



**PROPUESTA DE UN SISTEMA AGROFORESTAL COMO ALTERNATIVA PARA LA
RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEFORESTADAS EN LA VEREDA NARANJOS DEL
MUNICIPIO DE GAMA, CUNDINAMARCA.**

ISMAEL ALEXANDER BEJARANO BELTRÁN.

CODIGO: 11231618003

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTÁ. D.C, 2020



**PROPUESTA DE UN SISTEMA AGROFORESTAL COMO ALTERNATIVA PARA LA
RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEFORESTADAS EN LA VEREDA NARANJOS DEL
MUNICIPIO DE GAMA, CUNDINAMARCA.**

ISMAEL ALEXANDER BEJARANO BELTRÁN.

CODIGO: 11231618003

DIRECTOR

PhD IVÁN ALEJANDRO ÁVILA LEÓN

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTÁ. D.C, 2020



**OPUESTA DE UN SISTEMA AGROFORESTAL COMO ALTERNATIVA PARA LA
RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEFORESTADAS EN LA VEREDA NARANJOS DEL
MUNICIPIO DE GAMA, CUNDINAMARCA.**

ISMAEL ALEXANDER BEJARANO BELTRÁN.

CODIGO: 11231618003

**Trabajo de grado como prerrequisito parcial para obtener el título de profesional
en
Ingeniería ambiental**

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTÁ. D.C, 2020

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por la vida por haberme acompañado y fortalecido a lo largo de mi vida y mi carrera, por todas las experiencias y aprendizajes que hasta el día de hoy he adquirido, gracias a él por permitirme la oportunidad de estudiar y convertirme en un mejor ser humano.

Al grupo docente que durante mi carrera me orientaron, me aconsejaron y me brindaron sus conocimientos con paciencia, dedicación y compromiso. Agradecimiento especial al profesor Iván Alejandro Ávila León.

A mi madre María de Jesús Beltrán por su entrega ejemplo y sacrificio, que ha tenido durante el transcurso de mi vida, por sacarme adelante y por ser la motivación principal para continuar estudiando. A mi padre Ismael Olindo Bejarano por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera.

A mis hermanos por su compañía, paciencia, apoyo y consejos, para ellos mis agradecimientos especialmente a mi hermano mellizo Abel bejarano por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, porque siempre está ahí en las buenas y en las malas.

A mis compañeros y compañeras que durante la carrera me brindaron su amistad, sus conocimientos y su apoyo en cada experiencia vivida, durante este proceso de formación.

Contenido

Contenido.....	5
1. RESUMEN	7
2. ABSTRACT	8
3. INTRODUCCIÓN	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
5. JUSTIFICACIÓN.....	13
6. OBJETIVOS	14
6.1. General	14
6.2. Específicos.....	14
7. MARCO CONCEPTUAL	15
7.5.1. Sistemas agrosilviculturales (cultivos + especies leñosas).....	18
7.5.2. Sistemas silvopatoriles	22
8. ESTADO DEL ARTE	23
8.1. Sistemas agroforestales con café	23
8.2. Valorización de sistemas arables, agroforestales y solo árboles en Europa.....	24
8.3. Sistemas agroforestales templados y el servicio de polinización	25
8.4. Factores que afectan la adopción de SAF	25
8.5. Composición del dosel (cubierta) de sombra en SAF.....	26
9. METODOLOGIA	28
9.1. Búsqueda bibliográfica sobre conceptos de SAF.....	28
9.2. Revisión sobre nuevas formas de implementación de los SAF en el mundo	28
9.3. Identificación de la zona de estudio	29
9.3.1. Localización de la zona de estudio	29
9.3.2. Diagnóstico de la población	29
9.4. Definición de fallas y fortalezas del territorio según diagnostico.....	30
9.5. Diseño de un sistema agroforestal para parcelas en la vereda Naranjos del municipio de Gama	30
9.6. Diseño de capacitación de residuos peligrosos	30
10. RESULTADOS	31
10.1. Producto de la búsqueda bibliográfica sobre SAF	31
10.2. Identificación de la zona de estudio	33
10.2.1. Localización de la zona de estudio.....	33

10.2.2.	Identificación de remoción en masa.....	37
10.2.3.	Identificación de incendios ambientales	38
10.2.4.	Reconocimiento de residuos del territorio.....	40
10.3.	Diagnóstico de la población según Análisis de la respuesta de la encuesta	41
10.4.	Definición de fallas y fortalezas del territorio según diagnostico	49
10.4.1.	Fallas identificadas	50
10.4.2.	Fortalezas identificadas.....	51
10.5.	Diseño del SAF en parcela de la Vereda.....	52
10.5.1.	Localización del polígono y sus características.....	52
10.5.2.	Identificación de problemas en los sistemas actuales.....	55
10.5.3.	Identificación de las especies utilizadas en las parcelas de la vereda	56
10.5.4.	Selección de especies para el diseño del SAF	56
10.5.5.	Calculo de la densidad de los componentes del SAF con café....	57
10.6.	Capacitación según residuos peligrosos (RESPEL) generados en el territorio.....	61
10.6.1.	Articulación con entes territoriales	61
10.6.2.	Disposición final de RESPEL encontrados	61
10.6.3.	Aprovechamiento de los residuos orgánicos identificados	62
11.	CONCLUSIONES	64
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
13.	ANEXOS.....	68
13.1.	Anexo. 1. Diseño de encuesta aplicada en la herramienta <i>google</i> a la comunidad de la Vereda Naranjos, Gama.	68
13.2.	Anexo 2. Ficha técnica de la encuesta	72

RESUMEN

El ser humano a lo largo de la historia, ha deteriorado los ecosistemas consumiendo los recursos renovables y no renovables del entorno natural, por eso se busca la forma de frenar y contrarrestar las consecuencias que conllevan el deterioro de los suelos. En este proyecto se identificaron las diferentes clases de sistemas agroforestales, con el fin de encontrar métodos para un sistema sostenible en los territorios deteriorados por la agricultura y la ganadería extensiva.

El proyecto se realizó en tres fases: La primera fue buscar en bases de datos temas sobre nuevos sistemas agroforestales implementados a través del tiempo, a nivel internacional y nacional. En la segunda fase se identificó una zona para hacerle un diagnóstico según fuentes de la Alcaldía, corporaciones y entes de control del territorio, también se realizó una encuesta a agricultores de algunas parcelas de la vereda seleccionada, fue necesario hacer visita para observar y concretar el diagnóstico. Por último, se propone un diseño de un sistema agroforestal acorde a las características del suelo y lo diagnosticado en la población.

Palabras claves: sistemas agroforestales, Agroforesteria, Agricultura Sostenible, silvicultura.

1. ABSTRACT

The human being throughout history, has deteriorated ecosystems consuming the renewable and non-renewable resources of the natural environment, that is why we are looking for a way to stop and counteract the consequences that the deterioration of the soils entail. In this project, the different classes of agroforestry systems were identified, in order to find methods for a sustainable system in the territories damaged by agriculture and extensive cattle ranching.

The project was carried out in three phases: The first was to search for bibliographies in reliable pages, where topics on new systems implemented over time, at the international and national levels, were found. In the second phase, an area was identified to make a diagnosis according to reliable sources from the mayor's office, corporations and territorial control entities, a survey was also carried out with farmers in some plots of the selected village, it was necessary to visit to observe and specify the diagnosis. Finally, according to the diagnosis carried out, a plot of the region was identified, to design an agroforestry system according to the characteristics of the soil and what was diagnosed in the population

Keywords: agroforestry systems, agroforestry, Sustainable agriculture, forestry.

2. INTRODUCCIÓN

Colombia cuenta con condiciones geográficas diversificadas, lo cual le permite realizar cultivos de diferentes especies, en diferentes épocas del año ya que no cuenta con un clima estable. Además, cuenta con un gran potencial en la fauna y flora lo que hace posible que se sustente a base de actividades agropecuarias, sin embargo, estas actividades no logran diseñar un sistema sostenible que garantice los productos a largo plazo.

El proyecto que se realizó en la Vereda Naranjos del municipio de Gama, Cundinamarca, se realizó con el fin de diseñar un arreglo agroforestal, en los predios de los agricultores del territorio ya mencionado, teniendo en cuenta que en el municipio tiene distintas especies frutales, los cuales dependen del clima, pues la Verdad cuenta con diferentes tipos de suelos, favoreciendo el desarrollo de proyectos productivos, basados en el manejo tradicional del agricultor campesino. El proyecto se realizó en tres etapas: La primera es la búsqueda bibliográfica en diferentes plataformas confiables como *Scopus* y *ScienceDirect*, además de *Google Scholar*, dando como resultado documentos donde se esclarecen conceptos y se encuentran los diferentes tipos de sistemas agroforestales que se pueden aplicar en el municipio; la segunda etapa se realizó con ayuda de una encuesta diseñada para la comunidad que se está trabajando, donde se hace un diagnóstico del conocimiento de la comunidad frente a temas relacionados con sistemas agroforestales, de allí se determinó el deterioro del suelo consecuencia de las actividades agrícolas, entre estas se destacan la quema y tala de árboles, la cual influyen las problemáticas ambientales como la remoción en masa que afecta el medio ambiente, y finalmente se diseñó un sistema apoyado en las técnicas



encontradas y en la información de la comunidad, teniendo como base el aprovechamiento de las especies del territorio localizado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la falta de presupuestos por parte del Estado, la corrupción y la falta de conocimientos necesarios por parte de la población rural, en temas relacionados con el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, provoca que cada día se corte y no se planteó nuevamente el bosque nativo correspondiente a cada territorio.

En la vereda Naranjos del municipio de Gama las fincas poseen árboles frutales y arbustos como el café, en los últimos años se ha observado por parte de los agricultores el bajo rendimiento en la producción de sus diferentes productos, cuyas posibles causas es falta de nutrientes en los suelos por la deforestación que se presenta en el sector, también se le añade la falta de un manejo más técnico a la hora de introducir cultivos mezclados con especiéis frutales, agrícolas y forestales lo cual genera afectaciones en los frutos y pérdidas económicas a los agricultores.

Aunque la región del Guavio cuenta con una corporación encargada de regular la deforestación por cualquier actividad, las faltas de colaboración por parte de la comunidad hacen pensar que el problema es de comunidad, pues no hay conciencia de esto. La deforestación inconsciente para actividades agropecuarias y la siembra de monocultivos como el maíz, yuca, plátano, café, arracacha, lulo, tomate de árbol, tomate de guiso, granadilla, caña de azúcar, pimentón, corte de pastos para la ganadería y otros productos propios de la región, han traído como problemas las amenazas por remoción en masa en diferentes categorías de los municipios que conforman esta jurisdicción, según un análisis elaborado por la Corporación Autónoma del Guavio en 2017; Conforme el análisis de la Corporación, el municipio de Gama presenta una vulnerabilidad en categoría alta de remoción en masa debido a que en esta zona tiene poco aprovechamiento agrícola y forestal, alto déficit de vivienda, poca cobertura de educación a la población, además de una alta cantidad de elementos expuestos como

vías y viviendas. Por esto surge la necesidad de buscar nuevos modos de productos con los sistemas agroforestales en los que se puedan aplicar procesos sostenibles, además se pueda integrar el manejo de todas las componentes de estos sistemas para los campesinos en la recuperación del medio ambiente sin afectar sus actividades económicas logrando una mejor producción.

4. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con el IDEAM (2008), la degradación del suelo se considera como la alteración negativa o la disminución de su capacidad para proporcionar bienes y servicios, estos daños pueden ser ocasionados por factores naturales o antrópicos, en ocasiones puede originan la destrucción total del componente ambiental desencadenando problemas con impactos negativos en el suelo. Hay factores directos que afectan en la alteración del suelo, entre ellos se encuentran lo naturales que incluye, el clima, el relieve, la altitud, la edad de este. Por otra parte, la FAO (2010) menciona que la degradación de los suelos es como un cambio en la salud del suelo, disminuyendo la capacidad para la producción directa e indirecta de algún bien o un servicio a sus beneficiarios. Según Rodríguez (2020), primer Ministro del medio Ambiente de Colombia, es un país donde su economía depende en su gran mayoría por la extracción de recursos como petróleo y minerales que se extraen del subsuelo, trayendo implicaciones ambientales muy serias como la incrementación de la deforestación en el territorio, a esto se le suma la ganadería extensiva y los monocultivos ya mencionados, por todo esto surge la necesidad de que Colombia tenga una transformación al agro y a la implementación de energías verdes dejando de lado la dependencia del petróleo, ante todo buscando nuevos sistemas silvopastoriles para frenar la ganadería extensiva poco eficiente ya que estos sistemas integran diferentes especies de árboles, lo que le proporciona al suelo un aumento de su capa orgánica debido a la hojarasca que a través del tiempo se va aumentando. Rodríguez (2020).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Formular una propuesta de un sistema agroforestal como alternativa para áreas deforestada con opciones económicas y sostenibles para los campesinos de la Vereda Naranjos del municipio de Gama, Cundinamarca.

5.2. Específicos

- ✓ Determinar la importancia y los beneficios de un sistema agroforestal como nueva alternativa de uso sostenible del suelo y su conservación.
- ✓ Identificar una zona de trabajo dispuesta para un sistema agroforestal con posibles asociaciones de especies, a través de un diagnóstico a la comunidad.
- ✓ Proponer un diseño agroforestal con asociación de especies en la vereda Naranjos del municipio de Gama.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1. La reforestación

La reforestación es una actividad que genera beneficios y servicios ambientales a la comunidad. Al contribuir con la cobertura arbórea en terrenos desbastados por la actividad humana, mejora el flujo del agua de las precipitaciones, reduciendo su velocidad, incrementando la filtración y así regular los altos caudales que se generan en los ríos, aumentando la calidad del agua superficial. En ese orden de ideas la reforestación ha sido una opción contribuir en la reconstrucción y conservación de recursos naturales que en algún momento fueron deteriorados (Medina, 2012). Una de las opciones que surgen para disminuir un poco el problema de la deforestación son los sistemas agroforestales (SAF) se consideran, según Caicedo (2020), como una práctica productiva, de hace muchos años, lleva mucha ciencia involucrada, también se tienen que esclarecer muchos paradigmas sobre este tema, estos SAF involucran recursos ecológicos que comprenden la integración de diferentes especies de árboles en las fincas o parcelas, incrementando y diversificando el paisaje, la agricultura y la producción de una forma mucho más sostenible, brindando así a sus gestores beneficios tanto económicos, sociales y ambientales.

6.2. Conceptos de agroforesteria

La agro silvicultura es la combinación de árboles perennes en una misma área con crecimiento deliberado y cultivos agrícolas, animales y pastos, creciendo así de una forma espacial, en los cuales hay interacciones positivas o negativas siempre conservando un interés ecológico o económico. (Fassbender, Nair, 1993)

Los sistemas agroforestales se consideran como una forma de usos del suelo donde las especies de árboles leñosos se relacionan en un área de cultivo y/o animales; su principal función es diversificar y optimizar el paisaje con una producción respetando la sostenibilidad. (Musálem, 2001). Las plantas leñosas son aquellas que contienen lignina,

un compuesto orgánico que permite que las células estén unidas y que los tejidos estén organizados de manera que tomen las características de la madera. las plantas leñosas son perennes. (*Jiménez y Muschler, 2001*).

La agroforestería está relacionada con los usos de la biodiversidad de los sistemas cultivos productivos, teniendo como fundamento la integración de las diferentes actividades productivas en un mismo territorio con una organización lógica, procurando la autorregulación entre las especies y la auto-recuperación de la fertilidad en el suelo minimizando el uso de insumos ajenos de este suelo. Se debe tener en cuenta utilizar las especies más adecuadas para el territorio que se vaya a trabajar, elegir el tiempo de plantación correcta, de siembra y de uso de los animales coordinando el ordenamiento para tener buenos resultados (*Trujillo N, 2008*).

6.3. Definición de un sistema agroforestal (SAF)

No existe un concepto definido que satisfaga completamente la idea de este sistema, pues es un área interdisciplinaria que incluye interacción de muchas variables, una de sus definiciones nos menciona que es un conjunto que integra diferentes componentes de la agroforestería, unidos de una manera que forman uno solo. En este sistema donde interactúan poblaciones de plantas cultivadas de diferentes especies y animales, tiene características estructurales y funcionales. Es un diseño físico de varios cultivos y animales en un determinado espacio donde ingresan unidades como la luz solar, agua, nutrientes, aire entre otros y produce beneficios para el ser humano tales los frutos de las plantas, leña, alimentos para los animales, fibras etc. También se define como un sistema organizado agropecuario con el fin de utilizar recursos del medio para generar productos y beneficios agrícolas. (*Rojas, 2015*).

Un sistema agroforestal se refiere a la implementación de tecnologías para las diferentes formas de usos del suelo, donde las diferentes especies de árboles y arbustos se utilizan

en un sistema con cultivos agrícolas producción animal o arreglos temporales. (López, 2010).

Un sistema agroforestal tiene que ver mucho con lo agropecuario porque sus partes son animales, árboles y cultivos. Los componentes de sistema son: límites, componentes, ingresos, egresos, interacciones entre sus componentes y una jerarquía dentro del sistema. (Díaz, 2015). En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un sistema Agroforestal con sus componentes en plantaciones normales de café.

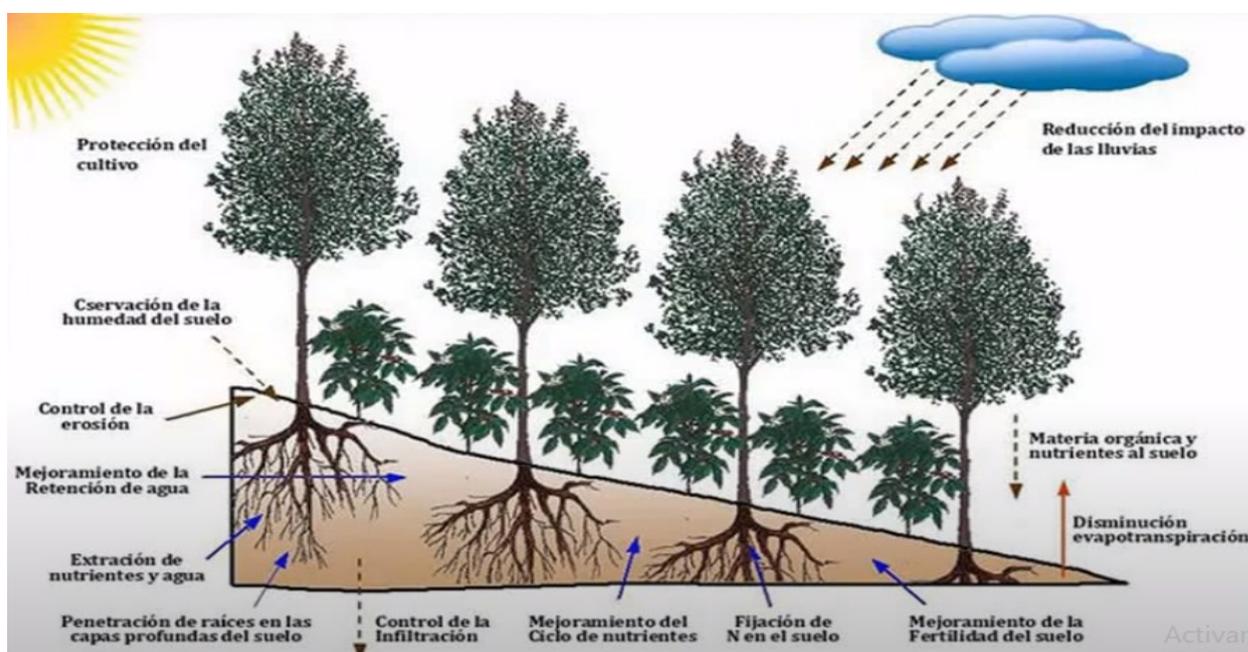


Figura. 1. Manejo de café en un sistema Agroforestal

Fuente: Gilder (2017)

6.4. Características de los SAF

Productividad: Este sistema produce bienes y servicios trayendo atributos como:

- ✓ La incorporación de especies leñosas y maderables, deseadas y compatibles con el clima del territorio que se trabaje, puede generar en el suelo un incremento de fertilidad. El aumento de materia orgánica en el suelo da como resultado la

incorporación de la actividad microbiana dando la disponibilidad de nutrientes necesarios para el crecimiento de nuevas especies.

- ✓ la incorporación de árboles permite el control de deslizamientos por las raíces, que a su vez aumentan la permeabilidad del sitio.

Sostenibilidad: Estos sistemas optimizan los beneficios de las interacciones entre las especies boscosas, los cultivos y los animales. Al integrar los cultivos tradicionales con ecosistemas naturales, ampliamos sus características ecológicas al sistema agrícola forestal, logrando que a largo plazo el bosque se mantenga sin tener una afectación considerable.

Adaptabilidad: El sistema es asimilado por el agricultor, aunque tiene limitaciones por no tener para financiarlo o por problemas con el medio ambiente. (Lopez,2017).

6.5. Clasificación de los SAF

Los sistemas Agroforestales (SAF) son muy difícil clasificarlos bajo un solo esquema para esto es necesario tener ciertos criterios como son: La estructura o función del sistema, la zona agroecológica seleccionada donde el sistema existe o se va a implementar y el escenario socioeconómico es decir su escala de producción y nivel de manejo. La siguiente clasificación está basada en sus componentes naturales:

6.5.1. Sistemas agrosilviculturales (cultivos + especies leñosas)

6.5.1.1. Agricultura migratoria con manejo de barbecho

La agricultura migratoria es un sistema el cual el bosque se tala y se quema los residuos después este terreno se cultiva por pocos años, luego el cultivo continúa una fase llamada barbecho o descanso de la del suelo, este período dura de 5 a 20 años Aproximadamente, en este lugar se hace una rotación de parcelas más no de cultivos. (Lopez,2017).

El lapso de descanso o rastrojo es obligatorio, ya que, en la fase inicial de siembra, los rendimientos de los cultivos son elevados, debido a que, en la quema de los árboles, los nutrientes se vuelven más disponibles en el suelo, la acidez del suelo baja y la productividad aumenta, después de 2 a 3 años la tierra pierde fertilidad aumentando los gastos de mantenimiento para cultivar, por esto es necesario un descanso del terreno. *(Musálem S,2001).*

6.5.1.2. Barbechos mejorados

Es un sistema que consiste en plantear un área deteriorada en descanso con árboles leguminosos de rápido crecimiento en un período de dos a tres años, para aumentar de manera positiva las propiedades del suelo, en los barbechos se pueden sembrar cultivos rotativos en este caso ya no se quema el área, también es recomendable combinar especies de leguminosas para tener reciclaje de nitrógeno y así tener reservas de nutrientes. *(Alegre, 2005).*

6.5.1.3. Cultivos en plantaciones de árboles y sistema taungya

Este es un método donde hay plantaciones forestales en medio de cultivos anuales simultáneamente, pero es sólo por una temporada ya que la obtención de madera es la meta final de estos cultivos, en esta clase de cultivos los agricultores se motivan, Puesto que hay un ingreso más adicional, en este tipo de sistemas los árboles forestales crecen mejor que cuando están solos, pues están un poco más libres de malezas, también se pueden ver beneficiados con los residuos de fertilizantes que se utilizan para los cultivos anuales. *(Lopez,2017).*

Los beneficios económicos y sociales de estos sistemas, nacen en el ahorro que se genera con los bajos costos al realizar esta agricultura en forma conjunta, encontrando con esto la disminución en los gastos de mantenimiento de un sistema forestal normal, esto genera entradas económicas adicionales a los agricultores. *(Musálem S,2001).*

6.5.1.4. Árboles para sombra de cultivos anuales

Los cultivos silvoculturales se han diseñado con el fin de elaborar y perfeccionar métodos pecuarios, desarrollando más oportunidades para los agricultores, buscando una calidad en los alimentos, además hay ingresos adicionales por la madera que se da en estos sistemas, la variedad de árboles permite la restauración de aquellos terrenos deteriorados. (Trujillo N. 2008)

Consiste en la combinación simultánea de árboles y cultivos, un claro ejemplo es el café y el cacao que contiene la base de muchos de estos sistemas. Estos sistemas son implementados con especies que necesitan sombra para subsistir y que tengan producción una vez al año. La mayoría de la elección de sistemas de sombras es más para aumentar la diversificación de los productos mejorando el abastecimiento de madera para la leña, las frutas entre otros. (Musálem S ,2001).

6.5.1.5. Árboles en parcelas: cortinas corta vientos, cercas vivas

- **Cercas vivas:** Es una línea de arbustos que delimitan una propiedad o una finca, como se muestra en la figura. 3, con el fin principal de impedir el paso de los animales o de personas y delimitar la propiedad, se obtienen productos

adicionales como el forraje, leña, flores para las abejas, madera, frutos, postes para las cercas y plantas medicinales entre otros. (Lopez,2017).

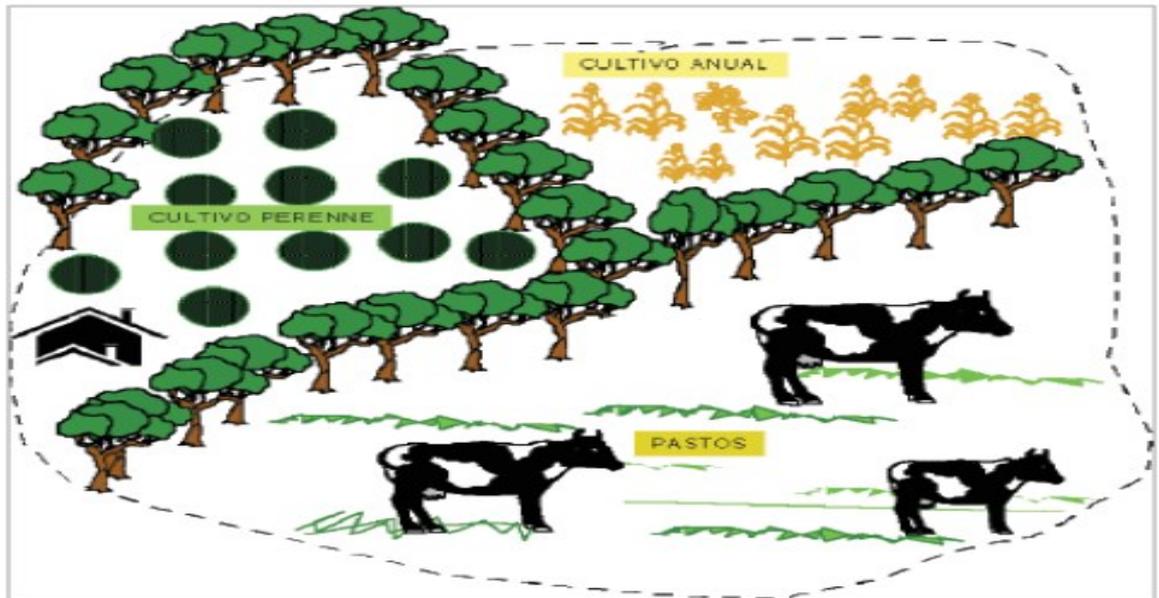


Figura.2. sistema con cerca viva.

Fuente: Rojas (2015)

- **Cortinas rompe vientos:** Este sistema consiste en una línea de árboles que preservan un área ya sea de pastos de corte, cultivos y árboles del viento, esta puede servir como una cerca viva, trae beneficios como forraje, leña, madera, postes, reducir la velocidad del viento, controlar la erosión, regula el clima entre otros beneficios, como se muestran en la siguiente figura. (Lopez,2007).

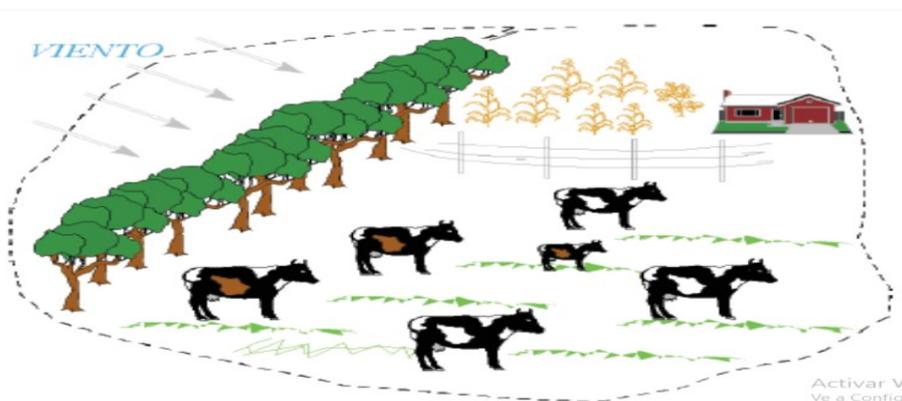


Figura.3. sistema cortavientos.

6.5.2. Sistemas silvopastoriles

En Colombia estos sistemas silvopastoriles son una combinación de especies forestales leñosas o frutales y con presencia de animales, estos cultivos se caracterizan por no tener presencia de cultivos en su territorio, se practica en diferentes niveles desde grandes plantaciones de árboles comerciales, con ganado, hasta solo pastoreo de ganado como complemento a la agricultura. (*Lopez, 2007*).

Algunas características de los sistemas silvopastoriles:

- Acelera algunos aspectos del ciclo de nutrientes.
- Si la cantidad de animales es alta afecta al suelo en su compactación y afecta el crecimiento de algunas especies arbóreas.
- Los animales incrementan la germinación de las distintas especies.
- Los árboles favorecen a los animales con la sombra pues hace que ellos estén más frescos.
- Para los pequeños agricultores que no poseen suficientes tierras para la ganadería, disponen de los árboles como cercas vivas, especialmente si estos árboles tienen usos múltiples que además de follaje al ganado, proporcionan mayor rendimiento y duración de las pasturas, alimento para los animales y además sirven como postes permanentes en los alambrados de las parcelas, mejorando la fertilidad del suelo con las raíces.

7. ESTADO DEL ARTE

La construcción de este estado del conocimiento se realizó de lo general a lo particular a nivel Colombia:

7.1. Sistemas agroforestales con café

El primer artículo a resaltar tiene como objetivo la identificación, de *sistemas agroforestales de café* (CAF), para regular enfermedades y garantizar la provisión de otros servicios eco sistémicos; la recopilación de datos se realizó en dos años (2014-2015) en 61 parcelas de café establecida en Turrialba, Costa Rica. De cada parcela de café, se marcan ocho filas con 15 plantas cada fila, a las cuales se les mide número de nudos fructíferos y el de ramas productivas para mirar rendimiento y pérdida de rendimiento, también se les miden la presencia de enfermedades en la hoja de algunas ramas, cinco veces durante el año. Para calificar la estructura de la sombra, se midió la riqueza, cantidad de árboles, así mismo se clasificaron las plantas en diferentes tipos: arbóreas maderables, frutales, árboles de servicios, cuatro veces al año. Además, se entrevistaron agricultores para recopilar datos sobre manejo y producción agroforestal, los cuales se usaron para calcular indicadores de servicios de aprovisionamiento. Las variables regresoras fueron los indicadores de presencia de enfermedades, aprovisionamiento de productos agroforestales, aumento de la fertilidad del suelo y secuestro de carbono y sus variables dependientes fueron: pérdidas de rendimiento primario y secundario, sus pérdidas primarias y secundarias económicas, con estos datos se realizaron y se representaron un total de 48 regresiones. Como resultado se encontraron 21 relaciones, entre las pérdidas de rendimiento y económicas con indicadores de servicio de los ecosistemas, que permitieron derivar recomendaciones para mejorar estrategias de gestión. Se identificaron seis sistemas de café como los más prometedores para reducir pérdidas y proporcionar otros servicios eco sistémicos. Uno de estos CFA era un sistema agroforestal simple con árboles de servicio, tres eran

medianamente diversificados y dos eran altamente diversificados es decir incluyen árboles de servicio, frutales y árboles maderables. Los seis sistemas se diferencian en sus prácticas de cultivo, objetivo de estabilidad para los agricultores, ofrecen varias opciones para el diseño de nuevas plantaciones de café, o para la transformación de sistemas existentes. (Cerda, Avelino y Harvey, 2020).

7.2. Valorización de sistemas arables, agroforestales y solo árboles en

Europa

El segundo artículo de investigación, tiene origen Europa y se titula “*valorización de sistemas arables, agroforestales y de solo árboles en tres sitios de caso de estudio en Europa*” el estudio aplicó un enfoque para evaluar tanto la rentabilidad financiera de los tres sistemas como también los beneficios sociales más amplios durante un periodo de 30 a 60 años. Se modelaron tres sistemas para tres sitios en el Reino Unido, España y Suiza, utilizando un modelo de simulación de árboles y cultivo llamado Yield-SAFE, luego se utilizó un modelo bioeconómico llamado Farm-SAFE para comprobar los valores financieros y económicos de cada año, mediante la incorporación de valores monetarios para cinco variables ambientales: Emisión de dióxido de carbono, secuestro de carbono, erosión del suelo por el agua y balances de nitrógeno y fósforo. En los tres sitios estudiados, la agricultura arable generar mayores ingresos agrícolas que los sistemas agroforestales o solo de árboles, pero los sistemas arables también crearon los mayores costos ambientales, comparando los sistemas agroforestales y exclusivamente los sistemas arbóreos generaron menos emisiones de CO_2 y absorbieron más carbono. En el Reino Unido los valores equivalentes económicos (EAV E) de los sistemas agroforestales y de solo árboles fueron mayores o similares a los del sistema arable mientras que en España, el lento crecimiento previsto de los árboles, significó que incluso después de ingresar las variables ambientales, el sistema arable y

cultivable género más beneficios sociales que los otros dos sistemas. (M.L. Giannitsopoulo, 2020).

7.3. Sistemas agroforestales templados y el servicio de polinización

El tercero es un artículo titulado *“los sistemas agroforestales templados brindan un mayor servicio de polinización que el monocultivo”*, acá se evalúa si la Agro silvicultura (AF) puede proporcionar un mayor servicio de polinización en comparación de los sistemas de monocultivos (MC); se establecieron seis sitios del Reino Unido, cada uno con un sistema AF y un sistema MC, fueron estudiados durante tres años, se utilizaron como indicador de la magnitud y estabilidad la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres, respectivamente. También se midió directamente el servicio de polinización como semillas depositadas en un fitómetro (unidad de tallo formada por nudo) de plantas silvestres. Se descubrió que los sistemas de AF templados pueden proporcionar un mayor servicio de polinización que los tratamientos con MC, pues los tratamientos con AF tienen el doble de abejas solitarias y moscas, y en los sistemas arables 2,4 más veces más abejorros que en los tratamientos con MC; En los AF también se tuvo 4,5 veces más semillas en comparación con MC en uno de los años, así mismo se determinó que en el 40% de las unidades de muestreo la riqueza de especies de abejas solitarias fue en un promedio 10,5 veces mayor en los tratamientos de AF, esto proporciona evidencia a favor de la expectativa de que los sistemas AF pueden generar mayor riqueza de polinizadores. (Varah, Jones y potts, 2020)

7.4. Factores que afectan la adopción de SAF

El cuarto es un artículo de investigación de origen colombiano y se titula *“los factores que afectan la adopción de la prácticas de agro forestación y perspectiva de los sistemas silvopastoriles en Colombia”* donde se utilizan datos de información social, económica y productiva obtenida de una encuesta a nivel finca de ganaderos, que participaron en el proyecto entre noviembre del 2012 y junio del 2013, el área de estudio incluye cinco

regiones las cuales fueron: Valle del río Cesar, cuenca inferior del río Magdalena, región granja lechera, valle del río Cauca y región Cafetera y montañas bajas de la cordillera oriental en el Meta, las cuales fueron seleccionadas de acuerdo con criterios como: principal actividad económica la ganadería, territorios con valor de conservación y proximidad a áreas protegidas con corredores de vida silvestre; las variables se establecieron según cuatro prácticas agroforestales: 1) Los árboles dispersos es decir que se incorporan en los pastizales al menos 20 por hectárea. 2) Los árboles y arbustos dispersos para la producción de forrajes que son aquellos que se plantan específicamente para alimentar los animales. 3) Plantaciones forestales las cuales corresponde a plantaciones con fines comerciales o de conservación y 4) manejo de bosques la cual es vegetación leñosa natural sin la intervención humana o recuperada después de actividades antrópicas. como resultados incluidos está que el 32% de los ganaderos no adoptan ninguna práctica, el 41% adopta al menos una práctica y el 27% adopta dos o más prácticas agroforestales, así mismo se determina que la práctica más adoptada es la forestal en un 50%, entre las razones es el beneficio proporcionado pues la madera se utiliza como fuente de combustible, insumo de construcción, ingresos por su venta y para la conservación de la cuenca. (Jara, Russy, Muñoz y Engler, 2020).

7.5. Composición del dosel (cubierta) de sombra en SAF

El quinto es un estudio titulado “*Composición y estructura del dosel (cubierta) de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia*”, se realizó en Pacho, Tibacuy y San Juan de Rio Seco, se eligieron 15 fincas de cada municipio y en cada parcela un lote de con parcelas establecidas de 1000 m², se encontraron las arboles con altura mayor a 10 cm; las medidas se realizaron entre los años 2014 y 2105. la identificación se realizó visualmente con los agricultores y por consulta bibliográfica, igualmente se revisaron las plantaciones de plátano encontradas en cada parcela, para cada árbol se evaluo la altura total y diámetro cuadrático. El área

de la copa se estimó mediante la proyección desde la copa al suelo. De acuerdo al porcentaje de sombra se encuentra en sombrío alto, sombrío medio y sombrío bajo; como resultados que obtienen en las áreas muestreadas en los municipios se encontraron 43 especies de árboles relacionadas con los cafetales y el 16% de ellas están en todas las parcelas. La cantidad de plátano fue mayor en cafetales de San Juan de Rio Seco, siendo esta especie determinante en las interacciones por sombra en los sistemas evaluados. La cantidad de árboles fue mayor en las parcelas de sombrío alto y medio en los tres municipios. En conclusión, las especies de árboles con mayor importancia ecológica en los SAF de café son *yarumo o cafetero, frutillo o jazmín, guamo santanderino, cedro rosado*, lo cual se relaciona con las preferencias de los caficultores por estas especies, debido a relaciones biofísicas, ambientales y/o económicas favorables con el café. (Piedad, 2020).

8. METODOLOGIA

Con la finalidad de realizar una propuesta de un sistema agroforestal como alternativa para la conservación y restauración de áreas deforestadas, en la Vereda Naranjos del municipio de Gama Cundinamarca, se realizaron los siguientes pasos:

8.1. Búsqueda bibliográfica sobre conceptos de SAF.

En esta primera fase se revisaron bases de datos como *Scopus* y *ScienceDirect*, además de *Google Scholar*, para identificar que es un sistema agroforestal y que es sistemas silvopastoril haciendo énfasis en las diferentes variables ambientales de la región, según las especies que se cultivan, dependiendo del territorio donde se trabajen esta clase de sistemas. También se revisaron estudios de tipo experimental para verificar el impacto del hombre en los ecosistemas. Se utilizaron palabras claves como: **Agroforestería, silvicultura, usos del suelo, ganadería, agricultura, huella de carbono, sostenibilidad, silvopastoreo, abundancia, Servicio de ecosistemas, erosión del suelo, servicios ambientales, plantación de café, mitigación del cambio climático**, en un periodo de los últimos 6 años.

8.2. Revisión sobre nuevas formas de implementación de los SAF en el mundo

En la segunda fase se procuró buscar información más reciente desde el año 2014 hasta el presente año en las bases de datos *Scopus* y *ScienceDirect*, donde se utilizaron términos de búsqueda, como “**sistemas agroforestales y silvopastoriles**”; se encontraron definiciones no relacionadas con el tema, como techos verdes, cultivos sostenibles en terrazas, huertas caseras, producción de carne, entre otros. Además, se realizaron varias ecuaciones de búsquedas, en la primera se encontraron 364 documentos los cuales tenían criterios acerca de sistemas silvopastoriles y agroforestales, después se realizaron filtraciones por palabras claves, se excluyeron aquellos que tenían acceso y así sucesivamente hasta llegar a un número de 30, para darle lectura a cada artículo seleccionado, más acordes al tema de búsqueda, a fin de

encontrar aquellos con los requerimientos necesarios para el desarrollo de sistemas Agroforestales.

8.3. Identificación de la zona de estudio

8.3.1. Localización de la zona de estudio

En esta tercera fase se identificó un polígono de estudio en la vereda Naranjos del municipio de Gama afectada por la deforestación y remoción en masa, se hizo la búsqueda en la página de la *Alcaldía Municipal*, aunque no se encontró cartografía que evidencie las zonas donde se produce la remoción en masa, sin embargo en la página web de *Corpoguavio*, se localizaron estudios realizados en toda la provincia: según análisis de priorización de áreas a restaurar en la jurisdicción de CORPORGUAVIO, estudio realizado en 2017, Gama es uno de los municipios con más amenaza alta por remoción en masa, esto debido a la deforestación para actividades como la agricultura y ganadería. Por otro lado, se consultaron páginas informales como el Periódico Nueva Región y el UNGRD (*Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres*), en el cuales se evidenció el deterioro de los ecosistemas por los incendios forestales.

8.3.2. Diagnóstico de la población

En esta tercera fase se diseñó una encuesta en la herramienta *Google formularios* para una población del cuarto Santa Bárbara de la Vereda Naranjos del municipio de Gama, especialmente agricultoras de la zona, compuesto el cuarto por aproximadamente 40 personas donde se realizaron llamadas para recolectar la información, también se utilizaron los medios como el wasap para enviar el link de dicha encuesta, la cual ejecutada en una semana aproximadamente logrando un total de 22 encuestados, para generar un diagnóstico de la perspectiva de la comunidad en la zona de estudio, con preguntas sobre el estado actual de los terrenos más críticos con respecto a la deforestación por actividades agrícolas y a los posibles zonas de riesgo de remoción en

masa del sector, para tener una aproximación más real y completarla con la información encontrada.

8.4. Definición de fallas y fortalezas del territorio según diagnóstico

En esta cuarta fase se identificaron las fallas del territorio y fortalezas según el diagnóstico realizado en este caso documentos consultados en la fase dos y la encuesta realizada a la población ubicada en Municipio de Gama Vereda Naranjos en la fase tres

8.5. Diseño de un sistema agroforestal para parcelas en la vereda Naranjos del municipio de Gama

En esta cuarta fase se diseñó un sistema agroforestal en un polígono seleccionado en la vereda Naranjos del municipio de Gama, según el diagnóstico obtenido en la comunidad estudiada, se tuvo en cuenta la información suministrada en la fase dos como el clima, la altitud, los tipos de cultivos tradicionales observados, las especies nativas de árboles y el conocimiento por parte de la comunidad de SAF.

8.6. Diseño de capacitación de residuos peligrosos

En general a estos residuos no se les da el manejo adecuado dentro de las parcelas, además parece no haber conciencia del daño que se le puede causar al medio ambiente; por ello se propone una sensibilización para aclarar dudas y mejorar debilidades por parte de la comunidad, tratando temas como la disposición adecuada de los residuos peligrosos (RESPEL).

9. RESULTADOS

9.1. Producto de la búsqueda bibliográfica sobre SAF

Para la búsqueda bibliográfica sobre sistemas agroforestales se utilizaron bases como *Scopus* y *ScienceDirect*, además de *Google Scholar*, donde se realizaron varias filtraciones de la información, en la siguiente tabla 1 se encuentra las ecuaciones de búsqueda para llegar al objetivo con sus diferentes palabras claves se utilizaron:

Tabla: 1. Ejemplo de búsqueda utilizadas en páginas confiables

Ecuación de búsqueda	N ^a Documentos encontrados	¿Cuántos aplican en el tema?	Tipo de documentos	Años de publicación	Palabras claves importantes
TITLE-ABS-KEY (agroforestry AND systems) AND DOCTYPE (ar OR re) AND ACCESSTYPE (OA) AND PUBYEAR > 2015 AND PUBYEAR < 2021	814	100	Article and review	2016 a 2020	Comunicaciones de la naturaleza, Política de uso de la tierra, Agricultura, ecosistemas y medio ambiente, Micorriza, sostenibilidad, Sistemas agroforestales, Bosques, Procesamiento de información en agricultura, Política de uso de la tierra, entre otras.
(TITLE-ABS-KEY (agroforestry AND systems) AND TITLE-ABS-KEY (silvopastoral AND systems)) AND DOCTYPE (ar)	34	9	article	107 a 2020	Silvicultura, cambio climático, agroforisteria, silvopastoril, entre otras.

AND ACCESSTYPE (OA) AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR < 2021					
(TITLE-ABS- KEY (agroforestry AND systems) AND TITLE- ABS-KEY (pastoral AND systems)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND ACCESSTYPE (OA) AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2021	5	2	Artículos y revistas	2018 a 2020	Agroforesteria, silvicultura, animales, biomasa, plantas de energía,
TITLE-ABS- KEY (agroforestry AND systems) AND TITLE- ABS-KEY (silvicultura AND systems) AND TITLE- ABS-KEY (sustentable AND agricultural AND systems)) AND DOCTYPE (ar) AND ACCESSTYPE (OA) AND PUBYEAR > 2015 AND	2	1	artículos	2016 a 2020	Agricultura sostenible.

PUBYEAR < 2021					
-------------------	--	--	--	--	--

Fuente: (autor)

En la tabla 1 se evidencia como se filtró la información hasta obtener los artículos relacionados con el tema de estudio y que fueron utilizados en el estado del arte; esta búsqueda se logró mediante la incorporación de operadores booleanos (AND, OR y NOT), donde el AND nos permite conseguir palabras que involucran temas afines al buscado y así lograr una búsqueda de ambos términos, mientras que OR es una disyunción que permite conectar las palabras para localizar documentos relacionados con el tema y el NOT se utilizó con el fin de excluir términos que no son de interés en el momento.

9.2. Identificación de la zona de estudio

9.2.1. Localización de la zona de estudio

Para el desarrollo del diagnóstico se realizó una revisión y reconocimiento de información en páginas oficiales como la Alcaldía Municipal de Gama Cundinamarca, Corporación Autónoma Regional del Guavio (CORPOGUAVIO) y página web del periódico Nueva Región, del Municipio de Gachetá el cual circula en toda Región del Guavio.

El municipio de Gama se encuentra en el Departamento de Cundinamarca, en la provincia del Guavio, a 113 kilómetros aproximadamente de la capital del País. El municipio limita el norte con Gachetá, por el oriente con Ubalá, por el sur con Junín y Gachalá; está integrado por ocho veredas Guavio, Siatala, Santuario, La Unión, Naranjos, Pauso, Palenque primero y Palenque segundo.

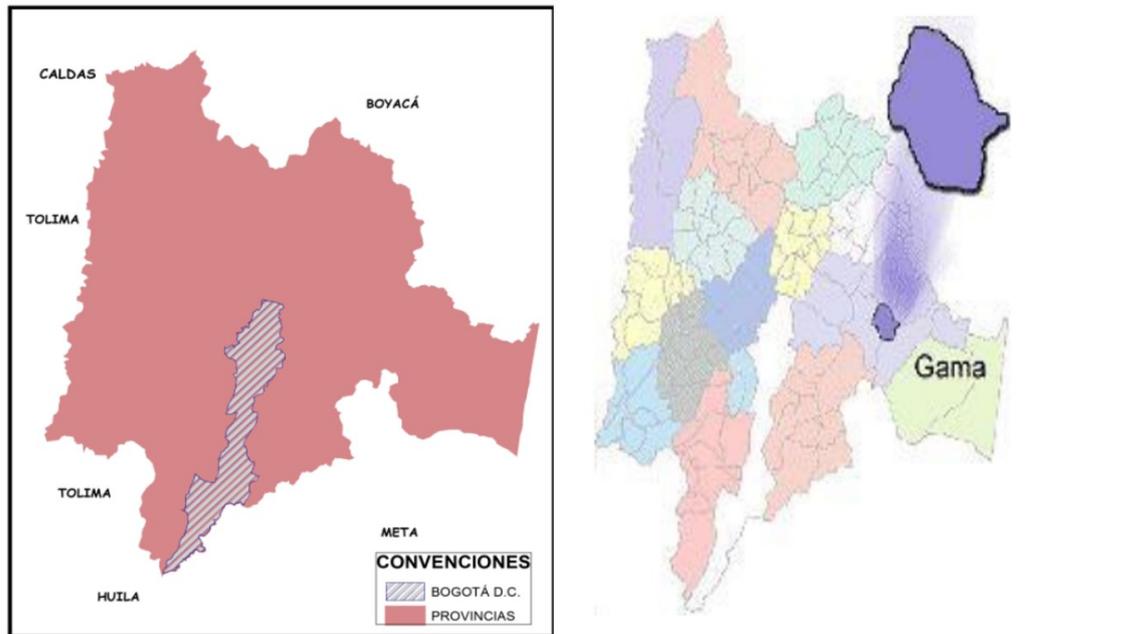


Figura. 4. Ubicación Geográfica de Gama a nivel Departamental:
Fuente: (Gobernación de Cundinamarca 2009).



Figura.5. Ubicación Geográfica de Gama a nivel nacional.
Fuente: Tomado de la página de la alcaldía de Gama.

La población de Gama, de acuerdo a los datos del DANE en el 2018, corresponde a 3.120 personas, siendo así el 51,10% hombres y el 48.98% mujeres.

Gama muestra un territorio muy débil ambientalmente por su geo forma, según el plan de desarrollo para el actual periodo, en el municipio se encuentran conflictos por el empleo del suelo especialmente en territorios altos donde existen o existieron bosques andino y alto andino protectores que regulan el ciclo del agua (Plan de desarrollo de Gama, 2020).

En temas de temperatura Gama no tiene estación climatológica, los datos se obtuvieron de estudios gestionados por parte de CORPOGUAVIO, en el plan de acción para el 2011, donde se establece que Gama y toda la jurisdicción cuenta con gran variabilidad en los meses secos (noviembre, diciembre, enero y febrero), presenta una temperatura hasta de 20°C en el día y en los meses con altas precipitaciones la temperatura puede disminuir a 10°C, con temperatura de 17°C en promedio aproximadamente.

La precipitación del municipio de Gama se mide en una sola estación pluviométrica que posee, cuyas mediciones indican las épocas más lluviosas desde febrero a noviembre, con lluvias del 90% aproximadamente de la precipitación de todo el año, siendo así los meses con más lluvias junio y julio, estos comportamientos se evidencian en los datos de la siguiente tabla tomados del IDEAM para el año 2017.

Tabla 2. Precipitación promedio mensual y anual para el Municipio de Gama (mm)

Mes	Precipitación (mm)			Mes	Precipitación (mm)		
	Medios	Máximos	Mínimos		Medios	Máximos	Mínimos
Enero	12,5	48,0	0,0	Julio	31,4	86,0	2,7
Febrero	17,0	70,0	0,0	Agosto	30,8	84,0	2,1
Marzo	20,9	55,0	2,0	Septiembre	20,8	60,0	1,5
Abril	28,2	70,0	3,9	Octubre	25,1	55,0	1,5
Mayo	27,6	82,0	3,3	Noviembre	21,1	65,0	2,0
Junio	30,6	60,0	2,3	Diciembre	15,4	60,0	0,0
Anual	Medios		Máximos		Mínimos		
	23,4		86,0		0,0		

Fuente: IDEAM, (2017)

Los suelos de las diferentes veredas del municipio de Gama, según un estudio técnico realizado para el ordenamiento territorial, el suelo tiene mayor aptitud para la ganadería

plantaciones forestales y protección, que para la agricultura por esto las actividades agrícolas se realizan bajo ciertas condiciones en algunas zonas. El plan de ordenamiento territorial según la oferta ambiental de Gama, dispone de zonificación con áreas de reserva y conservación, protección, uso agropecuario y usos pecuarios con restricciones (CORPOGUAVIO,2016). En la siguiente figura se muestran los usos del suelo del municipio en general, el cual en su mayoría corresponde a bosques intervenidos.

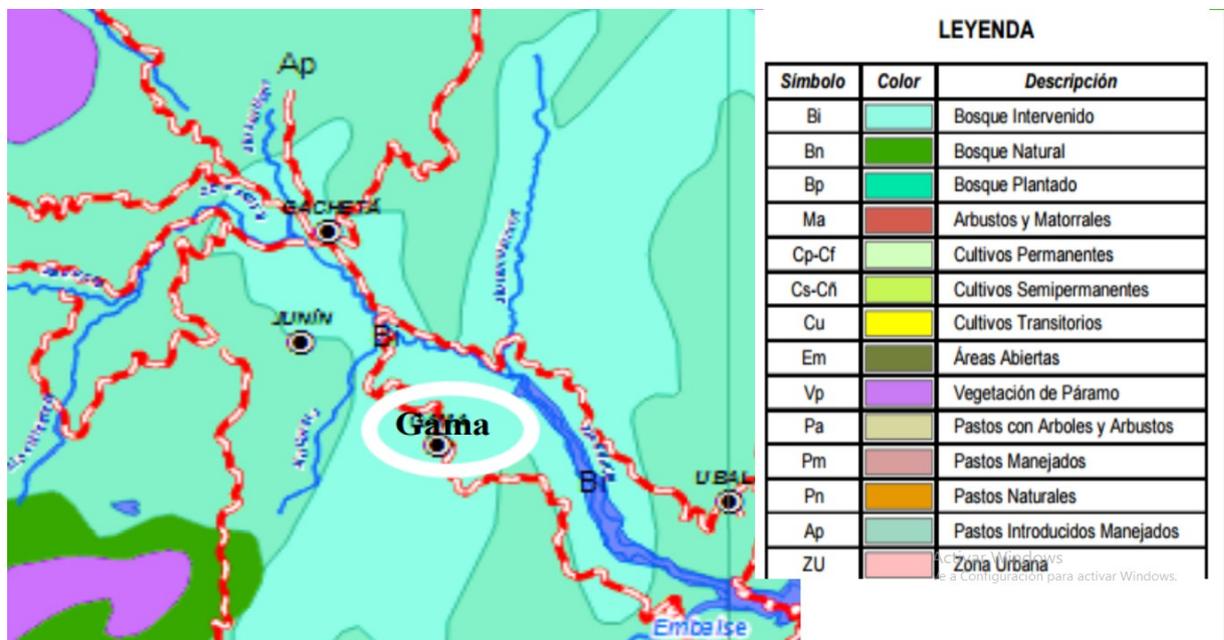


Figura.6. usos del suelo del municipio de Gama.

Fuente: *Página web Departamento de Cundinamarca. Modificado por el autor.*

La geología municipio de Gama, coincide con la geología de la Cordillera oriental por estar ubicada sobre está, la cual consiste en formaciones de rocas sedimentarias rocas ígneas y metamórficas. (CORPOGUAVIO,2016).

El municipio de Gama cuenta con clima frío húmedo en las partes que se encuentran cerca al casco urbano, en las partes Rurales cuenta con un clima frío muy húmedo y frío seco ya que se encuentra a una altura entre andino y sub andino que varía desde los 2000 a los 3000 msnm aproximadamente, para él polígono de muestra en la vereda

naranjos de Gama, está una altura de 1800 msnm aproximadamente según Google earth. (CORPOGUAVIO,2016).

El terreno se encuentra a 2,4 m del casco urbano del municipio de Gama Aproximadamente en la Vereda Naranja sobre el costado izquierdo del río Gachetá. De acuerdo a un estudio realizado por PAVICOM Ltda. a un predio cercano, determinó que allí predomina limo elástico, arcillas y gravas arcillosas, a una profundidad de 50 centímetros: (Portilla y Gómez, 2003)

9.2.2. Identificación de remoción en masa.

Según el estudio realizado por CORPOGUAVIO, (2017), donde establece el análisis de priorización de áreas a restaurar con amenazas por remoción en masa, la región se categoriza en tres tipos diferentes de riesgo: alta, media y baja (Figura 7); el municipio de Gama presenta una amenaza de tipo probable, con 1380.91 ha total de área estudiada. En la figura 8 se presentan las amenazas por remoción en masa para el municipio, donde se establecen 3 categorías, las cuales están establecidas por rangos de frecuencia y falla anual del fenómeno. (CORPOGUAVIO, 2017).

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
Alto	Situación que requiere desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión debido al alto impacto que tendría. Se deben estudiar medidas tanto estructurales (disminución de la amenaza mediante obras de control) como no estructurales (disminución de la vulnerabilidad).
Medio	Se deben desarrollar actividades para la gestión sobre el riesgo con una prioridad de segundo nivel. Puede encaminarse a medidas no estructurales (disminución de vulnerabilidad), sin descartar medidas preventivas para disminución de la amenaza (obras); se deben contemplar medidas de instrumentación geotécnica periódicas (inclinómetros, piezómetros, etc.) que puedan determinar la activación de un fenómeno.
Bajo	Zonas en este nivel significa que la convulsión amenaza - vulnerabilidad no representa un peligro significativo, por lo que no amerita la inversión inmediata en acciones específicas para la gestión sobre el riesgo.

Figura.7: características de los diferentes niveles de riesgo.

Fuente: CORPOGUAVIO, (2017).

Según la zonificación del estudio realizado por la corporación, Gama se encuentra dentro de los municipios que tienen la mayor área en porcentaje en riesgo alto, por el fenómeno de remoción en masa, como se evidencia en la figura 8, si se compara la cartografía se establece que la mayor parte que corresponde a Gama, se encuentra en nivel de riesgo alto, es decir en color rojo.

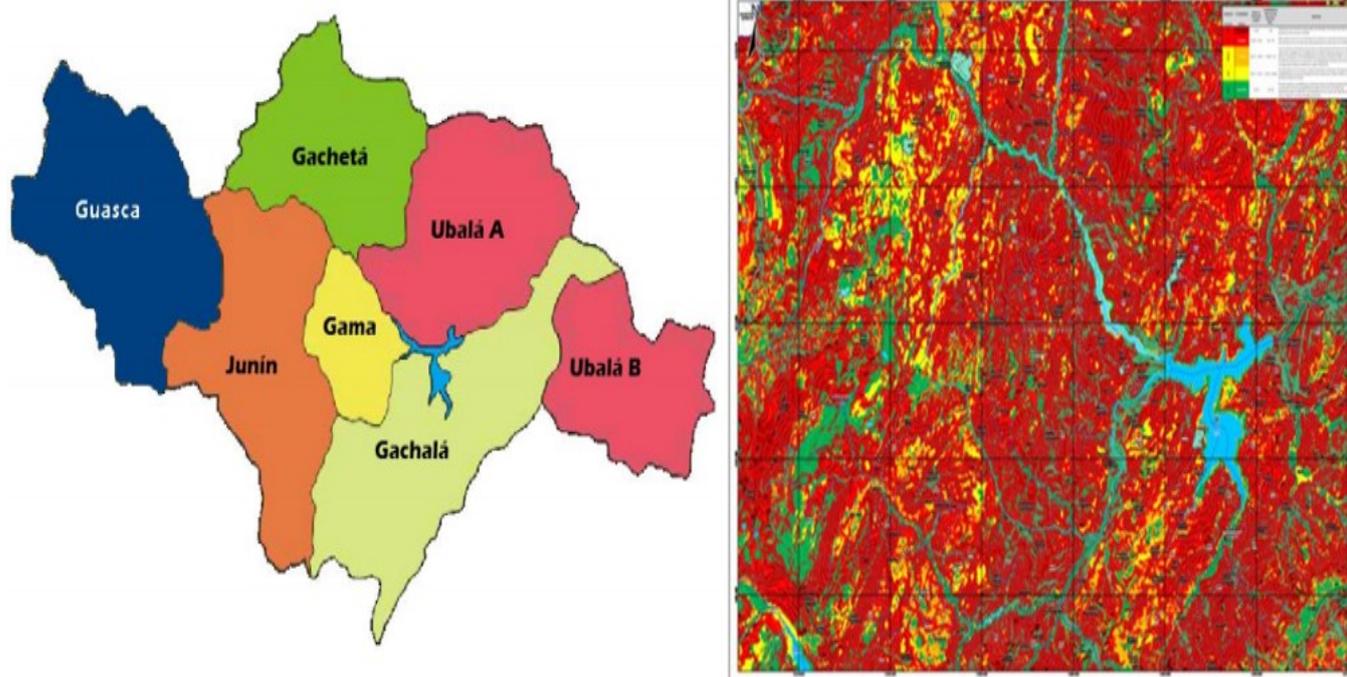


Figura. 8: Amenaza de remoción del municipio de Gama.

Fuente: CORPOGUAVIO, (2017). Modificado por el autor.

Según el estudio realizado, Gama es el segundo municipio de toda la jurisdicción con un área del 64% en un nivel alto, un 29,1% en nivel medio y 6,4% en nivel bajo, lo que nos indica que más del 50% del territorio está en probabilidades de tener remoción en masa (CORPOGUAVIO, (2017).

9.2.3. Identificación de incendios ambientales

Según datos registrados en la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2006), se presentaron una serie de incendios en el año 2016, se evidencian 4 registros, el primero se presentó en la vereda San Roque, el día 17 de enero atendido y controlado por los bomberos de esta Región, el segundo caso se presentó el 23 de

febrero en el área de más interés para este proyecto, que es la vereda Naranjos, afectando 0,5 hectáreas y los últimos registros fueron para el 11 de marzo de ese año, uno en la vereda la Unión y el otro en la vereda Santuario atendido por unidades de bomberos de Cundinamarca. Después del 2018 no se encontraron registros en la UNGRD, pero sí se siguen presentando incendios según informes de la comunidad.

Además, se encuentra que en el Periódico Nueva Región hay registros de incendios forestales en el municipio, los cuales no cesan año tras año, teniendo registros fotográficos y testimonios de personas cercanas a donde se dan estos hechos. A partir del 2018, se registran incendios en la página “*Periódico Nueva Región*”, del municipio de gacheta, sin contar con aquellas quemadas, no reportadas.

El primer registro encontrado fue el día 26 de febrero de 2018, en la vereda Naranjos del municipio de Gama, según testigos la quema fue generada. Otro de sucesos registrado se dio el día 17 de marzo del 2018, en las veredas de Pauso y Naranjos poniendo en riesgo varias viviendas del sector, por su difícil acceso este incendio duró aproximadamente tres días.

Se puede concluir que los incendios son un problema en el municipio porque incrementan la deforestación, deteriorando los suelos, dejándolos con pocos nutrientes, por la incineración de los compuestos vegetales, hay un impacto ambiental negativo, pues los microorganismos que cumplen funciones de degradación de la materia orgánica, pueden llegar a la extinción, las diferentes especies de flora y fauna se ven altamente afectadas.

En la comunidad se ha observado que los incendios que se presentan son producidos conscientemente, es decir por personas que simplemente quieren ver quemar la vegetación, cabe resaltar que CORPOGUAVIO hace campañas de sensibilización, por medio de las emisoras comunitarias de los diferentes municipios, pero no es suficiente porque según los registros del *Periódico Nueva Región* y la *Unidad Nacional de Gestión*

del Riesgo y Desastres se evidencian quemas en el municipio, especialmente en los tiempos secos del año.

9.2.4. Reconocimiento de residuos del territorio

Según lo observado en la vereda Naranjos no se le da el manejo adecuado a los residuos peligrosos por lo que fue necesario hacer un recorrido por el territorio, observando que tipos de residuos se encuentran en la vereda. También se usó el “Estudio de impacto ambiental de los residuos”, donde se clasifican los residuos generados en la población de Gama, debido a las diferentes actividades que se realizan en el municipio donde se agrupan en tres categorías: residuos agrícolas, doméstico y comerciales (*Portilla y Gómez, 2003*). En la siguiente tabla se muestran los residuos identificados:

Tabla.3. *Residuos encontrados en el territorio.*

Tipo de residuo	Material encontrado (según contexto)
Material reciclable	Botellas plásticas, chatarra, vidrio, papel, cartón, madera, latas y tapas
Material orgánico o para compostaje	Para el municipio de Gama se identifica residuos agrícolas, domésticos y comerciales. Los residuos agrícolas como estiércol de animales y restos de cosecha, para estos existen sistemas para su aprovechamiento en este caso el compostaje.
Residuos peligrosos	La mayor generación de RESPEL en la comunidad campesina, es por la utilización de plaguicidas y fertilizantes en los procesos agrícolas, algunos desechos generados son: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Plaguicidas y fertilizantes vencidos o fuera de especificación técnica. ✓ Envases, empaques y embalajes de plaguicidas y fertilizantes. ✓ Remanentes, sobrantes y subproductos de estos. ✓ Todo aquello que haya tenido contacto con agroquímicos en el momento de utilizarlos.

Fuente: (*Portilla y Gómez, 2003*) modificado por el autor.

9.3. Diagnóstico de la población según Análisis de la respuesta de la

encuesta

La caracterización de la información se realizó por medio de una muestra aleatoria simple con la ayuda de una encuesta con su respectiva ficha técnica, (anexo. 2) a 22 personas de la vereda, la cual fue redactada con preguntas generales y poco confusas (anexo 1), donde se observaron los siguientes datos demográficos (figura. 9), una población compuesta por el 60% hombres y 40% mujeres:

Tipo de Genero:

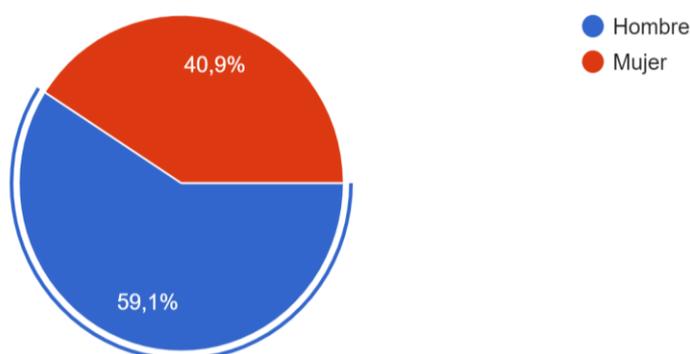


Figura. 9. Género de las personas encuestadas.

Fuente: (Autor).

La mayor parte de los encuestados (50%), según (figura. 10), fue de las edades entre 15 y 30 años, debido a que esta población es la que se dedica a las actividades de agricultura y ganadería ya que es la población que más se encuentra en este territorio, el (27,3%) de los encuestados están de los 30 y 45 años, estos en su mayoría son aquellos que contratan el personal y hacen de pago patrones en la agricultura aportando al conocimiento y liderazgo.

Edades:

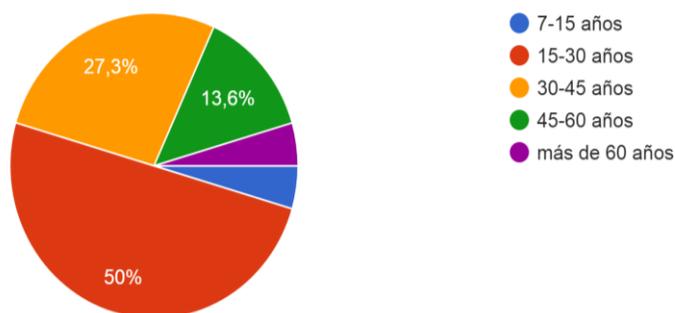


Figura.10. Edades de las personas de la región encuestadas.

Fuente: (Autor).

Los resultados de la figura 11 muestran que la tala de árboles, lluvias fuertes y ausencia de ellas son el mayor factor de deslizamientos de tierra en la región, con un 31,8% en ambos casos, los productores también reconocen que los incendios son un factor importante de la remoción en masa, pues en este caso hay un 18,2% de los encuestados que coinciden, cabe resaltar que el aumento de la ganadería y cultivos tiene un 0% lo que podría indicar una falta de reconocimiento en la zona de estudio del impacto de este factor, que afecta indirectamente la estabilidad de los terrenos según la (FAO, 2010).

¿Porque cree que se dan los deslizamientos?

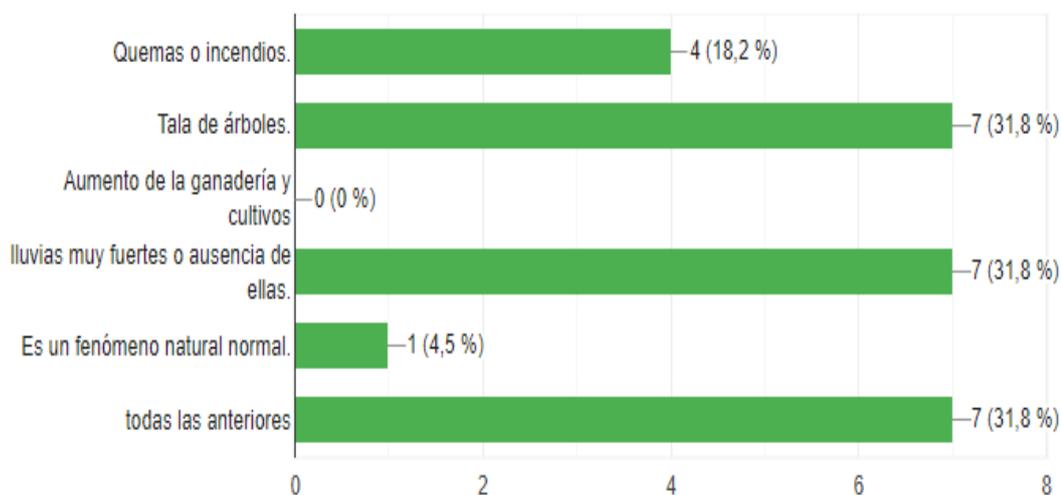


Figura.11. *Percepción de la comunidad sobre el porqué de los deslizamientos en la región.*

Fuente: (Autor).

Los resultados de la encuesta para el reconocimiento del uso de abonos nos indica que el 45,5% de los productores consideran que el de tipo orgánico es aún una buena alternativa, para sus cultivos, por otro lado, el 54,5% utiliza ambos para reforzar el crecimiento y fortalecimiento de sus cultivos, pues reconocen la efectividad de los abonos como se muestra en la (figura. 12).

Tipo de abono utilizado para los cultivos tradicionales:

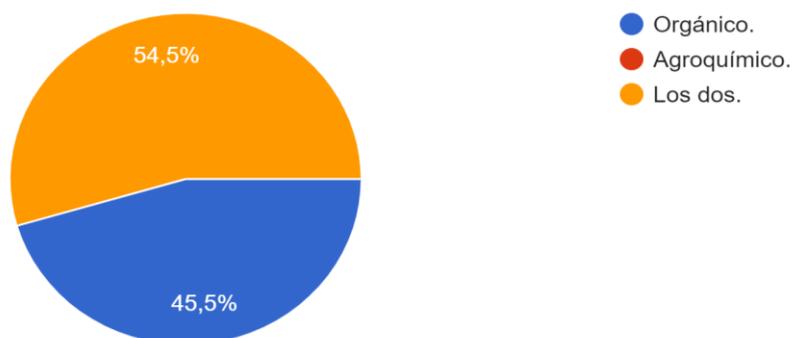


Fig. 12. *conocimientos sobre el tipo de abono utilizado.*

Fuente: (Autor).

¿sabe que es un cultivo agroforestal?

En los resultados sobre el reconocimiento de los Sistemas agroforestales (*figura. 13*) se observa que el 63,6% de los productores mencionan tienen las tierras con estos sistemas y el 36,4% no consideran que tienen SAF en sus tierras. Es de resaltar que, de las 15 respuestas que, si dicen tener SAF, 4 consideran que estos sistemas son cultivos mixtos de cítricos con otra variedad de plantas, 5 consideran el cultivo de café como un sistema de estos, pues las combinaciones de este con otros árboles no frutales contribuyen a la reforestación y los últimos 6 indican que los SAF es aquel que reforesta con diferentes especies de árboles un área deteriorada por factores antrópicos o naturales.

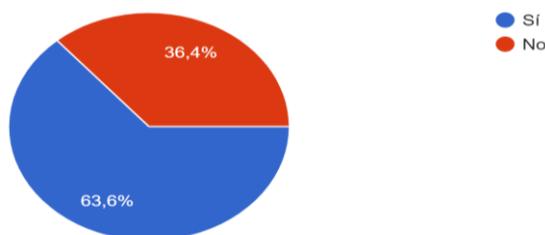


Fig. 13.

Reconocimientos sobre los sistemas agroforestales.

Fuente: (Autor).

Según la (*figura.14*), el 81,8% de los productores dicen reconocen los sistemas silvopastoriles en la región, de las 18 respuestas positivas, 8 de ellas lo limitan al uso del estiércol como fertilizante, para los cultivos tradicionales y las restantes coinciden en que la ganadería se mezcla por medio de especies leñosas, para el aprovechamiento del territorio con los patos que crecen alrededor de los árboles, como alimento para el ganado siendo esta una alternativa para la reforestación.

¿conoce sobre los sistemas silvopastoriles?

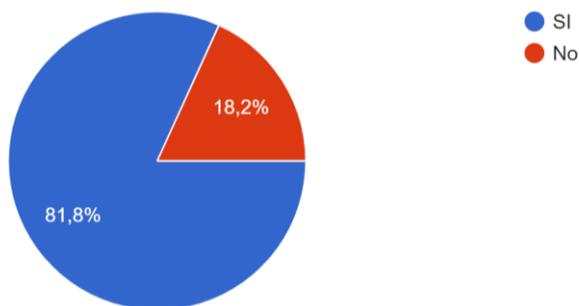


Figura. 14. conocimientos sobre los sistemas silvopastoriles.

Fuente: (Autor).

De las 22 personas encuestadas, el 90,9 % reconocen que en los últimos años ha disminuido el bosque (*figura. 15*), 12 coincidieron que el principal factor de esta disminución es la tala indiscriminada de los árboles para cultivos, extensión de potreros para ganadería, leña para la venta o como combustible en labores de cocina, 6 dicen que la disminución del bosque se debe a las quemas frecuentes que se realizan en estos territorios y 2 mencionan la falta de conciencia en la comunidad como causa.

¿En los últimos años ha visto disminuir el bosque o montes en los alrededores?

22 respuestas

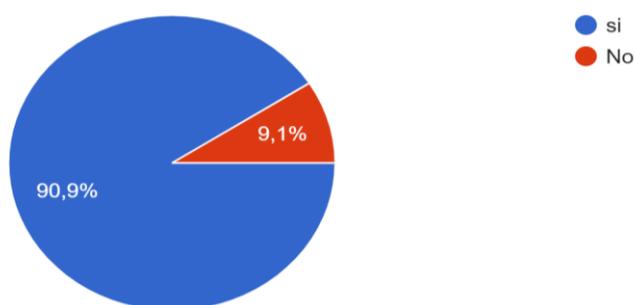


Figura.15. Disminución de los bosques.

Fuente: (Autor).

Los resultados con respecto a la alteración de los ríos y quebradas en el territorio el (77,3%) coincide en que si hay alteración y el 22,7% no ve ninguna alteración, de las

18 respuestas 8 dicen que es por el cambio climático y calentamiento global que se está presentando, 4 refiere esta alteración a la deforestación ya sea por medio de quemas o tala para siembra y/o ganadería y 6 refieren esta alteración a la minería y otras actividades que se realizan en los cauces de los ríos como se muestra en la (figura.16).

¿En los últimos tiempos, ha visto algún tipo de alteración en el cauce de los ríos y quebradas de su territorio?

22 respuestas

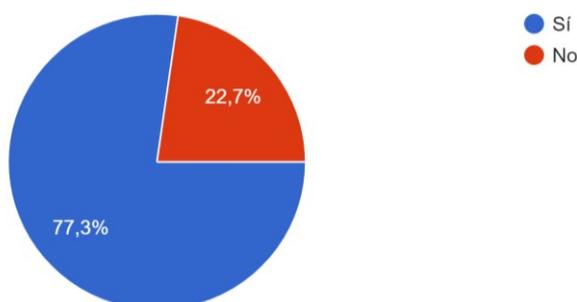


Figura.16. Alteración de los cauces de los ríos y quebradas.

Fuente: (Autor).

Dentro de los cambios en los tiempos de lluvia y el clima el 90,9% de la población encuestada afirma que, si hay cambios, 11 de las personas aseguran que es debido al calentamiento global por la tala de árboles e incendios, que dañan la capa de ozono incrementado la temperatura; 6 aseguran que es por la minería que causa deslizamientos y la contaminación del agua dañando así el ciclo normal de ella, como se muestra en la (figura 17).

¿En los últimos años ha visto cambios en los tiempos de la lluvia y el clima?

¿Ha visto?
22 respuestas

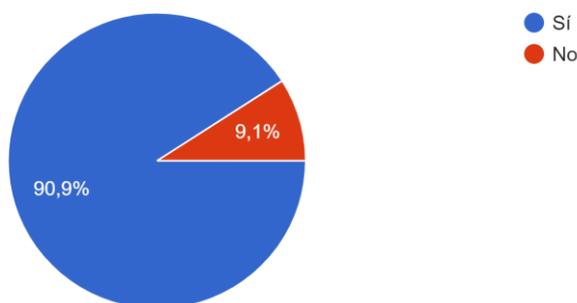


Figura.17. cambios en tiempo de lluvia y clima.

Fuente: (Autor).

Según la (figura 18), el 90,9% afirma tener problemas, 9 de los encuestados aseguran tenerlos debido al cambio climático y calentamiento global, afectando directamente las plantas cultivadas, 5 aseguraron que es por la esterilidad de los terrenos ya que no hay suficientes nutrientes para el crecimiento de las plantas y 4 afirman tener problemas por la remoción en masa e incremento de plagas en el sector, también cabe resaltar que el cauce del río fue alterado por la represa del Guavio hace 30 años aproximadamente, esta influye mucho en el cambio de la temperatura, según dicen los encuestados las plantas cultivadas se queman por la evaporación del agua acumulada en el embalse.

¿Con el pasar de los años, ha tenido más o menos dificultades para realizar sus cultivos?

¿si se ha tenido?

22 respuestas

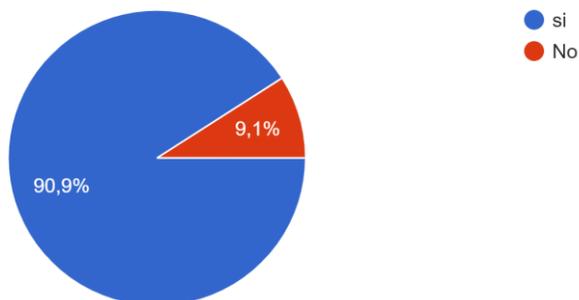


Figura.18. Dificultades para realizar cultivos.

Fuente: (Autor).

Con respecto a las quemas que afectan a la vereda, como se muestra en la (figura.19), el 95,5% de las personas confirman el impacto por esta actividad, de las 21 respuestas 12 concuerdan en el daño irreversible que se le hace al suelo, muy difícil de reparar, acabando con la fauna y flora que se encuentra ubicada donde se realiza la quema, a veces hasta extinguiendo parte de los animales nativos de esta Región; 7 aseguran que el humo daña la capa de ozono afectando directamente el aire que todos los seres vivos respiramos.

¿Cree usted que las quemas afectan el medio ambiente y su territorio?

¿cree usted?

22 respuestas

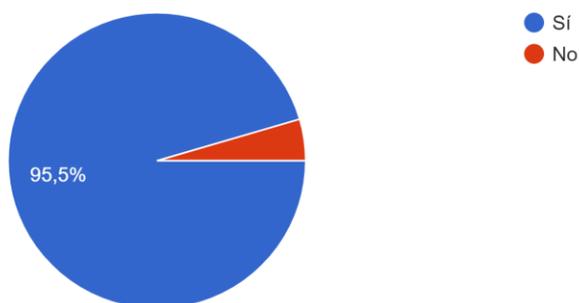


Figura.19. Las quemas afectan el medio ambiente.

Fuente: (Autor).

Según se observa en la (figura 10), El 63,6% de los encuestados afirman que los agroquímicos no son benéficos para el suelo debido a que su uso daña la capa vegetal, puede llegar incluso a alterar la cadena alimenticia por envenenamiento de insectos como las abejas que contribuyen con la polinización en los cultivos. El 36,4% reconoce que en algunos casos puede ser positivo, si el uso es adecuado pues aporta los nutrientes necesarios para las plantas cultivadas incrementado la economía con los productos, aunque su uso a largo plazo puede causar daños en el medio ambiente.

¿Cree usted que el uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas) ha mejorado el suelo para sus cultivos?

¿cree usted?
22 respuestas

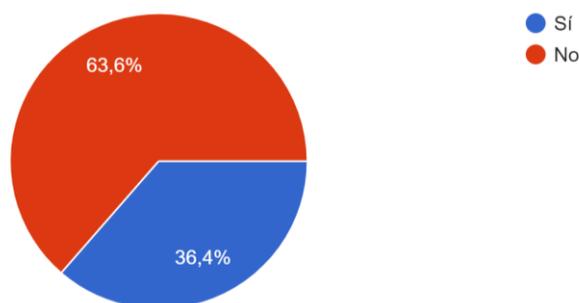


Figura.20. los agroquímicos ayudan a los cultivos.

Fuente: (Autor).

9.4. Definición de fallas y fortalezas del territorio según diagnóstico

Las fallas y fortalezas se evaluaron según el diagnóstico realizado en las fases donde se intensificaron las problemáticas ambientales de la zona de estudio y el análisis de la respectiva encuesta.

9.4.1. Fallas identificadas

- Dentro de las fallas más comunes en el territorio, se evidenciaron la falta de conciencia de los habitantes a la hora de hacer quemas forestales, algunas se salen de control deteriorando los bosques y poca vegetación que quedan alrededor de las viviendas. Según la información encontrada en la Corporación Autónoma del Guavio y algunos periódicos de la región, se observó que en el sector se presentan todos los años algún tipo de incendio, lo cual es una preocupación para el medio ambiente, a nivel general, pues un incendio no solo deteriora el suelo de este territorio, sino que también el aire contribuyendo al deteriorando de la capa de ozono.
- Según la encuesta la comunidad no es consciente que el aumento de la ganadería extensiva y los cultivos, son uno de los principales factores de deslizamientos en la región, según análisis de priorización (*Corpoguavio 2017*), pues la deforestación para la ampliación de Potrero y cultivos genera la tala de árboles en las laderas, lo que causa poca estabilidad de los terrenos.
- Más de la mitad de los productores utilizan en sus cultivos fertilizantes de origen químico para reforzar el crecimiento de las plantas, lo que nos genera una preocupación, pues el suministro genera exceso de nutrientes puede ser nocivo para los componentes del suelo (*FAO, 1996*).
- Los productores reconocen saber sobre cultivo silvopastoriles, en su mayoría los limitan al uso del estiércol recolectado de la ganadería, para la producción de sus monocultivos, lo que nos indica una falta de conocimiento sobre estos sistemas, pues este sistema se refiere a plantaciones de especies maderables en conjunto con la ganadería.
- Según la encuesta la comunidad reconoce la disminución de los bosques por las diferentes actividades agrícolas y ganaderas que se dan en la región, pero no buscan una alternativa para contrarrestar esta deforestación.

- Falta reconocer por parte de la comunidad la importancia del cauce de los ríos en su territorio, pues si esta es alterada el ecosistema va a tener impactos negativos.
- Más del 90% de los encuestados afirman tener problemas para sus cultivos, debido al calentamiento global y la insuficiencia de nutrientes en los suelos, por deforestación que se presenta en el territorio constantemente

9.4.2. Fortalezas identificadas

- Según la encuesta la comunidad es consciente que los incendios, las lluvias muy fuertes o ausencia de ellas y la tala de árboles, son una de las principales causas por las cuales hay deslizamientos en las regiones, pues estas causas en conjunto, contribuyen al deterioro del territorio en cuanto a erosiones y deslizamiento.
- Casi la mitad de los encuestados reconocen que el abono orgánico es una buena alternativa para sus cultivos, lo que nos indica una aceptación en la implementación, de un sistema para generar abonos orgánicos como el compostaje.
- Más del 60% de los encuestados reconocieron tener cultivos agroforestales en sus fincas, pues en su territorio hay gran variedad de estos sistemas, uno de los predominantes es el cultivo de café, con especies nativas como es el guamo, guarumo, cafetero, gaque, lacre y entre otras especies.
- Más del 90% de los encuestados, reconocieron que la disminución de los bosques, se debe a la tala indiscriminada para cultivos y ganadería, también las frecuentes quemas que se realizan en el territorio.
- La comunidad reconoció que el cauce de los ríos se disminuye por las diferentes actividades de tala y quema de bosques, minería que se realizan en la región,

también reconocen el cambio climático, como uno de los factores principales que influye en la disminución del cauce.

- Los encuestados establecieron que los tiempos de lluvia y el clima están alterados debido, al cambio climático y el calentamiento global, que se da por las diferentes actividades que el ser humano hace sobre el medio ambiente para su sustento diario.
- Es importante mencionar que más de 95% de las personas encuestadas, reconocen el impacto negativo en el medio ambiente, por las quemas que se realizan, esto deteriora el suelo disminuyendo la flora y fauna.

9.5. Diseño del SAF en parcela de la Vereda

Para diseñar el sistema agroforestal se determinó con base a la anterior información y según la cartilla de sistemas agroforestales (López,2007), que para un nuevo diseño con nuevas plantas es necesario no modificar en su totalidad la diversificación de las especies existentes en el territorio, pues se ve la necesidad en el agricultor de aumentar la generación de recursos económicos, por medio de plantaciones más tecnificadas, sin dejar de lado los cultivos tradicionales ya que éstos se pueden optimizar, para mejorar la canasta familiar. También es necesario seguir la metodología recopilada en la cartilla “agroforisteria y sistemas agroforestales con café” (*valencia 2014*), donde se siguen los siguientes pasos:

9.5.1. Localización del polígono y sus características

El terreno de muestra es la finca San Joaquín, se localiza en el cuarto Santa Bárbara, de la Vereda Naranjos, localizada en el municipio de Gama, Cundinamarca. Esta parcela es propiedad del señor Abel Bejarano Martínez, el cual fue informado del proyecto y dispuso de este predio, que mide 13.161 m² (más de 1 hectárea), está a 1800 msnm lo que favorece el cultivo de café arábica ya que se cultiva desde 800 a 2100 msnm, la pendiente del terreno está dentro de 20%, según estudios de donde establece la pendiente de la rivera de río Guavio. (*CORPOGUAVIO, 2016*). Para llevar a cabo esta

actividad fue necesario localizar el predio para su medición en la herramienta *google*

Earth como se muestra en la siguiente figura:



Figura.21. Parcela a trabajar con el diseño.

Fuente: Google Earth (2020). Modificado por el autor

En la siguiente tabla. 4, se identifican las características climatológicas según información disponible de estudios ambientales del IDEAM, CORPOGUAVIO y en el instituto de Hidrología y meteorológica, con el fin de establecer el sombrero según los criterios de la figura 22, para el polígono disponible para el SAF

Tabla. 4. Información meteorológica de la zona

Latitud	4°45'
longitud	73°36'
Precipitación anual promedio	1865mm
Temperatura	10°C- 20°C
Humedad relativa mensual	70%-78%
Brillo solar	1636 h/año
Evaporación mensual	112.2 mm – 66.6 mm

Fuente: CORPOGUAVIO, (2011), IDEAM, (2020), modificado por el autor

Las características del territorio como condiciones del clima y el suelo, son perfectas para el crecimiento del café ya que su crecimiento puede ser a libre expresión solar o con una arborización de la parcela seleccionada. En la siguiente figura 22 se muestra los criterios de selección para seleccionar si se establece un sistema de café a libre expresión solar o es necesaria una sombra:

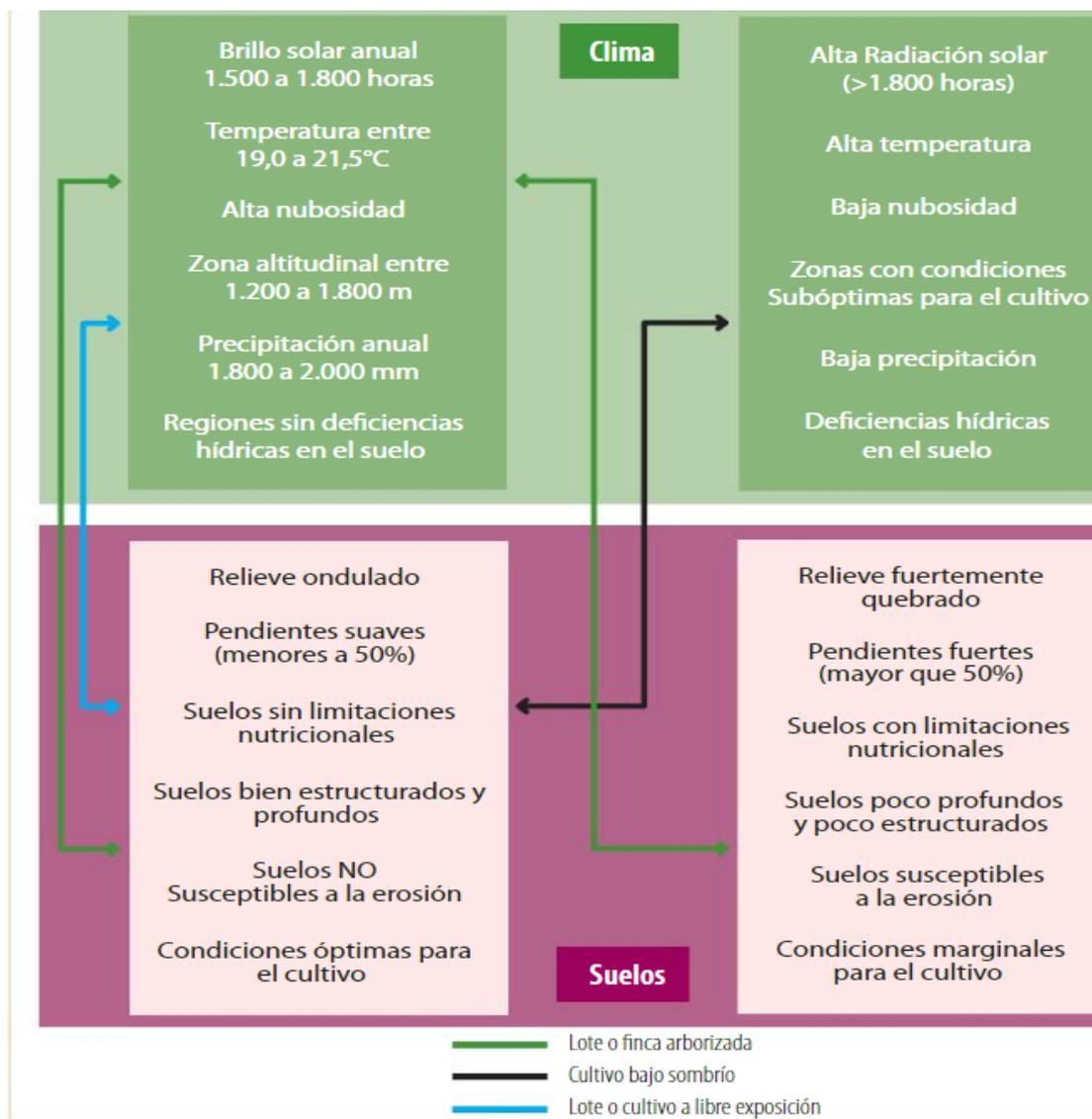


Figura.22. criterios para decidir sombra

Fuente: Valencia (2014).

El terreno seleccionado cumple con las características para implementar **un lote o cultivo a libre exposición solar**, según los criterios de la figura 22 comparándola con la tabla 4.

9.5.2. Identificación de problemas en los sistemas actuales.

Para la identificación de las especies se realizó un recorrido por 3 parcelas representativas de la vereda, ya que cuentan con cultivos grandes de café (*arábica*), el cual es propio de la región; se observaron los siguientes problemas en los cafetales:

- ✓ Falta de mantenimiento en las plantas de café.
- ✓ Muchas plantas que están para cambiar, pues por su edad ya no producen lo mismo.
- ✓ Falta de fertilización en los cultivos.
- ✓ Solo se utiliza una variedad de café es necesario implementar otra.
- ✓ No existe una rotación de cultivo.
- ✓ No existe un plan para el control de plagas.

En la figura 23 se muestra un ejemplo de un cafetal deteriorado con los problemas mencionados.

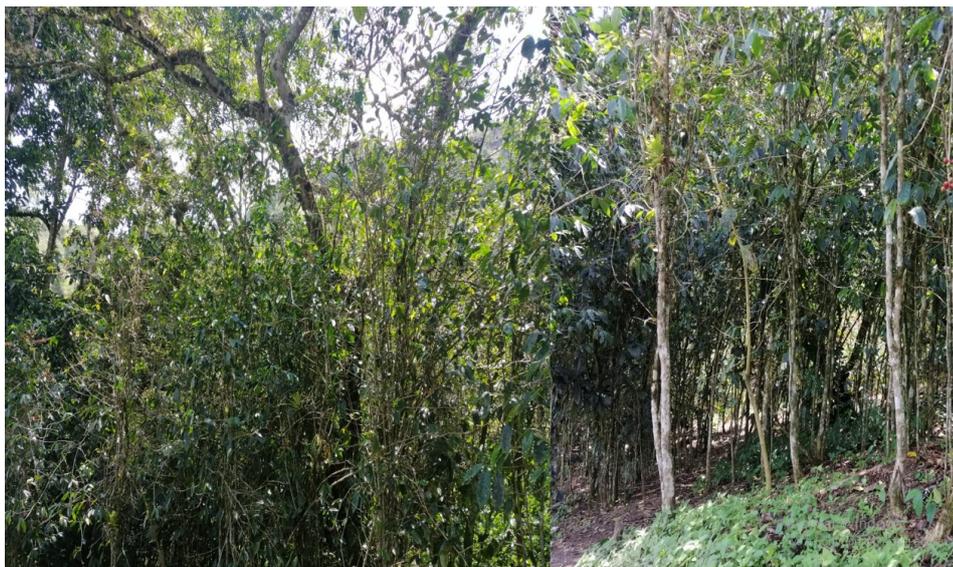


Figura.23. Cafetal deteriorado en parcela de la vereda.

Fuente: (Autor).

9.5.3. Identificación de las especies utilizadas en las parcelas de la vereda

En la siguiente tabla 5 se encuentran las especies más relevantes encontradas en los sistemas actuales trabajados en las diferentes parcelas de la vereda Naranjos del municipio de Gama:

Tabla.5. especies más relevantes en la zona

Especies de periodos de un año, hortalizas y arbustos	Especies leñosas, frutales y sombrío.
Arracacha	Guamo
Maíz	Cedro americano
Frijol tallo grande y pequeño	Maguntino
Café (arábica, caturra, castilla)	Aguacate
Plátano (abanó, dominico Hartón)	Arboloco
Arveja	Lacre
Yuca	Gaque
Caña de azúcar	Guarumo
Tomate	Pino
pepino	Chirimoyo
Pimentón	Naranja, mandarino.
Ajos	cafetero
Cilantro	Tocua (token)
cebolla.	Acacia, hyiguerón.

Fuente: Autor (2020)

9.5.4. Selección de especies para el diseño del SAF

El objetivo por el cual se quiere diseñar el sistema agroforestal con café es el provecho de algunos productos obtenidos de los árboles de sombrío, los cuales corresponden a la resguardo del cultivo, restitución de la fertilidad del suelo, contribución de materia orgánica en el terreno, aumento de la humedad gracias a la raíces, controlar la erosión

generada por el uso inadecuado de los recursos naturales, producción de café y otros productos con beneficios económicos, leña para venta y consumo del agricultor, entre otros.

La selección de las especies se realizó dependiendo al clima del territorio y a la preferencia de cultivos del agricultor. En la siguiente tabla. 6 se establecen las especies seleccionadas para la implementación del sistema en el terreno seleccionado.

Tabla 6. Especies para la implementación del sistema agroforestal

Especie del SAF	la función a cumplir dentro del sistema
Café (<i>arábica</i>)	Cultivo principal del sistema como forma de obtener beneficios económicos para el agricultor de la parecérsela.
Guamo (<i>inga idulis</i>)	Protección del cultivo con la sombra, protección del suelo, aporte de materia orgánica, madera, leña, disminuir erosión y ciclar los nutrientes, sustento para la fauna, entre otros.
Plátano Abanó	Producción de alimentos, sombra transitoria, sustento para la fauna, contribución de materia orgánica al suelo y regular ciclo de los nutrientes.
Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>)	Protección del cultivo, producción de alimentos, madera, leña, disminución de erosión, ciclar los nutrientes, aporte de materia orgánica y alimento para fauna, entre otros.
Maíz (<i>Zea maíz</i>) y frijol (<i>phaseolus vulgaris</i>)	Alimento para la canasta familiar, cultivos transitorios, adición de materia orgánica, ciclo de los nutrientes y cultivo de valor económico.

Fuente: Valencia (2014). Modificada por el autor

9.5.5. Calculo de la densidad de los componentes del SAF con café

Para realizar el cálculo de la distancia en metros de las diferentes especies es necesario saber la densidad por hectárea, la distancia entre surcos y entre plantas, la siembra se

realizará en temporadas lluviosas, que según CORPOGUAVIO corresponde desde marzo a octubre, donde existe la mayor parte de precipitaciones. En la siguiente tabla. 7 se encuentra la distribución de las especies en el diseño, (Valencia, 2014).

Tabla 7. Densidad de las componentes de cultivo.

Especies	Densidad (plantas/ha)	Ciclos de cultivo	Duración en años	Distancia de siembra (m)	
				Entre surcos	Entre plantas
Café	4500-5000	Permanente	Indefinidas	2.0	2.0
Guamo	34	permanente	Indefinida	24	12
Chirimoya	34	Permanente	Indefinida	24	12
plátano	278	4	5	12	3
Frijol	120000	2	1	0.5	0.3
Maíz	33000	1	0.5	1.5	0.2

Fuente: Valencia (2014). Modificada por el autor

Para el diseño del sistema agroforestal con café es necesario calcular el número de plantas, para el predio seleccionado que tiene 13161 m². (más de 1 hectárea), con la siguiente formula, Valencia (2014):

$$Densidad = \frac{area\ total}{ds * dp}$$

Ds=distancia de surco

Dp=distancia de plantas

- ✓ Para la cantidad de café arábica se utilizó la distancia entre plantas de 1.5m y la distancia entre surcos de 2.0 m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{2.0m * 2.0m} = 3290.25\ plantas\ de\ cafe$

- ✓ Para la cantidad de guamo se utilizó la distancia entre plantas de 12m y la distancia entre surcos de 24m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{12m * 24m} = 45\ plantas\ de\ guamo$

- ✓ Para la cantidad de chirimoya se utilizó la distancia entre plantas de 12m y la distancia entre surcos de 24m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{12m*24m} = 45 \text{ plantas de chirimoyo}$

- ✓ Para la cantidad de Plátano se utilizó la distancia entre plantas de 3.0 m y la distancia entre surcos de 12 m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{12m*3m} = 365 \text{ plantas platano}$

- ✓ Para la cantidad de Maíz se utilizó la distancia entre plantas de 1.5m y la distancia entre surcos de 0.2 m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{1.5m*0.2m} = 43870 \text{ plantas de maiz}$

- ✓ Para la cantidad de frijol se utilizó la distancia entre plantas de 0.3 m y la distancia entre surcos de 0.5 m.

Entonces: $Densidad = \frac{131461m^2}{0.5m*0.3m} = 87740 \text{ plantas de frijol}$

En la siguiente figura se presenta la vista frontal de lo que sería el diseño del sistema agroforestal con sus respectivas distancias.



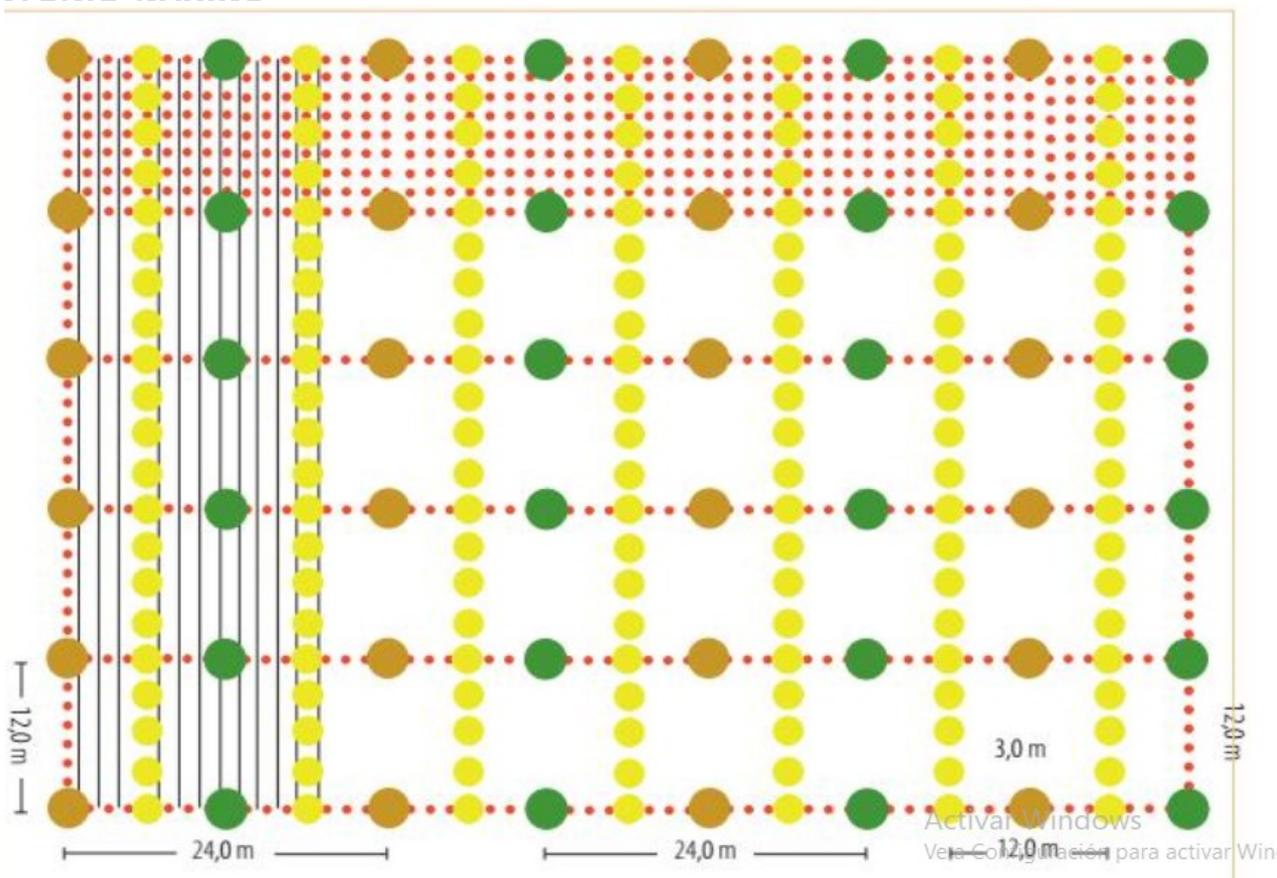


Figura.24. *Diseño con el establecimiento de las diferentes especies dentro del sistema para el polígono seleccionado.*

Fuente: Valencia (2014).

Para sembrar las diferentes especies se seleccionó el trazado en cuadro, ya que el terreno no tiene una pendiente tan pronunciada es menor a 20%, esto según informe realizado por CORPOGUAVIO, este trazado es uno de los más fáciles pues se marca una línea paralela al lindero del polígono donde tenga mayor longitud recta, se van tomando las medidas ya antes mencionadas en la tabla 7 sobre la línea marcada, luego se ponen estacas según la especie seleccionada (Valencia, 2014). En la figura 25 se establecen la secuencia para la implementación de los componentes del sistema:



Figura.25. *Diseño de la secuencia para implementar los componentes del SAF.*

Fuente: Autor, (2014).

9.6. Capacitación según residuos peligrosos (RESPEL) generados en el territorio

En la comunidad de la vereda Naranjos se observó que no se les da el manejo adecuado a los residuos generados por actividades realizadas en la vida cotidiana de los agricultores, por lo cual surge la necesidad de realizar una capacitación con los siguientes pasos:

9.6.1. Articulación con entes territoriales

Para la realización de esta capacitación es necesario contactar a los entes territoriales, como es la Alcaldía de Gama, la Junta de Acción comunal de la Vereda y la Corporación Autónoma encargada de la jurisdicción (CORPOGUAVIO), con el fin de solicitar apoyo para la divulgación de la información, la colaboración con un personal capacitado en RESPEL para dictar a la comunidad la respectiva sensibilización para minimizar los impactos generados por estos residuos, basados en el decreto 1076 de 2015.

9.6.2. Disposición final de RESPEL encontrados

En la actualidad en la jurisdicción de CORPOGUAVIO no existe un programa de consumo de estos residuos, es decir que sean enviados a unas instalaciones que estén sujetas a procedimientos de valorización y disposición final controlada. Es por esto que se debe buscar un mecanismo donde la corporación y las empresas que distribuyen y/o manufacturan estos fertilizantes logren que los agricultores en sus fincas dispongan de un lugar apropiado para almacenar estos residuos, para que una entidad encargada se los recolecte y les haga su respectivo tratamiento, según norma vigente, (*Decreto 1076 de 2015*).

9.6.3. Aprovechamiento de los residuos orgánicos identificados

Para aprovechar los residuos agrícolas y agropecuarios se sugiere un compostaje en cada finca de la comunidad.

El “compost” es un producto que se obtiene a partir de los residuos de materia orgánica y demás componentes biodegradables, los cuales se someten a un proceso biológico de transformación y descomposición de la materia orgánica (*Valdés y Linares, 2003*). Para este caso se propone utilizar el proceso aerobio el cual es un proceso que se realiza en presencia de oxígeno, se descompone la materia orgánica más rápido dependiendo de la cantidad de oxígeno presente en ese momento. En esta fermentación suben las temperaturas hasta 75°C aproximadamente, si se controlan bien las fases mesofílicas y termofílicas se logran eliminar los patógenos, matando larvas de moscas y otros insectos no deseados, también impide que las semillas que hay en la pila germinen (*Valdés y Linares, 2003*).

Los residuos que se utilizarán para realizar el compostaje en la vereda son: Desechos de corte de jardines y césped, desechos o desperdicio de las

actividades de la cocina y restos de cosechas en invernaderos o cultivos tradicionales.

10. CONCLUSIONES

- ✓ La implementación de un sistema agroforestal tiene beneficios, como nuevas fuentes de ingreso, para los agricultores por los árboles frutales, incremento de las especies y la fertilidad del suelo sirve para contrarrestar el cambio climático.
- ✓ Se espera que los habitantes de la vereda consoliden la propuesta del proyecto, el cual se basa en construir un SAF enfocado al cultivo del café, para mitigar el impacto generado por la explotación del suelo, mejorando la vida de los campesinos.
- ✓ En la zona estudio se identificaron problemáticas ambientales como la quema y la remoción en masa, además de terrenos en descanso para implementar cultivos de reforestación, también se lograron identificar los residuos del agro como potencial
- ✓ Para el diseño de un sistema agroforestal se deben tener en cuenta variables como el clima, la precipitación, las especies frutales y arbóreas que sean en la zona, también se deben tener en cuenta los cultivos que los agricultores normalmente manejan.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 45(2), 107-115
2. Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable* (No. 630.2745 A468ag). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF (México). Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
3. Aderaldo de S.; PORTO, Everaldo R.; BRITO, Luiza T. L.; LÓPEZ, Paulo R. C.; PÉREZ ARANA, Saúl. Embalse subterráneo, Brasil. In: PNUMA-FAO. Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Tomo II. Experiencias en América Latina. PNUMA-FAO Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 2000d, p. 175–186. (Serie Zonas Áridas y Semiáridas 13).
4. Beer, J. Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E., Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10(37-38), 80-87.
5. Bejarano, J. Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia. 2011; 22.
6. Ramírez, I. D. (2009). plan de acción actualizado y ajustado. Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguvio).
7. Galindo, C. Colombia, A. P. (2012). Plan de Desarrollo 2012-2015. “*Unidos por el Cambio y la Prosperidad*”. Gama, Colombia.
8. Carrasco, H., & Tejada, S. (2008). *Soberanía alimentaria: la libertad de elegir para asegurar nuestra alimentación*. Soluciones Prácticas.
9. Cerda, R., Avelino, J., Harvey, C. A. Gary, C. Tixier, P. & Allinne, C. (2020). Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services. *Crop Protection*, 105149.

10. Deeks L, Posthumus H, Rickson J, Fenn I, Bowyer C, Baldock D and Heyn N (2008). Sustainable agriculture and soil conservation (SoCo Project): Case study report (WP2 findings) - United Kingdom.
11. DANE, "Agroforestería: una opción para la sustentabilidad agropecuaria," Boltetin Mens. Insumos y Factores A. a la Prod. Agropecu. (2012).
12. DANE. Censo Nacional Agropecuario 2014; Bogotá, D.E., Ed.; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE: Bogotá, Colombia.
13. Díaz Rojas, M & Soto Barbosa, V. (2015). Diseño del Sistema Agroforestal para la Zona Rural de la Vereda Pascata de Turmequé Boyacá. Trabajo de grado. Boyacá, Colombia.
14. Giannitsopoulos, M. L., Graves, A. R., Burgess, P. J., Duran, J. C., Moreno, G., Herzog, F. & de Jalón, S. G. (2020). Whole system valuation of arable, agroforestry and tree-only systems at three case study sites in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 122283.
15. Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola, (2015). Sistemas Agroforestales. funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. serie técnica. informe técnico 402. catie, turrialba, Costa Rica. Editorial Cipav, Cali, Colombia.
16. Lozano Y. (2019). Diseño de un Sistema Agroforestal empleando Chirimoya (*Annona cherimola*), como alternativa sostenible para pequeñas unidades productivas del municipio de Chiscas-Boyacá. Boyacá. Colombia.
17. Mendieta López, M., & Rocha Molina, L. R. (2007). Sistemas agroforestales. Universidad Nacional Agraria, Managua
18. Organización de las Naciones Unidas. (2008). Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización de plaguicidas. Directrices sobre opciones de manejo de envases. Roma, Italia: FAO.
19. Orozco, T. D. M. Q. (2012). *Formulación del Plan de Gestión Integral de residuos peligrosos de Textiles Omnes SA municipio de Dosquebradas,*

- Risaralda* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Administración Ambiental).
- 20.** Rozo Vargas, W. E. (2017). Definición de lineamientos para la formulación de determinantes de riesgo para Corpoguavio (Colombia).
- 21.** Rojas. R, Russy. S, Roco L, Fleming. D, Muñoz and Alejandra Engler. (2020) Factors Affecting the Adoption of Agroforestry Practices: Insights from Silvopastoral Systems of Colombia.
- 22.** Varah, A., Jones, H., Smith, J., & Potts, S. G. (2020). Temperate agroforestry systems provide greater pollination service than monoculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 301, 107031.
- 23.** Valdés Portilla, J. A., & Linares Gómez, J. P. (2003). Estudio de impacto ambiental en manejo de residuos sólidos en el municipio de Gama-Cundinamarca.
- 24.** Zapata Arango, p. c. (2019). Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia. *Ciencia florestal*, 29(2), 685-697.

12. ANEXOS

12.1. Anexo. 1. Diseño de encuesta aplicada en la herramienta *google* a la comunidad de la Vereda Naranjos, Gama.

ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL MUNICIPIO DE GAMA, CUNDINAMARCA.

El objetivo de esta encuesta es entender las diferentes dinámicas que sufre el territorio, con respecto a la deforestación y deslizamientos, para plantear nuevas alternativas que beneficien la comunidad, es sus actividades cotidianas de agricultura y ganadería. La información recolectada de esta encuesta será únicamente utilizada para estudio académico.

***Obligatorio**

1) Género:

Marca solo un óvalo.

- Hombre
 Mujer

2) Edad *

Marca solo un óvalo.

- 7-15 años
 15-30 años
 30-45 años
 años
 45-60 años más de
60 años

3) ¿Por qué cree usted que se dan los deslizamientos de tierras en la Región? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Quemadas o incendios.
- Tala de árboles.
- Aumento de la ganadería y
- cultivos lluvias muy fuertes o
- ausencia de ellas.
- Es un fenómeno natural normal.

todas las anteriores

4) ¿Qué tipo de abono utiliza para sus cultivos tradicionales?

Marca solo un óvalo.

- Orgánico.
- Agroquímico.
- Los dos.

5) ¿Sabe usted que es un cultivo agroforestal o cultivo mixto? si es así, cuéntenos rápidamente y mencione si conoce uno en su territorio.

¿Sabe usted que es un cultivo agroforestal? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Explique brevemente:

6) ¿conoce usted prácticas que mezclen la ganadería y la agricultura (sistemas silvopastoril)? si es así, cuéntenos como.

¿Si conoce usted estos sistemas?

Marca solo un óvalo.

- SI
- No Explique brevemente

7) ¿En los últimos años ha visto disminuir el bosque o montes en los alrededores?

¿Disminuye? *

Marca solo un óvalo.

- si
- No

¿Porque cree usted?

8) ¿En los últimos tiempos, ha visto algún tipo de alteración en el cauce de los ríos y quebradas de su territorio? Si es así, porque cree que se da este fenómeno.

¿ha visto?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

Explique brevemente:

9) ¿En los últimos años ha visto cambios en los tiempos de la lluvia y el clima? Si es así, porque cree que se está presentando este cambio.

¿Ha visto? *

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Explique brevemente:

10) ¿Con el pasar de los años, ha tenido más o menos dificultades para realizar sus cultivos? Si es así, porque cree usted que se da este fenómeno.

¿si se ha tenido? *

Marca solo un óvalo.

si

No

Explique brevemente:

11) ¿Cree usted que las quemas afectan el medio ambiente y su territorio?

¿cree usted?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

¿por qué?

12) ¿Cree usted que el uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas) ha mejorado el suelo para sus cultivos?

¿cree usted?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

¿por qué?

12.2. Anexo 2. Ficha técnica de la encuesta

Para lograr el tamaño de la muestra se empleó una formula donde se hallan datos globales:

$$e^x n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + K^2 * p * q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Universo

K = contaste que depende del nivel de confiaza que se asigne teniendo los siguientes valores:

k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
---	------	------	------	------	------	---	------

Nivel de confianza	75%	80	85	90%	95%	95.5%	99%
--------------------	-----	----	----	-----	-----	-------	-----

e= es el error muestral deseado. El cual es resultado de la diferencia .

p= individuos que poseen la características de estudio donde $p=q=0.5$ para mas seguro.

q= individuos de la poblacion que no poseen la informacion requerida.

Para el caso de estudio se hizo el calculo en la pagina Feedback Networks donde se ingresan los datos para obtener una muestra de 22 personas a encuesta.

N:

k:

e:

p:

q:

n:

SOLICITADO POR:	UAN Universidad Antonio Nariño
REALIZADA POR:	Estudiante de ingeniería ambiental de la UAN
UNIVERSO	Se tomó una población de 45 personas, aquellas que viven en la vereda Naranjos, más específicos en el cuarto Santa Bárbara que poseen parcelas y tienen cultivos para su sustento o terrenos en descanso sobre esta zona.
UNIDAD DE MUESTREO	Familias o personas agricultores de la vereda Naranjos del municipio de Gama.
FECHA DE CREACION	25 DE SEPTIEMBRE DEL 2020
AREA DE COBERTURA	Veredal, municipal.
TECNICA DE RECOLECCION	Encuesta realizada por redes sociales como llamada y wasap
OBJETIVO	entender las diferentes dinámicas que sufre el territorio, con respecto a la deforestación y deslizamientos, para plantear nuevas alternativas que beneficien la comunidad, es sus actividades cotidianas de agricultura y ganadería. La información recolectada de esta encuesta será únicamente utilizada para estudio académico.
Nº DE PREGUNTAS APLICADAS	Doce (12)
TIPO DE PREGUNTAS	Abiertas y cerradas

ESCALA EMPLEADA DE MEDICION	Binaria y semántica
Nº ENCUESTADOS	12 PERSONAS
NIVEL DE CONFIABILIDAD	90%, $k=1.65$
ERROR EXPERIMENTAL	10%

Fuente: propia