

Implementación del uso de terrazas en la finca La Reforma de Pitalito Huila.

Nombre del estudiante:

Luis Hernando Caro Caro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

Pitalito

2023

Implementación del uso de terrazas en la finca La Reforma de Pitalito Huila.

Nombre del estudiante:

Luis Hernando Caro Caro

Asesor:

Mag. Luis Herney Salazar Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2023

Dedicatoria

Dedico el resultado de este trabajo a mi familia ya que me han enseñado a ser una persona con valores y principios, son un reflejo de este proyecto, también por motivarme cada día a ser mejor persona y mejor estudiante.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza, ideas e inspiración para el desarrollo del presente proyecto el cual me ha permitido obtener conocimientos los cuales los he logrado poner en practica en mi comunidad. Agradezco a mi familia por apoyarme en este camino cada día y a mis docentes quienes fortalecieron mis conocimientos y asesoraron en el desarrollo del presente proyecto.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, febrero del 2023

Resumen

El cultivo de café representa la economía del municipio de Pitalito y del sur del Huila, sin embargo, los suelos destinados para este fin en muchas ocasiones presentan una alta inclinación, donde los trabajadores deben realizar las actividades de manera incómoda, con peligro de deslizamiento o de caídas, además se presentan inconvenientes en la siembra, la abonada, la plateada, entre otras actividades que pueden afectar la producción y ponen en riesgo a los colaboradores. Por lo que se propuso llevar a cabo la implementación de terrazas banco con 50 centímetros de ancho, para la producción de café en la finca La Nueva Reforma en la vereda Paraiso la Palma del corregimiento de Guacacallo de Pitalito – Huila, como demostración para ser replicado en otras fincas y reducir los índices de accidentalidad y dificultad de las labores de sostenimiento. Se realizó un estudio en el cual se determinó el porcentaje de la pendiente por medio del agronivel o aparato A y una cinta métrica, el aparato A mide dos metros de ancho donde el porcentaje de la pendiente para la realización de las terrazas se dio de acuerdo a la diferencia en altura en centímetros entre dos puntos determinados a lo largo de la pendiente. Con lo anterior se contribuyó a evitar la escorrentía, aumentando la infiltración del agua en el suelo y ofrecer una plataforma cultivable, mejorando las actividades diarias necesarias para el cultivo de café.

Palabras Clave: Café, Escorrentía, Fertilización, Terrazas, Erosión.

Abstract

The cultivation of coffee represents the economy of the municipality of Pitalito and the south of Huila, however, the soils destined for this purpose often present a high inclination, where the workers must carry out the activities in an uncomfortable way, with the danger of slipping or of falls, in addition there are inconveniences in sowing, fertilizing, silvering, among other activities that can affect production and put employees at risk. Therefore, it was proposed to carry out the implementation of bench terraces with 50 centimeters wide, for the production of coffee on the La Nueva Reforma farm in the Paraiso la Palma village of the township of Guacacallo de Pitalito - Huila, as a demonstration to be replicated. on other farms and reduce accident rates and difficulty of maintenance work. A study was carried out in which the percentage of the slope was determined by means of the agrolevel or apparatus A and a tape measure, the apparatus A measures two meters wide where the percentage of the slope for the realization of the terraces was given according to the difference in height in centimeters between two given points along the slope. With the above, it contributed to avoid runoff, increasing the infiltration of water into the soil and offering a cultivable platform, improving the daily activities necessary for the cultivation of coffee.

Keywords: Coffee, Runoff, Fertilization, Terraces, Erosion.

Tabla de contenido

Lista de figuras.....	11
Lista de Tablas	11
Introducción	13
Planteamiento del problema.....	14
Pregunta de Investigación.....	15
Justificación	16
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco teórico	18
Clasificación morfológica del café	18
La raíz:	18
Tallo y ramas del café.....	18
La hoja del café.....	19
La flor del café.....	19
El fruto del café.....	19
La semilla del café	19
Requerimientos edafoclimáticos del cafeto	20

Condiciones agrícolas para la producción de café	22
Obtención de plántulas.....	22
Preparación de suelos.....	22
Trazado del lote.....	23
Siembra	23
Fertilización	23
Manejo de plagas y enfermedades	24
Manejo de Arvenses.....	25
Cosecha y Postcosecha (beneficio).....	26
Empaque.	27
Problema de erosión de suelos en laderas de cafetales	27
Trazado de curvas de nivel	27
Terrazas.....	28
Marco referencial	29
Marco conceptual.....	34
Marco contextual	37
Metodología	38
Resultados	40
Objetivo Específico 1: Implementación de terrazas para manejo y conservación de suelos y la protección de microorganismos del suelo.....	40

Elaboración del Agronivel o aparato “A”	40
Medición de la pendiente	41
Elaboración de las Terraza Banco.....	44
Objetivo Específico 2: Dar a conocer el proceso realizado para que más agricultores de la zona pueda aprovechar el sistema de terrazas.....	48
Discusión.....	54
Conclusiones.....	56
Recomendaciones	57
Bibliografía	58

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación geográfica del proyecto	37
Figura 2 Distancia entre obras de conservación según el porcentaje de la pendiente	39
Figura 3 identificación de la distancia entre las terrazas según el porcentaje de la pendiente	44
Figura 4 Evidencia de la construcción de terrazas para el cultivo de café	45
Figura 5 Construcción de Terrazas para cultivo de café para mayor facilidad al caminar	46
Figura 6 Evidencia de construcción de terrazas a nivel sobre la pendiente.....	47
Figura 7 Evidencia de construcción de Terrazas para cultivo de café sobre la pendiente del terreno.	47

Lista de Tablas

Tabla 1 Materiales para construir el Agronivel	40
Tabla 2 Materiales para medir la pendiente	41
Tabla 3 Resultado de medición de intervalos de la curva de nivel	42

Introducción

En Colombia la producción de café se da en las llanuras de la Sierra Nevada de Santa Marta y en laderas empinadas de la Cordillera de Los Andes, dividiéndose en cuatro regiones. Norte con los departamentos de Magdalena, Cesar y Guajira. Al sur con los departamentos Huila, Cauca, Nariño, Sur del Valle del Cauca y sur del Tolima. Al oriente con Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander. La producción de café en Colombia lo ha catalogado como el tercer productor a nivel mundial por ser bien apreciado en el mercado internacional, por lo cual esta actividad ha estado ligada al desarrollo y bienestar del país. (Finagro, s,f).

De acuerdo con Ibáñez, (2023), en Colombia la producción de café para el periodo de 2022 fue de 11,1 millones de sacos de 60 kg, siendo esto menor a la producción del periodo 2021, es decir merco el 12% de la producción, donde se dio a conocer que este resultado es debido a la ola invernal que tuvo que atravesar el país, donde el exceso de agua, la baja luminosidad y floración son causas de la baja producción.

El presente proyecto se ubico en el departamento del Huila, en el municipio de Pitalito el cual se caracteriza por ser uno de los municipios con mayor producción de café, sus suelos tienen una pendiente que van desde el 5%, al 100%, por lo que dificultan las labores de manejo del cultivo y también dan paso a que se presente la erosión, provocando la perdida de nutrientes, disminución de la capa vegetal por escorrentía. (Cuellar, 2021). Es así como el presente proyecto ha desarrollado la implementación de terrazas banco dentro del cultivo de café en la finca La Nueva Reforma en la vereda Paraiso la Palma del corregimiento de Guacacallo de Pitalito – Huila como una estrategia de protección de suelos frente a la erosión hídrica, con la cual se puede disminuir la velocidad del agua lluvia, mejorando la infiltración del agua para su disponibilidad en el suelo y beneficio del cultivo de café.

Planteamiento del problema

La producción de café es uno de los negocios más rentables para los finqueros del municipio de Pitalito, donde el departamento del Huila junto con los departamentos de Nariño y Cauca son el nuevo eje cafetero gracias al incremento en la producción de café, generando más empleo y mayor sostenibilidad a las familias caficultoras. Y es el municipio de Pitalito el mayor productor de Colombia. (La Voz de la Región, 2022). El mejorar los procesos productivos es una alternativa que puede ayudar a muchas familias que se sustentan de este cultivo ya que las partes en las cuales se tienen la oportunidad de producir café, por lo general son zonas con bastante inclinación, este es el caso puntual de la finca La Reforma ubicada en el corregimiento de Guacacallo, en ella la altura para producir café es óptima, pero debido a sus laderas, el manejo productivo se hace complicado por las condiciones de la zona.

Por la inclinación del suelo, muchas veces se presentan dificultades para los trabajadores que laboran este tipo de lotes, debido a que tienen dificultades para su desplazamiento con el miedo constante a resbalarse si llevan un bulto de café, de abono o algún equipo de fumigación. Esto genera entorpecimiento de este tipo de procesos, muchos trabajadores no quieren ir a estas zonas lo que a su vez provoca pérdidas económicas por la falta de mano de obra y por pérdida de nutrientes del suelo los cuales los debe de reponer el productor, ya que cuando existe erosión fluvial, cuando pasan altos afluentes de agua, por lo general lavan gran parte de los productos que están en la parte alta de la montaña y lo deslizan hacia abajo hasta la base lo que no permite la utilización total de los fertilizantes aplicados. De acuerdo con la zona cafetera en Colombia se estima una pérdida de suelo de 6 a 30 toneladas/ha al año. (Cenicafe, 2010)

Por lo que este proyecto implementó la construcción de terrazas banco en los suelos con alta pendiente, debido a que promueve la conservación de suelos y de los nutrientes que se aplican, además de generar un camino transitable para los trabajadores. Con los resultados de este proyecto se ve la oportunidad de dar a conocer este sistema productivo para otros caficultores para que puedan implementar este tipo de mejoras en sus fincas y puedan generar mejores condiciones de calidad para quienes trabajan en este tipo de lugares, donde se aproveche la producción, se conserven las condiciones físicas de los suelos, así como se dé una mayor producción de café de cada día.

Pregunta de Investigación

¿Cómo se puede reducir la erosión hídrica en suelos de laderas de la finca cafetera La Reforma ubicada en el corregimiento de Guacacallo del municipio de Pitalito - Huila?

Justificación

El municipio de Pitalito es una de las zonas que produce más café del sur del país, su clima y suelo es ideal para la producción de este grano apetecible en todas las partes del mundo. Una característica especial de las zonas cafeteras es que gran parte de estas se encuentran en zonas montañosas, que poseen grandes pendientes, lo que dificulta varios de los procesos mediados en la producción del café, entre ellos abonar el café, fumigarlo, platear los árboles, o recolectar el café.

La finca la nueva Reforma en donde se desarrolla el proyecto tiene varias zonas con laderas de pendientes superiores al 30%, de esta manera se pretende realizar una estrategia de conservación de suelos como son la implementación de terrazas que ayude a que la pendiente no sea pronunciada, realizando un espacio donde se pueda caminar con tranquilidad, donde se prevenga cualquier tipo de deslizamiento de las personas que laboran y se disminuyan la problemática de erosión hídrica.

Por este motivo, se determina que en esta zona se puede generar un impacto positivo considerable al mejorar la calidad de vida de los trabajadores que se encuentren en esta zona, generando más aprovechamiento de los productos que se aplican, lo que genera un impacto social debido a que ayudará a muchas más fincas a que estas laderas no generen un inconveniente para la producción del café, conservando las propiedades del suelo. Prometiendo una producción agrícola sostenible y bienestar para las familias productoras.

Objetivos

Objetivo General

Implementar terrazas con pendiente superiores al 30% en la finca La Reforma del municipio de Pitalito Huila.

Objetivos Específicos

Implementación de terrazas para manejo y conservación de suelos y la protección de microorganismos del suelo.

Dar a conocer el proceso realizado para que más agricultores de la zona pueda aprovechar el sistema de terrazas.

Marco teórico

El café es una planta tropical que pertenece a la familia de las Rubiáceas, su nombre se describió por primera vez en el año 1.592 luego de haber sido halladas en África, y luego en el año de 1737 se clasificó como un nuevo género con el nombre de Coffea, y una sola especie llamada Arábica, actualmente se distinguen cerca de 103 especies en todo el mundo. El café en Colombia fue introducido en los inicios del siglo XIX, donde en el año 1925 fue cuando se comenzaron a establecer los primeros cultivos. (Herrera, & Cortina, 2013).

Clasificación morfológica del café

El árbol de café es un arbusto tropical denominado Cafeto, se diferencian de otros árboles teniendo en cuenta su estructura y porte. A continuación, se relacionan sus estructuras y funciones.

La raíz:

La raíz principal del café penetra verticalmente el suelo hasta llegar a cerca de 50 centímetros, y raíces secundarias crecen horizontalmente, de esta manera se facilita la captación del agua y nutrientes que promueven el crecimiento y futura producción, debido a que en las raíces se acumulan sustancias que se transportan hacia las hojas y frutos. (Cenicafe, 2008)

Tallo y ramas del café

El tallo y las ramas hacen parte del esqueleto del cafeto, donde se encuentran los nudos que a su vez tienen diferentes tipos de yemas, las cuales originan a ramas primarias y las otras yemas dan lugar a las flores, cuando surgen nuevas ramas, éstas permiten que se produzca la cosecha, debido a que facilitan la floración y producción futura. (Cenicafe, 2008)

La hoja del café

La hoja del café tiene como función el proceso de fotosíntesis, transpiración y respiración, estas crecen cada 15 o 20 días, por lo que un árbol de café tiende a tener entre 440 hojas cada año, durando un año hasta que se renuevan. Las condiciones de sequía, altas temperaturas y mala nutrición tienden a reducir el número de hojas en el árbol. (Cenicafe, 2008)

La flor del café

La flor del café origina al fruto del café, estas primero se forman en los nudos de las ramas hacia la base de las hojas, se forman en grupos de cuatro o más flores. Estas tienen cuatro fases de formación que dura cinco meses. La Iniciación floral y diferenciación, El Corto período de latencia (tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce), La Renovación rápida del crecimiento del botón floral, y la Apertura de las yemas. (Cenicafe, 2008)

El fruto del café

El fruto del café resulta de la fusión del grano de polen con el óvulo, de donde tras estar formado el fruto se originan las semillas, es así como el fruto comprende cuatro etapas para su formación; primero el fruto es fecundado hasta la sexta semana, luego comienza a crecer rápidamente y comienza a tomar más peso y volumen. Después se da la formación interior del fruto y comienza a desarrollarse los nutrientes y se endurece la almendra. A la ausencia de agua trae consecuencia en la formación del fruto el cual se forma averanado. Por último, se da la maduración del grano el cual cambia verde a rojo. (Cenicafe, 2008)

La semilla del café

La semilla del café representa a la almendra y el pergamino, la almendra es dura y de color verde y el pergamino tiene como función proteger a la semilla, actuando como cubierta. El pergamino cuando el grano está maduro contiene una sustancia azucarada llamada mucílago.

De acuerdo con la Organización Internacional de Café (OIC) para el periodo de 2022 la producción total de café fue de 167,2 millones de sacos, lo que marcó una baja en la producción de café en un 2,1%, comparado con el año 2021 que fue de 170,83 millones. Elcolombiano, (2023). En el departamento del Huila se llevó a cabo una producción de café de cerca de 3.7 billones de pesos, lo que representó un incremento de un billón de pesos. DiariodelHuila. (2023).

Requerimientos edafoclimáticos del cafeto

En Colombia existen diferentes pisos térmicos que proveen a las diferentes zonas del país diferentes temperaturas, distintas propiedades del suelo según su altura sobre el nivel del mar, sin embargo, para la producción de café en Colombia se requieren unas condiciones únicas las cuales proveen de condiciones necesarias para la producción de café de la especie arábica, la cual se cultiva en Colombia y es la especie que mejor se comercializa en el mundo. De esta manera las temperaturas que se requieren para su producción oscilan entre 19 y 21,5 grados centígrados. Según el agrónomo Jairo Almánzar Naranjo, el desarrollo del cultivo de café también depende de la altitud del terreno, lo que proveerá un buen desarrollo del árbol y granos de café, siendo la altura optima entre 1.200 y 1.800 msnm. "No se puede ser competitivo en zonas marginales altas por encima de 2.100 m.s.n.m. Allí el café sí se produce, pero no hay condiciones para que el cultivo sea rentable", menciona el profesional agrónomo. (Bancolombia, 2018).

El cultivo de café también requiere contar con precipitaciones entre 1.800 y los 2.800 milímetros anuales, los cuales deben de estar distribuidos en distintos meses con al menos 120 milímetros de precipitaciones cada 30 días. La zona debe contar con humedad y vientos poco fuertes lo que permite que se logre transportar el vapor de agua. La luz solar también cuenta y tiene como rango optimo las 1.600 y 2.000 horas de luz solar cada año, por lo que cada día se

debe de contar con 4,5 y 5,5 horas de rayos de sol. Por su parte, el suelo debe de contar con diferentes condiciones que permitan que el agua logre penetrar y brinde correcta humedad, además de dar anclaje a la planta para que esta logre captar nutrientes presentes en el suelo y promuevan su correcto crecimiento y desarrollo para su posterior producción. (Bancolombia, 2018).

Algunas de las condiciones que deben de tener el suelo son el color; el cual debe de ser oscuro, esto indica que el suelo contiene excelente cantidad de materia orgánica. La Textura; hace referencia a las partículas de las que está compuesta el suelo, existen texturas arenosas, arcillosas y/o limosas, la textura que es mejor para el árbol de café se llama franca, lo que hace referencia que las partículas del suelo se encuentran en iguales proporciones. La porosidad y permeabilidad; representan a un suelo que se logra agrupar en granos y/o partículas formando terrones y poros, de esta manera se logran condiciones óptimas para la retención de agua, formación y ocupación de aire. Profundidad: esta condición del suelo provee que las raíces del árbol de café logren desarrollarse llegando hasta longitudes de 80 centímetros. El Grado de acidez o pH; es otra propiedad del suelo que representa su acidez, la cual se considera optima si está entre 5 y 5,5. (Bancolombia, 2018).

También la Fertilidad; el suelo requiere que para el árbol de café contenga nutrientes con mayores contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y en una menor medida el Calcio - Magnesio, Azufre - Hierro, Zinc - Manganeso, Boro – Cobre. De esta manera cuando se quiere establecer un cultivo de café, antes de programar su fertilización, es necesario realizar un análisis de suelo el cual va a indicar la cantidad existentes de los elementos en el suelo, lo que le permitirá al productor determinar las cantidades que se requieren aplicar o corregir. Por último, la materia orgánica hace referencia a residuos ya descompuestos de las plantas y animales que se

encuentran en el suelo del cultivo de café, según estudios se tiene un índice de materia orgánica mayor al 8%. Teniendo en cuenta lo anterior, el mejor suelo para la producción de café son los de textura franca debido a que esta tiene mejor profundidad efectiva, estructura granular, excelente aireación y permeabilidad moderada. (Bancolombia, 2018).

Condiciones agrícolas para la producción de café

Obtención de plántulas

De acuerdo con Cenicafé, (2019), la obtención de plántulas de café es mediante su reproducción por semilla el cual se hace desde un germinador elevado utilizando recursos como guadua o estacones de madera e insumos como arena lavada de río. Después de dos meses se obtiene la chapola desarrollada. La arena se debe de desinfectar con agua caliente para su esterilización y así prevenir enfermedades como el mal del tallito ocasionada por el hongo *Rhizoctonia salani*.

La chapola se pasa al almacigo en una bolsa plástica de 17x23 biodegradable, con el uso de tierra, y materia orgánica en una proporción de 3:1 proveniente de pulpa de café descompuesta. Las bolsas se disponen en eras de 1m de ancho y 10 m de largo y calles de 0,5 y zanjas de 0.1 m de profundidad. En esta bolsa la plántula dura 6 meses para estar lista para la siembra. La tierra utilizada en el almacigo se desinfecta haciendo la solarización, tapándola con un plástico y dejándola en el sol por una semana. El control de arvenses en el almacigo se hace manualmente sin uso de herbicidas. En el almacigo se utilizan micorrizas para evitar el ataque de nematodos. (Cenicafé, 2019)

Preparación de suelos

Se propone la realización de labranza de conservación que consiste en un laboreo y preparación del suelo para realizar la siembra donde el suelo se deja cubierto con residuos del

cultivo anterior. El suelo debe laborarse en estado semisólido debido a que la respuesta del suelo es la mejor, la humedad es suficiente y se evita la cementación. Con estas prácticas es posible obtener un ahorro en el número de labores, costo por menor laboreo del suelo. Los residuos de cosecha quedan distribuidos en el campo actuando como una capa amortiguadora. (Cenicafé, 2019)

Trazado del lote

El trazado del lote requiere el uso de materiales como estacas de madera, varas y piolas, el trazado se realiza en surcos a través de la pendiente. (Cenicafé, 2019)

Siembra

Se realizan hoyos con el uso de un palín. Los hoyos deben ser con 30 cm de ancho y 40 cm de profundidad, se debe de aplicar abono orgánico 15 días antes de plantar las plántulas. Con distancias de 1m entre plantas por 1.50 entre surco, para una densidad de 6000 plantas por hectárea. (Cenicafé, 2019)

Fertilización

La fertilización del café depende de las necesidades de la planta y de los nutrientes disponibles en el suelo, por lo que es necesario realizar un análisis de suelo para diseñar un plan de fertilización cada año. Entre otras las alternativas de fertilización como es la orgánica, se puede mencionar el estiércol de gallina; el cual se puede obtener de los gallineros y que este descompuesto. Se debe de colocar una capa de 5 cm de aserrín de madera, cascarilla de arroz o de café sobre el piso de las jaulas de las gallinas, luego de haber pasado de 4 a 6 meses se debe de recoger y se cubre con un plástico y se almacena entre 30 y 45 días, para posteriormente ser utilizado como abono. Se deben de aplicar alrededor del árbol de café a 30 cm del tronco en cantidades de 2 kilogramos por árbol. (Intagri, 2021).

Implementación de microorganismos de montaña: se debe de realizar la captura y propagación de microorganismos eficientes (em) de montaña, tomando materia orgánica en descomposición de un bosque primario, se extrae la hojarasca descompuesta y se quita la primera capa superficial de hojas. Se mezcla la materia orgánica con salvado de trigo o de arroz en relación 1:1. Se agrega melaza hasta quedar una mezcla húmeda y homogénea. Se coloca en un recipiente plástico, de boca ancha y se compacta con un pisón cerrando con una tapa por 30 días para obtener el semillero de microorganismos. Ahora se realiza la activación de los microorganismos de montaña, se tomar 4 kilos del semillero en una tela delgada y se deposita en una caneca de 200 litros de agua. Se añade 10 kg de melaza, 2 kg de Cal dolomita y 2 litros de Leche (opcional), luego se tapa por tres días, y se destapa para moverlos y airearlo. Al 4 día se obtienen 200 litros de microorganismos activados para ser aplicados a 2000 kilos de pulpa de café con una bomba de espalda. Luego de ser aplicado a la pulpa se esperan 30 días haciendo volteos de la misma y ya está listo para aplicar en el cultivo de café alrededor de las ramas inferiores en cantidades de 2 kilogramos por árbol. (Villalobos, 2016).

Manejo de plagas y enfermedades

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia se recomienda realizar la identificación de plagas monitoreo, que para el caso de una de las plagas de mayor importancia como es la broca (*Hypothenemus hampei*), es importante controlar su vuelo utilizando vasos plásticos con atrayente de Etanol + Metanol, al ser atraída esta cae en uno de los vasos que tiene agua con detergente. Se ponen 20 trampas por hectárea. Se toma registro cada ocho días y se mide el nivel de infestación mediante conteo (una por una) si son pocas, o por tareo (cuenta 1 muestra), si son muchas y se saca un promedio. El monitoreo se realiza cada semana. (FNC, 2016).

También se ha recomendado realizar el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* la cual se libera colocando a germinar el hongo en agua por 24 horas para aplicarlo por aspersión, se puede encontrar en casas comerciales de venta de agroinsumos. Se utiliza como insecticida biológico, que infecta la broca cuando sus esporas hace contacto con este se adhiere a su cuerpo creciendo y penetrando su cutícula. (FNC, 2016).

Monitoreo de la roya (*Hemileia vastatrix*): Se debe de realizar la revisión periódica del lote de café donde se seleccionen aleatoriamente 20 plantas, para revisar la incidencia de la enfermedad calculando el porcentaje de hojas enfermas respecto del total de hojas evaluadas en el lote. La severidad se realiza calculando el porcentaje de los signos y manchas presentes en las hojas. El monitoreo se realiza una vez por semana, se toma una hoja por árbol y se dobla en 4 partes, quedando así dividida en porciones de 12,5%, así se determina el porcentaje de la hoja afectada. (FNC, 2016).

Manejo de la roya (*Hemileia vastatrix*): se ha recomendado el control de la roya haciendo uso del hongo, *Lecanicillium lecanii*, debido a que este puede comer las esporas de la roya y destruirla, creando una roya blanca y pulverulenta, que ataca a la roya del café. (FNC, 2016).

Manejo de Arvenses

Teniendo en cuenta diferentes arvenses que tienden tener alta interferencia en los cafetales, es recomendable realizar un manejo de arvenses mediante controles integradas de labores mínimas de labranza, es decir se pueden utilizar herramientas como machete y azadón para mantener limpio de arvenses solamente de la zona del rededor del tronco del árbol de café a 30 cm sobre el suelo hacia afuera. Y con la guadaña se puede realizar el corte de malezas presentes en las calles dejando aquellas arvenses nobles que se caracterizan por ser de porte bajo y crecimiento rastrero, por lo que no interfiere en el crecimiento del café. (Cenicafé, 2019)

Si no hay arvenses nobles en los cafetales se pueden introducir en el cultivo, como son el maní forrajero (*Arachis Pintoi*), el cual permite conservar el suelo del impacto de la lluvia, tras su crecimiento se puede controlar su población con la guadaña sin dejar descubierto el suelo totalmente. (Infogarde, 2019). Se puede implementar barreras vivas y la asociación de cultivos de pancoger como el plátano y el frijol que sirve como prácticas de abono verde, el cual después de su cosecha, los residuos quedan en el suelo y son descompuestas proporcionando materia seca al suelo con proporciones de nutrientes que son aprovechables por el suelo y las plantas del café. (Cenicafé, 2019)

Cosecha y Postcosecha (beneficio)

Tradicionalmente en la cosecha se recogen solo los frutos maduros de forma manual en cocos y tulas o costales, se clasifican los granos verdes, o defectuosos, hojas o palos. (Cenicafé, 2019)

En la postcosecha se realiza la acción de despulpado sin hacer uso de agua, donde se aproveche la gravedad y se dé la caída del grano hacia la máquina despulpadora, con esta acción se reduce la contaminación en un 72%. Se pasa a la etapa de fermentación por 18 a 30 horas utilizando 1 litro de agua por cada kilogramo de café. Se pasa al lavado del café utilizando agua limpia para la eliminación del mucilago. (Cenicafé, 2019)

Los residuos de la postcosecha como son; pulpa que al ser obtenido del despulpado sin agua se conduce a una compostera donde comienza un proceso de descomposición para posteriores usos de fertilización del cultivo de café. Otro residuo es el mucilago que se puede adicionar a la compostera de la pulpa para enriquecer el proceso de descomposición y agregados nutricionales. Por su parte el agua de lavado se puede volver a utilizar en el proceso. (Cenicafé, 2019)

Con el café lavado se pasa a la fase de secado, donde se coloca el café en secaderos de plástico, y este se dispersa en sobre el suelo en lona negra donde se debe de mover dos veces al día, mañana y tarde, hasta reducir su humedad del 10 al 12%. (Cenicafé, 2019)

Empaque.

Al estar seco el grano se debe de empacar y tulas de fique de 50 kl y deben de ser almacenados sobre estibas de madera en sitios limpios y libre de roedores para su previa comercialización. (Cenicafé, 2019)

Problema de erosión de suelos en laderas de cafetales

De acuerdo con Resende, (1985), para que el suelo logre formarse desde un centímetro de suelo desde condiciones naturales son necesarios 100 a 400 años. Ahora en la actividad agrícola del sector cafetero el suelo puede perder hasta cinco centímetros en tan solo un año luego de actividades como la deshierba con el uso del azadón. En Colombia se estima que el 40% del territorio cuentan con la presencia de erosión que va desde muy ligera a muy severa, siendo la zona Andina, donde predominan las áreas cafeteras, ha resultado mayormente afectada debido a que presenta un 88% de erosión (Suárez & Rodríguez, 1962). Como principal causante de la erosión en la zona cafetera en Colombia se reporta que la lluvia es el principal causante natural, por su frecuencia, intensidad y energía cinética, que por ser el territorio con altas pendientes y largas longitudes esto favorece el proceso de la erosión. (FNC, 1975)

Obras de conservación del suelo en laderas

Trazado de curvas de nivel

Teniendo en cuenta que desde el punto de vista técnico-científico, cuando se encuentran laderas con más del 50% de pendiente, estas deben de tener una vocación forestal, y por su parte para suelos en laderas que se encuentran con un porcentaje inferior a este porcentaje se deben de

implementar estrategias de conservación de suelos y agua. Es así como se puede relacionar el trazado de curvas de nivel utilizando el aparato A, la cual se caracteriza por ser un instrumento que sirve para la construcción de diferentes obras físicas de conservación de suelos y agua (IICA, 2012).

Terrazas

Una de estas obras son las terrazas que consisten en plataformas continuas con una base angosta que son trazadas a nivel sobre la pendiente, con esta especie de barrera se puede aportar a la estabilidad del terreno, con la intención de captar el agua de escorrentía controlando la erosión, gracias a que el agua se infiltra a las capas profundas del suelo. Las terrazas aumentan la infiltración del agua en el suelo y al mismo tiempo ofrecen una plataforma cultivable. Estas plataformas se hacen de forma cultivable conformado por corte y relleno, las medidas están sujetas a la pendiente y el tipo de suelo. (IICA, 2012).

Marco referencial

En el presente apartado se encuentran relacionados diferentes estudios realizados previamente en diferentes países, donde tras la problemática de la erosión producto del cambio climático donde se describe que las fuertes lluvias han traído la necesidad proteger los suelos para promover la producción agrícola con cultivos como el café en zonas de ladera, por lo que se han implementado diferentes alternativas para contrarrestar esta problemática.

En países como Costa Rica, Honduras y Guatemala se ha registrado el uso de prácticas de Adaptación Basada en Ecosistemas (AbE), para promover la conservación, restauración y manejo sostenible de ecosistemas y su biodiversidad. Donde los autores Guadarrama, *et al.*, (2018), se propusieron a describir el uso de once prácticas de AbE aplicadas por pequeños agricultores de café, de cinco sitios ubicados en Costa Rica, Honduras y Guatemala; uso de sombra en parcelas de café, cercas vivas, cortinas rompevientos, huertos caseros, terrazas, surcos en contorno, cobertura viva, barbechos, bosques ribereños, parches de bosque y plantaciones forestales. Donde se compararon las características biofísicas y de frecuencia de uso de las mismas por cada una de las zonas de producción evaluadas. Se seleccionaron 191 caficultores, algunos de estos cultivan solamente café y otros incluyen la siembra de granos al cultivo de café. La información obtenida se recolecto en campo usando tabletas programadas con el software SurveyCTO, un producto que captura, registra y procesa los datos colectados durante entrevistas estructuradas y trabajo de campo.

Como resultados los autores Guadarrama, *et al.*, (2018), lograron definir que la práctica más usada por los productores fueron el uso de árboles de sombra (94,2%), seguida por surcos en contorno (74,9%), huertos caseros (56%), cercas vivas (49,2%), siendo terrazas (30,9%),

barbecho (25,1%), bosque (22,5%), cobertura viva (2,6%), plantación forestal y cobertura rompeviento (1,6%). También se encontró que el 100% de los productores hace uso de al menos una práctica de AbE y el 40% hace uso de cinco o más de estas prácticas, mientras que, el número promedio de prácticas de AbE promedio por finca fue de 3,68. De esta manera los autores consideraron importante que los técnicos que asesoran a los productores realicen capacitaciones para que estén familiarizados con las prácticas de AbE, y se logre desarrollar la habilidad de la implementación de estas prácticas para que se logre ayudar a los productores a adaptarse al cambio climático.

Por su parte los autores Arrollo, *et al.*, (2018), en su estudio el cual se llevo a cabo en el municipio de Xalapa Veracruz, México, realizaron la evaluación de la degradación del suelo y su nivel de fertilidad en dos sitios de ladera, en un sitio se evaluó el suelo sin cultivos y en el otro con el cultivo de café, con lo anterior se busco conocer si es posible obtener un eficiente aprovechamiento de estos.

En los resultados obtenidos en laboratorio se logró identificar que el sitio en la zona cafetalera tiene un mayor grado de fertilidad, con respecto al sitio sin cultivar, también que el suelo el cual no contaba con sembradío alguno, tuvo mayor riesgo de erosión y el suelo con la producción de café (*Coffea arabica* L), tienen que ser aplicadas las Prácticas u Obras de Conservación de suelos, para recuperar la fertilidad y conservar suelo y humedad. Donde se recomendaron implementar “terrazas de banco” y “terrazas de banco en contrapendiente”, para modificar la pendiente del terreno y de esta manera promover que el suelo logre absorber el agua y así mismo incrementar la producción, con lo anterior lo que se promueve es la sostenibilidad del uso del suelo a través del tiempo. (Arrollo, *et al.*, 2018)

En Costa Rica los autores Navarro, (2017), en su investigación tuvieron como objetivo analizar la influencia de los insumos en el cultivo del café sobre los conflictos sociales, ambientales y económicos en la Subcuenca del río Pirrís, para luego realizar recomendaciones que contrarrestan la reducción y mitigación de los efectos. Para lo cual se realizaron 45 entrevistas semiestructuradas en 10 microcuencas y la recopilación de información sobre los efectos del cultivo de café en el recurso hídrico. También se realizó un análisis de los datos ambientales sobre la influencia de los agroquímicos en el recurso hídrico y se realizaron talleres para la generación de ideas y soluciones sobre buenas prácticas en el uso de agroquímicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, los autores lograron identificar a través de las entrevistas un mal uso de los agroquímicos debido a la baja motivación por falta de apoyo y asesoramiento. Donde se han dado como alternativas para la solución de las problemáticas con talleres para promover la educación frente a la cultura de reciclaje, apoyo en la búsqueda del mayor aprovechamiento de la producción de café, así como implementar prácticas ambientales para el aprovechamiento de desechos y el trabajo adecuado de los terrenos como la implementación de terrazas y drenaje para evitar la erosión. (Navarro, 2017)

Con la anterior investigación se ha logrado evidenciar la importancia que tiene la estrategia de cuidado del suelo frente a la problemática de erosión como son la implementación de las terrazas en los cafetales para mitigar el uso de agroquímicos como son los herbicidas para contrarrestar las malas hierbas, también para evitar el lavado de los fertilizantes que se aplican al café, los cuales terminan siendo arrastrados y al mismo tiempo se controla la erosión.

En Colombia se ha registrado un estudio sobre la evaluación de la efectividad de las barreras vivas, barreras muertas, zanjas de infiltración y terrazas en ladera como prácticas de conservación de suelo, para el control de la escorrentía superficial y la erosión hídrica para el uso

sustentable del suelo, por los autores Cortés, & Vargas, (2017), quienes llevaron a cabo esta investigación en la vereda Santa Bárbara, finca Rio Chiquito del municipio de Guasca, Cundinamarca, con un terreno de 12,8 ha, donde se tomaron parcelas divididas al azar, en cada parcela se encontraron instaladas las cuatro estrategias de conservación de suelo mencionadas anteriormente y un testigo para un total de 20 unidades experimentales de 16 metros cuadrados cada uno, sobre los cuales también se implementó la siembra de cultivos de arveja (*Pisum sativum*), fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y zanahoria (*Daucus carota*), al final de cada unidad experimental se realizó la instalación de una zanja recubierta con polietileno, con el objetivo de conducir el volumen de agua escurrido y los sólidos arrastrados hacia un recipiente colector final, y un tanque captador del agua de 20000 ml, para finalmente analizar el agua escurrida y los sedimentos captados.

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados se logró identificar que entre las cuatro estrategias de conservación evaluadas, las estrategias que presentaron una mayor pérdida de agua de escorrentía fueron el testigo, (sin estrategia de conservación), barreras vivas y barreras muertas, por su parte las estrategias de terrazas y las zanjas de infiltración arrojaron menores pérdidas de agua de escorrentía, puesto que las barreras vivas presentaron pérdidas de 15,42mm, resultado estadísticamente igual que las parcelas testigo con 15,43mm, lo que representa la poca efectividad contra la escorrentía superficial. Por su parte la estrategia de zanjas de infiltración y las terrazas representaron una mejor alternativa debido a que su pérdida fue inferior con 13,8 mm y 14,1 mm respectivamente. Frente a la evaluación de la pérdida de sedimentos por erosión, se conoció que las zanjas de infiltración representaron la mayor efectividad para prevenir la pérdida de sedimentos con un promedio de 458kg/Ha, seguido de la barrera viva con 1.624kg/Ha, la

barrera muerta por 1.680 kg/Ha, la estrategia de terrazas con 1.727 kg/Ha. (Cortés, & Vargas, 2017)

Los autores concluyen que la alternativa de un sistema de terrazas ha sido considerada dentro de las alternativas que presentan mayor efectividad en procesos de control de erosión, sin embargo, en su investigación fue la segunda práctica que presentó la mayor pérdida de sedimentos con 1727kg/Ha. La explicación de este resultado se debió a la poca estabilidad estructural con la que contaban las terrazas, debido a su corto tiempo de instalación al momento del registro de información. Sin embargo, a través de los registros posteriores, se pudo verificar que a medida que transcurre el tiempo de su implementación mayor es su estabilidad y efectividad, pero también esta eficiencia también depende de la combinación de otras prácticas de conservación como la siembra en curvas de nivel, siembra en fajas o la conservación de la cobertura del suelo. (Cortés, & Vargas, 2017)

También es de resaltar que las barreras vivas en este estudio el cual representó un comportamiento similar a las terrazas y barreras muertas, se consideran tienen un buen aporte para la conservación y estabilidad del suelo, pero a largo plazo, debido a que durante un tiempo se van formando pequeñas terrazas, y su eficacia en el control de la erosión también depende de la especie vegetal a implementar. (Cortés, & Vargas, 2017)

Marco conceptual

A continuación, se presentan los conceptos más importantes que resaltan el desarrollo del presente estudio teniendo en cuenta fuentes confiables.

Agricultura en Ladera: En Colombia la agricultura se caracteriza por ser de ladera en donde la “mayor parte se hace en pendientes superiores al 50 por ciento y en muchos casos por encima del 100 por ciento, lo cual se considera un fenómeno único en el mundo”. (Arias, s,f).

Agricultura de Conservación: “La agricultura de conservación tiene como objetivo intensificar de manera sustentable los sistemas agrícolas de los pequeños productores y tener un efecto positivo en el medio ambiente utilizando procesos naturales. Ayuda a los agricultores a adaptarse y aumentar las ganancias a pesar de los riesgos climáticos”. (CIMMYT, 2020)

Agronivel: “es un instrumento sencillo que sirve para el trazado de las curvas a nivel para el diseño de canales, surcos para riego y terrazas, construcción de acequias para almacenar agua y mantener la humedad del suelo y sirve también para establecer barreras vivas y cultivos en contorno”. (Agrosavia, 2004)

Curvas a Nivel: hace referencia a una línea trazada en el suelo en la cual todos sus puntos se encuentran a la misma altura. Para que se logre implementar un cultivo sobre el terreno es necesario hacerlo sobre una curva a nivel, para impedir que el agua recorra con mucha velocidad pendiente abajo, gracias a que las plantas sembradas en cada punto funcionan como obstáculo, evitando el arrastre del suelo. La curva de nivel se puede realizar utilizando instrumentos simples como tres reglas de madera (dos reglas de igual tamaño y una corta), es necesario un cordel, un lápiz para marcar y una botella o piedra para que funcione como plomo. “El nivel se coloca sobre el terreno, se coloca el cordel en el centro, donde está la marca, lo que

indicará que las dos patas se encuentran a un mismo nivel sobre la pendiente, al ir moviendo el nivel A sobre el terreno e ir marcando con estacas, se puede trazar una línea, o curva a nivel”. (Guzmán, 2012).

Erosión Hídrica: De acuerdo con UNAL, (s,f), esta “Es la erosión por agua lluvia y abarca la erosión provocada por el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo, como también la acción hidráulica que arranca y transporta las partículas de suelo por el escurrimiento en laderas y taludes”.

Estrategias agroecológicas: Según (Altieri., A & Nicholls., I, s,f), estas son estrategias puestas en práctica en la agricultura, “que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, la adición de materia orgánica al suelo, la cosecha de agua, etc”. Son utilizadas por comunidades vulnerables en sus sistemas agrícolas para enfrentar los cambios climáticos.

Escorrentía Superficial: “es la precipitación que no se infiltra en ningún momento y llega a la red de drenaje moviéndose sobre la superficie del terreno por la acción de la gravedad. Corresponde a la precipitación que no queda tampoco detenida en las depresiones del suelo, y que escapa a los fenómenos de evapotranspiración”. (Caminos, s,f).

Infiltración: De acuerdo con Ruiz., R, & Martínez., S, (s,f), este término “se define como el proceso por el cual el agua circula a través del perfil del suelo (desde la superficie terrestre hacia abajo) reponiendo la humedad del suelo, recargando los acuíferos y manteniendo el caudal de los ríos durante los periodos de estiaje”.

Terraza de Banco: “Las terrazas de banco son prácticas de conservación de suelos y aguas que nuestros antepasados ya construían en terrenos de ladera. Tienen una parte plana (el “terraplén”) que sirve para cultivar, y una parte cortada (el “talud”). Se llama terraza de banco porque su forma se parece a un banco o una silla. (Jircas, s,f).

Marco contextual

El desarrollo del presente proyecto aplicado tuvo lugar en el municipio de Pitalito, el cual se caracteriza por ser el segundo municipio más poblado del departamento del Huila y es considerado como el mayor productor de café de Colombia. Pitalito está ubicado al sur del departamento del Huila sobre el valle del Magdalena y en el vértice que forman las cordilleras central y oriental a 1.318 más sobre el nivel del mar y a unos 188 Km de la Capital del Huila. Es considerado la Estrella Vial del Surcolombiano por su localización estratégica, que permite la comunicación con los Departamentos vecinos del Cauca, Caquetá y Putumayo. Al Norte limita con el municipio de Timaná, Elías y Saladoblanco, al Occidente con los municipios Isnos y San Agustín, al Sur con el municipio de Palestina y al Oriente con el municipio de Acevedo. La finca llamada La Nueva Reforma en la vereda Paraíso la Palma del corregimiento de Guacacallo tiene una altitud entre 1000-1800 msnm, cuenta con una temperatura media de 18 y 21°C. (Alcaldía, s,f)

Figura 1

Ubicación geográfica del proyecto



Nota. Se muestra la ubicación del proyecto que integra, el municipio de Pitalito, la vereda Paraíso La Palma, finca La Nueva Reforma. **Fuente:** (Huila, s.f).

Metodología

El desarrollo del presente proyecto se llevo a cabo en la finca La Nueva Reforma ubicada en la vereda Paraíso La Palma, perteneciente al corregimiento de Guacacallo del municipio de Pitalito. Donde se seleccionó un lote de 10.000 m^2 , para la siembra de café (*Coffea arabica* L).

En el lote se llevó a cabo el cálculo de la pendiente del terreno, lo cual representó un dato importante para identificar el tipo de obra para la conservación de suelos a implementar en el terreno, antes de la siembra del cultivo de café. Para medir la pendiente del terreno se necesitó un agronivel o Aparato “A” de dos metros de ancho, y una cinta métrica. Para el cálculo del porcentaje de la pendiente se calculó el promedio en centímetros de cada uno de los puntos marcados con el agronivel sobre el terreno de manera vertical, y luego se dividió entre dos (medida correspondiente al ancho del agronivel), obteniendo de esta manera la pendiente.

Así como lo señala la siguiente formula: $\text{Alto} / 2 = \% \text{pendiente}$

Teniendo en cuenta el resultado de la pendiente del terreno, se identificó la importancia de implementar la elaboración de terrazas banco como obra para la conservación del suelo y de esta manera llevar a cabo un manejo para la protección de microorganismos del suelo. Según la pendiente, se hicieron los trazos a curvas a nivel para construir las terrazas tipo banco. De acuerdo con ContextoGanadero, (2022), menciona que teniendo en cuenta que cuanto mayor es la pendiente del terreno, más cerca tendrán que estar las obras y entre menor sea la pendiente, más separadas se trazan las curvas y se construyen las obras.

A continuación, se puede ilustrar en la figura las recomendaciones para el trazado de las curvas de nivel u obras de conservación, teniendo en cuenta el porcentaje de la pendiente.

Figura 2

Distancia entre obras de conservación según el porcentaje de la pendiente

Pendiente del terreno (%)	Distancia entre las obras de conservación (m)	
	Granos básicos y hortalizas	Cultivos densos y permanentes
5	20	25
10	15	20
15	10	18
20	9	16
25	8	15
30	7	14
35	6	13
40	6	12
45	-	10
50	-	9
55	-	8
más de 60	-	7

Nota: Recomendaciones para la construcción de obras teniendo en cuenta el porcentaje de la pendiente. Fuente: Quécafé, (s,f)

Implementadas las terrazas banco en el lote de café se llevó a cabo la elaboración de una ficha temática digital adjuntas en el presente informe, como recurso para dar a conocer a los productores de la zona que estén interesados en conocer el proceso realizado y se pueda aprovechar el sistema de terrazas como estrategia de protección y conservación de los suelos.

Las fichas temáticas didácticas sirven para introducir al público objetivo en un tema, donde se logra mostrar de manera organizada los puntos más importantes sobre el tema, el cual se acompaña con imágenes para mejorar la comprensión del tema. (Laescuela, s,f).

Resultados

Objetivo Específico 1: Implementación de terrazas para manejo y conservación de suelos y la protección de microorganismos del suelo.

Elaboración del Agronivel o aparato "A"

Para la construcción de las terrazas en el terreno primero se procedió a construir el Agronivel para la medición de la pendiente.

Tabla 1

Materiales para construir el Agronivel

Materiales	Cantidad
Varas o palos de dos metros de largo	2
Palos de 1.10 metros de largo	1
Metro	1
Puntillas	3
Plomada (piedra o botella con arena)	1
Estacas	2
Machete	1

Nota: Materiales para la construcción artesanal del Agronivel o aparato "A".

En primer lugar, se tomaron las dos estacas y se enterraron en el suelo a una distancia de 2 metros para utilizarlas como apoyo o guía para posicionar el cruce de las dos varas de 2 m de largo en forma de triángulo sobre el suelo, seguido se colocó la vara de 1,10 m en la mitad formando una "A". Las esquinas de las varas que se cruzaron se aseguraron con las puntillas. Por

último, se procedió a realizar la calibración del agronivel, utilizando la plomada, y ubicando el agronivel sobre una superficie plana, para lo cual se amarró con una piola la plomada, y se realizó una marquilla a mitad de la vara que se ubico en la mitad del agronivel el cual es de 0.55 cm, si la plomada se ubica sobre esta marquilla, esto indica que el agronivel se encuentra calibrado para realizar la medición de los puntos sobre el terreno, en el proceso de medición de la pendiente. (UNCDA, s,f)

Medición de la pendiente

Luego de elaborado el agronivel se realizó el desplazamiento al terreno y se procedió a calcular la pendiente.

Tabla 2

Materiales para medir la pendiente

Materiales	Cantidad
Agronivel	1
Estacas	28
Metro	1

Nota: Materiales para medición y cálculo de la pendiente.

Estando en la parte más alta de la pendiente se comenzó a determinar la línea de dirección de la pendiente, donde se comenzó enterrando una estaca como punto de partida. Desde este punto se colocó uno de los extremos del agronivel sobre el suelo y con el agronivel calibrado se tomó el metro para medir la altura del otro extremo del agronivel sobre el suelo, esta medición representa un intervalo de la curva de nivel, sobre el cual se enterró una nueva estaca. Luego sobre la nueva estaca se repitió el mismo procedimiento, de forma vertical sobre el terreno hasta terminar en la base del mismo, obteniendo la línea de dirección de la pendiente. A

continuación, en la tabla 3, se muestra el resultado de la medición de los intervalos de la curva de nivel. (ContextoGanadero, 2022)

Tabla 3

Resultado de medición de intervalos de la curva de nivel

Intervalo de curva de nivel	Medida en cm
1	126
2	103
3	99
4	100
5	91
6	106
7	103
8	139
9	140
10	115
11	134
12	100
13	112
14	123
15	100
16	102
17	145
18	134
19	145
20	134
21	130
22	123
23	145
24	134
25	145
26	113
27	100
Suma	3,241
Promedio	120,04
% Pendiente	60%

Nota: Se muestra el resultado de los intervalos de la curva de nivel obtenidos con el Agronivel.

Teniendo en cuenta el resultado de la suma de cada uno de los intervalos de la curva de nivel obtenidos, se aplicó la siguiente fórmula para la obtención de la pendiente del terreno.

$$\% \text{ Pendiente} = \text{Alto} / 2$$

(ContextoGanadero, 2022)

Se obtuvo el promedio de la suma de los intervalos de nivel dividiendo la suma de los intervalos entre la cantidad de los intervalos obtenidos, lo cual arrojó el promedio de 120,04 cm. El anterior valor se dividió entre 2 m, lo que representa el ancho del agronivel, con lo cual se obtuvo que la pendiente del terreno fue igual a 60%.

Teniendo en cuenta que la pendiente fue de 60% fue necesario que en el terreno se llevara a cabo labores de protección del suelo contra la erosión hídrica, por lo cual se identificó la importancia de la implementación terrazas como una obra de conservación del suelo, debido a que ayuda a frenar la escorrentía superficial y retiene el suelo en pendientes muy fuertes.

De acuerdo con (Bivica, s,f), las terrazas se deben de construir antes de realizar los surcos para la siembra del cultivo, y cuando la pendiente es muy alta, la distancia entre las obras de construcción de las terrazas deben de ser más cortas. Para conocer la distancia entre las terrazas se tuvo en cuenta la información de la figura 3.

Figura 3

Identificación de la distancia entre las terrazas según el porcentaje de la pendiente

Pendiente del terreno (%)	Distancia entre las obras de conservación (m)	
	Granos básicos y hortalizas	Cultivos densos y permanentes
5	20	25
10	15	20
15	10	18
20	9	16
25	8	15
30	7	14
35	6	13
40	6	12
45	-	10
50	-	9
55	-	8
más de 60	-	7

Nota: se determinó la distancia de las obras de conservación con una pendiente mayor a 60%. Fuente: Quécafé, (s,f)

Teniendo en cuenta la anterior tabla se determinó que para una pendiente mayor a 60%, es necesario realizar las obras de conservación, que para este caso son las terrazas, se deben de construir con una distancia de siete metros (7m), entre cada terraza y con un ancho de 50 cm y 30 cm de profundidad.

Elaboración de las Terraza Banco

Teniendo en cuenta los intervalos de la curva de nivel se trazaron las curvas de nivel utilizando el Aparato “A” para la construcción de las terrazas, con una distancia de siete metros entre cada terraza y con un ancho de 50 cm y 30 cm de profundidad. Para su construcción se colocó una pata del agronivel junto a la estaca más alta de la línea de dirección, para luego mover la segunda pata hasta tocar el suelo perpendicular a la pendiente y logrando así, que la plomada ocupe la línea del nivel, se calibró la plomada del agronivel lo que indicó que los puntos donde se apoyan las patas del aparato “A” están al mismo nivel. Junto a la segunda pata se clavó

otra estaca y se continuó con este procedimiento hasta llegar al límite de la parcela, por ambos lados de la línea de la dirección de la pendiente. Las líneas de estacas clavadas marcaron la curva en contorno, este proceso se repitió en cada una de las estacas que forman la línea de dirección de la pendiente, teniendo en cuenta la distancia de cada terraza. (ContextoGanadero, 2022)

Teniendo marcado las curvas de nivel con las estacas se procedió a delinear las curvas de nivel con cal, uniendo cada punto. Con lo anterior se logró obtener una guía para excavar el suelo utilizando picas y palas para la construcción de las terrazas. Una vez realizadas las terrazas, el productor de la finca llevó a cabo la siembra de los árboles de café, sobre las terrazas, dejando una distancia sobre la pared de la terraza, lo que permitió transitar al trabajador, así como facilitar las aplicaciones de fertilizantes y demás actividades de cuidado del cultivo.

En la figura 4 se puede observar la implementación del cultivo de café dentro del sistema de terrazas.

Figura 4

Evidencia de la construcción de terrazas para el cultivo de café



Nota: Evidencia de la construcción de terrazas para el cultivo de café.

En la figura 5 se puede observar la implementación del cultivo de café dentro del sistema de terrazas, junto con el estudiante donde se puede evidenciar la practicidad del manejo del cultivo.

Figura 5

Construcción de Terrazas para cultivo de café para mayor facilidad al caminar



Nota: Se evidencia mejor tránsito para el trabajador por los surcos de café.

En la figura 6 se puede observar la implementación del cultivo de café dentro del sistema de terrazas, donde se puede evidenciar la practicidad para labores de fertilización.

Figura 6

Evidencia de construcción de terrazas a nivel sobre la pendiente



Nota: Se evidencia la facilidad de labores de fertilización del cultivo de café.

En la figura 7 se puede observar la implementación del cultivo de café dentro del sistema de terrazas, donde se puede evidenciar la practicidad para labores agronómicas como es el manejo de arvenses.

Figura 7

Evidencia de construcción de Terrazas para cultivo de café sobre la pendiente del terreno.



Nota: Se evidencia facilidad para labores de control de malezas dentro del cultivo de café.

Objetivo Específico 2: Dar a conocer el proceso realizado para que más agricultores de la zona pueda aprovechar el sistema de terrazas.

Luego de haber construido las terrazas para su posterior siembra del cultivo de café se llevó a cabo la elaboración de fichas temáticas digitales adjuntas en el presente informe, como recurso para dar a conocer a los productores de la zona que estén interesados en conocer el proceso realizado y se pueda aprovechar el sistema de terrazas como estrategia de protección y conservación de los suelos.

Implementación de Terrazas Banco en fincas cafeteras



Hola Juan, ¿por qué estas tan preocupado?

¡Buen día Carlos! pues está difícil conseguir trabajadores y el café necesita más fertilizantes y están bien caros.



“Entiendo, en los terrenos empinados es más difícil para caminar y para realizar las actividades de sostenimiento”.

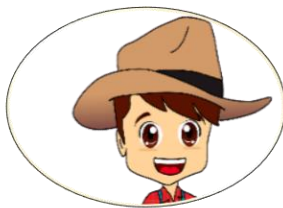
“Si, y cada vez estamos más viejos, las labores se vuelven más pesadas”.



Carlos, ¿has escuchado de los cultivos en terrazas?

Ah... ¿Y eso que es?





“Las terrazas tienen la forma de andenes, se utilizan para retener el suelo de alta pendiente”.

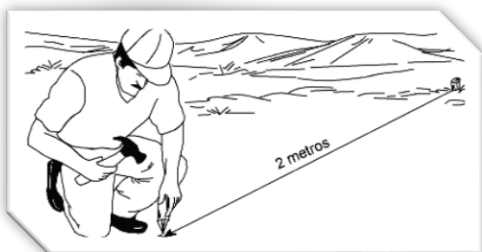


“Tienes que conocer el porcentaje de la pendiente de tu terreno para luego trazar las curvas de nivel, estas curvas indicarán por donde debes de trazar las terrazas”.

Pero... ¿Cómo conozco la pendiente de mi terreno?



“Debes tener a la mano un Agronivel y una cinta métrica, el agronivel lo puedes construir tú mismo, solo necesitas; 2 palos de 2m y otro de 1.10 m, clavos, estacas, cuerda, alambre y 1 piedra.”

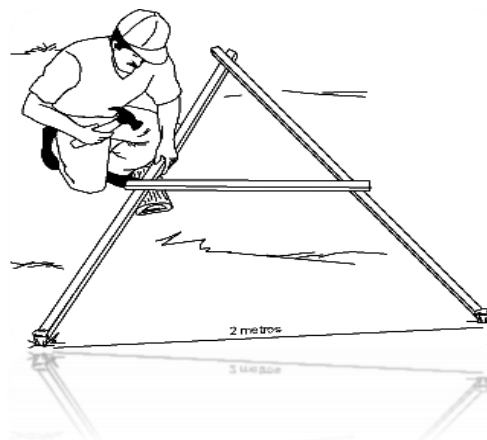


Construcción del Agronivel

1). Debe clavar dos estacas a 2 m de distancia

2). Se unen

las 2 varas de 2 m con un clavo. Coloque las patas en cada estaca para guiar la apertura del aparato. Clavar la vara de 1.10m formando una “A”.



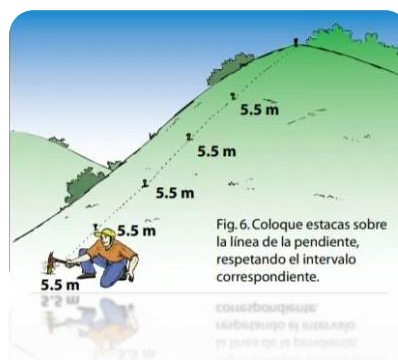
3). Se amarra la piedra con la cuerda y se asegura a la mitad del triángulo. Con el agronivel sobre el suelo plano se marca la posición de la plomada, el cual es de 55 cm, si la plomada se ubica sobre esta marquilla, esto indica que el agronivel se encuentra calibrado.



Nivel de pendiente



“Para sacar el nivel de pendiente se coloca una punta del agronivel en un punto de la cima del terreno, se gira la segunda punta del aparato en dirección de la pendiente hasta que se consiga ubicar la plomada. Se mide en centímetros la distancia entre el suelo y la punta del aparato que se mantiene en el aire. Esta operación se realiza en cinco puntos diferentes del terreno, a continuación, se suman las cinco distancias obtenidas en cada medición”.



“El total se divide entre cinco, el promedio se divide entre dos y se obtiene el resultado final, que equivale al porcentaje de pendiente de su terreno. Entre más puntos se midan, más representativa es la pendiente”



Trazar curvas a nivel

“Ahora, según la pendiente, se hacen los trazos a curvas a nivel para construir las obras de conservación”.

“La separación de las curvas a nivel son según la pendiente del terreno”.

Pendiente del terreno (%)	Distancia entre las obras de conservación (m)	
	Granos básicos y hortalizas	Cultivos densos y permanentes
5	20	25
10	15	20
15	10	18
20	9	16
25	8	15
30	7	14
35	6	13
40	6	12
45	-	10
50	-	9
55	-	8
más de 60	-	7

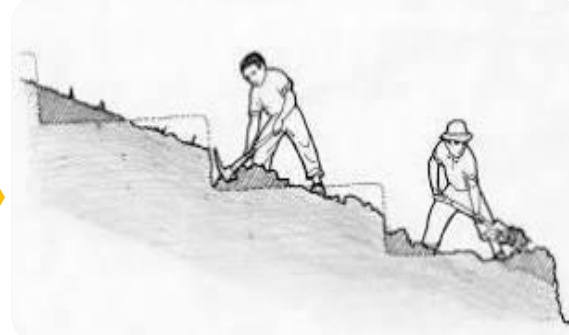
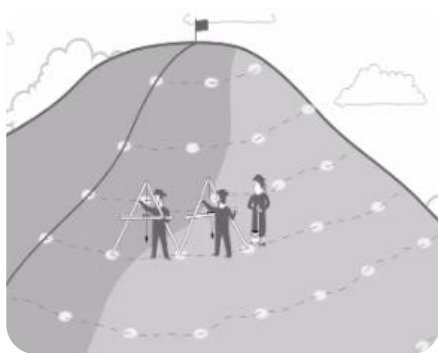


“Teniendo esto en cuenta se coloca una pata del agronivel junto a la estaca más alta de la línea de dirección. Luego se mueve la segunda pata hasta tocar el suelo perpendicular a la pendiente con la plomada calibrada. Junto a la segunda pata se clava otra estaca y se continúa con este procedimiento hasta llegar al límite de la parcela, por ambos lados de la línea de dirección”.

Construcción de Terrazas Banco



“Teniendo marcado las curvas de nivel se unen los puntos con cal, como guía para excavar el suelo para la construcción de las terrazas, que permiten transitar al trabajador, facilita las aplicaciones de fertilizantes y demás actividades de cuidado del cultivo”.



“Las terrazas banco son utilizadas para la siembra de cultivos perennes, puede usar como guía la tabla siguiente “

Pendiente del terreno (%)	Ancho de plataforma (m)
30	4.0
35	3.5
40	3.0
45	2.5
50	2.0

“En ningún caso la profundidad de la terraza debe sobrepasar los 1,8 o 2,0 mts y el ancho de la terraza también se debe dar en función del ancho de la copa del árbol a sembrar. Lista las terrazas se puede sembrar el cultivo de interés, dejando un espacio sobre el talud de tierra y tampoco se puede sembrar muy al borde de la terraza”.



“Las terrazas permiten modificar la pendiente original del terreno, favoreciendo al máximo la absorción o infiltración del agua de lluvia, disminuye la formación de escorrentía

superficial y por lo tanto reducir la erosión del suelo.”

“Qué interesante, gracias amigo. Con esta alternativa puedo mejorar las labores del cultivo, además de cuidar el suelo”



Discusión

En el presente proyecto aplicado tras la implementación de las Terrazas Banco en la finca La Nueva Reforma ubicada en la vereda Paraíso La Palma, perteneciente al corregimiento de Guacacallo del municipio de Pitalito, se logró identificar la importancia y beneficios que atrae esta obra de conservación de suelos, como es la protección de la capa superficial de suelo donde se desarrolla la actividad microbiana, que actúa en beneficio para la nutrición de las plantas. (Álvarez., S, & Anzueto., M, 2004).

De acuerdo con investigaciones realizadas por el IICA, (2012), cuando existen terrenos con pendientes fuertes por encima del 50%, sobre estas es necesario que se tenga una vocación forestal, y que las laderas por debajo de este porcentaje son necesarias desarrollar estrategias de conservación de suelos y agua. Sin embargo, en Colombia la agricultura se ha caracterizado por llevarse a cabo en terrenos con pendiente superiores al 50%. (Arias, s,f). Por lo que tras la investigación con diferentes fuentes acerca de obras de conservación, se ha logrado identificar que las terrazas son una de las estrategias más reconocidas en la agricultura para prevenir la erosión hídrica, problema que afecta a la zona Andina en Colombia ya que es una zona donde predominan las áreas cafeteras, y de acuerdo con Suárez & Rodríguez, (1962), esta zona ha resultado mayormente afectada por las precipitaciones debido a que presenta un 88% de erosión.

Para el presente proyecto se puso en práctica la implementación de las terrazas banco que se caracterizan por ser unas plataformas en forma de bancos, que modifican la pendiente del terreno ayudando a la absorción del agua, incrementando la producción del cultivo y al mismo tiempo contribuyen a la sostenibilidad del uso del suelo a través del tiempo. (Minagri, 2014). La implementación de las terrazas banco en el presente proyecto logró contribuir a la labor de

sostenimiento del cultivo de café, como son actividades de fertilización, control de malas hiervas, así como la recolección del grano. De acuerdo con los autores Cortés, & Vargas, (2017), quienes evaluaron diferentes estrategias de conservación de suelos, lograron identificar que las barreras vivas y barreras muertas también son alternativas para mitigar la problemática de erosión, sin embargo, presentan mayor pérdida de agua de escorrentía, y por su parte las estrategias de terrazas y las zanjas de infiltración arrojaron menores pérdidas de agua de escorrentía. Lo anterior permite reflejar que la opción de la implementación de terrazas es una buena alternativa para contrarrestar la pérdida de agua y suelo en el terreno.

Frente a la implementación de las obras de terrazas estas presentan mayor efectividad en procesos de control de erosión, que a un corto tiempo de instalación no es posible ver su efectividad, sino que a medida que transcurre el tiempo de su implementación mayor es su estabilidad y efectividad, pero también esta eficiencia depende de la combinación de otras prácticas de conservación como la siembra en curvas de nivel, siembra en fajas o la conservación de la cobertura del suelo. (Cortés, & Vargas, 2017)

Es así como se puede relacionar el trazado de curvas de nivel utilizando el aparato A, la cual se caracteriza por ser un instrumento que sirve para la construcción de diferentes obras físicas de conservación de suelos y agua, implementadas en el presente proyecto como obra que ha permite reducir la erosión hídrica en suelos de laderas de la finca cafetera La Reforma, también ha permitiendo disminuir los riesgos laborales en los trabajadores de la finca, mejorando la calidad de suelos y drenajes para el lugar.

Conclusiones

El presente proyecto permitió llevar a cabo la implementación de terrazas en la Finca La Nueva Reforma como una estrategia de conservación de suelos para ayudar a que la pendiente no sea pronunciada, donde se logró obtener un espacio donde se puede caminar con tranquilidad, donde se puede prevenir cualquier tipo de deslizamiento de las personas que laboran y también se ha proyectado a disminuir con el tiempo la problemática de erosión hídrica.

Se logró determinar que con el desarrollo del presente proyecto en la finca La Nueva Reforma se ha logrado generar un impacto positivo considerable al mejorar la calidad de vida de los trabajadores que se encuentren en esta zona, generando más aprovechamiento de los productos que se aplican, lo que genera un impacto social debido a que en un futuro puede ayudar a muchas más fincas que cultivan en laderas y no se genere inconvenientes para la producción del café, y al mismo tiempo se logra conservar las propiedades del suelo. Prometiendo una producción agrícola sostenible y bienestar para las familias productoras.

El diseño de un agronivel y el trazado de curvas de nivel con este instrumento ha aportado al conocimiento obtenido sobre su uso, ha generado mayor capacidad técnica en el productor debido a que estas técnicas no se conocían, lo cual genera un impacto positivo en las actividades agrícolas de la unidad productiva. Con la realización de esta técnica de producción donde se implementa el diseño de terrazas para la producción de café ha permitido el desarrollo de una guía de enseñanza para los productores de la zona que puedan estar interesados en la implementación de esta obra de conservación de suelo y agua, lo que promete que a futuro se logre mantener suelos fértiles y conservados.

Recomendaciones

Se recomienda al productor realizar el mantenimiento de las obras de terrazas debido a que transcurrido el tiempo estas pueden sufrir cambios, por el tránsito que se realiza al realizar las labores por el personal encargado.

También es necesario que el productor realice e implemente otras obras de conservación para que se logren adaptar a la obra de terrazas como las barreras vivas ya que se consideran tienen un buen aporte para la conservación y estabilidad del suelo, debido a que, a largo plazo, ayudan a formar pequeñas terrazas. (Cortés, & Vargas, 2017)

La construcción de una obra de conservación siempre va de la mano del grado de pendiente del terreno, por lo cual es necesario que el productor realice el cálculo de la pendiente del terreno, el cual le va a indicar el tipo de obra de conservación que debe de implementar, teniendo en cuenta el tipo de cultivo a cultivar.

Por último, se recomienda la importancia del diseño de caminos que provea el acceso y salida del sistema, el cual se debe de realizar al iniciar o finalizar cada terraza con un espacio considerado, lo cual es importante para la protección de la obra al realizar las labores de sostenimiento como son la recolección, fertilización etc., lo que asegura la integridad de los trabajadores.

Bibliografía

- Álvarez., S, & Anzueto., M, (2004). Actividad Microbiana del Suelo Bajo Diferentes Sistemas de Producción de Maíz en los Altos de Chiapas, México. Vol. 38, (1). Pp, 13-22.
https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1358/1/100000032901_documento.pdf
- Alcaldía, (s,f). Información General; Pitalito.
<https://www.alcaldiapitalito.gov.co/index.php/informacion-general>
- Altieri., A & Nicholls., I, (s,f). Estrategias agroecológicas para enfrentar el cambio climático. LEISA. 33, N (2). <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-33-numero-2/2928-estrategias-agroecologicas-para-enfrentar-el-cambio-climatico>
- Arrollo, et al., (2018). Calidad Y Salud Del Sistema Suelo Y Su Relación Con El Grado De Erosión, En El Municipio De Xalapa Veracruz.
<https://www.uv.mx/agronomia/files/2014/02/MEMORIA-XII-Foro-Modulos-Diciembre-2013.pdf#page=20>
- Arias, (s,f). Agricultura de ladera en Colombia. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/21993/109345.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agrosavia, (2004). Rotación de cultivos en franjas a nivel.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11474/44474_57787.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20agronivel%20es%20un%20instrumento,vivas%20y%20cultivos%20en%20contorno.

Bivica, (s,f). Terrazas de formación lenta con muros de piedra.

<https://www.bivica.org/files/cartilla-2-muros.pdf>

Bancolombia, (2018). Guía completa: Cómo cultivar Café.

<https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/sostenibilidad/guia-cultivo-cafe-colombia#:~:text=Son%20varias%20las%20temperaturas%2C%20suelos,y%2021%2C5%20grados%20cent%20C3%ADgrados.>

ContextoGanadero, (2022). ¿Cómo hacer curvas a nivel con la herramienta “Nivel A”?

<https://www.contextoganadero.com/agricultura/como-hacer-curvas-nivel-con-la-herramienta-nivel-parte-2>

Caminos, (s,f). Escorrentía.

http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%205.pdf

CIMMYT, (2020). ¿Qué es la agricultura de conservación?

<https://www.cimmyt.org/es/noticias/que-es-la-agricultura-de-conservacion/#:~:text=La%20agricultura%20de%20conservaci%C3%B3n%20tiene,pesar%20de%20los%20riesgos%20clim%C3%A1ticos.>

Cortés, & Vargas, (2017). Evaluación De Cuatro Prácticas Agroecológicas De Conservación De Suelos De Ladera En Guasca – Cundinamarca.

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5473/1/TAIG_CortesPrietoEduardo_2017.pdf

Cenicafé, (2019), descripción del proceso productivo y del beneficio del café; guía tecnológica del cultivo. <https://federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf>.

Cenicafe, (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia.

<https://www.cenicafe.org/es/publications/bot032.pdf>

Cuellar, (2021). Conservación y degradación del Suelo en el municipio de Pitalito.

<https://es.calameo.com/books/006118868a6f261d29917>

Cenicafe, (2010). Riesgo a la erosión en suelos de ladera de la zona cafetera.

<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/404/1/avt0400.pdf>

Diario del Huila. (2023). El Huila registra un crecimiento de 1.39% en la producción de café.

<https://diariodelhuila.com/el-huila-registra-un-crecimiento-de-1-39-en-la-produccion-de-cafe/#:~:text=Proyecciones%20para%20el%202023&text=En%20materia%20de%20cultivo%20del,de%20las%20densidades%20de%20siembra>.

Elcolombiano, (2023). Después de casi tres meses carga de café vuelve a pagarse por encima de los \$2 millones. <https://www.elcolombiano.com/negocios/carga-de-cafe-suba-a-2-millones-en-2023-en-colombia-OD20234648>

FNC, (2016). Tips del Profesor Yarumo | Trampas para monitoreo de vuelos de Broca.

<https://www.youtube.com/watch?v=5I4x-tcIX7o>

FNC, (1975). Manual de conservación de suelos de ladera.

https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/libros/publicaciones_manual_de_conservacion_de_suelos_de_ladera

Finagro, (s,f). Café.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjU3K_15bX8AhXWQzABHTrZAKsQFnoECAgQAw&url=https%3A

%2F%2Fwww.finagro.com.co%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fnode%2Finfo_sect%2Fimage%2Fcafe.docx&usg=AOvVaw2orBONn6HoB1OyNGRuXUq2

Guzmán, (2012). Conservación de suelos: Como trazar curvas a nivel.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1226.pdf>

Guadarrama, *et al.*, (2018). Uso de prácticas de Adaptación basada en Ecosistemas por pequeños cafetaleros en Centroamérica.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/32615/36239?inline=1>

Herrera, & Cortina, (2013). Taxonomía y clasificación del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Vol. 1, pp. 117–121. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_07

Intagri, (2021). Abonos Orgánicos en el Cultivo de Café.

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/abonos-organicos-en-el-cultivo-de-cafe>

Infogarde, (2019). Como reproducir la planta Maní Forrajero, Cacahuatillo (Arachis pintoi).

<https://www.youtube.com/watch?v=WMfAE6Ihu50>

IICA, (2012). Obras de conservación de suelos y agua en laderas.

<http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>

Ibáñez, (2023). ¿Cómo cerró la producción de café en Colombia en 2022 y cuáles son las previsiones para este año? <https://colombia.as.com/actualidad/como-cerro-la-produccion-de-cafe-en-colombia-en-2022-y-cuales-son-las-previsiones-para-este-ano-n/>

Jircas, (s,f). Terrazas De Banco.

https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green72-8_1-16.pdf

Laescuela, (s,f). Ficha Temática Didáctica.

https://laescuelaencasa.mx/data/fichas/sec_1_es_s7_sec_0356.pdf

La Voz de la Región, (2022). Pitalito es el mayor productor de café de Colombia.

<https://lavozdelaregion.co/pitalito-es-el-mayor-productor-de-cafe-de-colombia/>

Minagri, (2014). Terrazas de Banco; Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios”. Lima

– Perú. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/terrazas-banco.pdf>

Navarro, (2017). Análisis De La Influencia Por Uso De Insumos En Cultivos De Café En La Subcuenca Del Río Pirrís, Costa Rica.

[https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11491/An%
c3%a1lisis_de_la_influencia_por_uso_de_insumos_en_cultivos_de_caf%
c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11491/An%c3%a1lisis_de_la_influencia_por_uso_de_insumos_en_cultivos_de_caf%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quécafé, (s,f). ¿Cómo prevenir y recuperar suelos degradados en el cultivo de café?.

<https://quecafe.info/como-prevenir-restaurar-suelos-degradados-cultivo-cafe/>

Ruiz., R, & Martínez., S, (s,f). Hidrología Aplicada.

https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/47724/mod_resource/content/1/Material_Docente/Tema_4.pdf

Resende, (1985). Aplicações de conhecimentos pedológicos A conservação de solos. 11 (128).

Pp. 3 – 18.

<https://sbcs.org.br/fertbio2016/anais/palestrantes/Marcos%20Gervasio%20Pereira.pdf>

Suárez & Rodríguez, (1962). Investigaciones sobre la erosión y la conservación de los suelos en Colombia. <https://catalogo.cesa.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1107>

Unal, (s,f). Erosión de Suelos.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3375/cap8.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

UNCDA, (s,f). Manejo y Conservación de Suelos.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/939ffa5b-04d1-483f-a19c-c1770f726a7b/content>

Villalobos, (2016). Elaboración De Microorganismos De Montaña (MM).

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7kDWCFHjyIkJ:www.mag.gov.co/r/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa-40-2016.pdf&cd=18&hl=es&ct=clnk&gl=co&client=firefox-b-d>