

Diseño de un arreglo agroforestal sostenible, como alternativa al monocultivo en la finca Quebradillas, municipio de Acevedo Huila.

Heydi Johanna Monje Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Agroforestal

Pitalito - Huila

2020

Diseño de un arreglo agroforestal sostenible, como alternativa al monocultivo en la finca Quebradillas, municipio de Acevedo Huila.

Heydi Johanna Monje Torres

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Agroforestal.

**Directora del proyecto
Nelly María Méndez Pedroza
Ingeniería forestal**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Ingeniería Agroforestal
Pitalito - Huila**

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

D () M () A ()

Dedicatoria

Dedico de manera muy especial este logro a mis hijos Juan David y Karol Dayanna, que son el motor de mi vida, a mi madre y a mis hermanos que siempre han estado a mi lado.

Agradecimientos

Ante todo, agradezco a Dios por darme la vida y la fortaleza para mantenerme de pie a pesar de las dificultades y poder hoy alcanzar este logro tan importante en mi vida.

De manera muy especial agradezco a mi madre Margoth Torres y a mis hermanos por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, a mis hijos por ser mi mayor motivación para seguir superándome y preparándome cada día.

De igual manera agradezco a la UNAD por permitirme realizarme como profesional, a la directora del proyecto, la Ingeniera Nelly María Méndez por su acompañamiento en este proceso y a cada uno de los tutores que compartieron sus conocimientos y hacen posible que este gran sueño, sea hoy una realidad y a la Ingeniera Marta Cecilia Vinasco por sus aportes.

Resumen

En el proyecto se diseñó un arreglo agroforestal sustentable con especies arbóreas Cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), cultivos transitorios como el Maíz (*Zea mays*) y especies menores en la parte pecuaria como la Tilapia roja (*Oreochromis sp.*), en la finca Quebradillas, del municipio de Acevedo en el departamento del Huila, como alternativa a la producción de los monocultivos, con el fin de diversificar la producción, lo que permite al agricultor un mayor aprovechamiento del suelo, conservación del medio ambiente, desarrollo social y no depender de una sola fuente de ingreso económico, cambiando el monocultivo por cultivos diversificados.

La metodología para utilizar será participativa con el productor y dependiendo de la demanda de los productos a cosechar, para esto se identifican las especies, se analiza la topografía del predio y se diseña el sistema de acuerdo con las anteriores consideraciones.

La propuesta debe servir para más productores de la región con el ánimo de diversificar la producción y que se adopte la agroforestería como una práctica rentable y sostenible.

Palabras claves: agroforestería, sostenible, social, planificación, diseño agroforestal.

Abstrac

In the project, a sustainable agroforestry arrangement was designed with tree species Pink cedar (*Acrocarpus fraxinifolius*), transitory crops such as Corn (*Zea mayz*) and minor species in the livestock part such as Red Tilapia (*Oreochromis sp.*), In the Quebradillas farm, of the municipality of Acevedo in the department of Huila, as an alternative to the production of monocultures, in order to diversify production, which allows the farmer a better use of the soil, environmental conservation, social development and not depending on a single source of economic income, exchanging monoculture for diversified crops.

The methodology to be used will be participatory with the producer and depending on the demand for the products to be harvested, for this the species are identified, the topography of the property is analyzed and the system is designed according to the previous considerations.

The proposal should serve more producers in the region with the aim of diversifying production and adopting agroforestry as a profitable and sustainable practice.

Keywords: agroforestry, sustainable, social, planning, agroforestry design.

Tabla de contenido

Introducción	9
Planteamiento del problema	10
Justificación	11
Objetivos	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Marco referencial.....	13
Marco contextual	13
Localización geográfica.	13
Localización y límites del municipio de Acevedo.	14
Referente teórico	14
Sistemas Agroforestales simultáneos	16
Sistemas agroforestales secuenciales.	17
Criterios a tener en cuenta para realizar un diseño.....	17
Análisis de la especie forestal cedro rosado (<i>Acrocorpus fraxinifolius</i>).....	18
Tilapia roja o nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	24
Manejo de estanques.....	29
Metodología.....	31
Resultados	32
Caracterización del clima y edafología de la finca	32
Distribución espacial según la topografía y área de la finca.	33
Selección de las especies a usar en el SAF.	33
Construcción de estanques para Tilapia Roja	34
Distancias de siembra para el maíz	35
Actividades para desarrollar al implementar el Sistema Agroforestal	35
Preparación del terreno	36
Plan de inversiones para el arreglo diseñado.	36
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
Bibliografía.	41

Introducción

Teniendo en cuenta la situación actual de la agricultura en la región de San Adolfo, Acevedo, en la cual predomina el monocultivo, vemos con preocupación cómo avanza rápidamente la frontera agrícola, debido al crecimiento demográfico, y cada vez es mayor la tala de bosque natural, generando un impacto negativo en la flora y fauna, es un tema preocupante puesto que estamos ubicados en área adyacente al Parque Nacional Natural cueva de los Guacharos área que debe ser protegida. Por tanto, este proyecto brindará una alternativa de producción sustentable generando ingresos económicos y su vez ser amigable con el medio ambiente.

El diseño e implementación de un arreglo agroforestal sustentable de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), Maíz (*Zea mayz*) y Tilapia (*Oreochromis sp.*), permite al agricultor un mayor aprovechamiento del suelo, conservación del medio ambiente, desarrollo social y no depender de una sola fuente de ingreso económico.

Bien es sabido, que la agroforestería trae muchos beneficios económicos, sociales y culturales a los moradores de una zona, pues permite la diversificación de la producción de una forma rentable y sostenible, siendo una excelente alternativa para la zona en estudio, donde la mayor producción se da con el cultivo de café. No quiere decir esto, que se deba abandonar la caficultura, se debe mejorar la producción del predio bajo estándares de calidad y protección.

Las especies arbóreas se establecen como alternativa de producción, realizando un buen plan de establecimiento y manejo tendiente al aprovechamiento escalonado y de acuerdo a la fenología de la especie.

El cultivo de maíz, especie transitoria, de gran demanda en la región, lo mismo que la tilapia en la parte de piscicultura.

Planteamiento del problema

El Municipio de Acevedo, ubicado al sur de departamento del Huila, es una región altamente cafetera, por tanto, predomina el monocultivo, en los últimos años la frontera agrícola ha avanzado considerablemente, afectando el equilibrio de los ecosistemas. Por otra parte, al depender de un solo ingreso económico, en los meses que no hay cosecha de café, los caficultores se ven en dificultades económicas, con este proyecto se busca diversificar cultivos y a su vez las fuentes de ingreso para mejorar la calidad de vida de la familia cafetera.

El implementar sistemas agroforestales, puede ser una buena alternativa de consecución de recursos económicos extra para los productores, además de que se diversifica la producción y se tiene mayor número de productos para el consumo, principalmente en épocas donde no hay cosecha de café.

Los sistemas agroforestales en la zona no son muy implementados, pues el café es cultivado con muy poco sombrero utilizando mayormente especies forestales de porte pequeño en las cercas que separan los cultivos o áreas productoras de los predios.

Con el diseño del sistema agroforestal para el predio, se busca que los productores además del cultivo de café dediquen parte de sus parcelas a la producción alternativa de especies altamente comerciales y se generen ingresos extras a las familias cafeteras de la zona de San Adolfo en el Huila.

Para esto se plantea un arreglo agroforestal involucrando especies forestales, cultivos y piscicultura que se adapte a las condiciones del terreno, permitiendo variedad de diseños y combinación de especies forestales y pecuarias, que puede ser adoptado por otros productores en iguales condiciones.

Justificación

Es necesario implementar arreglos agroforestales en la agricultura en pro de la conservación de los recursos naturales y alternativa económica de pequeños productores y a su vez se mejora la calidad de vida de los agricultores.

La implementación de las buenas prácticas productivas son una herramienta que permite desarrollar y controlar un proyecto piscícola integrado en un arreglo agroforestal, en el cual se verá reflejados los beneficios ambientales, sociales y económicos.

Este proyecto se desarrolla en el Huila, departamento que presenta alta demanda piscícola y maderable.

Además, en el Huila la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM. En su campaña "Opita de corazón" busca sensibilizar a los productores sobre la importancia de conocer e implementar los sistemas agroforestales. Esta campaña hace parte del proyecto Crecimiento Verde de los sectores productivos que promueve esta entidad y que permite el cumplimiento del Plan de desarrollo Huila 2050 en su eje de producción agropecuaria y seguridad alimentaria.

El diseño del sistema agroforestal permite impulsar el gran potencial productivo que tiene la zona de San Adolfo, dando prioridad al aprovechamiento de los espacios y del suelo, potenciando la asociatividad de especies de forma organizada y facilitando se mejoren las condiciones de producción de forma escalonada, pues el componente arbóreo su producción será a largo plazo, el maíz a mediano plazo, lo mismo que el cultivo piscícola, que puede ser prolongado en el tiempo.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar un arreglo agroforestal sostenible como alternativa al monocultivo, en la finca Quebradillas, municipio de Acevedo, Huila.

Objetivos específicos

- Identificar especies rentables y compatibles con las condiciones climáticas y edafológicas de la zona donde se desarrolla el proyecto.
- Planificar el arreglo de acuerdo con las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.
- Diseñar en planos de acuerdo con la topografía de la finca, para la implementación del mismo por parte del productor.
- Realizar un plan de inversiones respecto del arreglo diseñado.

Marco referencial

A continuación, se presenta el marco contextual para ubicar el predio dentro del contexto nacional, regional y local. Además del marco de referencia para determinar conceptos necesarios para el desarrollo del trabajo propuesto.

Marco contextual

Localización geográfica.

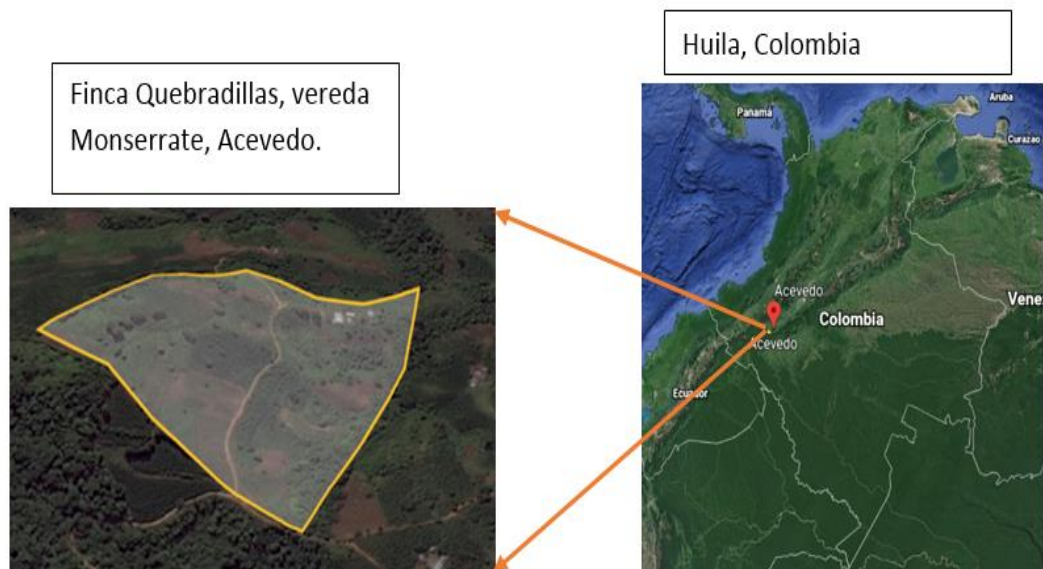


Figura 1. Ubicación de la finca Quebradillas, Vereda Monserrate, Acevedo Huila.
Fuente: Google Earth, 2020

La finca Quebradillas se encuentra ubicada en la vereda Monserrate en el municipio de Acevedo, Huila, la finca cuenta con una extensión de 10 hectáreas. Ubicada en las coordenadas 1° 42'43 N, 76° 04'13 W .latitud 1.63060. Longitud - 75.988. (Google Earth,)

Localización y límites del municipio de Acevedo.

El municipio de Acevedo está localizado al sur oriente del departamento del Huila, yace sobre las estribaciones de la cordillera oriental, su extensión territorial es de 700 km².

Limites

Norte: con el municipio de Suaza.

Sur: con los municipios de San José del Fragua - Caquetá y Piamonte – Cauca.

Oriente: con el municipio de Belén de los Andaquies- Caquetá.

Occidente: con el municipio de Palestina.

Referente teórico

A continuación, se listan varias definiciones necesarias para el desarrollo del trabajo.

Piscicultura: es el cultivo de peces con la intervención humana en la cría para aumentar la producción en la siembra, alimentación protección contra depredadores y cosecha.

Materia orgánica: esta determina la estructura, capacidad de retención de agua, porosidad, fijación de fósforo, población de microorganismos y retención de cationes intercambiables del suelo, influyendo en el mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas. Potencia la capacidad del suelo de retener y de intercambiar nutrientes y agua, teniéndolos disponibles para las plantas, también mejora contribuye a mantener estable su pH, mejora la aireación. (granja integral autosuficiente , 2012)

Leguminosa: planta de hoja ancha, flores similares a mariposas y semillas dispuestas en una sola fila dentro de una vaina.

Servicios ambientales: es la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos útiles para el hombre, entre los que se pueden citar regulación de gases (producción de oxígeno y secuestro de carbono), belleza escénica, y protección de la biodiversidad, conservación de suelos y agua.

Los sistemas agroforestales SAF son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas perennes son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. (FIDAR, 2003)

Clasificación de arreglos o sistemas agroforestales: En la actualidad existe una gran diversidad de clasificación de los sistemas agroforestales. Sin embargo, en todas las diferentes clasificaciones existen similitudes de acuerdo a los siguientes criterios: bases estructurales, funcionales, socioeconómicas y ecológicas.

- **Agrosilvicultural:** Cultivos agrícolas y árboles incluyendo Arbustos/enredaderas/árboles. Algunos ejemplos utilizando *Erythrina*, *Gliricidia*, *Inga* and *Cordia* spp. Se utilizan frecuentemente como sombra para café (*Coffea* spp) o cacao (*Theobroma cacao*). (UADY, 2010)
- **Silvopastoril:** Este sistema se caracteriza por la asociación de árboles con pasturas y animales. En este sistema los árboles cumplen diversas

funciones, crean condiciones micro ambientales y proporcionan forraje para los animales. Adicionalmente mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos. (UADY, 2010)

- **Agrosilvopastoril:** Estos sistemas se caracterizan por utilizar una gran diversidad de especies anuales, perennes asociadas con animales manejado de tal forma que ocurren una gran cantidad de interacciones (positivas, negativas o ambas). La principal función de estos sistemas es proporcionar alimento a los productores durante todo el año. En ocasiones se pueden encontrar asociaciones de especies hasta de cinco estratos: Palma de coco, mango, cítricos, plátano, pastos u otros cultivos herbáceos. (UADY, 2010).
- **Otros sistemas:** áreas de árboles para múltiple propósito, apicultura con árboles, acuicultura con árboles, entre otros. este tiene como ventaja conservación y mejoramiento de suelos, de humedad. provee sombra para cultivos y animales. (UADY, 2010)

Sistemas Agroforestales simultáneos

En un sistema simultáneo, los árboles y los cultivos agrícolas o animales crecen juntos, al mismo tiempo en la misma superficie de terreno. Estos son los sistemas en los cuales los árboles compiten principalmente por luz, agua y minerales. La competencia es minimizada con el espaciamiento y otros medios. Los árboles en un sistema simultáneo no deben crecer tan rápido cuando la cosecha está creciendo también rápidamente, para reducir la competencia. Los árboles deben tener también raíces que lleguen más profundamente que las de los cultivos, y poseer un dosel pequeño para que no los sombreen demasiado. (UADY, 2010)

Sistemas agroforestales secuenciales.

En este sistema las cosechas y los árboles se turnan para ocupar el mismo espacio. Los sistemas generalmente empiezan con cosechas agrícolas y terminan con árboles. La secuencia en el tiempo mantiene la competencia a un mínimo. Los árboles en un sistema secuencial deben crecer rápidamente cuando los cultivos no lo están haciendo, deben reciclar minerales de las capas de suelo más profundas, fijar nitrógeno y tener una copa grande para ayudar a suprimir plantas indeseables. (UADY, 2010)

Criterios a tener en cuenta para realizar un diseño

Bases estructurales.- referido al arreglo de los componentes del sistema, esto incluye las mezclas espaciales del componente arbóreo, la estratificación vertical del componente mixto y el arreglo temporal de los diferentes componentes.

Bases funcionales.- referida a la principal función del sistema, principalmente la del componente arbóreo (ésta puede ser productiva, por ejemplo: producción de alimentos, forrajes, leña o también protectora, e.g., cortinas rompevientos, conservación de suelos).

Bases socioeconómicas.- referidas al nivel de inversión del manejo (altas o bajas inversiones) o debidas a la intensidad o escala de manejo y a los objetivos comerciales (de subsistencia, comercial o intermedio).

Bases ecológicas.- referidas a las condiciones ambientales y a la adaptabilidad de los sistemas ecológicos sobre el supuesto de que ciertos tipos de sistemas pueden ser más apropiados para ciertas condiciones ecológicas. De este modo puede haber un grupo de sistemas agroforestales para tierras áridas y semiáridas y otro para tierras altas y bajas tropicales. (UADY, 2010)

Análisis de la especie forestal cedro rosado (*Acrocorpus fraxinifolius*)

Botánica

El cedro rosado es una leguminosa que tiene un crecimiento de 3 a 5 metros por año, es un árbol grande que puede alcanzar hasta 35 metros de altura, es una buena opción para arreglos agroforestales, una de sus características es que es de un solo tronco, de fuste recto y limpio alcanzando 18 m de altura para aprovechamiento para madera aserrada.

Sus hojas son grandes, compuestas y bipinadas, las flores a las flores aparecen en racimos y son de color rojo escarlata. Generalmente, la floración ocurre en los meses de marzo y abril, en árboles que alcanzan 10 o más años. Las vainas aplanadas de 8 a 12 centímetros de largo y conteniendo en promedio 10 semillas de forma ovalada y aplanada. La copa o corona es liviana y redondeada. (Martínez et al, 2006).

Requerimientos climáticos y edafológicos

Altitud: 0 a 2000 msnm

Precipitación pluvial: 1500 y 5000m

Clima temperatura de 14 a 26°C

Suelo: suelos profundos, aireados, bien drenados, fértiles, franco arcillosos o francos arenosos, tolera sitios húmedos, soporta suelos neutros y calcáreos.

pH: ente 5.0 y 7.0 con buena disponibilidad de elementos mayores. (EL SEMILLERO, 2019)

Características de la madera

Color: Albura rosado, duramen marrón oscuro,

Sabor: amargo, Olor distintivo,

Lustre alto,

Grano: recto (Considerado el normal, presenta la dirección de los elementos paralela al eje del árbol o al borde de la pieza aserrada, sin modificaciones en todo su recorrido).

Textura: media a gruesa, Veteado alto.

Madera: Liviana a moderadamente pesada y dura. (CAM, 2009)

Principales usos

- Aserrío: construcción liviana, construcción de botes y lanchas deportivas, muebles, ebanistería fina; gabinetes, estanterías, paneles y entrepaños, umbrales, puertas, ventanas, molduras, carpintería, instrumentos musicales, instrumentos de precisión, cajas y estuches finos, lápices, parqué, modelos y maquetas.
- Madera redonda: Chapas decorativas, tableros contrachapados, tornería, talla y esculturas, leña, canoas, instrumentos agrícolas.
- Especie productora de miel.
- Las hojas se emplean como forraje.
- Como planta medicinal, se emplea la corteza como febrífugo y en cocimientos para los golpes o caídas. (EL SEMILLERO, 2019)

Plantación

- Preparación del sitio

La preparación incluye la eliminación de las malezas, trazo y apertura de hoyos para siembra a cepas, las cuales, según textura y fertilidad del suelo, pueden ser de 30 x 30 x 30 cm. La disposición geométrica depende de la pendiente del terreno, y la distancia de la posibilidad de asocio inicial con otros cultivos y el tipo de producto que se desea obtener, así como la intensidad de programas de fertilización, podas y raleos.

- **Fertilización**

En el cultivo de cedro rosado, la fertilización ha permitido obtener altas tasas de sobrevivencia, crecimiento rápido en altura, mayor crecimiento dimétrico y por lo tanto biomasa y volumen aprovechable de madera.

Se ha tenido respuesta a la aplicación del fertilizante al momento de la siembra, empleando fórmulas N-P-K como la 10-30-10 o 12-24-12, en dosis iniciales de 50 gramos.

El efecto positivo de la fertilización en el crecimiento se presenta a los pocos meses de la aplicación y va disminuyendo con el tiempo.

Espaciamiento

El tipo de producto que desea obtenerse, así como la fertilidad, clase de suelo y la intensidad del manejo, definen el espaciamiento o marco de siembra a utilizar. Así tenemos:

- Producto principal: Madera en siembra pura espaciamiento inicial: 3 x 3 metros necesidad de raleos (edad en años): 4 y 8 años. Turno: 12 años
- En asocio agroforestal espaciamiento inicial: 4 x 4 metros, necesidad de raleos (edad en años): 4 y 6 años. Turno: 12 años

- **Trazo de siembra**

Siembra en curvas de nivel

Triangular

Cuadrangular

- **Control de malezas**

Durante los primeros tres años de crecimiento de la plantación se debe mantener libre de arvenses lo cual asegura mayor índice de sobrevivencia y disminuyendo

los costos de resiembra, mayor crecimiento en altura y diámetro y por lo tanto mayores beneficios económicos.

Se puede realizar control químico de malezas, haciendo uso de glifosato más 2-4-D-amina.

- **Crecimiento**

Con buen manejo cedro rosado se ha visto que en los primeros 3 años, puede una altura de 16 metros, con diámetros a la altura del pecho de 16 cm. y un DAP de 11 cm.

- **Poda**

Se aconseja podar o eliminar los retoños de crecimiento orto trópico en los primeros dos años de la siembra de los árboles, dejando únicamente un solo fuste y eliminando los futuros segundos o terceros ejes.

- **Problemas fitosanitarios**

Las plagas.

- **Las hormigas arrieras** (*Atta spp*), defolian a los árboles jóvenes, controlándose con un cebo paletizado conocido como *patrón* (ingrediente activo sulfloramida).
- **Las termitas** (*Cryptotermes brevis* y *Nasutitermis corniger*), las cuales también atacan la madera sin tratamiento.
- **Las tuzas o taltuzas** (*Orthogeomys heterodus*) es un roedor que causa el mayor daño en el campo forestal, consume las plantas y destruye las raíces de los árboles jóvenes, incluso llegan a roer las raíces de los árboles adultos, provocando su caída. El control para estos roedores es difícil, pero puede hacerse con trampas y cebos envenenados. Entre los enemigos naturales de las tuzas se encuentran las víboras, comadrejas, mapaches, tejones y coyotes.

- **Análisis de la gramínea MAIZ (*Zea mays*)**

Botánica

Nombre común maíz

Familia: gramínea

Género: *Zea*

Es de porte robusto, de fácil desarrollo y producción anual. De tallo simple erecto, puede alcanzar hasta los 4 m de altura. Presenta inflorescencia monoica masculina y femenina separada dentro de la misma planta, hojas largas lanceoladas, alternas. Sus raíces son fasciculadas, su desarrollo vegetativo es de 8 a 10 desde la siembra hasta la aparición de los primeros brotes

- **Requerimientos climatológicos y edáficos**

Temperatura: Soporta mínimas de 8 y máximas de 32°C

Pluviometría: las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodo de crecimiento requiere de 40 a 65 cm

pH: entre 6 y 7

Suelos: requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica y buen drenaje.

- **Siembra**

La técnica de sembrado es la conocida como "a golpes", o por hileras con unos hoyos de 3 a 5 cm de profundidad. En cada hoyo se depositan dos o tres semillas.

Distancia de siembra: de 20 a 25 cm entre plantas y 0,8 a 1 m entre surcos. A continuación se presentan algunas plagas y enfermedades que pueden afectar el cultivo del maíz.

- **Plagas y enfermedades**

Gusano cogollero (*spodopter frugiperda*): es de tipo polífaga, sus ataques se presentan durante los primeros días de desarrollo de la planta, defoliándola o cortándola totalmente.

Control: utilizar un insecticida sistémico selectivo de acción por ingestión o contacto.

Tizón foliar del maíz (*helminthosporium turcicom pass.*): Hongo ascomiceto que afecta hojas y semillas.

Control: se debe aplicar un fungicida sistémico con acción curativa y de protección.

- **Análisis de la especie piscícola**

Piscicultura y acuicultura.

Piscicultura es el cultivo de peces con la intervención humana en la cría para aumentar la producción en la siembra, alimentación, protección contra depredador y obtener cosecha de alta calidad. (Manual de la granja integral autosuficiente. 2012).

La acuicultura ha sido definida por el Gobierno de Colombia como una actividad de alta prioridad, razón por lo cual se creó en el 2011 (decreto 4181 de 2011) la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP que, en conjunto con la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, promueven el desarrollo sostenible de la actividad. En este contexto, en el 2014 con la asistencia técnica de la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) se formuló el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible - PlaNDAS. (Corantioquia, 2016).

Tilapia roja o nilótica (*Oreochromis niloticus*)

Generalidades

La Tilapia posee extraordinarias cualidades para el cultivo, como: crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, adaptación a cautiverio, aceptación de una amplia gama de alimentos, alta resistencia a enfermedades, además de contar con algunos atributos para el mercado, como: carne blanca de buena calidad, buen sabor, poca espina, buena talla, que le confiere una preferencia y demanda comercial en la acuicultura mundial. (Corantioquia, 2016).

Biología de la especie

Morfología externa

Tiene un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, el cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, la boca es generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos, las mandíbulas presentan dientes cónicos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares, las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales, las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua.

Características del sistema reproductor: el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, la hembra tiene tres orificios bajo el vientre: el ano, el poro genital y el orificio urinario. (Saavedra M, María A. 2006).

Hábitos reproductivos

Esta especie presenta su madurez sexual machos (4 a 6 meses), hembras de 3 a 5 meses), se presentan de 5 a 8 desoves por año, con un promedio de 1000 huevos esto depende de las condiciones proporcionadas y de del tamaño de la

hembra, la incubación es de tipo bucal. La temperatura para su reproducción oscila entre 20 – 25 °C, con días iluminados de 8 horas.

Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín. (Saavedra M, María A. 2006).

Hábitos alimenticios

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. Estos peces están provistos de branqui-espinas con los cuales pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez.

Aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. Para el cultivo se han empleado diversos alimentos, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55% (peso seco) aproximadamente. (Saavedra M, María A. 2006).

Sanidad

Síntomas de enfermedad

El comportamiento del pez enfermo visualmente se diferencia del comportamiento de los peces saludables, por tal razón es importante vigilar el comportamiento de los peces en el estanque y registrar todas las divergencias de las normas:

- El ascenso de los peces del fondo a la superficie
- La flacidez de su inmovilidad
- Sus movimientos giratorios
- Otros

Muy a menudo en los peces enfermos se pueden observar cambios en la epidermis:

- Capa de mucosidad
- Coloración
- Presencia de manchas
- Cambios en el color de la dermis. (Saavedra M, María A. 2006).

Agentes patógenos

Bacterias: Las más comunes que pudieran presentarse durante el cultivo son las de los géneros *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Vibrio*, *Flexibacter*, *Cytophaga*, *Mycobacterium* *Nocardia*. Estas bacterias producen enfermedades como septicemias hemorrágicas bacterianas, enfermedad bacteriana del riñón, vibriosis, la enfermedad del pedúnculo caudal, enfermedad bacteriana de las branquias.

Hongos: Los más importantes están representados por los géneros.

Saprolegnias, *Ichthyophonus*, *Branchiomyces* *Dermocystidium*. Estos organismos son los responsables de enfermedades fúngicas de la piel, branquias, hígado, corazón y otros órganos que se infectan a través de la corriente sanguínea.

Los hongos pueden causar la muerte por anoxia de gran número de huevos, crías, alevines y adultos.

Ectoparásitos: Dentro de los ectoparásitos más comunes tenemos los Ciliofora como: *Ichthyophthirius*, *Chilodonella*, *Trichodina*, *Trichophyra* y *Apiosoma*

Los monogeneos como *Gyrodactilus* y *Dactylogirus* los cuales provocan úlceras y lesiones, destruyendo tanto aletas como branquias; principalmente en los alevines y en menor grado en los adultos, debido a su actividad de nutrición y por la acción de los ganchos y del órgano de fijación.

Los copépodos Géneros como *Lernaea* y *Argulus* se encuentran entre los copépodos ectoparásitos más peligrosos. Ellos, a través de un órgano de fijación producen heridas y se tornan anémicos, lo que finalmente les produce la muerte.

Condiciones y parámetros del cultivo

Hábitat

Son especies aptas para el cultivo en zonas tropicales y subtropicales.

Debido a su naturaleza híbrida, se adapta con gran facilidad a ambientes lenticos (Aguas poco estancadas), estanques, lagunas, reservorios y en general a medios confinados.

Parámetros fisicoquímicos

Oxígeno: La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1,0 mg/l), pero esto provoca efecto de estrés, siendo la principal causa de origen de infecciones patológicas, también reduce el crecimiento e incrementa la mortalidad. Los valores de oxígeno disuelto deben estar por encima de los 4 mg/L, el cual debe ser medido en la estructura de salida del estanque (desagüe).

Temperatura: Los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura).

El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28°C y 32°C, aunque ésta puede continuarse con una variación de hasta 5°C por debajo de este rango óptimo.

Dureza: Es la medida de la concentración de los iones de Ca y Mg expresados en ppm de su equivalente a Carbonato de calcio.

Existen aguas blandas (< 100 ppm) y aguas duras (>100 ppm).

Rangos óptimos: entre 50-350 ppm de CaCO.

Por estar relacionada directamente con la dureza, el agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm.

Durezas por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad, se hace aplicaciones de carbonato de calcio (CaCO), o cloruro de calcio (CaCl). Durezas por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración.

pH: Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.

Turbidez: Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad (lectura del Disco Secchi).

Altitud: presenta buen rendimiento de 850 a 2,000 m.s.n.m

Infraestructura

La tilapia puede ser cultivada en diferentes medios tales como: jaulas, tanques, estanques, lagunas, reservorios o represas, canales de regadío, etc., siendo los estanques el medio más común. Por lo general se le utiliza a este organismo para

monocultivo, aunque también se ha utilizado en policultivo especialmente cuando la tilapia es la especie de importancia secundaria (NICOVITA, s.f.)

Estanque

Estanques pequeños.

Más fácil y rápidos de cosechar.

Pueden ser llenados y drenados más fácilmente.

Se facilitan los tratamientos preventivos y curativos de enfermedades o parásitos.

Control de depredación mucho más fácil y eficiente. (NICOVITA, s.f.)

Estanques grandes.

Menor susceptibilidad a la erosión por parte del viento.

Se puede trabajar con densidades de siembra mayores porque su recambio es Superior.

Menor costo de construcción por unidad de área.

Se encuentran más sujetos a la acción de los vientos, por lo tanto, menos susceptibles a problemas de oxígeno. (NICOVITA, s.f.)

Manejo de estanques

Desinfección: una adecuada desinfección entre ciclos evita proliferación de agentes patógenos a la siguiente población de peces.

Secado: Después de cada cosecha, se debe dejar secar el fondo del estanque para oxidar el material orgánico que se ha sedimentado a través del ciclo de cultivo anterior y eliminar cualquier tipo de huevos de pescado o de depredadores.

Remoción del suelo: se debe remover la capa superficial hacia abajo y levantar el lodo inferior hacia arriba, para efectuar la oxidación completa de la capa inferior del fango anaeróbico.

Encalado: El encalado, efectuado con cal viva, tiene una acción antiparasitaria, actúa destruyendo todo tipo de parásitos de los peces. La dosis a emplear es de 800 kg/Ha.

Fertilización: Fertilizando el agua con abono orgánico o fertilizantes químicos, se puede subir la producción de fitoplancton y zooplancton.

Una vez fertilizado el estanque se debe controlar, mediante la coloración del agua que debe ser verde esmeralda; también se utiliza el método artesanal de introducción del codo para determinar a qué punto se pierde la visibilidad de la mano que está relacionada con la turbidez del agua. (Saavedra M, María A. 2006).

Metodología

El proyecto se llevó a cabo en el predio Quebradillas, ubicada en el municipio de Acevedo Huila. Inicialmente se procedió a identificar los usos del suelo más adecuados para las características de la finca, luego de lo cual se hizo la caracterización de la finca, para conseguir los insumos para la elaboración de las propuestas de arreglo agroforestal.

En cumplimiento del objetivo específico 1, se identificaron las especies que se involucrarán en diseño del sistema agroforestal, de tal forma que sean rentables y compatibles con las condiciones climáticas y edafológicas de la zona.

Para el objetivo específico 2, se procedió a planificar el arreglo de acuerdo con las condiciones climáticas y edafológicas del predio, además de tenerse en cuenta la topografía del mismo.

En el tercer objetivo específico del proyecto, se procedió a diseñar en planos de acuerdo con la topografía de la finca, para la implementación del mismo por parte del productor.

Para el cuarto objetivo específico se le presentó al productor un plan de inversiones para el arreglo diseñado.

Esta propuesta se puede presentar a más productores de la región con el ánimo de diversificar la producción y que se adopte la agroforestería como una práctica rentable y sostenible.

Resultados

A continuación, se presenta el diseño del sistema agroforestal a implementar en el predio Quebradillas en el municipio de Acevedo Huila

Caracterización del clima y edafología de la finca

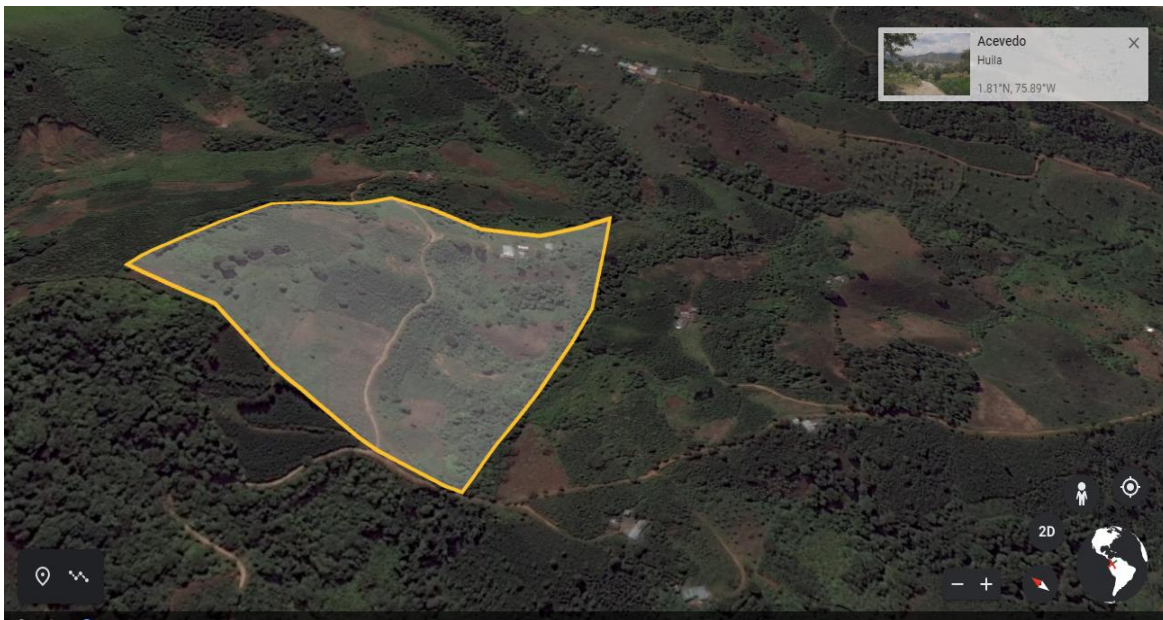


Figura 2. Finca quebradillas, sitio para el cual se realiza el diseño agroforestal.
Fuente: Google Earth.

El municipio de Acevedo cuenta con dos climas, el ecuatorial y el oceánico.

La finca Quebradillas cuenta con las siguientes condiciones:

Altitud: 1600 msnm

Temperatura media anual: 22° C

Humedad media anual 81%

Precipitación medio anual: 1101 mm

pH: 5.5

Suelos: franco-arcilloso con buen contenido de Materia orgánica.

Distribución espacial según la topografía y área de la finca.

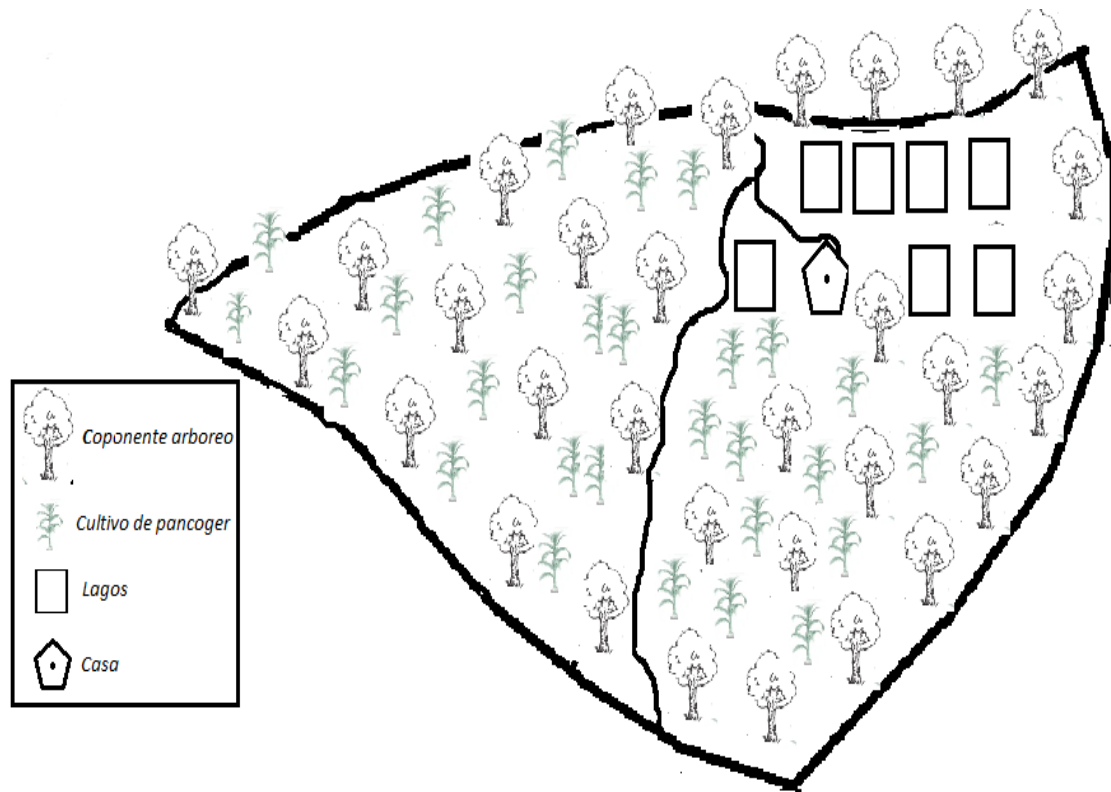


Figura 3. Grafico del sistema agroforestal.

Fuente: Elaboración propia

Datos

Área total de la finca: 10 hectáreas

Área disponible para el diseño: 9 hectáreas

Selección de las especies a usar en el SAF.

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas y edafológicas de la Finca Quebradillas, así como también los criterios básicos para el diseño de un SAF (base estructural, funcional y socioeconómica) se opta por diseñar un arreglo agroforestal el cual incluye arboles maderables (cedro rosado, *Acrocorpus fraxinifolius*), intercalando cultivo de pan coger (Maíz, *Zea Mayz*) y especie pecuaria (tilapia Roja *Oreochromis sp.*), ya que estas especies seleccionadas se adaptan perfectamente estas condiciones según sus requerimientos.

Construcción de estanques para Tilapia Roja

Se busca el sitio adecuado con menor pendiente y de menor permeabilidad.

Cantidad: 7 estanques

Dimensiones cada uno: 6 m x 12 m = 72m², profundidad de 50 cm.

Dimensión total: 72m² x 7 = 504 m² más 168 m² (espacio entre estanques)
=672m²

Sistema de producción semi - intensivo: se ha realizado una modificación significativa sobre el ambiente, se tiene control completo sobre el agua, las especies cultivadas y las especies que se cosechan. Se utilizan fertilizantes para lograr una máxima producción; también puede usarse un alimento suplementario no completo, para complementar la productividad natural sin necesidad de utilizar aireación mecánica. (Saavedra M, María A. 2006).

Densidad de siembra: Las tasas de siembra en estos sistemas Varían de 50,000 a 100,000 peces/Ha, generalmente la duración del ciclo de producción es de cinco a seis meses, desde sembrar el alevín de 5-20 gramos hasta la cosecha. (Saavedra M, María A. 2006). El tamaño de los estanques puede variar de acuerdo con las necesidades del productor y de las metas de producción. Pueden ser grandes de hasta 2 hectáreas o de pocos metros cuadrados.

Con base a la información anterior se maneja para este sistema una población de 5 alevinos/m², es decir 360 por estanque.

Población total del sistema de producción: 2.520 alevinos

360 alevinos/estanque x 7 estanques = 2.520 alevinos.

- Plantación del Cedro rosado y el maíz

Distancias de siembra de especie arbórea cedro rosado (*Acrocorpus fraxinifolius*)

En asocio agroforestal el espaciamiento inicial es de: 4 x 4 metros

Necesidad de raleos (edad en años): 4 y 6 años

Turno: 12 años (Guía s.f.)

Área disponible: 89.328 m²

Distancia de siembra: 4mx4m

Sistema de trazo: en cuadro.

Cálculo de número de plantas

Numerode arboles = area sembrar / (distancia entre plantas x distancia entre calle)

$$N = 89.328m^2 / (4m \times 4m)$$

$$N = 5.583 \text{ arboles}$$

Distancias de siembra para el maíz

Distancias de siembra de especie maíz (*Zea Mayz*).

Área disponible para maíz: 80.000 m² = 8 hectáreas

Distancia de siembra: 0.25 m x 1 m = 0.25 m²

Total de plantas: 320.000.

Semilla maíz amarillo 96,9 kg aproximando son 98kg

Actividades para desarrollar al implementar el Sistema Agroforestal

Preparación del terreno

Limpia o desyerba: Se realiza en el área total para iniciar el trazado y distribución espacial del SAF.

Trazado: un buen trazado permite distribuir las plantas en un terreno de forma ordenada aprovechando el espacio, facilita las labores propias del manejo del cultivo, da a conocer la cantidad de plantas, además da una apariencia bonita al SAF.

Para este diseño se eligió el trazo en cuadro para la especie arbórea (*Acrocarpus fraxinifolius*) teniendo en cuenta la topografía del área a sembrar.

Ahoyado: Se realizan hoyos de 30cm x 30cm, y 30cm de profundidad, estos se hacen con anterioridad **para** tener tiempo de desinfectarlos y que estén listos al momento del trasplante.

Trasplante: Este se hace eligiendo los árboles más vigorosos, transportándolos con cuidado hasta el lote para no lastimarlos, retirar la bolsa con cuidado para no dañar la raíz, se pasa al hoyo procurando que el árbol quede recto y bien anclado.

Siembra de maíz (*Zea mays*): para este sistema se selecciona la variedad ICA-109, Teniendo en cuenta su adaptabilidad a la zona, su rendimiento (6500kg/h) y facilidad de adquisición.

La siembra se realiza por hileras, con hoyos de 3 a 5 cm de profundidad, con distancia de 25 cm entre plantas y 1m entre surcos.

Construcción de estanques: se realiza mediante excavación a una profundidad de 50cm, se desinfecta con cal viva y se fertiliza, se deja un mes antes de llenarlos.

Plan de inversiones para el arreglo diseñado.

Los costos de inversión del proyecto en cuanto a compra de plántulas , alevinos y mano de obra se presentan en la tabla 1 .

Tabla 1. Total, de inversión para implementar el arreglo agroforestal

Actividad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Plantulas de cedro rosado (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>)	5583 plántulas	4.000	22.332.000
5% de resiembra	279 plántulas	4.000	1.116.000
Semilla de maíz (<i>Zea mayz</i>) variedad ICA- 109	98kg	7000	686.000
Alevinos deTilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>)	2.520 alevinos	170	428.400
Mano de obra			
Limpia del terreno	72 jornales guadaña	60.000	4.320.000
Trazado	20 jornales	25.000	500.000
Ahoyado	30 jornales	25.000	750.000
Siembra	30 jornales	25.000	750.000
Resiembra	1 jornal	25.000	25.000
Construcción de 6 lagos		350.000	2.100.000
Adecuación y Manejo del estanque	2 jornales	25.000	50.000
Aplicación de fertilizante	10 jornales	25.000	250.000
Aplicación cal dolomita	2 jornales	25.000	50.000
Control fitosanitario	10 jornales	25.000	250.000
Insumos			
Fertilizante	36 bultos	80.000	2.880.000
Alimento para peces	5 bultos	75.000	375.000
Cal dolomita	10 bultos	10.000	100.000
Otros	Varios		100.000
		Total	36.762.400

Fuente: Elaboración propia

El mayor valor obtenido eh corresponde a la siembra y resiembra de plántulas de cedro rosado, qué cuando llegue su época de producción van a tener un muy alto valor en el comercio de madera lo que va a dar muy buenos rendimientos al propietario del predio.

El productor qué implemente este tipo de arreglos agroforestales puede obtener ingresos a corto plazo con el cultivo de maíz, a mediano plazo con el cultivo de la tilapia y a largo plazo con el de cedro rosado, lo que le va a permitir un flujo constante de ingresos que puede complementar los obtenidos por su cultivo principal en la zona que es el café Y así mejorar su calidad de vida.

Conclusiones

Se diseñó un sistema agroforestal sostenible como alternativa al monocultivo, con presencia de especie piscícola (tilapia roja), este se realizó mediante la documentación de las condiciones climáticas y edafológicas de la zona y de las especies seleccionadas.

Mediante la implementación de sistemas agroforestales se mejora la calidad de vida de los agricultores en cuanto a alimentación y economía, ya que no dependen de un solo producto.

Los sistemas agroforestales son una alternativa de mitigación al impacto ambiental ocasionado por la agricultura tipo monocultivo, puesto que esta mejora la textura del suelo con el ciclaje de nutrientes, el microclima, microfauna y captura de carbono además de la producción de oxígeno.

La implementación de sistemas agroforestales en las unidades productivas es viable, puesto que aumenta la producción genera beneficios económicos y ambientales tanto a los dueños de los predios como a la comunidad en general.

Es posible fomentar este tipo de arreglos de 3 especies, en los productores de café del municipio de Acevedo que están buscando oportunidades de generación de nuevos ingresos que les permitan protegerse a ellos y a sus inversiones de las fluctuaciones del precio del café.

Recomendaciones

- Para la diseñar un arreglo agroforestal es importante conocer las condiciones climáticas y edafológicas de la zona y los requerimientos de las especies seleccionadas.
- Para que no se presente competencia por nutrientes, luz y agua, es importante diseñar un arreglo estructural (estratificación, espacio y tiempo).
- Para asegurar mayor rentabilidad, se debe elegir semilla de buena calidad, en sitios confiables.
- Respecto a la producción de peces, es bueno que antes de liberar los alevinos se dejen climatizar el gua de los empaques con el del estanque para evitar muertes por cambio brusco de temperatura.
- Es recomendable realizar un análisis de suelo para diseñar un sistema agroforestal de esta manera es más fácil realizar un plan de fertilización.

Bibliografía.

CAM (2009). *Guía de identificación de maderas aserradas departamento del Huila.*

Recuperado de

https://www.cam.gov.co/images/documents/phocadownload/guias_de_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf

El semillero (2019). Cedro rosado. Recuperado de <https://elsemillero.net/el-cedro-rosado/#:~:text=El%20Cedro%20Rosado%20posee%20cualidades,de%20inversi%C3%B3n%20inicial%20y%20su>

<https://elsemillero.net/el-cedro-rosado/#:~:text=El%20Cedro%20Rosado%20posee%20cualidades,de%20inversi%C3%B3n%20inicial%20y%20su>

Fundación Hogares juveniles campesinos. (2012) .*Manual de la granja integral autosuficiente*: Editorial Grania Ltda.

<http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/P%20PRODUCCION%20CONSUMO.pdf>

Icontec (2020). Buenas prácticas de producción de la acuicultura. Recuperado de

<https://www.icontec.org/rules/buenas-practicas-de-produccion-de-la-acuicultura-bppa/>

Navia E. Jorge F, Restrepo M. José M. Villada Z, Daniel & Ojeda Pedro Antonio. (2003) *Agroforestería: opción tecnológica para el manejo de suelos en zona de laderas*. FIDAR (fundación para la investigación y desarrollo agrícola).

Recuperado

de

http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4869/1/20061024162729_manual%20capacitacion%20agroforesteria.pdf

Corantioquia (2016). Manual de producción y consumo sostenible gestión del

recurso hídrico, cultivo de trucha y tilapia. Corantioquia y Centro Nacional de producción más limpia. Recuperado de

<http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Gesti%C3%B3n%20ambiental/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/P%20PRODUCCION%20CONSUMO.pdf>

[tal/Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales GIRH/Pisicola.pdf](http://Producci%C3%B3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales_GIRH/Pisicola.pdf)

Martínez, P. E., García, J. M. M., Sánchez, M. D. L. L. H., & Pérez, G. O. (2006). Cultivo intercalado de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) y su efecto sobre el contenido de materia orgánica en el suelo. *Revista Científica UDO Agrícola*, 6(1), 109-113.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2252810>

Ministerio de Medio Ambiente. (2010). Política nacional de producción y consumo sostenible. Recuperado de : <https://rds.org.co/es/recursos/politica-nacional-de-produccion-y-consumo-sostenible>

Saavedra M, María A. (2006). *Manejo del cultivo de la Tilapia*. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/55336436/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEApdf/>

Solorio S. Francisco J. (2010). *Diseño y evaluación de sistemas agroforestales*. Universidad autónoma de Yucatán (UADY). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/295550043_Notas_de_curso_Diseño_y_Evaluacion_de_Sistemas_Agroforestales