



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**MOSAICO PRODUCTIVO ENFOCADO EN LA
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS:
PROYECTO MUSINGA – MUSINGUITA**

Autor(es)

Camilo Bermúdez Villa

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2019



**MOSAICO PRODUCTIVO ENFOCADO EN LA CONSERVACIÓN DE
ECOSISTEMAS:
PROYECTO MUSINGA – MUSINGUITA**

CAMILO BERMÚDEZ VILLA

Informe de práctica o monografía o investigación o tesis o trabajo de grado
Como requisito para optar al título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Asesores (a) o Director(a) o Co- Directores(a).

Nombres y apellidos completos y Título profesional

Juan Sebastián Vallejo

Ingeniero Ambiental

Carolina Gallón

Zootecnista

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2019

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO GENERAL.....	5
2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
3. MARCO TEÓRICO.....	5
4. METODOLOGÍA.....	8
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	9
5.1. Zona 1.....	15
5.2. Zona 2.....	19
5.3. Zona 3.....	20
6. CONCLUSIONES.....	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

MOSAICO PRODUCTIVO ENFOCADO EN LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS:

PROYECTO MUSINGA – MUSINGUITA

RESUMEN

El mundo actualmente no está completamente preparado para prever, y menos aún lidiar con, las consecuencias del cambio climático catastrófico. ¿Qué se puede hacer para evitar un futuro tan probable pero catastrófico? Es claro a partir de nuestro escenario preliminar que se requiere una acción dramática en esta década si se quiere evitar el escenario de la "Tierra de invernadero". Para reducir este riesgo y proteger la civilización humana, se necesita una movilización global masiva de recursos en la próxima década para construir un sistema industrial de cero emisiones y poner en marcha la restauración de un clima seguro (Spratt, Dunlop, & Barrie, 2019). La actualidad se desarrolla con un modelo económico basado en la extracción y explotación de recursos naturales no renovables, el agotamiento de recursos se avecina y es necesaria la implementación de la dimensión ambiental en el ámbito económico, para evitar el creciente efecto invernadero o cambio climático que sería el punto de inflexión de ecosistemas y hábitats de la flora y fauna global.

EL PROYECTO MUSINGA – MUSINGUITA: MOSAICO PRODUCTIVO ENFOCADO EN LA CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS, propone La implementación de sistemas productivos en los cuales se obtienen mutualismo que disminuyen costos, además protección para el afluyente principal, la estrategia de los pozos sépticos, evitando vertimientos directos y acompañado de recolectores en las vías de acceso de los predios Musinga y Musinguita. Con esto se busca un crecimiento productivo, la protección ambiental y el crecimiento social, mediante la utilización de herramientas de gestión ambiental para garantizar el cuidado y mantenimiento de los recursos naturales pero teniendo en cuenta el crecimiento de la población y una producción sustentable y sostenible con el entorno.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores de transformación del entorno tanto en las sociedades ancestrales como modernas ha sido la explotación de recursos naturales, lo cual demuestra que la relación estrecha hombre - naturaleza está mediada por la necesidad de aprovechar los bienes naturales y establecerse territorialmente, situación que abarca intervenciones en ecosistemas estratégicos y su degradación. (Tempio, 2013) Con ello un bucle que se viene desencadenado

décadas atrás, acrecentando el fenómeno del cambio climático que está transformando los ecosistemas de la tierra y amenazando el bienestar de la generación actual y futuras. Para “mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C” y evitar cambios climáticos “peligrosos”, se requieren con urgencia recortes sustanciales de las emisiones mundiales.

Con el avance productivo el hombre enfocó su economía en tres macros productivos: Ganadería, Minería y Agricultura. En este sentido, el sector ganadero mundial contribuye con parte importante de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) antropógenos (Tempio, 2013), (Principal determinante de la aceleración del impacto del cambio climático), son estimadas actualmente en 7,1 giga toneladas (GT) de dióxido de carbono equivalente (CO₂ - eq) por año, que representan el 14,5% de las emisiones de GEI inducidas por el ser humano. La producción de carne y leche de vacuno es responsable de la mayoría de las emisiones, pues contribuye con el 41% y el 29% respectivamente de las emisiones del sector.

No obstante, la agricultura demanda principalmente el uso del suelo en todo el mundo. Actualmente, ≈ 1.2 - 1.5 billones de hectáreas están bajo cultivos, y otros 3.5 billones de hectáreas están siendo pastoreadas (Jeong, Kim, & Lee, 2013). Los humanos utilizan otros 4 mil millones de hectáreas de bosques en diferentes grados. Es importante destacar que la agricultura en sus muchas formas ([tradicional](#), [industrial](#), [ecológica](#), [natural](#)) y ubicaciones diferentes sigue siendo altamente sensible a las variaciones climáticas, la fuente dominante de la variabilidad interanual general de la producción en muchas regiones y una fuente continua de interrupción de los servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, el fenómeno de la Oscilación del Sur de El Niño, con sus ciclos asociados de sequías e inundaciones, explica entre el 15% y el 35% de la variación del rendimiento mundial en trigo, semillas oleaginosas y cereales secundarios.

Homogéneo a los macros productivos anteriores, (Quintero et al. 2017) la minería es considerada una de las actividades económicas más contaminantes de las fuentes hídricas y suelos, además de ser la explotación de un recurso finito en el cual se generan residuos estériles que terminan como escombros o vertimientos en las fuentes hídricas.

Una de las formas comunes en que se ejerce la minería y que necesita mayor atención institucional es la minería manual (MM), (Leonardo, 2014) que es la forma más antigua, rudimentaria y de menor escala en la que se puede extraer minerales.

Para el caso de América Latina se ha convertido en una importante fuente de subsistencia de personas que se encuentran en condiciones de pobreza e indigencia en las zonas rurales, en las que los índices de pobreza e indigencia suman alrededor del 67% del total de la población rural según un estudio de las

Naciones Unidas (2010). Dadas las dificultades económicas y técnicas que tienen estos mineros, la mayor parte de la actividad se encuentra fuera del marco de la ley (OIT, 1999) y es llevada a cabo en áreas concesionadas por terceros o sin los permisos correspondientes, porque es perseguida de manera frecuente por las autoridades estatales.

El proyecto Musinga – Musinguita, se desarrollará en el occidente Antioqueño, en dos predios de 2300 y 400 ha respectivamente. Cuenta con condiciones ecosistémicas óptimas para conservación y producción de oferta hídrica, esto dado que sufrió un previo abandono de sus propietarios y fue ahí el auge vegetativo y biológico en la zona. Musinga grande presenta hoy actividad minera artesanal (Método Molinete y barequeo), además ganadería y agricultura en pequeña escala y algunos predios aledaños (vertimientos) que conjuntamente afecta de manera directa la oferta hídrica y los ecosistemas primarios. Mientras que Musinguita presenta actividad ganadera y agrícola a mayor escala que denota más su deterioro por contener mayor población existente.

Por ende, se propone realizar mosaicos productivos (Ganadería Silvopastoril – Agricultura Sostenible – Ecoturismo Responsable) a menor escala que proporcionen sostenibilidad tanto económica como Ambiental en pro de la protección y conservación de los ecosistemas, la biota, la fauna y el recurso hídrico que la zona ofrece.

2. OBJETIVO GENERAL

Formular estrategias de manejo ambiental para el mosaico productivo enfocado a la conservación de ecosistemas: Proyecto Musinga – Musinguita.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir estrategias para el desarrollo de actividades productivas sostenibles (Ganadería Silvopastoril – Agricultura sostenible – Ecoturismo).
- Identificar alternativas a los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales (Sistema de pozos sépticos).
- Impulsar jornadas de recolección de residuos sólidos en la zona y fomentar puntos de recolección.

3. MARCO TEÓRICO

El paisaje (Armenteras & Vargas, 2016), entendido como un mosaico heterogéneo, es una unidad donde interactúan ecosistemas, especies y el hombre con el uso que este último hace del mismo. El paisaje es el resultado de complejas interacciones, no solo producto de dinámicas naturales sino del balance de la oferta y la demanda de la sociedad ante la preferencia por los recursos que este ofrece.

En este modelo se identifican tres tipos de elementos que componen un paisaje:

(i) **los parches o fragmentos** que son áreas no lineales relativamente homogénea que difieren de sus alrededores, (ii) **los corredores** son elementos lineales que difieren del terreno adyacente en ambos lados, y (iii) **la matriz** sería el elemento dominante y conectado en un paisaje y/o con mayor control sobre la dinámica del paisaje. En este sentido el concepto de **mosaico** también es importante en un paisaje como un área determinada del territorio donde se encuentra un patrón de parches, corredores y matriz (**Imagen 1**).

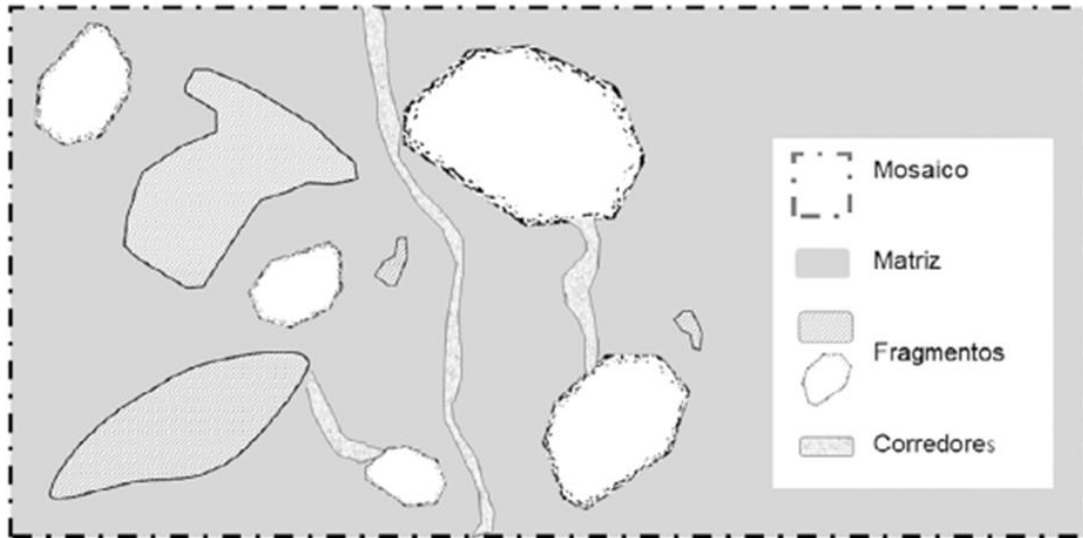


Imagen 1. Elementos del paisaje. Tomado de Patrones del paisaje y escenarios de restauración: acercando escalas. (Armenteras & Vargas, 2016)

El proyecto mosaico productivo enfocado en la conservación de ecosistemas: proyecto Musinga – Musinguita, se desarrollará en el occidente del departamento de Antioquia, en el municipio de Frontino (**Imagen 2**), a 85 km desde el área urbana de Medellín, en la Vereda Musinga y los predios Musinga - Musinguita (**Imagen 2**) ubicados a 10 km al suroccidente del casco urbano del municipio. Esta será el área de estudio y proyección de la presente propuesta.

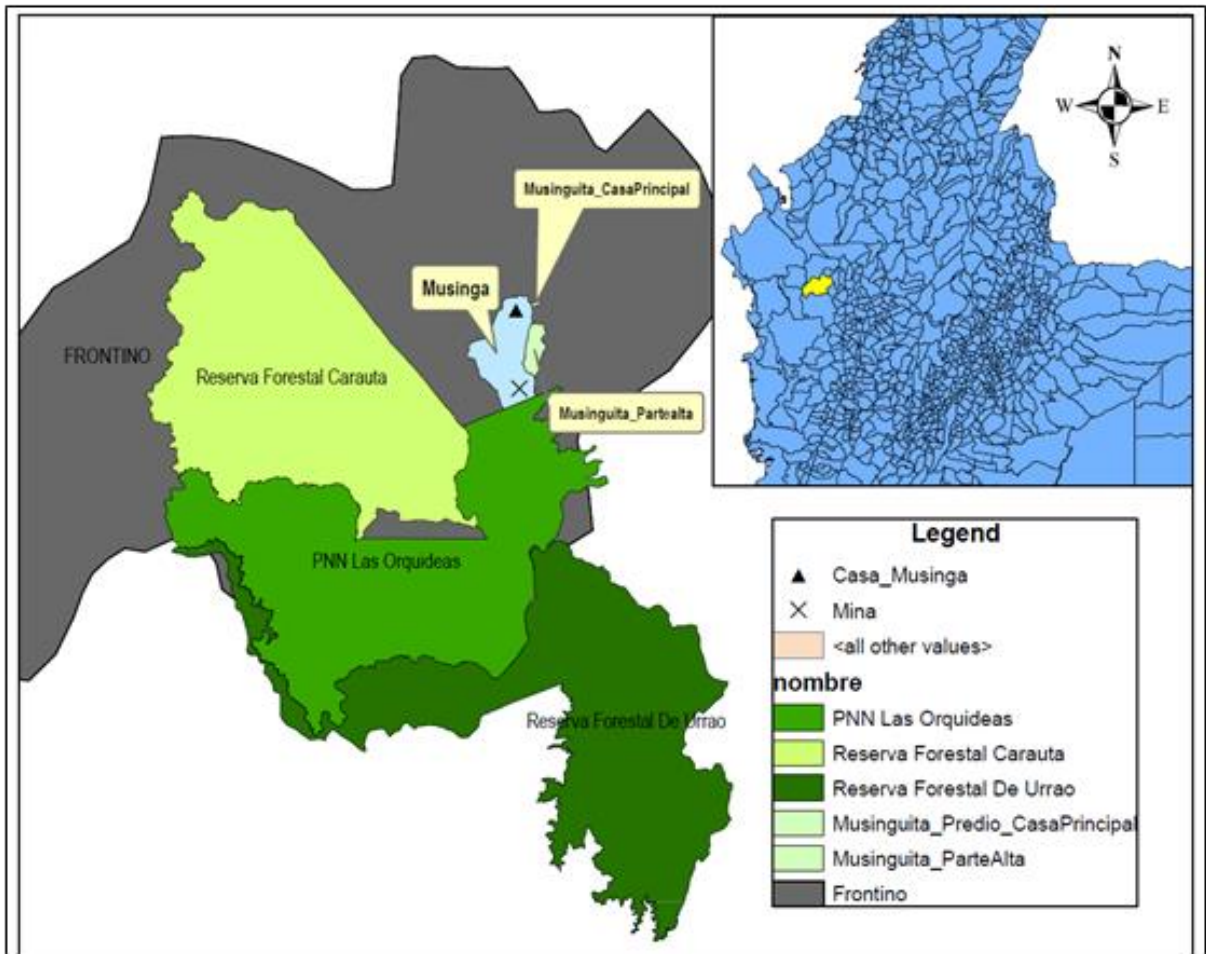


Imagen 2: Ubicación Geográfica Musinga – Musinguita

En términos Hidrográficos y de relieve, la zona se caracteriza por tener un carácter húmedo, con una precipitación promedio multianual que fluctúa entre los 1406 mm - 1953 mm, está localizado en su mayoría en un relieve plano a moderadamente Inclinado, con algunas inclusiones de relieve moderadamente escarpado a escarpado, con pisos altitudinales desde los 1600 m hasta los 3000 m aproximadamente y una temperatura promedio multianual que oscila entre los 20.3°C y los 21.8° , (Castro, Romero, & Carrillo, 2007).

Los predios de Musinga y Musinguita (**imagen 2**), con 2283 y 396 ha respectivamente, son terrenos con abundancia ecosistémica y de Biodiversidad por lindar al occidente con la Reserva Forestal Protectora Carauta y al sur con el Parque Nacional Natural LAS ORQUIDEAS (Zonas de fauna y flora estratégicas protegidas de cualquier intervención),(Del, Parques, & Naturales, 1999). Lo que condiciona a cualquier intervención productiva desde la perspectiva de la conservación, donde parte de los predios figuran en la Zona Amortiguadora del PNN ya mencionado.

Tabla 1. Área de los Predios

Lote	Área (m ²)	Área (ha)
Musinga	22,829,888.06	2,282.99
Musinguita parte alta	3,782,735.78	378.27
Musinguita	176,771.15	17.68

Los predios al ser abandonados a comienzos de los años 90 y recobrados aproximadamente hace 5 años. Donde se estableció un crecimiento en la producción ganadera (Lechera) y paralelo a esto personas ajenas al predio dieron inicio a una exploración minera y posteriormente a la explotación in situ; donde, hoy todavía subsiste y continúa generando impactos ambientales, tales como:

- Sobre el recurso hídrico: Intervención directa al cauce Principal (Rio Musinga) además de los vertimientos posterior al aprovechamiento del material
- Sobre el ecosistema y biodiversidad: Realización de socavaciones permanentes en las vertientes montañosas a margen derecho e izquierdo desde hace 20 años
- Sobre el paisaje: masivo descapote de cobertura vegetal.

Además, en los predios hay evidencia de existencia de ganadería en mínima escala al igual que procesos mínimos agrícolas y aprovechamientos forestales sin ningún consentimiento ni permiso, lo que en conjunto deteriora la calidad de los ecosistemas subsistentes en el área.

4. METODOLOGÍA

Con el fin de la implementación de las estrategias y estructuración del plan de **mosaico productivo** se debe realizar las siguientes actividades:

- Obtención mediante consulta información preliminar del territorio y sus dinámicas demográficas.
- Salida de campo inicial a los predios, con fin de conocer dinámica territorial in situ e identificación de posibles impactos ambientales y oportunidades.
- Identificación por medio de la herramienta informática de Sistema de información Geográfica (SIG) ArcGIS, de cartografía base de la zona.
- Salida de campo con el fin de conocer la mina en Musinga grande (impactos posibles) y el alto de portachuelo (Posible sendero con fines Ecoturísticos),

además realización de Análisis de Calidad del agua en la zona (Con fin de aprobar o descartar la viabilidad técnica de micro proyectos).

- Georreferenciación de puntos estratégicos y casas abandonadas dentro del predio, con potencial de reestructuración, con el fin de ser atractivos turísticos o puntos de apoyo para el mosaico productivo.
- Desarrollo de ideas de los procesos productivos sostenibles: Ganadería Silvopastoril – Agricultura Sostenible, Sistema de pozos sépticos y evaluación de viabilidad.
- Salida de Campo para realización registro fotográfico de atractivos turísticos, propuesta del plan de senderismo y acompañamiento con educación ambiental a habitantes e integrantes de la zona para un sistema de recolección de residuos.
- Presentación de Propuesta ante Gerencia para su aprobación y retroalimentación

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con el fin de desarrollar las actividades productivas sostenibles, se realiza un análisis de infraestructura dentro de los predios, en pro de ser provechoso e identificar puntos de apoyo para el mosaico productivo propuesto.



Imagen 3. Infraestructura en el Predio de Musinguita

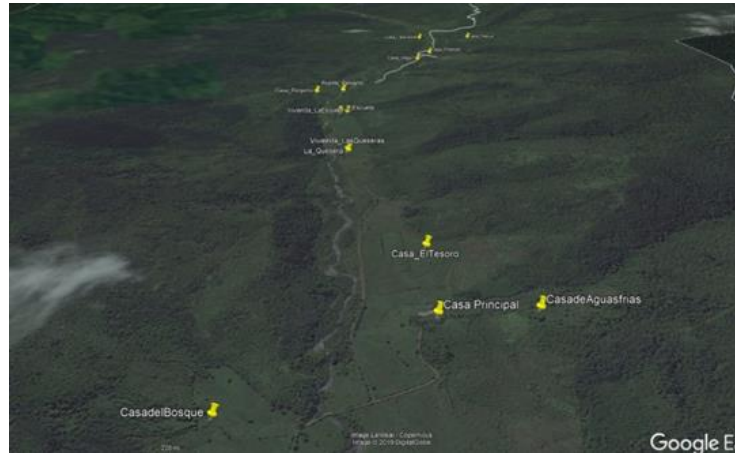


Imagen 4. Infraestructura en el Predio de Musinga

De la imagen 4 se refieren 13 obras de infraestructuras, las cuales son potencial para la iniciación y ejecución del mosaico productivo. Mientras que para Musinguita (imagen 3) solo se encuentra una casa disponible, la cual será destinada al apoyo de los procesos de producción.



Imagen 5. Casa principal Musinga

Para el apoyo de las estrategias agrícolas, pecuarias y silvopastoriles, se toma apoyo en la nueva estrategia. El Plan de Ordenamiento Territorial Agropecuario (POTA) del Departamento de Antioquia, realizado por La Universidad Nacional de Colombia y la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, siguiendo los lineamientos de un PBOT, este se compone de una serie de estudios que analiza variables de interés para determinar cuál es la vocación del suelo y así subsanar las pérdidas en que incurren los gobiernos y productores particulares al no obtener los resultados esperados en un sistema productivo específico.

El POTA de Antioquia, “establece los lineamientos de ordenamiento productivo que le permiten a inversionistas, productores, administraciones municipales, habitantes de la zona rural, entidades públicas y privadas, tomar decisiones sobre la utilización más indicada a realizar en el suelo rural” (Gobernación de Antioquia).

Este, define los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT), como “una descripción, en un nivel apropiado de detalle, del uso de la tierra; que incluye además de las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, los cuales pueden ser expresados como requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables dentro de la unidad de análisis. Desde la metodología, el propósito es una clara definición de los TUT y sus requerimientos, de acuerdo al área de evaluación y sus características”

De las 72 TUT, para estas variables productivas incluidas en el POTA, 33 de ellas agrícolas, 12 forestales, 20 pecuarias y 7 silvopastoriles, para las fincas Musinga Grande y Musinguita se identifican de manera georreferenciada las contenidas en la tabla 3 (expresado en el porcentaje del TUT con respecto al tamaño del lote), con su respectiva categorización que define el nivel de aptitud para cada una de las variables, siendo A1 la más apta y A3 la menos apta.

Tabla 2. Descripción según nivel de aptitud (POTA 2019)

CATEGORÍA	APTITUD	DESCRIPCION
A1	Alta	Zonas con mejores condiciones desde el punto de vista físico, socio-ecosistémico y socioeconómico
A2	Media	Zonas con condiciones moderadas desde el punto de vista físico, socio-ecosistémico y socioeconómico
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones desde el punto de vista físico, socio-ecosistémico y socioeconómico
N1	No apta	Zonas con restricciones físicas y socio-ecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad productiva.

Tabla 3. Aplicativo del POTA 2019 en predios Musinga y Musinguita.

POTA	CATEGORIA	% Área en Musinga	% Área en Partealta_Musinguita	% Área en Musinguita
Banano	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Cacao	A2	1.7%	0.0%	50.9%
Caña	A1	1.7%	0.0%	50.9%
Coco	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Fique	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Frijol Arbustivo	A1	28.6%	34.6%	0.0%
Gmelina Arbolea	A1	0.9%	0.0%	43.0%
Hortensias	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Limon	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Lulo	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Maíz	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Maíz Choclo	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Maracuyá	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Mora	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Naranja Valenciana	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Ñame	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Palma Aceite	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Papa	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Pino Patula	A2	1.7%	0.0%	50.9%
Pinus Oocarpa	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Pinus Tecunumaní	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Piña	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Tectona Grandis	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Tomate Árbol	A1	0.9%	0.0%	43.0%
Tomate Chonto	A1	0.9%	0.0%	43.0%
Forrajes Leche	A2	0.4%	0.0%	5.9%

POTA	CATEGORI A	% Área en Musinga	% Área en Partealta_Musinguit a	% Área en Musinguita
Forrajes Ceba	A3	0.3%	0.0%	22.1%
Forrajes DP	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Forrajes Silvo	A1	0.9%	0.0%	43.0%
Forrajes Ceba Búfalo	A2	0.9%	0.0%	43.0%
Silvopastoril	A3	0.9%	0.0%	43.0%
Tilapia	A1	0.9%	0.0%	43.0%
Ovinos	A2	0.9%	0.0%	43.0%

Como se denota en la tabla 3, se filtran las categorías (A1) con mayor vocación con las condiciones de los predios y se planteará el mosaico productivo según el POTA y las observaciones tomadas en campo.

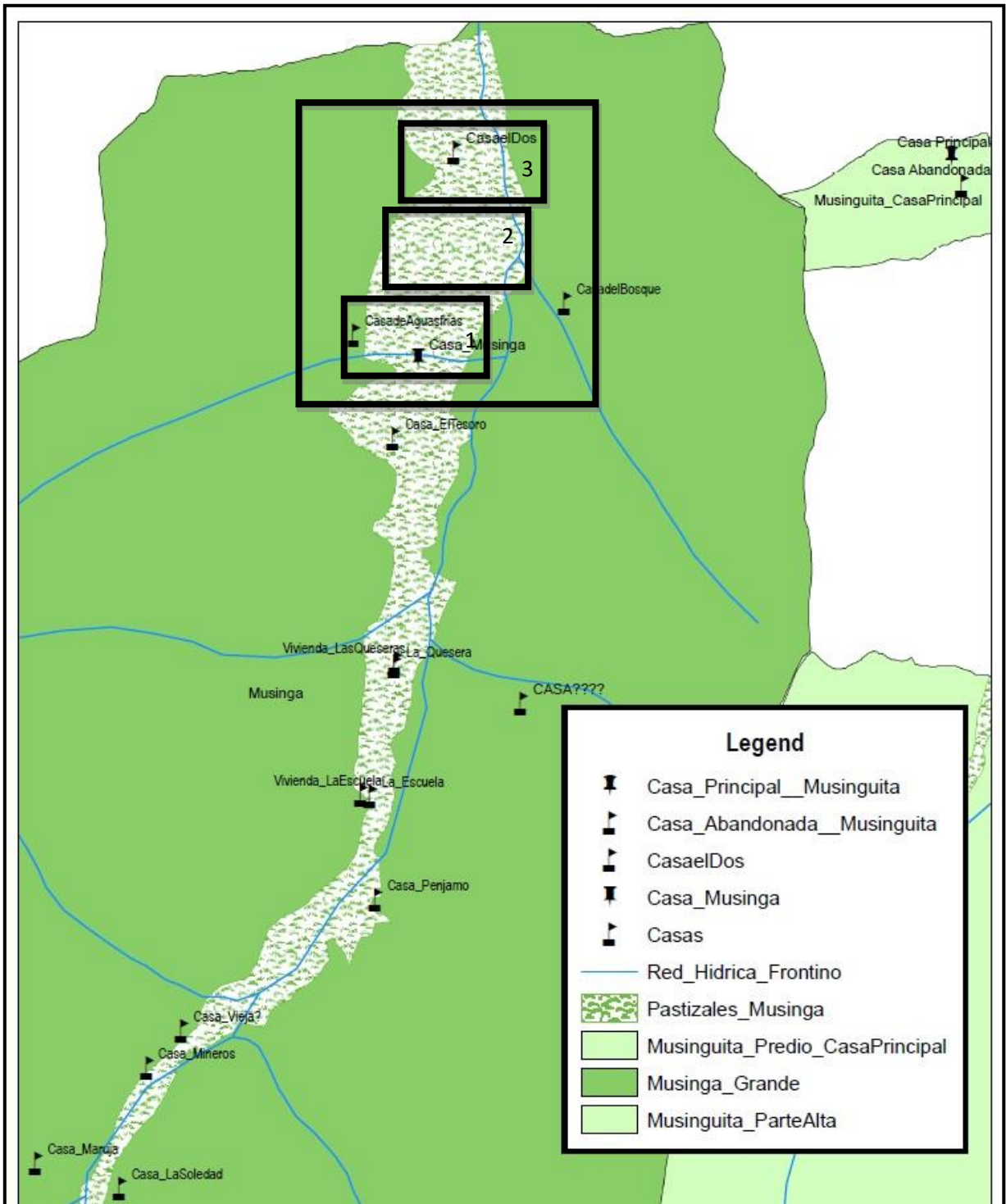


Imagen 6. Mapeo de la zona a establecer el mosaico productivo en Musinga

Se propone la ejecución del mosaico en las zonas de menor densidad boscosa y pastizales (imagen 7) formados por la deforestación y las intervenciones mínimas que ha tenido el predio, en pro de la protección del bosque primario y secundario.

En el recuadro se muestra la zona a intervenir, además subzonas (1, 2 y 3) demarcadas por numerales y casas que serán objeto del mosaico productivo: El dos, Aguas frías, El bosque, además de la casa Principal se plantea una zonificación

estratégica para establecer el mutualismo, en fin, de reducción de costos y tener mínimo impacto para el ecosistema circundante.

5.1. Zona 1

Aprisco con ganadería ovina y caprina, acompañado con forrajes silvopastoriles.

Se propone que en el sitio de Casa de Aguas Frías se instale un modelo de aprisco, para el establecimiento de los individuos caprinos y ovinos. Además de una cama o deposito inferior donde se obtendrá un aprovechamiento de los residuos orgánicos (Heces y orina). Acompañado en la periferia de la zona 1 con siembras de Forrajes silvopastoriles que apoyarán la alimentación del ganado y serán objeto de barreras verdes en pro de la conservación del ecosistema.



Imagen 7. Modelo de aprisco propuesto para ganado ovino y caprino.

Por siglos, la humanidad ha valorado a las ovejas y cabras principalmente por su producción de carne, leche, fibras (lana, pelo, mohair, cashmire) e incluso como animales de trabajo; de esta forma los ovinos y caprinos, juegan un importante papel en la nutrición humana (incrementando el nivel de proteína de la dieta) y son considerados animales de relevante importancia social principalmente en economías de subsistencia (Grajales, 2011). Por ende, es notorio el beneficio productivo de esta alternativa de ganadería en la conformación del Mosaico.

Se proponen de inicial la adquisición de 10 a 15 individuos entre caprinos y ovinos, los cuales tendrán una dieta variada, que les permite consumir y digerir tanto pasturas como semillas, matorrales, zarzas espinosas, vegetación arbustiva y

forrajes toscos de baja digestibilidad. La estrategia alimenticia de estas especies, incluye el ramoneo,

donde Malecheck & Provenza (1981), muestran que el 60% del promedio de la dieta de las cabras proviene de plantas arbustivas y leñosas.

Por lo tanto, próximo al aprisco, se propone la implementación de forrajes silvopastoriles de alta calidad alimenticia y que propendan para la disminución de costos para el ganado caprino y ovino además de ser resguardos de sombra para su calidad de vida y la conservación del ecosistema primario circundante. Como barreras vivas se propone la especie ***Maclura tinctoria* (Palo de mora)** Árbol de hasta 20 m. Hojas alternas, simples, de 4-13 x 1,5-5 cm, de estrechamente ovadas a ovado-elípticas o lanceoladas, los márgenes irregularmente aserrados o enteros; con estípulas sombra (sombra y refugio para el ganado), huertos familiares, sombra para cultivos perennes. Flores observadas de abril a septiembre. Frutos observados de mayo a septiembre.



Imagen 8. Especie *Maclura tinctoria* (Palo de mora)



Imagen 9. Hojas alternas especie *Maclura tinctoria* (Palo de mora)

Una segunda especie. Morus alba (Morera, morera blanca) Árbol de hasta 18 m de alto, ramoso, de copa ancha y corteza lisa y gris cuando es joven, pero gruesa, agrietada y parda o gris al envejecer. Las hojas son caducas, simples, alternas, miden de 3 a 22 cm de largo y algo menos de ancho, y son variables en su forma: ovales, redondeadas o lobuladas, con dos o más lóbulos, pero siempre dentadas en su margen y con rabillos largos y algo pelosos en los que a veces se observa látex al ser tronchados.



Imagen 10. Especie *Morus alba* (Morera, morera blanca)



Imagen 11. Frutos de especie *Morus alba* (Morera, morera blanca).

Los forrajes mencionados anteriormente son propuestos como cercos circundantes (Barreras vivas), de la mano de especies arbustivas menores que serán parte de la alimentación de los ovinos y caprinos. Los cuáles serán provechosos para sus 3 factores productivos (carne, leche, fibras) para sustento interno y posteriormente venta a terceros o al público.

Las ventajas económicas de la cría de rumiantes, se derivan de sus buenos rendimientos productivos, con bajos costos de inversión en alimentación (convierten recursos de bajo valor como residuos de cosecha y forrajes groseros en carne, leche y pieles), adquisición y alojamiento de los animales (Grajales, 2011).

Con respecto al Aprisco, se tendrá una cama inferior la cual tiene como objetivo la formación de un lombricultivo y vermicompost, con lombriz roja californiana (*Eisenia* spp.) que se desarrolla bien bajo temperaturas promedio de 30° C (Edwards & Bate 1992, Hernández et al 1997, Hernández & Roa 1998, Hernández et al 2000, Hernández et al 1999, Hernández 1997, Reinecke et al 1992, y en un amplio rango de restos agrícolas, lo que permite utilizarla en condiciones climáticas cálidas para el reciclaje de estiércoles de animales y restos de cosecha para la producción de humus de lombriz y proteína animal con la subsiguiente disminución de la contaminación (Paco, Loza-Murguía, Mamani, & Sainz, 2011). Por medio del almacenamiento de las excretas de los ovinos y caprinos, para su posterior retiro y aprovechamiento en el mosaico tanto del vermicompost (forrajes y cultivos) como de la lombriz roja.

Según Benavides, J. E., Lachaux, M., & Fuentes, M. (1994). La adición de cantidades crecientes de estiércol de cabra, expresado en Kg N/ha/año, ejerció un

importante efecto positivo sobre la producción de materia seca en todos los componentes de la biomasa, superando en un 41% al tratamiento sin fertilizante en la especie *Morus alba*. Por lo tanto, se evidencia un mutualismo beneficioso entre los rumiantes (excretas) y el forraje silvopastoril (*Morus alba*), reduciendo costos de mantenimiento, fertilización y alimentación.

Siendo su interacción sostenible y propicia para la reducción del impacto al ecosistema circundante.

5.2. Zona 2

La zonificación central se destinará a la producción agrícola sostenible del Frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*) según potencial del POTA y lo discriminado en campo, en aproximadamente 1 a 0,5 hectárea(s) se realiza la preparación del terreno (Control de arvenses por medio manual y posteriormente antes de la siembra la utilización de herbicida), Para la siembra se propone distancias entre las plántulas de 80 cm entre surcos y 25 cm entre plantas (TATICUAN, 2013).

Tabla 4. Requerimientos nutricionales del frijol

Requerimientos nutricionales del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) kg/ha					
Nitrógeno (N)	Fosforo (P)	Potasio (K)	Magnesio (Mg)	Azufre (S)	Calcio (Ca)
105	10	120	18	6	25

Fuente. Benavides, 2017



Imagen 12. Frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*)

Se propone una siembra por etapas, para obtener un ciclo productivo rotativo, beneficioso y constante tanto para el autoconsumo, venta y apoyo alimenticio para el mosaico productivo. Por lo que la generación de Compost introduce su rol importante en términos de la necesidad nutricional como se referencia en la tabla 4, en términos de nitrógeno, potasio y fosforo.

Por lo tanto, la leguminosa también tendrá como objetivo un aporte alimenticio de las especies ovinas y caprinas, por lo tanto, se establecerá un mutualismo beneficioso y una reducción de costos alimenticios.

Esta especie de frijol arbustivo, concentra un beneficio para suelos que han sido consecuencia de pastoreo extensivo (ganadería de mayor tamaño), con consecuencias como la compactación, evitando así el paso de nutrientes, agua y oxígeno mediante la generación de encharcamiento o lixiviación.

El sistema radicular contiene nódulos por los cuales se alimenta la planta, que al mismo tiempo fijan nitrógeno al suelo y mejoran la disponibilidad de nutrientes entre plantas adyacentes, *se evidencia un entrecruzamiento radicular en las distancias laterales de 10 y 20 cm; y en las profundidades hasta de 20 cm. Se verifica también un entrecruzamiento en las plantas fertilizadas con las plantas paralelas, a los 25 cm. Laterales y a los 10 cm. de profundidad* (Luis Avilon Rovira & A. M. Louis Neptune, 1976). Por lo que se propende descompactación y mejor transporte de nutrientes hasta estratos bajos del suelo y una buena condición para su aprovechamiento.

5.3. Zona 3



Imagen 13. Gallina isa Brown, modelo de granja.

La casa el Dos, ubicada en la zona norte del predio, se propone a ser destinada a la cría y producción de gallina Isa Brown, para alrededor de 10 individuos en un inicio y su posterior reproducción. De acuerdo al informe del 2003 de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2003), en la última década el consumo de productos avícolas en los países en vías de desarrollo ha aumentado a un ritmo del 5,8 % anual. Además, la demanda por productos más saludables y de sistemas más amigables con el ambiente presenta un auge importante en los mercados locales e internacionales (FAO, 2003). Las aves de postura son fuente de ingreso, mejoran la nutrición de la familia rural y ayudan a hacer frente a los compromisos familiares y sociales. Algunos de los beneficios más importantes que se logran en las aves bajo un sistema de pastoreo son la mejora de su sistema inmunológico, reducción del estrés producido en sistemas de confinamiento y disminución del porcentaje de mortalidad y morbilidad (Barrantes, Víquez, Taylor, Botero, & Okumoto, 2004).

Se propone un sistema de pastoreo diario, ya que varios autores afirman que la carne y los huevos de las aves criadas bajo pastoreo presentan niveles más bajos de colesterol y de ácidos grasos saturados, en comparación a los producidos en sistemas convencionales (Dey, 2000). En contradicción a la producción convencional, la producción avícola bajo pastoreo promueve la utilización de probióticos, vitaminas naturales, aire fresco, luz natural y una alimentación más saludable, complementada con pasturas frescas y microfauna. También existe la opción de incorporarlos a otros sistemas agrícolas y ganaderos, lo cual diversifica, integra y aprovecha las condiciones agroecológicas de la finca. La rotación del sistema en las pasturas permite una distribución no concentrada de las excretas y el aumento consecuente de la fertilidad del suelo (Barrantes et al., 2004).

La producción de huevo de gallina feliz, será destinada a consumo interno y venta al público por su alta calidad.

Por ende, se contempla un mosaico sustentable (imagen 14) tanto en carácter ambiental (Recirculación (vermicompost) y biodegradación de excretas de ganado ovino, caprino y avícola) y productivo (producción leche, carne, lana, huevo gallina feliz, frijol, lombriz roja californiana), unos mutualismos establecidos entre las 3 unidades productivas, que reducen costos de mantenimiento y alimentación tanto de los campesinos como en las especies ya mencionadas anteriormente.

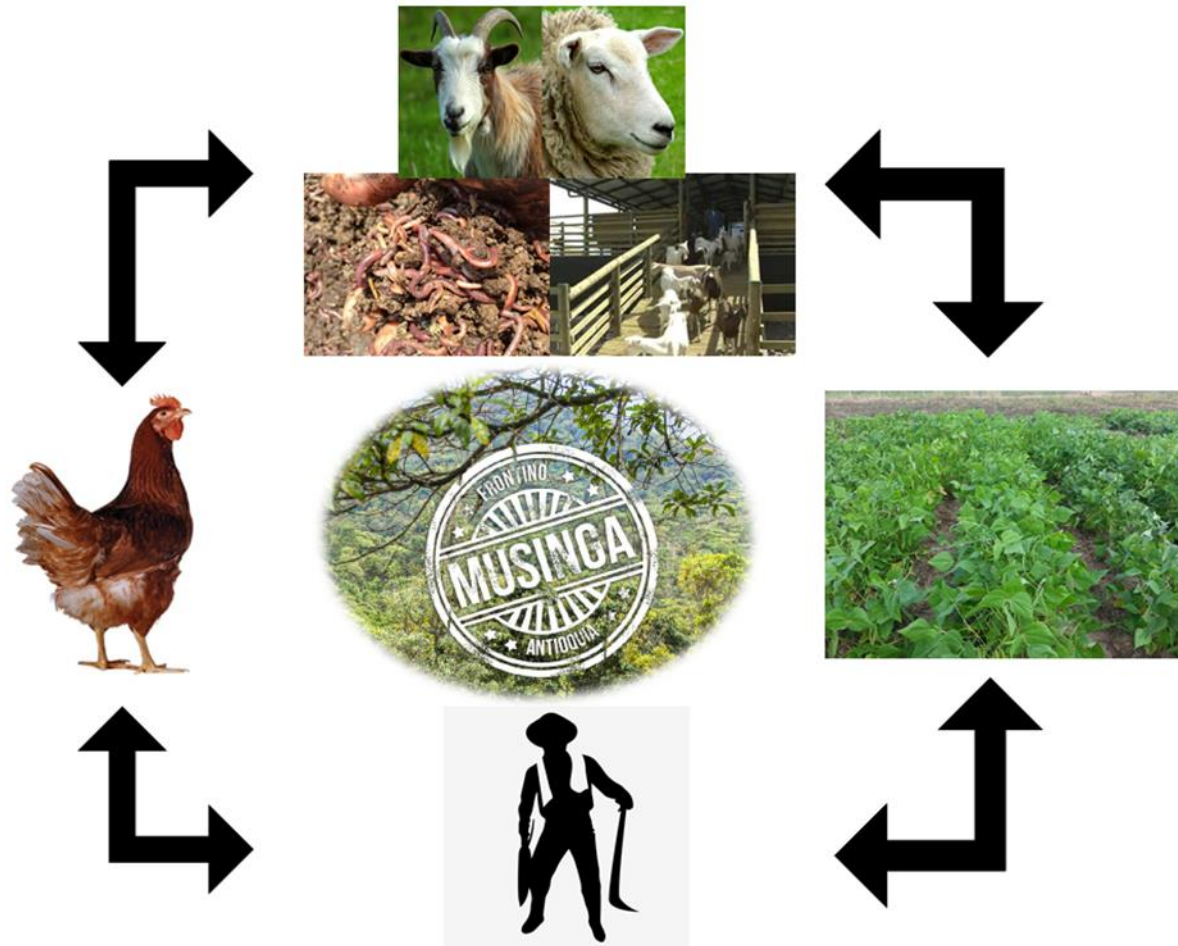


Imagen 14. Modelo del mosaico productivo

Con un análisis en campo, en pro de la utilización del agua para consumo y para establecer su calidad para proyectos o propuestas futuras, se realiza un análisis de calidad de agua, teniendo en cuenta los parámetros del ica (Índice de calidad del agua) según la Resolución 2115 de 2007, Artículo 1° (Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007) donde se establecen los siguientes parámetros básicos de análisis para el agua de consumo humano:

- Turbiedad
- Color aparente
- pH
- Coliformes totales
- Escherichia coli

Descartando el parámetro del cloro residual, ya que se hace el análisis a agua cruda (Sin tratamiento).

Para el muestro dentro de los predios se establecieron 4 puntos estratégicos, que darían paso a la identificación de posibles vertimientos o externalidades que puedan afectar los afluentes.

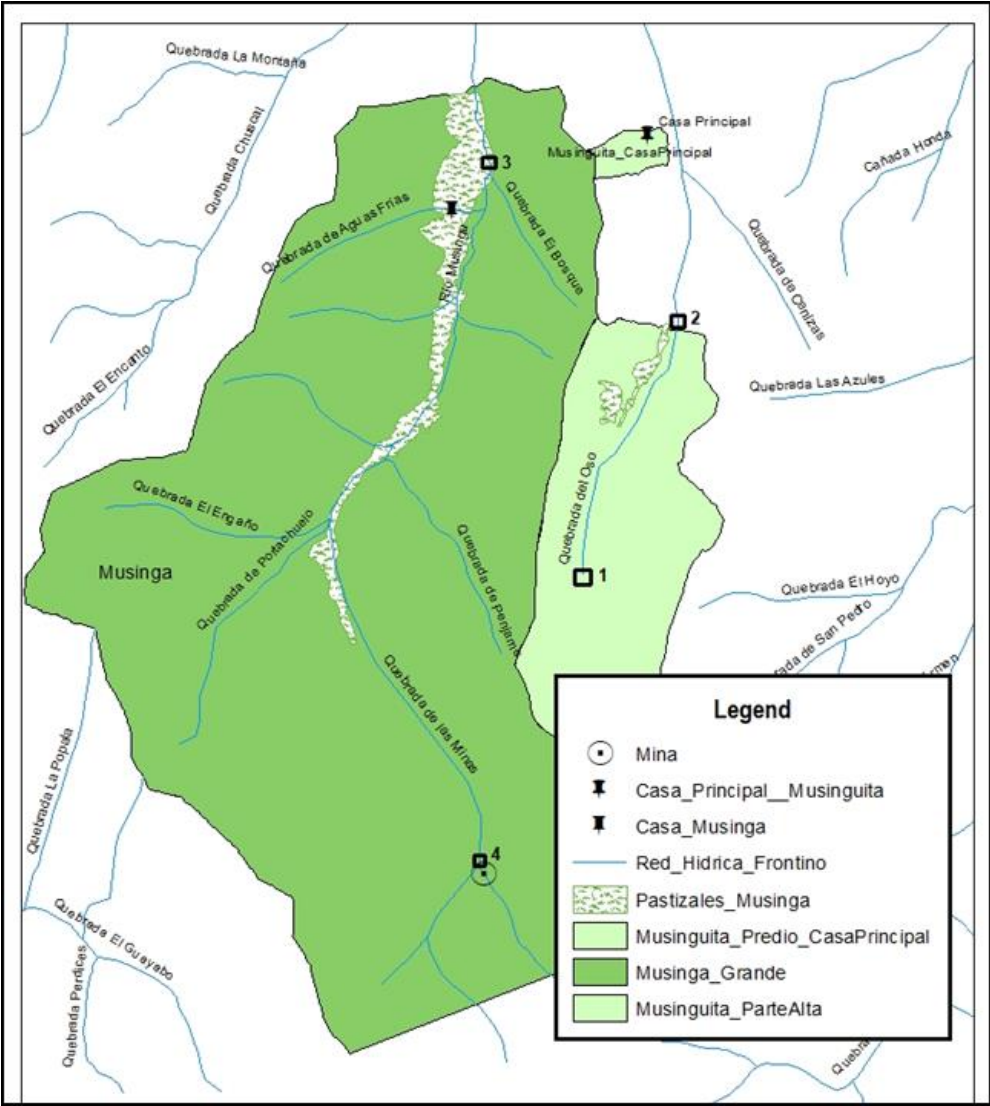


Imagen 15. Mapa Musinga, estaciones de muestreo ICA (índice de calidad del agua)

Tabla 5. Parámetros ICA (Físicas y Microbiológicas) evaluados en estaciones en el predio Musinga

PARAMETRO	CARACTERISTICAS FISICAS			CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS	
	TURBIEDAD (NTU) *	COLOR APARENTE (UC)	pH	ESCHERICHIA COLI (NMP/100 mL)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)
LUGAR					
1.QUEBRADA EL OSO PARTE ALTA	1,70	6,82	7,76	5.1*10 ⁽²⁾	648.8*10 ⁽²⁾
2.QUEBRADA EL OSO PARTE BAJA	0,60	6,81	7,81	3.1*10 ⁽²⁾	488.4*10 ⁽²⁾
3.RIO MUSINGA PARTE BAJA	2,25	9,88	7,85	2.0*10 ⁽²⁾	48.7*10 ⁽²⁾

Tabla 6. Parámetros ICA (Químicas) evaluados en estaciones en el predio Musinga

PARAMETRO	CARACTERISTICAS QUIMICAS			RESOLUCION 2115 DE 2007
	MERCURIO - METALES TOTALES (mg Hg/L)	CIANURO LIBRE (mg CN/L)	CIANURO TOTAL (DISOCIABLE) (mg CN/L)	
LUGAR				
4.RIO MUSINGA MINERA	<0,0010	< 0,035	<0,050	CUMPLE
				NO CUMPLE

Tabla 7. Definición Unidades para Turbiedad, Color aparente y características microbiológicas

<ul style="list-style-type: none"> • NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. • UC: El método de platinocobalto para medir el color es el método estándar, la unidad de color que produce 1mg de platino / L en forma de ion cloroplatinato. • NMP: Esta norma establece un método para la detección y cuantificación de los microorganismos coliformes mediante el cultivo en un medio líquido en varios tubos y el cálculo de su Número Más Probable (NMP)
--

Según la tabla 5, los caracteres microbiológicos incumplen con respecto a la normatividad vigente (Resolución 2215 de 2007), como conclusión el **agua NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO**, por lo que es importante identificar las fuentes externas de contaminación y plantear alternativas tales como pozos sépticos o filtros artesanales.

Se debe tener en cuenta que las características químicas (tabla 6) del Rio Musinga a la altura de la minera artesanal, muestra niveles aceptables de cianuro y mercurio para el consumo humano, por tal se evidencia la utilización de químicos en las instalaciones durante sus años de funcionamiento y el gran impacto ambiental al ecosistema y habitantes de la zona en gran lapso de tiempo.

Se tendrán que identificar los vertimientos puntuales al Rio Musinga y a la Quebrada el oso, posterior a ser identificados, se plantea la utilización de sistemas de pozos sépticos, ya que como se denota en la muestra de calidad de agua, se obtiene características microbiológicas No aptas, las cuales tienen probabilidad de ser provenientes de materia fecal, ya sea de ganado o habitantes de la zona que los vierten al efluente o por medio de la escorrentía.

Este sistema individual para el tratamiento de aguas residuales producidas por familias que habitan en zonas residenciales poco pobladas, en ciudades donde no existe acceso a otros sistemas colectivos de tratamiento, es también utilizado para el tratamiento de efluentes provenientes de instituciones como escuelas y hospitales de pequeñas comunidades. Es un sistema de tratamiento apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento domiciliar de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente. Este sistema puede recibir tanto el agua con los excrementos humanos como aquella proveniente de cocinas y baños (aguas residuales) (Rosales Escalante, 2005).

Es un sistema que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber. Por lo tanto, su buen funcionamiento depende de que el tanque sedimentador cumpla apropiadamente con la retención de los sólidos más pesados y de las grasas, así como de que los terrenos donde se colocan estos sistemas de tratamiento tengan la capacidad de permitir que se infiltre el agua.

El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, debiéndose entonces guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud de la unidad que se construya; así como una profundidad mínima de 1,0 m y debe realizarse mantenimiento preventivo mediante la inspección periódica de los tanques. Esta actividad debe ejecutarse por lo menos una vez al año (Rosales Escalante, 2005).

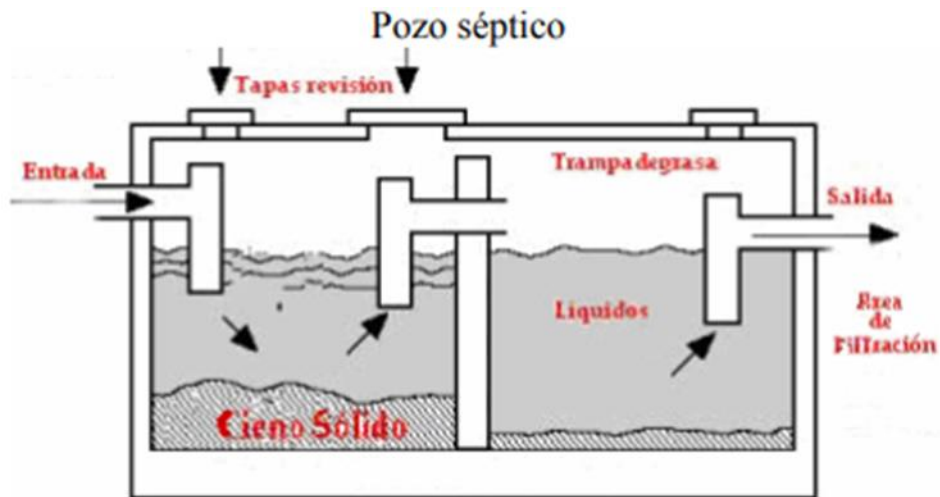


Imagen 16. Pozo séptico

Mediante los pozos sépticos distribuidos en los puntos de vertimiento se propende la recolección de las aguas residuales o contaminadas, para la protección del recurso hídrico y ser provechoso tanto para habitantes del predio como para la zona y así tener la solución para sus vertimientos directos al afluente principal.

En el predio se evidencia afectación a la calidad ambiental de los bosques primarios y secundarios, por la actividad minera realizada en los últimos 20 años, en términos de disposición final de los residuos sólidos de las personas que allí laboraban, tal como se ve en la imagen 18, por ende, se propone la implementación y elaboración de una jornada de limpieza y recolección de residuos en todo el predio de Musinga.



Imagen 17. Almacenamiento residuos de galones en predio Musinga

Así evitar el deterioro y afectación con su proceso de degradación al suelo y al ecosistema circundante.



Imagen 18. Zona de ingreso al predio Musinguita



Imagen 19. Zona de ingreso al predio Musinga

Lo referenciado a las imágenes 19 y 20, es la vía de acceso al predio de Musinguita y Musinga respectivamente, se propone la instalación de puntos de recolección de residuos en mejora de la disposición de residuos en los predios.

Estos kits de recolección serán metálicos y se propone la instalación de una cerca metálica para su seguridad y evitar robo de estos (imagen 20).



Imagen 20. Recolector de residuos

Los Kits tendrán 3 grupos de residuos:

- Ordinarios (imagen 21)
- Orgánicos o Biodegradables (imagen 22)
- Plástico, cartón y papel (imagen 23)

Acompañado de jornadas mensuales de capacitación en la zona para el buen uso de los recipientes y la eficiencia del cuidado medio ambiental de la zona.

INFOGRAMAS PARA LA ZONA DEL RECOLECTOR

RESIDUOS ORDINARIOS

Son los llamados NO BIODEGRADABLES y son aquellos que no se descomponen, pero no pueden ser reciclables o reutilizados.

- Servilletas
- Paquetes de mecato
- Residuos de barrido
- Plástico con residuos de alimentos
- Envolturas o cubiertas de alimentos



Imagen 21. Residuos Ordinarios

RESIDUOS ORGANICOS

Son llamados también BIODEGRADABLES y son aquellos que proviene de todo lo que es vivo, los subproductos que genera y los desechos:

- Cascaras de verduras y frutas
- Restos de alimentos
- Cascaras de huevo
- Ripio de café
- Césped, Residuos de poda



Imagen 22. Residuos Ordinarios

RESIDUOS RECICLABLES

Son llamados también NO BIODEGRADABLES y son aquellos que no se descomponen, pero no pueden ser reciclables o reutilizados.

- Servilletas
- Paquetes de mecatro
- Residuos de barrido
- Plásticos con residuos de alimentos
- Envolturas o cubiertas de alimentos



Imagen 23. Residuos Reciclables.

6. CONCLUSIONES

El proyecto Musinga – Musinguita, afrontando la realidad y la necesidad de cambio a alternativas económica, social y ambientalmente sostenibles, desarrolla un mosaico productivo basado en el mutualismo y beneficio intrínseco dentro de la producción, lo notable del cultivo seleccionado según la visita en campo, el mercado y el POTA 2019. Siendo importante la disminución de costos con una producción diversificada y amigable con el medio ambiente.

La alternativa de los pozos sépticos y estrategias de prevención para evitar los vertimientos directos o indirectos (escorrentía), ya sea por ganadería o habitantes de la zona, garantiza la calidad de agua para el consumo y uso domésticos para la población del predio y aledaña. Además de la instalación de recolectores de desechos para el almacenamiento de los diferentes tipos de residuos más comunes en la zona, en las respectivas vías de acceso de Musinguita (imagen 18) y Musinga (imagen 19), con aprovechamiento de los reutilizables y campañas continuas de educación Ambiental.

El Cambio climático está generando un impacto importante en los ecosistemas vitales y las actividades socioeconómicas, que implica la necesidad de evaluar e implementar políticas de adaptación para disminuir la vulnerabilidad de la sociedad ante el crecimiento económico desenfrenado, la dimensión ambiental hoy juega un rol importante y se viven consecuencias de un Cambio climático acrecentado y abrupto (García-gonzález, Carvajal-escobar, & Jiménez-escobar, 2007).

En el proyecto Musinga – Musinguita: MOSAICO PRODUCTIVO ENFOCADO EN LA CONSERVACION DE ECOSISTEMAS, se proponen alternativas con Producción sustentable, Protección Ambiental y herramientas de Gestión Ambiental, que propician tanto una sostenibilidad económica y ambiental en los predios, que por ende serán atractivos turísticos de la zona.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, J. E., Lachaux, M., & Fuentes, M. (1994). Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). *Memorias Volumen 2*, 44.
- Luis avilon rovera & a. m. louis neptune (1976). estudio del sistema radicular del frijol (*phaseolus vulgaris* l. variedad carioca) por los metodos del monolito, sonda y radioisotopos en un suelo del orden alfisol
- Armenteras, D., & Vargas, O. (2016). Patrones Del Paisaje Y Escenarios De Restauración En Colombia: Acercando Escalas. *Acta Biológica Colombiana*, 21(1Supl), 229–239. <https://doi.org/10.15446/abc.v21n1supl.50848>
- Barrantes, A., Víquez, C. H., Taylor, R., Botero, R., & Okumoto, S. (2004). Capacidad Productiva Y Adaptativa De Dos Líneas Genéticas De Gallinas Ponedoras (Isa Brown Y Sex Link) Bajo Un Sistema De Pastoreo En El Trópico Húmedo. *Universidad EARTH* , 4(December), 11. Retrieved from <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000092.pdf>
- Castro, C., Romero, J., & Carrillo, H. (2007). estudio semidetallado de suelos de las areas potencialmente agrícolas, Frontino.
- Del, E., Parques, S. D. E., & Naturales, N. (1999). Decreto 2915 de 1994, 1994(Diciembre 31).
- García-gonzález, M. L., Carvajal-escobar, Y., & Jiménez-escobar, H. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Ingeniería y Competitividad*, 9(1), 19–29.
- Jaimes, J. (2019). El animal que sería una posible solución para el cambio climático - ELESPECTADOR.COM. Retrieved October 2, 2019, from <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/el-animal-que-seria-una-posible-solucion-para-el-cambio-climatico-articulo-883874>
- Jeong, E. S., Kim, B. H., & Lee, D. H. (2013). Security scheme for high capacity USIM-based services. *International Journal of Security and Its Applications*, 7(4), 433–444.
- Leonardo, G.-S. (2014). La Minería Manual En Colombia: Una Comparación Con América Latina / Manual Mining in Colombia: A Comparison with Other

Countries in Latin America. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, (35), 37. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0120.36302014000100005&lang=es&site=eds-live&scope=cite>

- Ministerio de la Protección Social, M., & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, M. (2007). Resolución número 2115 del 2007, 23. Retrieved from http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf
- Paco, G., Loza-Murguía, M., Mamani, F., & Sainz, H. (2011). 2007-08 - Effective of Universal School-Based Programs.pdf. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(2), 24–39. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Quintero, E. C., Giovanni Gutiérrez Bayona, A., Ángel, M., Lopez, H., Liliana, M., & Paez, V. (n.d.). Manejo estratégico de la producción de residuos estériles de minería sustentable, utilizando prácticas mineras eco-eficientes en Colombia Strategic management of the production of sterile wastes of sustainable mining, using eco-efficient mining practices , 107–118. Retrieved from www.gimnasiovirtual.edu.co
- Rosales Escalante, E. (2005). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tecnología En Marcha*, 18(2), 26–33.
- Spratt, D., Dunlop, I., & Barrie, A. C. (2019). security risk: A scenario approach, (May).
- TATICUAN, Y. A. B. (2013). IMPLEMENTACIÓN DE UNA HECTÁREA DE FRÍJOL VARIEDAD DIACOL CALIMA, (*Phaseolus vulgaris* L) COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA EL MUNICIPIO VALLE DEL GUAMUEZ PUTUMAYO. INFORME. *UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tempio, G. G. P. J. S. H. H. B. M. A. O. C. D. J. F. A. (2013). *Enfrentado el cambio climático a través de la ganadería*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf>