenciales.

La superficie natural de suelos productivos es limitada y se encuentra sometida a una creciente presión debido a la intensificación y el uso competitivo que caracteriza el aprovechamiento de los suelos con fines agrícolas, forestales, pastorales y de urbanización, y para satisfacer la demanda de producción de alimentos, energía y extracción de materias primas de la creciente población.

Los suelos deben ser reconocidos y valorados por sus capacidades productivas y por su contribución a la seguridad alimentaria y al mantenimiento de servicios ecosistémicos fundamentales.

La degradación de los suelos es causada por usos y prácticas de ordenación de la tierra insostenibles y por fenómenos climáticos extremos resultantes de diferentes factores sociales, económicos y de gobernanza.

Hoy, el 33 por ciento de la tierra está moderada o altamente degradada debido a la erosión, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación de los suelos por productos químicos. (Asselin, 2015).

Muchos estudios indican que la vulnerabilidad depende de factores como las propiedades del suelo, la erosividad de la lluvia, pendiente, tipo de cobertura vegetal y prácticas de laboreo.

Entre las propiedades físico- químicas del suelo que afectan la erodabilidad de los suelos están la Granulometría, contenido de materia orgánica, densidad, velocidad de infiltración y la estabilidad de los agregados (Hudson 1995).

ANTECEDENTES

La tasa de erosión en Panamá, es alarmantemente alta. Para el año 1960 el total de suelos erosionados era 500,000 hectáreas. En 1970 las áreas erosionadas cubrían unas 748,000 hectáreas y un total de 2, 018,000 erosionadas en 1987. Si la tasa de erosión sigue creciendo, es probable que gran parte del territorio nacional se vea seriamente afectado por la erosión.

En los últimos años se ha podido percibir el deterioro de los suelos en nuestro país, partiendo del hecho, de que no se ponen en práctica los planes estratégicos para mitigar el daño constante ocasionado al suelo, reflejándose cada año más una erosión acelerada que conlleva arrastre de materiales del suelo por diversos agentes como el agua y el viento, lo cual genera la improductividad del suelo (Morales, 2019).

En el año 2015 se inició la Tesis de Maestría del Ingeniero José Mejía del IDIAP sobre la Evaluación de Erosión Hídrica y pérdida de nutrientes en un sistema de producción de piña comercial en la Cuenca del río Caimito, Zanguenga. La investigación se lleva a cabo en el área de la Zanguenga de La Chorrera, Panamá Oeste, en un sitio de investigación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá "IDIAP".

El IDIAP ha realizado investigaciones en la cuantificación de la erosión hídrica en el uso de barreras vivas, en el cultivo de piña utilizando la variedad MD2; dicha actividad tuvo como objeto cuantificar la pérdida del suelo por erosión hídrica en el cultivo de piña, utilizando como alternativa barrera vivas como vetiver y pasto limón, como medida de conservación de suelo. Estas investigaciones se realizaron con productores colaboradores del área de la Zanguenga.

JUSTIFICACIÓN

Panamá tiene uno de los problemas de erosión y deterioro de suelos más severos de América Latina, influenciado por un creciente proceso de degradación que sufren casi todas las cuencas y aguas de la región. El cambio climático ha incrementado las intensidades de las lluvias, causando diferentes problemas como inundaciones, grandes pérdidas de suelos por erosión hídrica en áreas de producción agrícolas. La degradación de los suelos es un problema que se debe controlar para que no afecte la seguridad alimentaria.

En la sub Cuenca del Río Caño Quebrado específicamente en el pueblo de las Zanguenga, es un área con grandes extensiones de producción de piña, existen grandes empresas como también pequeños productores que se dedican a la producción de este cultivo.

En esta área de la sub Cuenca del Río Caño Quebrado prevalecen los suelos ultisoles son los suelos más degradados que cubren aproximadamente el 40 por ciento del territorio nacional. Se caracterizan por ubicarse en zonas con alta pluviosidad, generalmente ácidos, con horizontes argílicos iluviados, baja Capacidad de Intercambio Catiónico y un avanzado estado de meteorización. En la actualidad, en estos suelos se desarrolla mayormente la producción de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.); ya que es comúnmente aceptado que el cultivo este bien adaptado a estas condiciones edáficas.

En este proyecto se buscará establecer parcelas de escorrentía superficial para evaluar la pérdida del suelo en diferentes áreas de uso del suelo con una pendiente de 7% como lo son en diferentes áreas de producción como piña con siembra convencional, siembra de piña sobre plástico mulch, pastura, bosque y suelo desnudo.

Objetivos Generales:

- Establecer la metodología de parcelas experimentales de escorrentía superficial para evaluar la pérdida del suelo en las diferentes áreas de uso del suelo en la subcuenca del río caño quebrado.

Objetivos específicos:

- Describir la metodología de implementación de parcelas de medición de escorrentía superficial para evaluar la pérdida del suelo.
- Identificar en que tratamientos hay mayores pérdidas de suelo.
- Proponer métodos de conservación de los suelos en las diferentes áreas de la investigación.
- Demostrar a los productores la importancia de conservar el suelo en beneficio a su actividad.

CAPÍTULO 1.
ASPECTOS GENERALES DEL INSTITUTO DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA
DE PANAMÁ

1.1. Bases Legales:

De acuerdo con la Gaceta Oficial Digital, miércoles 22 de enero de 2020 en la RESOLUCIÓN DE GABINETE N 2. de 2 de enero de 2020. Que crea el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá y dicta otras disposiciones.

Considera que de acuerdo con el literal b del numeral I del artículo 165 de la Constitución Política de la República de Panamá. las leyes serán propuestas por los ministros de Estado, en virtud de autorización del Consejo de Gabinete: que en la sesión del Consejo de Gabinete de 21 de enero de 2020 el ministro de Desarrollo Agropecuario presentó el Proyecto de Ley "Que crea el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá y dicta otras disposiciones", y solicitó la autorización de este Órgano Colegiado. para que el referido proyecto de Ley sea propuesto ante la Asamblea Nacional.

El Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP) fue creado mediante Ley 51 de 1975 como entidad estatal con personalidad jurídica, patrimonio propio autonomía administrativa, económica y técnica, con el objetivo de diseñar, promover, estimular y ejecutar actividades de investigación orientadas a generar conocimientos y tecnologías para el desarrollo eficiente y competitivo del sector agropecuario así como tecnologías que contribuyan a incrementar la producción y productividad sostenible de las cadenas agroalimentarias.

Para cumplir con este compromiso. el IDIAP enfoca sus acciones en dar respuesta a los problemas que enfrenta el sector agropecuario panameño, por lo que, en el año 2016, inició un proceso de actualización, que entre otros objetivos tenía el de generar un Proyecto de Ley Orgánica que estableciera los mecanismos de participación entre los productores y técnicos, en los procesos de identificación de

demandas, problemas, Desastres ambientales, sociales. económicos y tecnológicos asociados al agro negocio en el país.

Al finalizar el proceso de actualización se definió que la misión del IDIAP es la de "fortalecer la base agro tecnológica nacional para contribuir a la competitividad del agro negocio, a la sostenibilidad, a la resiliencia socio ecológica de la agricultura y a la soberanía alimentaria en beneficio de la sociedad panameña": por lo que esta propuesta se encuentra encaminada no solo a preservar el ecosistema en todo su contexto, sino también a generar la tecnología requerida en la actualidad para la producción agropecuaria con la participación preferencial de los productores.

Hoy la sociedad panameña se enfrenta a nuevos retos, como lo son la degradación ambiental, el incremento de la canasta básica, las enfermedades emergentes, las amenazas del cambio climático sobre la producción y la sostenibilidad los cuales constituyen importantes desafíos.

Todo ello desencadena situaciones que obligan al IDIAP a adecuarse a una nueva normativa que refleje las prácticas de la sociedad civil. Bajo esta nueva visión, el cometido de la investigación agropecuaria será la mejora de la producción nacional y de la calidad de vida de la población, es decir, contribuir a generar tecnologías más favorables para la producción, promover conductas y estilos de vida más saludables, proteger la salud de las especies animales y vegetales ante las amenazas y los riesgos, como objetivos adicionales a la lucha contra las enfermedades y la minimización de la pérdida de la cosecha

La nueva visión transforma la actividad económica vinculada a la investigación. la que hasta el momento ha sido reactiva hacia un posicionamiento proactivo de anticipación, promoción y mejora de la producción nacional a través de la innovación

agro tecnológica: por lo que esta investigación debe incluir un esfuerzo sistemático para identificar las necesidades de la comunidad productora, así como la organización para enfrentar dichas necesidades, incluyendo la formulación de políticas, la ordenación de los recursos y la implementación de estrategias innovadoras que afronten los nuevos retos del agro, los cuales son de orden global.

Esto ha generado la necesidad de reformular el IDIAP lo que se logra mediante la creación de una nueva institución que la reemplace y a su vez permita crear las plataformas necesarias para desarrollar nuevas tecnologías en el sector agropecuario, por lo que el documento que se propone ante la Asamblea Nacional busca fortalecer la posición de los productores en relación a la investigación agropecuaria. Mediante una gestión política estratégica que combine las iniciativas e intereses de la sociedad, del Estado y del mercado.

Dentro de esta propuesta específicamente en el Título II el cual se refiere al Plan Estratégico y al Plan Nacional de Investigación, se plantean las acciones concretas adaptadas al espacio territorial donde se desenvuelve la investigación agropecuaria, con implicación intersectorial y con la participación real de los productores que van a ser protagonistas, e igualmente se aborda la incorporación de las nuevas tecnologías, la gestión del conocimiento y la participación en las redes de ciencia agropecuaria.

Finalmente, el objetivo de esta Leyes adaptar la institución a una nueva realidad legal que nos permita enfrentar los problemas del sector agropecuario y las nuevas demandas sociales de manera proactiva flexible, e innovadora para conseguir la mayor efectividad de las acciones en la investigación agropecuaria. Su intención es dotar al IDIAP de una ley avanzada que asuma posiciones progresistas y que se extienda con la perspectiva de facilitar la construcción de un sector agropecuario para el futuro.

1.2. Descripción del departamento de suelos en el Sub Centro de las Zanguengas.

El Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, específicamente en la finca de las Zanguengas es la encargada de representar al instituto y sus funciones en el corregimiento de Herrera, distrito de La Chorrera.

Este Sub Centro del IDIAP está ubicado dentro de la Sub Cuenca del Río Caño Quebrado y por ende esta Sub Cuenca pertenece a la Cuenca del Canal de Panamá.

Este Sub Centro del IDIAP cuenta con técnicos altamente capacitados para dirigir este departamento y compartir sus conocimientos con los productores de estas áreas, esta agencia cuenta con un técnico para el área producciones agrícolas, un técnico para el área manejo de suelos y aguas entre ellos se dividen las labores para atender y cooperar con los productores.

También cuentan con un laboratorio, maquinaria como motocultor y herramientas de uso agropecuario, entre otros con el propósito de facilitarles el manejo a los productores que necesiten apoyo.

Por otro lado la participación del personal de este Sub Centro es importante en los proyectos que se llevan a cabo en la provincia de Panamá Oeste debido a que el IDIAP, atiende muy de cerca programas que se desarrollan en parte de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

El Lago Gatún, y en varios de sus afluentes de suma importancia y velan por que el desarrollo rural sea sostenible, y se promuevan las actividades agrícolas con el fin de procurar un bienestar económico, social y ambiental para los pequeños, medianos y grandes productores del área.

Los técnicos que dirigen este Sub Centro de las Zanguengas son capacitados en materia ambiental para asesorar a la población campesina y que estos puedan

practicar actividades agropecuarias que protejan al ambiente, cuidando el suelo, las fuentes hídricas, haciendo buen uso de los agroquímicos, evitar la tala innecesaria de árboles y brindándole otros conocimientos a los productores para garantizar un desarrollo sostenible con el medio ambiente.

CAPÍTULO 2.

PROYECTO DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS Y LA METODOLOGÍA PARA ESTABLECER PARCELAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA EVALUAR LA PÉRDIDA DE SUELO.

2.1. Degradación de los suelos

2.1.1. Definición

Por degradación de las tierras se interpreta (Javier Almorox Alonso, 2010) por la reducción y pérdida de la capacidad de producción biológica, económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío, pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada en zonas áridas, semiáridas y sub húmedas secas por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos incluidos los resultados de actividades humanas y pautas de población como:

- La erosión del suelo ocasionada por el viento y o el agua,
- El deterioro de las propiedades físicas químicas y biológicas o de las valoraciones económicas del suelo
- La pérdida duradera de vegetación natural.

Es un fenómeno global que frecuentemente tiene un impacto nocivo inmediato a nivel local. A menudo la degradación de las tierras es causada por acciones humanas, viéndose exacerbada por procesos naturales como el cambio climático.

Cerca del 25% de la superficie cultivable global se considera degradada; aproximadamente 12 millones de hectáreas se suman cada año al área total de tierra degradada.

Los costos económicos de la degradación de las tierras se estiman en 490 000 millones de USD anuales, lo que constituye un seis por ciento del producto interno bruto derivado de la agricultura a nivel mundial.¹ (Desertification, 2016).

¹ Establecimiento de metas para la neutralidad de la

2.2. Erosión

2.2.1. Definición

La erosión vista como un fenómeno geológico natural es causada por acción del agua o del viento, y provoca la pérdida de las partículas del suelo. La erosión de los suelos tiene desde el punto de vista de las ciencias de la tierra, un aspecto positivo al llevar a los sedimentos y nutrientes, manteniendo de esta forma el necesario equilibrio sedimentario en los cauces y en las playas, a la vez que configura y mantiene espacios muy fértiles como lo son las llanuras aluviales y a los deltas.

No obstante, ciertas actividades humanas pueden agravar y acelerar en gran medida la erosión. Las tasas de erosión acelerada no permiten su regeneración. Sin embargo, es posible encontrar tasas de erosión altas en espacios con cárcavas y barrancos y bajas en medios sostenibles antropizados como en laderas cultivadas con terrazas de la misma manera, el mecanismo de erosión, como puede ser los desprendimientos, puede dar como resultado efectos catastróficos.

La erosión esta originada por la combinación de varios factores, tales como las pendientes pronunciadas, el clima, las características del suelo, su uso y gestión, el tipo y estado de la cubierta vegetal.

Por erosión de suelos se entiende la remoción y pérdida del suelo, por la acción del agua y del viento, con la disminución de sus componentes minerales y orgánicos más finos, provocada por la acción del hombre.

Este proceso se acelera cuando el ecosistema es perturbado por las actividades humanas como lo son las prácticas de técnicas agrarias inadecuadas, cambios de uso

del suelo, la deforestación entre otros aspectos. Es una de las causas de la degradación de los suelos.

Las consecuencias de la erosión son la Pérdida de la capacidad del suelo para realizar sus funciones y, en último término, su desaparición total o la de alguno de sus horizontes. Indirectamente, el fenómeno erosivo puede afectar negativamente a los cursos de agua; ya que los nutrientes y agentes contaminantes arrastrados contaminando los ecosistemas fluviales, además de tener otras consecuencias negativas, por ejemplo: para embalses y puertos (thorne & Diaz, 1990).

2.2.2. Erosión hídrica

El proceso más importante que conducen a la degradación del suelo es la erosión hídrica en las tierras cultivadas. El concepto fundamental descrito por (tayupanta, 1993) señala que la erosión hídrica es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie de los terrenos este proceso de desprendimiento del suelo y transporte.

La erosión del suelo es un proceso que causa la pérdida de la capa superficial del suelo fértil, sedimentación y contaminación de las fuentes hídricas, siendo unas de las problemáticas en el sector agrícola y el ambiental.

2.2.3. Proceso de la erosión hídrica

✓ Tamaño e impacto de la gota de lluvia

Las gotas de lluvia presentan tamaños que oscilan entre 5 a 6 mm de diámetro, de formas y pesos variables, que al cruzar el espacio adquieren una velocidad terminal que varía de acuerdo con su diámetro desde cerca de 2 hasta 9 m/seg. La fase más

importante dentro del proceso erosivo comienza con el impacto de la gota de agua en el suelo (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Salpicado y dispersión del suelo

Luego que la gota impacta sobre el suelo, lo disgrega y salpica las partículas en todas las direcciones, las que se dispersan más o menos uniformemente cuando los suelos son planos; pero en terrenos con pendiente, existe un mayor transporte hacia abajo, las partículas de suelo que más fácilmente salpican, corresponde a las arenas finas, llegando a su nivel máximo después que la superficie del suelo se ha saturado; de ahí en adelante disminuye la salpicadura² (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas., 1993).

✓ Escurrimiento

Cuando la precipitación es mayor que la infiltración en el suelo se produce un excedente de agua que escurre siguiendo la superficie y pendiente del terreno, llevando consigo las partículas removidas del suelo; esta agua se concentra en las rugosidades o grietas del terreno formando pequeños canalillos, surcos o cárcavas (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Transporte y sedimentación

Debido a la esorrentía las partículas son transportadas hacia otros lugares formando a su paso socavaciones o rugosidades. Al disminuir la pendiente y la velocidad del agua se inicia el proceso de sedimentación, depositándose en primer lugar los sedimentos gruesos y luego los finos (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

² La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas.

2.2.4. Factores

Algunos factores que aceleran la pérdida del suelo y ocasionan una disminución de la fertilidad y productividad, se mencionan:

- ✓ Precipitación

Existe una estrecha relación entre la lluvia y la cantidad de suelo erosionado: la intensidad, cantidad, duración, distribución y frecuencia de la lluvia inciden en la pérdida del suelo (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas., 1993).

- ✓ Características del suelo

El material original, grado de meteorización, propiedades físicas, contenido de materia orgánica y propiedades químicas, influyen en el proceso erosivo del suelo, siendo la distribución de las partículas de acuerdo a su tamaño, grado de agregación, aspereza superficial, profundidad del perfil y humedad inicial, los factores que influyen en mayor grado en este fenómeno (Tayupanta, La Erosión Hidrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

La erosión se presenta con mayor intensidad en suelos arenosos y limosos, disminuyendo en los arcillosos. Terrenos con 30-35% de arcilla son generalmente más coherentes y forman agregados estables que resisten al impacto de la gota de lluvia y la dispersión de las partículas. Además, estos suelos poseen superficies ásperas.

- ✓ Topografía

El relieve del suelo conjuntamente con el ángulo, la longitud y forma de la pendiente inciden en el proceso erosivo. A medida que el ángulo de la pendiente aumenta, una mayor cantidad de suelo es transportado ladera abajo, existiendo un

aumento considerable de la erosión en pendientes del 5 al 10% en comparación con la erosión en pendientes más suaves.

La longitud de la pendiente incrementa la erosión debido a que la escorrentía aumenta con la distancia a partir de la cima de la pendiente.

De acuerdo a la pendiente según sea: uniforme, cóncava, convexa o compleja, incidirá en el grado de erosión de los terrenos, produciéndose mayor pérdida del suelo conforme al grado de inclinación y longitud de la pendiente se incrementa³ (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Cobertura vegetal

La vegetación impide el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie del terreno, disipando la energía que llevan las mismas; otra parte se evapora y el resto escurre y fluye por la pendiente.

La densidad y tipo de vegetación influyen en la escorrentía de suelo erosionado, siendo estas mayores en suelos desnudos y menores en suelos con presencia de cultivos, bosques y pastizales⁴ (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Manejo

El mal uso de equipos e implementos de labranza, especialmente de la maquinaria agrícola incrementan el fenómeno erosivo. Las prácticas inadecuadas como excesivo laboreo, preparación y surcado del terreno en sentido de la pendiente y un mal manejo de agua de riego exponen al suelo a mayores riesgos de erosión (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

³ La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas.

⁴ La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas.

2.2.5. Algunas formas de erosión hídrica

✓ Erosión por salpicamiento

Consiste en la dispersión de los agregados del suelo debido al impacto de la gota de lluvia sobre la superficie del terreno; la cantidad de suelo erosionado depende de la clase de suelo y de la pendiente⁵ (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Erosión laminar

Es la remoción más o menos uniforme del suelo, en capas delgadas, provocada por la saturación del suelo y deslizamiento superficial por la pendiente.

Este tipo de erosión se da más frecuentemente en suelos arenosos y en menor escala en los arcillosos. Se presentan como manchas aisladas con coloraciones diferentes al tipo de suelo original y con una capa arable reducida (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Erosión en canales

Esta forma de erosión ocurre en la mayoría de los suelos y con frecuencia es subestimada por los agricultores debido a que puede ser borrada fácilmente cuando la escorrentía se concentra en pequeñas irregularidades naturales o inducidas en la superficie del terreno hasta que adquiere volumen y velocidad suficientes para deslizarse por la pendiente, formando en su recorrido cortes en forma de canalillos y canales que pueden observarse a simple vista (Tayupanta, La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

✓ Erosión en cárcava

⁵ La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas.

Las cárcavas son canales profundos de paredes empinadas, se observan con mayor frecuencia en suelos profundos y frágiles, producida por un desprendimiento del suelo a causa del flujo del agua e inestabilidad de la pendiente. Cuando hay una gran concentración de la escorrentía, en determinadas zonas del terreno, las cárcavas van ampliándose en ancho y profundidad en año tras año, dividiendo los campos y obstaculizando las labores agrícolas.

✓ Movimiento de masa en el suelo

Constituye una forma de erosión poco frecuente que sigue las líneas de fallas geológicas naturales y se inicia normalmente durante las tormentas muy fuertes, las que provocan grandes cantidades de agua infiltrada, que, sumadas a las presiones del espacio acuoso, producen deslizamientos y movimientos de masa de suelo de diversa magnitud, como derrumbes, aluviones o aludes (Tayupanta, La Erosión Hidrica Proceso, Factores y Formas, 1993).

2.2.6 Cambio climático

(Javier Almorox, 2010) Señalaron que el cambio climático, a través de la modificación de los patrones de precipitación y evapotranspiración puede aumentar la superficie de tierras en proceso de degradación. A su vez la degradación de los suelos puede producir alteraciones climáticas, tanto por modificaciones del edafoclima, como el albedo o de las cubiertas vegetales.

El aumento previsible de las temperaturas debido al calentamiento global puede incrementar los procesos erosivos y los incendios. Por otro lado, el incremento de la evapotranspiración incrementara la salinización. El efecto se retro alimenta de forma

que, degradación de los suelos, desertificación y deforestación pueden contribuir a un cambio climático.

Así un aumento del albedo causado por la degradación de los suelos, provoca un cambio en el balance de radiación, influyendo notoriamente en las precipitaciones convectivas, siendo estas lluvias de gran intensidad las que conllevan mayores tasas de erosión. También puede causar un aumento en las oscilaciones térmicas diarias que conlleva mayores dificultades para el desarrollo de la cobertura vegetal.

2.2.7. Limite tolerable para la pérdida de suelo

(Cruz, 2018) Se estableció el umbral de tolerancia de la pérdida de suelo en 11 toneladas por hectáreas por año, dado que se ha aceptado la proximidad de dicho valor a la máxima tasa de desarrollo del Horizonte A bajo condiciones óptimas.

2.3. Materiales y Métodos

2.3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó entre diciembre de 2020 y abril de 2021, en un sistema de producción de piña comercial con pendiente promedio de siete (7%) por ciento en la comunidad de las Zanguengas, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste, entre las coordenadas. Geográficamente está ubicado entre los 9°00'17" de Latitud Norte y entre los 79°49'34" de Longitud Oeste. Latitud Norte y de Longitud Oeste, a una altura de 131 metros sobre el nivel del mar. La selección del área obedeció, primero, al grado y longitud de la pendiente y en segundo lugar, por el alto riesgo de erosión dentro del predio.

2.4. Características de la zona de estudio

2.4.1. Clima

El sitio del ensayo se encuentra dentro de la zona de vida, correspondiente al bosque húmedo tropical (bh-T), ubicado al noroeste de Panamá Oeste, la temperatura promedio anual se mantiene dentro del rango de todo el sector Oeste de la Cuenca, que es alrededor de los 26.5 °C, con poca variación a lo largo del año. La precipitación oscila de 1,800 a 2,500 mm por año. El caudal promedio anual registrado es de 2,36 m³ /s (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, Atlas Ambiental de la República de Panamá., 2010).

Este clima presenta típicamente dos estaciones distintas, la estación seca de enero a abril y la estación lluviosa a partir de mayo a diciembre. El 88 por ciento de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre.

2.4.1.1. Geología

Estudios sobre la geología de Panamá, establecen que la zona de estudio se encuentra ubicada en su posición actual a causa de los movimientos de las placas tectónicas. Esta región está influenciada por cuatro grandes fallas regionales: La Falla Azota, Caballo, Limón, y Río Gatún, esta última, con una mayor actividad sísmica con respecto al resto. El mapa geológico muestra la formación geológica TM – CATU.

Es importante señalar que las rocas volcánicas intrusivas y extrusivas de esta región, tuvieron su punto más alto o intenso del proceso de formación a partir del oligoceno y en el mioceno temprano. También la constituyen rocas de origen volcánico del mesozoico terciario específicamente, del periodo cretácico. Los suelos se han desarrollado a partir de un material parental, casi uniforme de rocas ígneas extrusivas

basálticas de la formación Tucué como andesitas, basaltos, lavas, brechas tobas y plugs (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010).

2.4.1.2. Geomorfología

En los estudios realizados en Panamá, indican que el área de estudio se caracteriza por pertenecer al relieve de cerros bajos y colinas con elevaciones entre los 100 y 500 metros sobre el nivel marino. Son productos del desgaste superficial a partir de la acción de la lluvia en los suelos volcánicos. La zona de este paisaje ha sido deforestada totalmente está dedicada a tierras de pastoreo extensivo, cultivo de piña y rastrojos que se han dejado en descanso después del uso por agricultores migratorios (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010).

Esta zona la alta intensidad de las precipitaciones ha causado un gran lavado de los cationes básicos del suelo, disminuyendo su fertilidad y aumentando la erosión de este recurso.

2.4.1.3. Capacidad Agrológica

El sistema de clasificación de capacidades agrologicas de las tierras fue elaborado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), según la clasificación propuesta por Klingebiel y Montgomery (1961) con el objetivo de determinar el uso más adecuado y conservar así los suelos.

De acuerdo a estudios realizados en Panamá sobre la capacidad agrologica de los suelos, en el área del proyecto que está dentro de la sub cuenca del Río Caño Quebrado los suelos son tipo IV y V, específicamente para uso pecuario y cultivos

permanentes (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, Atlas Ambiental de Panamá, 2010).

2.4.1.4. Cobertura boscosa y uso de la tierra

La cobertura boscosa puede ser definida como el análisis y clasificación de los diferentes tipos de coberturas y usos asociados que el ser humano practica en un área determinada. Una recopilación precisa de esta información determinará la eficiencia en su uso. El área principal del estudio corresponde a la categoría “No-bosque” y a la clase pasto o agricultura, que incluye todas las actividades agropecuarias como pastoreo, agricultura de autoconsumo. Esta categoría además se basa por ser utilizada para cultivos agrícolas anuales, semipermanentes, herbazales, rastrojo e incluso algunas parcelas de bosques dispersos (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, 2010).

Además, cabe destacar que en el área donde se encuentra el proyecto existen remanentes de bosques secundarios, los cuales cumplen con funciones como habitat de flora y fauna, regulan el ciclo hidrológico de la sub cuenca del Río Caño Quebrado.

2.4.1.5. Hidrología

De acuerdo a estudios realizados sobre la hidrología de Panamá, la red hidrográfica de la zona de estudio se ubica dentro del pacifico central, específicamente, en la sub Cuenca del Río Caño Quebrado que se encuentra dentro de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

El Río Caño Quebrado nace a 220 msnm en la loma del Zaíno, al sureste de la comunidad El Amargo (corregimiento de Iturralde), desde donde recorre un total de 19,67 Km, hasta desembocar en el lago Gatún, justo al este de la comunidad de Pueblo

Nuevo (corregimiento de La Represa). Esta parte suroeste del Lago Gatún, llamada Brazo Pato Real, ha adquirido relevancia en los últimos años debido a que allí ha sido ubicada la toma de agua de la potabilizadora de Laguna Alta y en un futuro cercano estará allí también la toma de agua para la potabilizadora de La Mendoza que suministrará agua al distrito de La Chorrera.

Este río tiene un área de drenaje de 7,413.1 hectáreas, que sumados a las 1,907.4 hectáreas del área integrada, hacen un total de 9,320.5 hectáreas, lo que representa 2.74% del total de la CHCP. Su principal afluente es un riachuelo llamado Riecito, el cual se une al río principal casi 1 Km al norte de la comunidad de Cerro La Silla. Solo los cerros donde nace el río miden más de 200 m, mientras que más de $\frac{3}{4}$ partes del resto del territorio está constituido por elevaciones menores de 110 msnm (Panamá, Autoridad del Canal de Panamá, 2007).

2.5. Caracterización general de los suelos del área

Los Ultisoles se caracterizan por tener un horizonte argílico o kándico y con una baja saturación de bases.

Aparecen en cualquier régimen de temperatura y humedad (excepto en el arídico). Aparecen en zonas de clima templado (con elevadas precipitaciones que produzcan un lavado intenso de las bases) (Gisbert Blanquer, 2010).

Los suelos Ultisoles son formados por la acción de los agentes abióticos de formación del suelo como son principalmente un régimen de precipitación intensa sobre las rocas ígneas a través del tiempo dan origen a suelos arcillosos, ácidos de relativa baja fertilidad y materia orgánica que son más resistentes a la erosión que los desarrollados a partir de los depósitos aluviales.

Los suelos derivados de rocas ígneas se encuentran en casi toda la cuenca hasta las montañas más escarpadas de la Cordillera central que es la Divisoria Continental entre el Pacífico y el Caribe.

Estos suelos son típicamente rojos, ácidos, de bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de arcillas moderadamente profundas y de baja fertilidad⁶(Panamá, Autoridad del Canal de Panamá, 2010).

2.5.1. Etapas fenológicas del cultivo de piña(Castañeda, 2003)

Señala que el conocimiento de las etapas fenológicas del cultivo de piña es de vital importancia para la realización de las principales labores del cultivo y dependen de la variedad, del tamaño del material de propagación, fecha de plantación, clima y suelo.

✓ Desarrollo vegetativo

Esta fase varía entre seis y nueve meses después de la siembra esta comprende la acumulación de la masa foliar que equivale el 90% aproximadamente del peso fresco de la parte aérea de una planta de piña.

✓ Inducción floral

El cambio de estado vegetativo a reproductivo se provoca por estrés al ápice (meristemo) que por lo general es la presencia de bajas temperaturas (20° C por la noche durante un periodo de ocho a diez semanas) aunque también puede ser por sequía u otros daños ligeros. El estrés de baja temperatura induce la síntesis de la hormona etileno y es ésta la hormona que “dispara” o inicia los cambios de procesos químicos que dan lugar a la inducción floral; posterior a ello comenzará a ocurrir la

⁶ Autoridad del Canal de Panamá

formación progresiva de las flores con sus partes hasta completarse como tal, proceso que se llama diferenciación (Díaz, 1999).

✓ Floración

Es el momento del paso de la etapa vegetativa a la etapa reproductiva este proceso va de 45 a 65 días.

✓ Fructificación y cosecha

Esta fase comprende desde el final de la floración hasta la cosecha con una duración de cinco meses después de la inducción floral para la exportación y seis meses para el mercado nacional.

La cosecha es una de las partes clave para tener un producto inocuo como su apariencia, color y tamaño de la fruta, se mide el grado brix que debe estar de un mínimo de 13 y un máximo de 16 y que también se mide la traslucidez que debe estar en grado 1 que sirve para llevar a cabo el grado de maduración de la fruta dependiendo del calibre que requiera el importador que se encuentra entre 6,7,8 con la cáscara verde y puede tener círculo de anillo de abajo hacia arriba de color amarillo como máximo.

✓ Vivero

Es la etapa post-cosecha y se caracteriza por la producción de semillas o hijos basales necesarios para el establecimiento de nuevas plantaciones.

2.5.2. Suelo y preparación del terreno para el cultivo de piña

El cultivo de piña requiere de suelos de buen drenaje, permeable suelo franco limosos, y con pH de 5 a 6. Debe evitarse la siembra en suelos arcillosos, de mala estructura y pobre drenaje (Reyes, 2013).

Una vez seleccionado el lugar de siembra, se procede a hacer el trazo de la plantación. Si el terreno es inclinado el trazo se hará en curvas a nivel, si es plano puede usarse el diseño deseado. La preparación del suelo es de gran importancia para esta planta que cuenta con un sistema radicular frágil y superficial. Se debe dar varias pasadas de rastra en forma cruzada con el fin de lograr una mejor incorporación de la maleza. Además, se recomienda dos subsoladas en forma cruzada de 30 a 40cm de profundidad con el fin de evitar la compactación, posteriormente se realiza una rastreada y por último se pasa el roto cultivador para desmenuzar más el terreno. Es importante que el terreno quede libre de malezas y bien afinado (Reyes, 2013).

2.5.3. Sistema de siembra

✓ Sistema Hawaiano o de hileras dobles

En este sistema las plantas se siembran en doble hileras. El ancho de cama varía de 1 a 1,1 mientras que la distancia entre planta puede va de 0.25m y 0.30m. La densidad aproximada de plantas por hectárea podría estar entre 61.013 y 72.063, dependiendo de la combinación del ancho de la cama y la distancia de siembra entre planta (Reyes R. , 1999)

2.5.3.1. Uso de barreras vivas como practicas conservacionistas

Las barreras vivas son especies de planta que se establecen entre los cultivos como líneas densas sembradas perpendicularmente a la pendiente, con el propósito de reducir la velocidad de la escorrentía, retener los sedimentos que son arrastrados, disminuir la erosión y mejorar el nivel de infiltración del agua lluvia con esto se disminuye la degradación del suelo y se prolonga el uso de la tierra.

✓ Hierba de limón

Cymbopogon citratus (DC.) Stapf, también conocido como hierba de limón, se cultiva durante todo el año en Panamá. Se adapta a altura hasta 2000 msnm, prefiere suelos profundos, no se adapta a suelos mal drenados por el riesgo de pudrición de las raíces, Se recomienda a pendientes suaves y moderados hasta de un 25-30%, es una planta perenne nativa de las regiones tropicales perteneciente a la familia de las poaceae del tipo C4, puede alcanzar altura de un metro, su sistema radicular alcanza los 0.30 metros de profundidad⁷ (Cruz, 2018).

✓ Vetiver

El Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) es una gramínea perenne del tipo C4. Con tallos rígidos que alcanzan una altura de 1.50 m. con un sistema de raíces largas y fibrosas que forman una masa fascicular, que se extiende a una profundidad de dos a tres metros, por lo tanto, se utiliza como herramienta de gestión de la erosión de suelo en pendientes hasta 50 por ciento (Cruz, 2018).

⁷ Determinación de la pérdida de nutrientes por escorrentía superficial.

CAPÍTULO 3.

METODOLOGÍA DE PARCELAS DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL PARA
EVALUAR LA PÉRDIDA DE SUELO.

3.1 Recursos necesarios

De acuerdo a (Veiga & Wildner, 1993) para el estudio de la erosión del suelo en parcelas con lluvia natural, se tomaron varios aspectos tanto en inventarios de los materiales que utilizaremos para la instalación de las parcelas, como el tamaño y la dirección de las parcelas, así como el sentido de la preparación del suelo y de la siembra en este caso la siembra de la piña.

3.1.1. Recursos humanos

La disponibilidad de recursos humanos es uno de los primeros aspectos que deben ser observados para decidir la instalación de un experimento de pérdida de suelo. La presencia de profesionales de nivel superior con conocimientos previos sobre el tema es indispensable para la instalación y acompañamiento inicial del experimento. Después de esta etapa inicial la demanda de trabajo disminuye, de manera que visitas mensuales son suficientes para hacer el seguimiento. Además de estas visitas se debe estar presente cuando se ejecute las actividades de mayor importancia, como la preparación del suelo y la siembra, toma de muestras entre otras actividades (Veiga & Wildner, 1993).

Como primera etapa se realizó un inventario del equipo y materiales que utilizaremos para la instalación del experimento. Se contrató mano de obra humana (8 personas), para toda la logística que conlleva la instalación de los 5 tratamientos del experimento.

El profesional de nivel superior deberá tener a su disposición un profesional de nivel medio para, bajo su supervisión, efectuar la conducción cotidiana de los experimentos (recolección de las escorrentías, siegas, medición de cobertura de suelo

entre otras actividades). Estas actividades son esporádicas y por eso no demandan una dedicación exclusiva al experimento. Para la recolección de la escorrentía se necesita 4 a 6 operarios rurales. Para las otras actividades son suficientes 2 operarios. Se necesita también un auxiliar de laboratorio para hacer el tratamiento de las muestras de escorrentía. Este último también puede ser realizado por un operario rural que haya sido adecuadamente capacitado por ello (Veiga & Wildner, 1993).

Por lo general cuando se va a campo a tomar muestras de escorrentía se necesita por los menos 2 trabajadores de campo y 1 encargado de que el trabajo se realice y se tomen los datos de la mejor manera, en este caso un estudiante universitario con conocimiento previos de la labor.

En este experimento se cuenta actualmente con 2 trabajadores de campo y 2 estudiantes universitarios en trabajos de grado. También nosotros los estudiantes y el profesional de nivel superior en este caso el Ing. José Mejía realizamos el tratamiento de las muestras de escorrentía en el laboratorio del sub centro del IDIAP.

3.1.2. Equipos

En este ítem se ha ubicado las necesidades mínimas para la conducción del experimento, sin tomar en cuenta los análisis que pueden ser efectuados en un laboratorio especializado.

Los principales equipos requeridos son:

- ✓ Estufa mediana con circulación forzada de aire, con control de temperatura de 40 a 150 grados centígrados. Dimensiones internas de aproximadamente 1,2 m x 0,8 m x 0,8 m, con anaqueles perforados.

- ✓ Balanza digital electrónica con precisión mínima de 0,1 g y capacidad para 5 kg.
- ✓ Pluviómetro modelo “Ville de París” (modelo conocido internacionalmente) o Pluviómetro estándar.
- ✓ Computadora e impresora.
- ✓ Cuadro entrelazado para lectura de cobertura de suelos. Si se trabaja con cultivos de más de 1 m de altura y separación entre hileras de 50 cm o más.

3.1.3. Materiales

Los materiales necesarios para la instalación y conducción general del experimento se especifican a continuación.

- ✓ Cajas recolectoras con tapa, construida con chapas metálicas galvanizadas N° 18 (1,25 mm de espesor) a 22 (0,80 mm). Si el terreno presenta una pendiente mayor al 10% es recomendable de una caja bien elaborada, la cual evita la sedimentación de suelo dentro de las mismas. Si la pendiente es menor, se debe utilizar una caja simple, la que se sitúa a nivel del suelo.
- ✓ Tanques que se utilizan para reservar agua con tapa con capacidad de 250 litros. Por lo general son redondos.
- ✓ Tubos de PVC
- ✓ Uniones de PVC
- ✓ Tapones de PVC
- ✓ Pegamento de PVC
- ✓ Plástico de polietileno de densidad media.

- ✓ Estacas de maderas aproximadamente de 80 cm de altura 10 cm de espesor, estas estacas deben estar tratadas y pintadas.
- ✓ Clavos de acero.

3.1.4. Instalación del experimento

- ✓ Selección del área experimental

Para el establecimiento del experimento es importante seleccionar un área cuyo suelo sea representativo de la región del estudio y que presente buenas condiciones químicas y físicas, no presentado por tanto síntomas visibles de degradación del suelo. Como primera medida práctica para la instalación del experimento de campo se sugiere una homogenización general del área con antelación mínima de un año, efectuando una corrección en la acidez, descompactación del suelo y otras prácticas que fueren necesarias.

Es conveniente escoger un área con una superficie mayor que la necesidad efectiva del estudio, para la instalación de las parcelas de la forma más uniforme posible. Se debe escoger un área con pendiente uniforme tanto en sentido longitudinal como transversal de la parcela. Como es difícil encontrar áreas homogéneas relativamente grandes, se sugiere que el número total de las parcelas no sea superior a 16, constituyendo por lo menos dos bloques (2 repeticiones).

- ✓ Características de las parcelas experimentales

El tamaño de las parcelas deberá seguir las recomendaciones de la parcela patrón, establecida para trabajos con lluvia natural de 3,5 m de ancho por 22 m de largo.

En casos particulares se puede aceptar alteraciones de las dimensiones, con el objetivo de adecuar el trabajo a las condiciones locales, respetando una longitud mínima de 10 a 11 m. El ancho puede ser variable en función de los objetivos y características del trabajo. Una mayor anchura es necesaria cuando el experimento implica la preparación del suelo con tracción mecánica.

También se debe tener en cuenta que el tamaño de la parcela determina el volumen de los tanques recolectores de la escorrentía. El largo de la parcela debe colocarse en el sentido de la pendiente, dejando un espacio de 1 a 2 metros entre parcelas y de 2 a 4 metros entre bloques.

✓ Instalación de las parcelas experimentales

La demarcación de las parcelas experimentales debe ser efectuada preferiblemente por bloques, tomándose en cuenta el ancho de las parcelas y los espacios entre las mismas. Esto porque una demarcación individual de las parcelas resulta generalmente en desorden de estas. Si no fuera posible demarcar todo el bloque, demarcar la mitad cada vez. Se marca el punto inicial y final del bloque y se tira una escuadra con una lienza resultando un triángulo rectángulo para posteriormente se demarca la parcela.

Para evitar problemas de pérdida de la demarcación o desplazamiento de suelo de las parcelas hacia áreas adyacentes (debido a la preparación del suelo), se sugiere hacer un amarre de las parcelas. Este amarre consiste en la utilización de estacas guías relativamente grandes (5 x 5 x 100 cm) y resistentes, clavadas a 5 m de los extremos inferior y superior de las parcelas, que servirá como orientación para la preparación del suelo y la recolocación de las parcelas después de esto. Tal distancia posibilita el tránsito y las prácticas culturales con maquinaria agrícola.

Después de esto, delimitar el perímetro de cada parcela con chapas metálicas. Las chapas deberían ser clavadas en el suelo hasta cerca de 15 cm de profundidad y sobrepuestas unos 10 a 20 cm. Inmediatamente después de esta operación se sugiere colocar un poco de suelo a ambos lados de las chapas y compactar. Esto da estabilidad a la chapa y evita una posible pérdida de escorrentía hacia afuera de la parcela o entrada de escorrentía del área adyacente, sobre todo en el punto donde se juntan 2 chapas.

En la parte inferior de la parcela deberá ser instalada la caja recolectora de escorrentía (agua + suelo). Se sugiere instalar las cajas de modo que los bordes queden ligeramente por debajo del nivel de la superficie de la parcela. Esta medida facilita el deslizamiento del flujo de la escorrentía hacia los tanques recolectores. Para evitar que con el adensamiento natural del suelo inmediatamente antes de la caja se forme un área de acumulación de suelo y agua (interfiriendo en los resultados de pérdida de suelo y agua después de la instalación, y/o reinstalación de las cajas), se sugiere que una franja de 20 cm de ancho por el largo de la caja, sea rellena con suelo y compactada hasta alcanzar estabilidad y el mismo nivel del borde de la caja.

Los tanques recolectores de escorrentía deben ser instalados a una distancia variable 1 a 6 m de las parcelas (en función del tamaño de los tubos de PVC). De acuerdo con la pendiente del área experimental, los tanques podrían quedar parcialmente enterrados y próximos a las parcelas, o totalmente libres en posición anterior o posterior al lecho de una terraza. Los tanques deben ser colocados a nivel, asentados sobre ladrillos o bloques de madera, para que queden aproximadamente 10 cm sobre la superficie del piso, para facilitar el drenaje de los tanques.

Periódicamente se debe hacer limpieza del lugar donde están asentados los tanques y verificar si los mismos están a nivel.

✓ Conducción del experimento

Para un buen seguimiento del experimento es necesario llevar un buen control de todas las actividades realizadas en el mismo. Por lo tanto, se recomienda la anotación de todas las actividades en la planilla de control de campo en la medida que esta se vayan realizando.

✓ Procedimiento para recolección de las muestras

Después de cada evento erosivo nos dirigimos al sitio del ensayo. Con la ayuda de brochas y espátulas se limpiaron los colectores de metal. El suelo que se recogió en los colectores de metal se agregó a los tanques de plásticos colectores de agua de escorrentía. Seguidamente, se midió la altura del agua en los tanques colectores de escorrentía, para posteriormente determinar el volumen total del agua colectada. Luego, el agua de escorrentía se homogenizó para tomar 15 muestras de un litro para cada tratamiento y replica. Después de este proceso, los tanques se limpiaron, se cubrieron herméticamente con bolsas negras de polietileno 100 por ciento biodegradables y se taparon con una lámina de plástico del mismo diámetro del tanque (esto se repitió después de cada lluvia.)



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila.

Las muestras de escorrentía se transportaron al laboratorio del IDIAP en Las Zanguengas y se dejaron reposar por 48 horas para que se decantaran. Luego se tomaron alícuotas de 30 ml de cada muestra y se guardaron en botellas de plástico de un litro, este procedimiento se repitió después de cada evento de escorrentía, hasta terminar la etapa correspondiente. Cada botella o envase de plástico fueron debidamente rotuladas por tratamientos, etapa y número de la parcela. A cada botella, se le adicionó una gota de preservante (Lugol) para mantener las propiedades físicas y químicas de las muestras. Estas fueron almacenadas en una nevera eléctrica a una temperatura entre seis y diez grados Celsius.

✓ Determinación del volumen de escorrentía

Después de cada episodio erosivo se tomó la altura del volumen escurrido, en cada uno de los tanques colectores de escorrentía, la altura del volumen escurrido. Para obtener el volumen de escorrentía en el primer tanque, se utilizó la siguiente fórmula:

Altura 1 m

Diámetro 0.58 m

$$VT = (\pi \cdot r^2 \cdot h) \cdot 1000$$

Donde:

VT. Corresponde al volumen de escorrentía del tanque (L),

π . 3.1416 es el valor numérico de la relación entre la longitud de la circunferencia y su diámetro.

r^2 es el radio al cuadrado del tanque (m),

h es la altura del volumen de escorrentía (m),

1000, es el factor de conversión de metros cúbicos a litros.

El volumen de escorrentía que se recogió en el segundo tanque corresponde a una fracción del excedente de agua proveniente del primer tanque. Esta fracción está determinada por el número de salidas que une al primer tanque con el segundo. La cantidad de salidas en el segundo tanque son tres, por ende, el volumen de escorrentía recogido en el segundo tanque se multiplicó por tres.

✓ **Peso de suelo seco**

Se obtuvo del peso del residuo sólido contenido en las muestras de un litro de escorrentía recolectadas, luego de cada episodio erosivo y secado al horno a 120 grados Celsius; por dos días hasta que el agua se evaporó en su totalidad. Se determinó, utilizando la siguiente ecuación:

$$PSS = PVS - PV$$

Donde: PSS, se refiere al peso del suelo seco (kg),

PVS es el peso del vaso químico con suelo seco (kg),

PV es el peso del vaso químico de 100 mililitros o 250 mililitros según el volumen de residuo recolectado (kg).

✓ **Concentración de suelo**

La concentración de suelo erosionado en las botellas de plástico de un litro, se obtuvo con el uso de la siguiente ecuación:

$$CST = PSS / VB$$

Donde:

CST se refiere a la concentración del suelo (kg L⁻¹),

PSS es el peso del suelo seco (kg),

VB es el volumen de la botella de muestreo (L).

VB es el volumen de la botella de muestreo (L).

✓ Cantidad de suelo perdido

La cantidad de suelo perdido en un área de 19.8 metros cuadrados de la parcela experimental se determinó con el uso de la siguiente ecuación:

$$PST = CST \cdot VT$$

Donde:

PSB corresponde a la pérdida de suelo del tanque (kg),

CSB es la concentración de sedimento del tanque (kg L⁻¹),

VT es el volumen de escorrentía del tanque (L).

Luego el valor de pérdida de suelos se extrapola a una superficie de una hectárea y se transforma a toneladas por hectárea.

✓ Tratamiento

Tratamiento # 1

Bosque

En este tratamiento se instaló el experimento de pérdida de suelos en un bosque secundario de la Sub Cuenca del Río Caño Quebrado. Se definió un área con una buena cobertura de árboles y arbustos y un porcentaje de pendiente del 7%. Se utilizó paso a paso toda la metodología propuesta por el manual y se utilizaran 3 bloques o parcelas como en cada tratamiento. Unos de los aspectos de este tratamiento es conocer si existe pérdida de suelo en esta área boscosa.

Tratamiento # 2

Pasturas o Potreros

En este tratamiento se instaló el experimento de pérdida de suelos en un área de pastura o potrero, este lugar se escogió una pendiente del 7%. En esta zona de pastura los pastos que prevalecen es la Briachiaria humidicula y la ratana, una de las

características de esta área de pastura es la compactación del suelo por medio de los bovinos que permanecen en este lugar, queremos investigar si se da alguna pérdida de suelo por escorrentía superficial.

Tratamiento # 3

Siembra de piña con plástico mulching (medida como práctica de conservación de suelos y aguas).

En este tratamiento se instaló el experimento de pérdida de suelos en un área donde se sembrará el cultivo de la piña con una práctica conservacionista de suelo y agua que es el plástico mulching, este lugar se escogió una pendiente del 7%. Una de las características de estas áreas cultivadas de piña es a la hora de la preparación del terreno, hacen la preparación camas y surcos a favor de la pendiente, lo cual ocasiona en gran medida la susceptibilidad del suelo al erosionarse. En este tratamiento se utilizará el plástico para forrar las camas y sembrar sobre el mismo esto con el objetivo de disminuir en gran efecto el impacto de las gotas de las lluvias y evitar en gran medida la erosión del suelo. Este plástico tiene varios beneficios como ya hemos mencionado evitar la pérdida de suelo, disminuir las aplicaciones de herbicidas, permanezca la humedad por más tiempo para que el cultivo pueda utilizarlo y aumentar la actividad biológica del suelo.

Tratamiento # 4

Siembra convencional de piña

En este tratamiento se instaló el experimento de pérdida de suelos en un área donde se sembró el cultivo de la piña con la práctica convencional, esto nos quiere decir que no se utilizara ninguna práctica de conservación de suelo y agua. De igual manera la

siembra de este cultivo se realiza a favor de la pendiente, lo cual ocasiona en gran medida la susceptibilidad del suelo al erosionarse.

Tratamiento # 5

Suelo desnudo (testigo)

En este tratamiento se instaló el experimento de pérdida de suelos en un área completamente sin cobertura, este tratamiento se destaca por ser el testigo ya que se considera que debe haber erosión.

Resultados obtenidos del experimento de parcelas de pérdida de suelo.

En los 5 tratamientos se realizaron pruebas de campo y de laboratorio para conocer las propiedades físicas del suelo como: densidad aparente, densidad real y la porosidad del mismo.

Tratamiento	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Porosidad (%)
T1 -B	0.91	2.40	61.89
T2-P	1.00	2.30	56.46
T3-PM	0.96	2.34	58.80
T4-PSC	0.97	2.31	57.92
T5-SD	1.12	2.52	55.68

Los valores de densidad aparente variaron entre 0.91 y 1.12 gramos por centímetro cúbico, en el horizonte Ap la densidad aparente tiende a ser menor con un valor de 1.03 gramos centímetros cúbicos, debido al mayor contenido de materia orgánica.

Esto nos indica características del suelo con una buena porosidad, buen grado de aireación y capacidad de drenaje. Con respecto a la densidad real (Dp), mostraron valores entre 2.52 a 2.30 gramos por centímetro cúbico.

Cuadro de la precipitación acumulada desde el mes de abril hasta del año 2021, hasta el mes de marzo del año 2022.

Mes	ppt acumulada (mm)
abr-21	249
may-21	205
jun-21	286
jul-21	353
ago-21	381
sep-21	255
oct-21	181
nov-21	443
dic-21	72
ene-22	0
feb-22	0
mar-22	25
	2450

Para un total de 12 meses de registros de lluvia, fueron los datos que se tomaron en campos por los pluviómetros estándar en cada tratamiento, en total fue 2450

milímetros de lluvia, el cual se considera con un alto índice de eventos de lluvia en la zona de estudio.

✓ Escorrentía

De acuerdo a la prueba de DMS ($P < 0.05$) para las medias de los tratamientos evidenció diferencias significativas en la lámina de escorrentía para cada uno de los tratamientos evaluados.

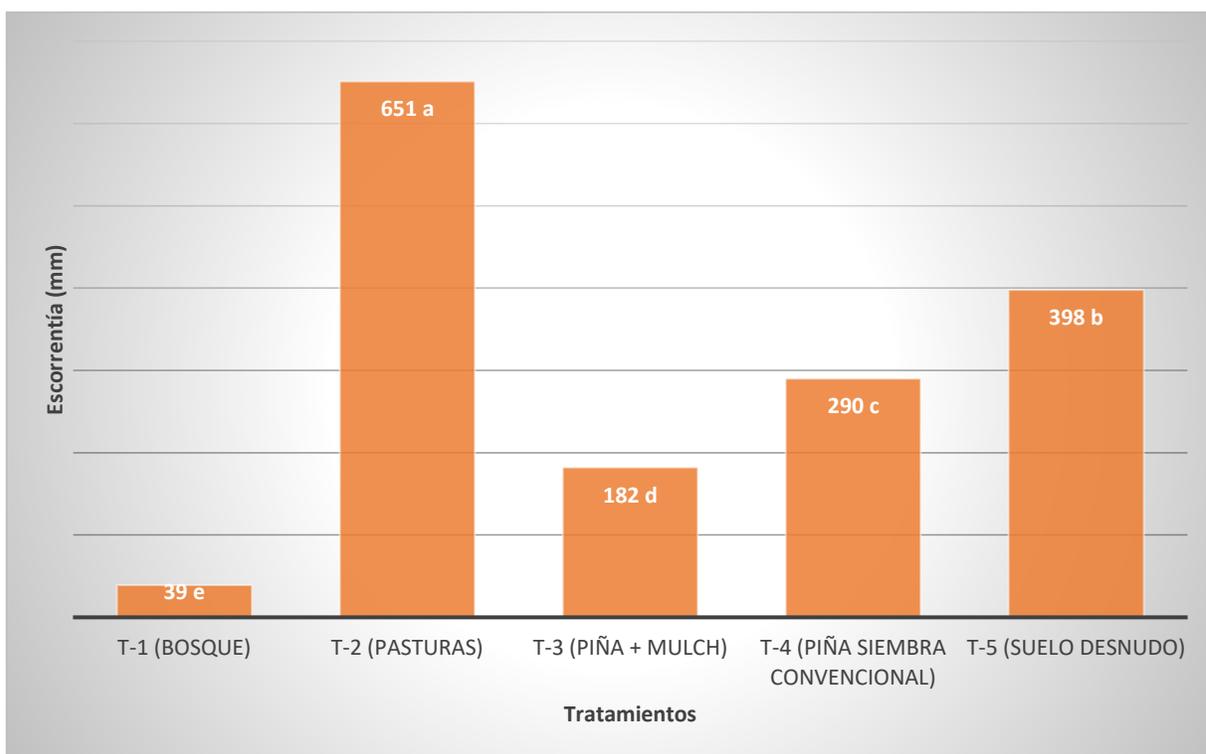


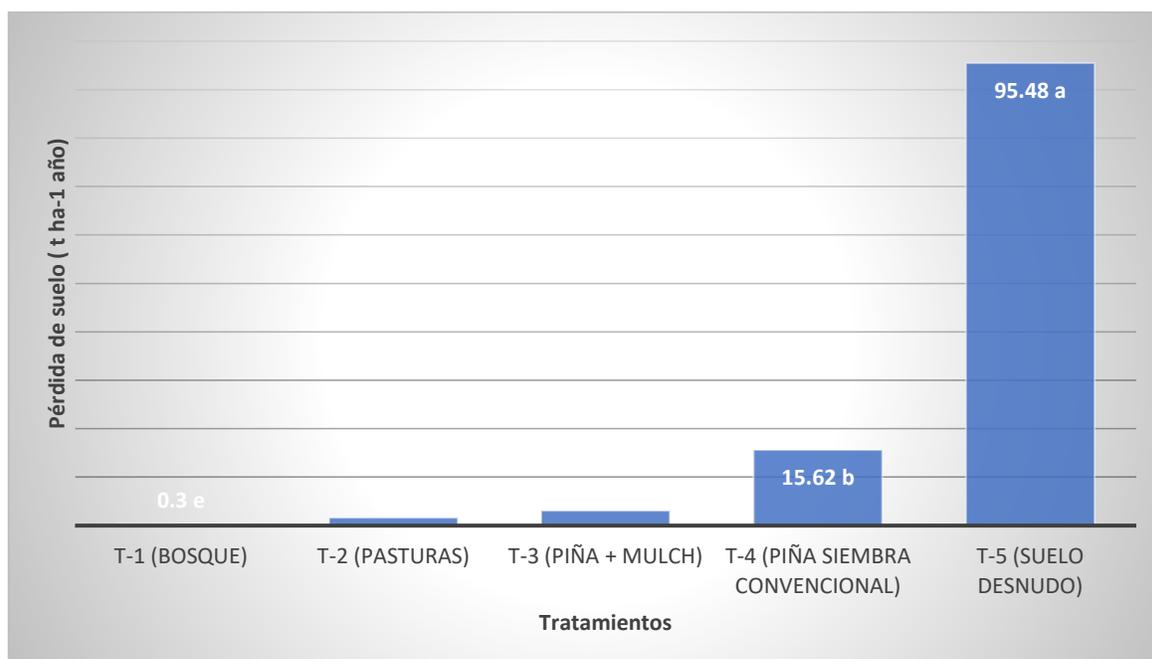
Figura. Lámina de escorrentía para cada tratamiento evaluado.

La escorrentía en las parcelas de pastura con 651 milímetros es la mas alta, esto se debe al efecto de la compactación por la ganadería intensiva de la zona; en el tratamiento de suelo y piña con siembra convencional, fue significativamente mayor con respecto a los demás tratamientos, verificando un mayor riesgo de erosión. En comparación con los tratamientos de bosque y siembra de piña + mulch, los cuales los

proporcionan mayor grado de protección contra el proceso de erosión del suelo, produciendo diferencias menores en la lámina de escorrentía superficial.

✓ Pérdida de suelo por erosión hídrica

Los valores de pérdidas total de suelo por erosión hídrica muestran diferencias estadísticas ($P < 0.05$) de las medias entre tratamientos, cuando se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).



Tratamiento	Pérdida de s	Limite tolerable	Interpretación
T-1 (Bosque)	0.3	11	Baja
T-2 (Pasturas)	1.6	11	Baja
T-3 (Piña + Mulch)	3.1	11	Baja
T-4 (Piña Siembra Cor	15.62	11	Moderada
T-5 (Suelo desnudo)	95.48	11	Alta

Figura. Pérdida de suelo por erosión hídrica para cada tratamiento evaluado

Los valores obtenidos en 12 meses para la pérdida de suelo por erosión hídrica en los diferentes tratamientos, en el tratamiento de bosque la pérdida de suelo fue mínima con un valor 0.3 toneladas hectáreas por año, de igual manera los datos de pérdida de suelo del tratamiento de pastura 1.6 toneladas hectáreas por año y siembra de piña + mulch 3.1 toneladas hectáreas por año, fue considerablemente baja de acuerdo al nivel de tolerancia “T”, internacionalmente permitido.

En la siembra convencional 15.62 toneladas hectáreas por año, donde no se implementó ninguna estrategia de conservación de suelos y aguas fueron altos; en el suelo desnudo fue la mayor pérdida de suelo con valor de 95.48 toneladas hectárea por año, el cual sobre pasa el nivel de tolerancia “T” internacional permitido.

CAPÍTULO 4.

CARACTERIZACIÓN DE BOSQUE SECUNDARIO EN LA SUB CUENCA DEL RÍO CAÑO QUEBRADO

4.1. Caracterización de bosque secundario

Se llama bosque secundario a la vegetación leñosa que crece en un terreno abandonado luego de que la vegetación original fuera devastada para el uso agrícola y ganadero principalmente. Estos bosques tienen gran potencial y ya han sido estudiados por numerosos autores. Sin embargo, no es posible asegurar que todas las sucesiones secundarias tengan un potencial similar; ya que en cada proceso de sucesión, la estructura y composición varían con las condiciones de clima y suelo, intensidad y tiempo del uso anterior, cercanía a fuentes de semilla, capacidad de regeneración natural y desarrollo de las especies de interés económico.

De ahí que hay áreas con potencial para la producción de madera y áreas que solo permiten la recuperación de la vegetación natural y algunas de sus funciones y servicios (Finegan, 1997).



Fuente de la imagen (Earth, 2021)

Los bosques secundarios han sido reconocidos como ecosistemas importantes en cuanto a la prestación de bienes y servicios a la sociedad, algunos de los servicios eco sistémicos son directos, como el suministro de madera, fibra y leña e otros, son

“indirectos a través de su influencia en los procesos de los ecosistemas que son esenciales para la vida. Las condiciones ecológicas generales donde se desarrolla un bosque secundario, sus antecedentes de uso o manejo y el momento, edad o fase de sucesión en el cual se pretende aprovechar, condicionan su uso y potencial económico. Este puede incluir desde productos no maderables, madera y leña, hasta servicios ambientales como el turismo. Además, el bosque secundario también pudiera jugar un papel en la recuperación del suelo y preparación para un nuevo ciclo agrícola. Entre los factores que inciden en el manejo y uso de los bosques secundarios están el objetivo de producción del propietario (autoconsumo o comercialización), los recursos del propietario y los requerimientos técnicos, legales y administrativos que deben cumplirse. Todos estos elementos generan una diversidad de posibles prácticas de manejo, las cuales pudieran no ser aceptadas por las normativas nacionales (tala rasa con regeneración posterior, extracción de diámetros inferiores a los establecidos en la ley para bosques misceláneos)⁸ (CATIE, 2015).

Para la caracterización del bosque secundario de la Sub Cuenca del Río Caño Quebrado se realizó un inventario forestal en 2 parcelas de referencias, para conocer las principales especies arbóreas que habitan en este reducto de bosque. También se instalaron 2 cámaras trampa con el objetivo de mostrar la fauna silvestre que habita en el área.

4.1.1. Materiales y métodos

Materiales:

⁸ Repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr

- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Pistola haga
- Brújula
- GPS
- Cinta reflectora
- Página formulada de campo
- Cámaras trampa
- Computadora

4.1.2. Metodología

Para la caracterización de este reducto de bosque secundario se midieron 2 parcelas con diferentes dimensiones, la primera parcela tiene una medida de 5.40 metros de ancho por 11 metros de largo. Esta primera parcela se destaca por que dentro de estas dimensiones está el ensayo de evaluación de perdida suelo. La segunda parcela tiene una dimensión de 25 metros de ancho por 25 metros de largo (25x25).

En estas parcelas se realizó un Inventario Forestal con el objetivo de conocer las principales especies arbóreas que se encuentran dentro de este reducto de bosque secundario.

En el inventario forestal se tomaron criterios técnicos como identificar el punto central a partir de este punto hacia el norte se toma la coordenada, se traza una línea

en dirección hacia el norte de 25 m y hacia el oeste 12.5 m y hacia el este 12.5 m luego se cierra la parcela de 25 x 25.

Otros criterios técnicos que se tomaron en la realización de este inventario son:

- Conocer e identificar los nombres comunes de los árboles, esto se realizó con ayuda de 2 personas de la comunidad que tienen el conocimiento de estos bosques.
- Se midieron árboles con circunferencias mayores a 10 cm.
- Con una cinta métrica se mide la altura del diámetro a la altura del pecho (DAP) 1.30 metros.
- Con la cinta diamétrica se mide la circunferencia del árbol a la altura del (DAP).
- Con la ayuda de la pistola haga se mide la altura comercial y la altura total de los árboles. Se debe tener unas distancias de 15 a 30 metros del árbol a medir.
- Se deja marcada con una cinta reflectora cada especie arbórea que se midió.

4.1.3. Instalación y monitoreo de cámaras trampa

Se instalaron 2 cámaras trampas dentro de zona de estudio del bosque secundario con el fin de obtener imágenes de la fauna silvestre que habita dentro de estos bosques. Las cámaras trampas se instalaron en zonas donde hay evidencia o rastros de animales, estas cámaras se instalaron en árboles a un metro de altura.

Las cámaras se configuran para que capturen imágenes por medio de sensores y se arma automáticamente cada 30 segundos para seguir obteniendo más capturas de imágenes.

Estas cámaras tienen una memoria interna (micro SD), la cual se puede extraer y se inserta en un computador para descargar las imágenes capturadas por las cámaras trampa.

Zona del bosque secundario

Inventario de árboles en el bosque secundario de la subcuenca del Río Caño Quebrado

Nombre de la finca: Finca Pablo Gutiérrez / Nombre del Productor: Pablo Gutiérrez

Parcela: No 2 / Coordenadas: 623576.423 E / 991753.683 N / Área de 25 x 25 metros

Fecha del inventario: 9 de septiembre del 2021.

No de árbol	Nombre común	Nombre científico	Diametro (cm)	Diametro (1.30) (m)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Estado sanitario (sano/enf)
1	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.30	0.095	8	6	sano
2	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.34	0.108	8	5	sano
3	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.18	0.057	7	4	sano
4	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.21	0.067	13	8	sano
5	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.22	0.070	11	7	sano
6	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.21	0.067	6.5	5	sano
7	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.42	0.134	22	20	sano
8	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.43	0.137	20	18	sano
9	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.44	0.140	22	20	sano
10	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.28	0.089	17	16	sano

11	Gorgojero	<i>Cupania cinerea poepp</i>	0.88	0.280	24	22	enfermo
12	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.38	0.121	21	12	sano
13	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.37	0.118	20	14	sano
14	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.60	0.191	25	21	sano
15	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	1.05	0.334	30	29	sano
16	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.69	0.220	37	36	sano
17	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.47	0.150	30	29	sano
18	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.22	0.070	8	7	sano
19	Mangabé	<i>Schefflera morototoni</i>	0.70	0.223	35	33	sano
20	Malagueto	<i>Xylopiaromatica</i>	0.25	0.080	18	15	sano
21	Malagueto	<i>Xylopiaromatica</i>	0.19	0.060	21	19	sano
22	Malagueto	<i>Xylopiaromatica</i>	0.20	0.064	17	16	sano
23	Malagueto	<i>Xylopiaromatica</i>	0.48	0.153	35	34	sano
24	Malagueto	<i>Xylopiaromatica</i>	0.33	0.105	23	22	sano
25	Papelillo	<i>Miconia argentea</i>	0.34	0.108	25	23	sano
26	Papelillo	<i>Miconia argentea</i>	0.28	0.089	11	10	sano

27	Papelillo	<i>Miconia argentea</i>	0.42	0.134	20	19	sano
28	Papelillo	<i>Miconia argentea</i>	0.20	0.064	14	13	sano
29	Papelillo	<i>Miconia argentea</i>	0.64	0.204	25	23	sano
30	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	1.32	0.420	26	16	sano
31	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	0.22	0.070	11	9	sano
32	Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	1.06	0.337	32	31	sano
33	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.21	0.067	10.5	6.5	sano
34	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.27	0.086	16	11	sano
35	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.19	0.060	5	4	sano
36	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.22	0.070	6	5	sano
37	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.49	0.156	11	8	sano
38	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.25	0.080	9	8	sano
39	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.22	0.070	3	2	sano
40	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	1.00	0.318	16	6	sano
41	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.22	0.070	16	12	sano
42	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.35	0.111	7	5	sano

43	Huesito	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.32	0.102	18	17	sano
44	Jobo	<i>Spondias purpurea</i>	0.16	0.051	7	5	sano
45	Jobo	<i>Spondias purpurea</i>	0.20	0.064	5	3	sano
46	Jobo	<i>Spondias purpurea</i>	0.78	0.248	34	32	sano
47	Guabito	<i>Zygia latifolia</i>	0.20	0.064	5	4	sano
48	Guabito	<i>Zygia latifolia</i>	0.34	0.108	7	5	sano
49	Guabito	<i>Zygia latifolia</i>	0.16	0.051	5	3	sano
50	Guabo	<i>Inga edulis</i>	0.19	0.060	5	4	enfermo
51	Guabo	<i>Inga edulis</i>	0.24	0.076	6	5	sano
52	Almendro	<i>Dipteryx odorata</i>	0.30	0.095	21	18	sano
53	Almendro	<i>Dipteryx odorata</i>	2.28	0.726	50	49	sano
54	Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>	0.34	0.108	7	5	sano
55	Caimito	<i>Chrysophyllum caimito</i>	0.20	0.064	5	3	sano
56	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.72	0.229	39	38	sano
57	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.87	0.277	22	20	sano

RECOMENDACIONES

- ✓ Conservar los bosques de galería para que brinden sus servicios ecosistémicos como dinámicas fluviales que influyen y controla la variación de los caudales de los ríos y quebradas para estabilizarlos. Al mismo tiempo ayudan a controlar o reducir el riesgo de erosión del suelo, los deslizamientos de tierra y captura de carbono (Co₂).
- ✓ Crear conciencia en la conservación de los bosques para el hábitat de la flora y fauna el cual son aspectos muy importantes para un desarrollo sostenible.
- ✓ Respetar la utilización de barreras vivas de hierba de limón, vetiver y plástico acolchado o mulch, es una forma efectiva de reducir las pérdidas de nutrientes por escorrentía superficial; ya que aumentan la porosidad del suelo con su crecimiento radicular, aumentando la infiltración del agua y disminuyendo la escorrentía superficial.
- ✓ Disminuir el uso excesivo de fertilizantes, ampliar el tiempo aplicación de fertilizantes, para un mejor control y evitar la contaminación a las aguas y los suelos.
- ✓ Educar a la población para que comprendan la importancia de nuestro ecosistema.

CONCLUSIONES

Considero que el establecimiento de la metodología de parcelas experimentales de esorrentía superficial para evaluar la pérdida de suelo, nos demostró en los tratamientos de suelo sin cobertura o suelo desnudo con valores de 15.68 toneladas por hectáreas y en el tratamiento de cultivo de la piña de siembra convencional 95.48 toneladas por hectárea, superando el límite de tolerancia de pérdida de suelos, establecido en 11.0 toneladas por hectárea y que son los tratamientos más susceptibles a la pérdida de suelo, en cambio a los tratamientos del cultivo de piña con acolchado plástico o mulch con valores de 3.1 toneladas por hectárea, el tratamiento de cobertura de pastos 1.6 toneladas por hectárea, el tratamiento de bosque secundario con valor de 0.3 toneladas por hectárea, respectivamente y por debajo del valor "T" internacional tolerable, son los tratamientos que menos presentaron pérdida de suelo.

Observamos que el manejo convencional del cultivo de piña está agotando la fertilidad del suelo hasta llevarlo a niveles inviables si no se adoptan medidas adecuadas para el control de la erosión. El suelo desnudo presentó la mayor pérdida de suelo por erosión hídrica en comparación con los otros tratamientos.

Logramos concluir, que las pérdidas de suelo fueron reducidas por debajo de los límites tolerables 11 toneladas por hectárea, debido al efecto de las prácticas conservacionistas como lo son: la restauración forestal con especies nativas, cultivos de coberturas de pasturas (*B. humidicula*) y el cultivo de piña con acolchado plástico o mulch.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACP. (2007). Panamá.

Asselin, O. (1 de 2 de 2015). *Fao.org 2015*. Obtenido de El Suelo es un recurso no renovable: <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>

Autoridad Nacional del Medio Ambiente, P. (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. En P. Autoridad Nacional del Medio Ambiente, *Atlas Ambiental de la República de Panamá* (pág. 55). Panamá Editora Novo Art, S.A.

Autoridad Nacional del Medio Ambiente, P. (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. En P. Autoridad Nacional del Medio Ambiente, *Atlas Ambiental de la República de Panamá* (pág. 33). Panamá: Editora Novo Art, S.A.

Autoridad Nacional del Medio Ambiente, P. (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. En A. N. PA., *Atlas Ambiental de la República de Panamá* (pág. 34). Panamá Editora Novo Art, S.A.

Autoridad Nacional del Medio Ambiente, P. (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá. En P.). ANAM (Autoridad Nacional del Medio Ambiente, *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. (pág. 28). Panamá: Editora Novo Art, S.A.

Autoridad Nacional del Medio Ambiente, P. (2010). Atlas Ambiental de Panamá. En P. Autoridad Nacional del Medio Ambiente, *Atlas Ambiental de Panamá* (pág. 37). Panamá Editora Novo Art, S.A.

Castañeda, P. d. (2003). *Manual técnico : Seminario sobre Producción y manejo post cosecha de la piña para la Exportación*. Obtenido de

<https://www.worldcat.org/es/title/83980120?oclcNum=83980120>

CATIE. (2015). *Repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr*. Obtenido de

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7242/el_boque_secundario_en_ca.pdf;jsessionid=F6F4576753151613B9B8DE95036C2B0F?sequence=3

CATIE. (2015). *Repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr*. Obtenido de

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7242/el_boque_secundario_en_ca.pdf;jsessionid=F6F4576753151613B9B8DE95036C2B0F?sequence=3

Cruz, G. d. (2018). *Determinacion de la pérdida de nutrientes por escorrentia superficial*. Panamá.

Desertification, U. N. (1 de 5 de 2016). *Establecimiento de metas para la neutralidad de la*. Obtenido de [https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-](https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-08/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Spanish.pdf)

[08/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Spanish.pdf](https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-08/LDN%20TS%20Technical%20Guide_Draft_Spanish.pdf)

Diaz, J. (1999). *Manual Práctico Para El Cultivo de Piña De Exportacion San José*

C.R. Obtenido de

<https://catalogosiidca.csuca.org/Record/TEC.000054150/Description>

Earth, G. (2021). *Google Earth*. Obtenido de

<https://earth.google.com/web/search/las+zanguengas/@8.96969463,->

79.87576485,115.65274206a,444.5216484d,35y,160.5506734h,60t,0r/data=Ci
giJgokCSFdYruSxSJAEB2PvSPiTyJA

FAO. (12 de 9 de 2017). *Red ambiental de asturias*. Obtenido de Red ambiental de
asturias:

[https://www0.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=35673dd094de1210VgnVCM10000097030a0aRCRD#:~:text=La%20FAO%20\(Organizaci%C3%B3n%20de%20las,o%20e%C3%B3lica%2C%20la%20salinizaci%C3%B3n%2C%20el](https://www0.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=35673dd094de1210VgnVCM10000097030a0aRCRD#:~:text=La%20FAO%20(Organizaci%C3%B3n%20de%20las,o%20e%C3%B3lica%2C%20la%20salinizaci%C3%B3n%2C%20el)

Finegan. (1997). Obtenido de

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7242/el_boque_secundario_en_ca.pdf;jsessionid=F6F4576753151613B9B8DE95036C2B0F?sequence=3

Finegan. (1997). <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/>. Obtenido de

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7242/el_boque_secundario_en_ca.pdf;jsessionid=F6F4576753151613B9B8DE95036C2B0F?sequence=3

Gisbert Blanquer, J. M. (2010). *riunet.upv*. Obtenido de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12868/Ultisoles.pdf?sequence=>

Javier Almorox Alonso, F. L. (12 de 3 de 2010). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bSpiNY_nwOIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=definicion+de++degradacion+de+los+suelos&ots=192BVFvLqK&sig=RW-

cFeOPk7HSxOBZzUGuSmlrW34#v=onepage&q=definicion%20de%20%20de gradacion%20de%20los%20suelos&f=false

Javier Almorox, A. B. (2 de 2 de 2010). *La degradacion de los suelos por erosión hídrica*. Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bSpiNY_nwOIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=definicion+de++degradacion+de+los+suelos&ots=192DRzwKtG&sig=3IE8dHUAIrGOY5ywv-Fk_3nd2ro#v=onepage&q=definicion%20de%20%20degradacion%20de%20los%20suelos&f=false

Morales, I. A. (19 de 2 de 2019). *La erosión de los suelos en Panamá y sus impactos*.

Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/el-tecnologico/article/view/2116/3554#:~:text=La%20tasa%20de%20erosi%C3%B3n%20en,2%2C%20018%2C000%20erosionadas%20en%201987>.

Panamá, A. d. (2007). Autoridad del Canal de Panamá. En A. d. Panamá, *Autoridad del Canal de Panamá* (pág. 6). Panamá: Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

Panamá, A. d. (2010). *Autoridad del Canal de Panamá*. Obtenido de

<https://www.pancanal.com/esp/cuenca/piota/09.pdf>

Reyes, I. (2013). *Una ojeada a la clasificacion del suelo*. Obtenido de

https://www.academia.edu/20338171/Ojeada_a_la_clasificacion_del_suelo

Reyes, R. (1999). *Buenas prácticas en el cultivo de piña*. Obtenido de
<https://martinurbinac.files.wordpress.com/2012/04/manualpina.pdf>

Smith, W. &. (1978).

tayupanta, I. A. (3 de 2 de 1993). *La erosión hídrica: Proceso, Factores y Formas*.

Obtenido de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=a7EzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=que+es+la+erosion+hidrica&ots=2wWUyvZrfM&sig=5bB8Qo8FViqFhgnCN0eUfEphrhQ#v=onepage&q=que%20es%20la%20erosion%20hidrica&f=false>

Tayupanta, J. R. (1993). *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas*. En J. R.

Tayupanta, *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas* (pág. 3). Ecuador:
Seccion de Comunicacion del INIAP.

Tayupanta, J. R. (1993). *La Erosión Hidrica Proceso, Factores y Formas*. En J. R.

Tayupanta, *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas* (pág. 2). Ecuador:
Seccion de Comunicacion del INIAP.

Tayupanta, J. R. (1993). *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas*. En J. R.

Tayupanta, *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas* (pág. 6). Ecuador :
Seccion de Comunicacion del INIAP.

Tayupanta, J. R. (1993). *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas*. En J. R.

Tayupanta, *La Erosión Hídrica Proceso, Factores y Formas*. (pág. 2). Ecuador:
Seccion de Comunicacion del INIAP.

thorne, & Diaz, L. B. (20 de 2 de 1990). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bSpiNY_nwOIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=definicion+de++degradacion+de+los+suelos&ots=192BVFvLqK&sig=RW-cFeOPk7HSxOBZzUGuSmlrW34#v=onepage&q=definicion%20de%20%20degradacion%20de%20los%20suelos&f=false

Veiga, M. d., & Wildner, L. d. (1993). *Manual para la instalacion y conducción de experimentos de pérdida de suelo*. Brasil: FAO.

ANEXOS

Tratamiento # 1

Bosque



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila

Tratamiento # 2

Pasturas o Potreros



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila

Tratamiento # 3

Siembra de piña con plástico mulching (medida como práctica de conservación de suelos y aguas).



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila.

Tratamiento # 4

Siembra convencional de piña



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila.

Tratamiento # 5

Suelo desnudo (testigo)



Fuente: fotografía tomada por el autor de este documento Carlos Ávila

Figura 1.

Trabajo en campo inventario forestal



Notas: Midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP).

Figura 2.

Trabajo en campo de inventario forestal **Notas:** midiendo las alturas comercial y total de los árboles con la pistola haga.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 3.

Nombre común: Huesito **Nombre científico:** *Macrohasseltia macroterantha*.
especie arbórea predominante de la zona.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 4.

Monitoreo en campo de las cámaras trampa.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 5

Captura de imágenes de las cámaras trampa.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 6.

Captura de imágenes de las cámaras trampa. Nombre común: Zarigüeya ;
científico: *Didelphis marsupialis*



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 7

Captura de imágenes de las cámaras trampa.

Nombre común: Oso hormiguero; Nombre científico: *Myrmecophaga tridactyla*



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 8

Captura de imágenes de las cámaras trampa. Nombre común: Armadillo; Nombre científico: *Dasypodidae*.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 9

Captura de imágenes de las cámaras trampa.

Nombre común: Conejo pintado; Nombre científico: *Cuniculus paca*.



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 10

Captura de imágenes de las cámaras trampa

Nombre común: Conejo pintado; Nombre científico: ***Cuniculus paca***



Fuente: Imagen tomada por el autor.

Figura 11

Captura de imágenes de las cámaras trampa

Nombre común: Armadillo; Nombre científico: ***Dasypodidae***



Fuente: Imagen tomada por el autor

La Chorrera, 22 de febrero de 2023.

Magister
Lourdes Rubatino
Universidad de Panamá
E. S. M.

Respetable profesora:

Dios la colme de bendiciones. Yo, Diana Esther Rios González, como docente de español con el diploma N° 268941 y 268945, hago constar que he revisado el Informe de práctica profesional titulado: Degradación de los suelos y establecimiento de la metodología de parcelas de escorrentía superficial para evaluar la pérdida de suelo del estudiante Carlos Ávila Díaz con cédula personal N° 8-911-1214 a quien les recomendé:

Verificar que los títulos y subtítulos sean igual en el índice y el contenido, escribir con la primera letra mayúscula, omitir el número en la hoja de los capítulos, entre otros.

Agradeceré toda su atención.

Atentamente,


Licenciada Diana E. Ríos G.

Cédula N° 8-299-497



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

LA FACULTAD DE

Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

Diana Esther Rios González

13 Noviembre 2019

E. Rios G.

25052 18005

ción D. de Urrutia

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

**Licenciada en Humanidades en
Especialización en Español**

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE

ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ, A LOS **veintinueve**

DÍAS DEL MES DE **July** DEL AÑO DOS MIL **diecinueve**

Diploma **268741**

Identificación Personal

R-299-997

Marcelo E. Herrera
Secretario General

Decano

Edmundo Flores Castro
Rector



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ



0142993

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

LA FACULTAD DE

Ciencias de la Educación

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

Dr. Diana Esther Ríos Espinoza

13 Noviembre 2019

E. Ríos G. HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
25053 18006 QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

Dr. D. de Urzúa

*Profesora de Educación y Media con
Especialización en Español*

Y EN CONSECUENCIA, SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ, A LOS **veintimove**
DÍAS DEL MES DE **Julio** DEL AÑO DOS MIL **diecinueve**.

Diploma **266745**

Identificación Personal

B-200-407

Yusile E. Hernández
Secretario General

Alfonso Estanislao
Decano

Eduardo Fíero Castro
Rector

REPÚBLICA DE PANAMÁ
TRIBUNAL ELECTORAL

**Diana Esther
Rios Gonzalez**



NOMBRE USUAL
FECHA DE NACIMIENTO: 28-JUL-1968
LUGAR DE NACIMIENTO: PANAMÁ, PANAMÁ
SEXO: F TIPO DE SANGRE:
EXPEDIDA: 12-FEB-2016 EXPIRA: 12-FEB-2026

8-299-497



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diana Rios', is written over a large red star graphic in the bottom right area of the document.