

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE
PRODUCTOS ORGÁNICOS DON ALEJO ESCUELA CAMPESINA FCC EN EL
MUNICIPIO DE PIENDAMÓ, CAUCA



OLGA MARCELA ERAZO VIDAL

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2022

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE
PRODUCTOS ORGÁNICOS DON ALEJO ESCUELA CAMPESINA FCC EN EL
MUNICIPIO DE PIENDAMÓ, CAUCA

OLGA MARCELA ERAZO VIDAL

Anteproyecto de trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar al título de
Ingeniera Agropecuaria

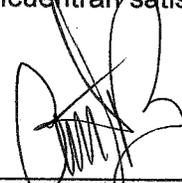
Directores

I.A M. Sc. CONSUELO MONTES ROJAS
Ph. D. NELSON JOSE VIVAS QUILA

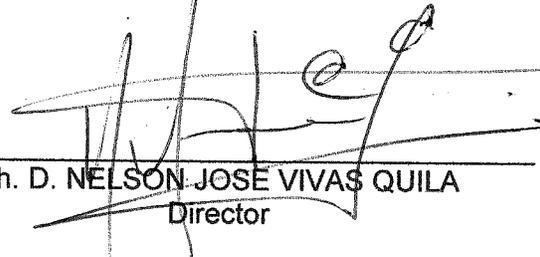
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2022

Página de aceptación

Los directores y los jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.



I.A M. Sc. CONSUELO MONTES ROJAS
Directora



Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA
Director



M. Sc FREDDY JAVIER LOPEZ
Presidente del Jurado



Mg. GUSTAVO ADOLFO ALEGRÍA
FERNÁNDEZ

Popayán, 20 de abril de 2022

DEDICATORIA

A mi padre Jesús Jair Erazo Salinas (QEPD), quien en vida me inculco el amor por el estudio y la lectura, el valor para luchar por mis objetivos y que a pesar de las adversidades fuera siempre esa mujer independiente y capaz.

A mi abuela María Antonia Noguil (QEPD), por su fortaleza y templanza, quien inculco en mí valores, que me definen hoy como persona.

A mi tía, Ana Lucia Vidal (QEPD), mi segunda madre, por sembrar en mi esa semilla de empatía por las demás personas y el amor por trabajo comunitario.

A mi madre Olga Gerardina Vidal quien con su amor, paciencia y esfuerzo me permitió crecer en un hogar unido y me ayudó a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi esposo Robert Andrés Sierra Ramos mi compañero en este viaje que llamamos vida, quien sostiene mi mano los triunfos y altibajos, tu amor me da paz y tu alegría me hace querer vivir intensamente.

A mis hermanos Jahir Alberto y familia, Jhon Edinson, Dani Alejandro y esposa, Luis Eduardo y esposa, Camila y familia, Duvan Felipe, Jesús Ersain, Laura Yiseth y a Yuri Antonia por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas las personas que, de una u otra forma, me apoyan cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento al padre amado, siempre me lleva bajo tu manto.

Gracias a la Universidad del Cauca, a la Facultad de Ciencias agrarias, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad, en especial a I.A M. Sc. Consuelo Montes Rojas y Ph. D. Nelson José Vivas Quila por guiarme en este trabajo de investigación.

De igual manera, mis agradecimientos a FEDERACION CAMPESINA DEL CAUCA, en cabeza de la Directora de Maricel Vivas, el equipo operativo y las más de 700 Familias Campesinas, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su organización.

Y finalmente, quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi familia, a mi esposo, amigos y compañeros por su constante apoyo, a Saúl agredo y todo el equipo de la planta de "Don Alejo" colaboradores durante todo este proceso para el desarrollo del trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO REFERENCIAL	19
1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	19
1.2 SISTEMA AGROFORESTAL (SAF) EN CAFÉ	19
1.2.1 Aspectos generales del cultivo de café	19
1.2.1.1 Establecimiento del cultivo	20
1.2.2 Diseños y arreglos agroforestales en café.	20
1.2.2.1 Presencia	20
1.2.2.2 Arreglo.	20
1.2.2.3 Disposición	21
1.2.3 Especies arbóreas más utilizadas.	21
1.2.4 Cultivos transitorios.	21
1.3 ALELOPATIA	22
1.3.1 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar unas plantas sobre otras de diferente especie.	22
1.3.2 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar algunas plantas sobre los insectos y microorganismos	22
1.4 SISTEMA SILVOPASTORIL.	23
1.4.1 Funciones del componente arbóreo en el sistema silvopastoril	23
1.4.2 Tipos de sistemas silvopastoriles	23
1.4.2.1 Árboles y arbustos dispersos en potreros.	23
1.4.2.2 Cercas Vivas	23

	pág.
1.4.2.3 Barreras Rompe Vientos	23
1.4.2.4 Bancos Forrajeros de Leñosas Perennes	23
1.4.2.5 Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales.	24
1.4.2.6 Plantaciones forestales con pastoreo.	24
1.4.2.7 Leñosas Perennes En Callejones.	24
1.4.3 Principales Especies Usadas.	24
1.4.3.1 Forrajes Herbáceos.	24
1.4.3.2 Árboles y arbustos forrajeros	24
1.4.3.3 Árboles Maderables y frutales.	24
1.5 PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO CON MATERIAS PRIMAS DE LA FINCA	24
1.6 CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS	25
1.7 PRODUCCIÓN LIMPIA	25
2. METODOLOGÍA	26
2.1 LOCALIZACIÓN	26
2.2 ACTIVIDADES	26
2.2.1 Caracterización de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC	27
2.2.1.1 Levantamiento topográfico de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina Fcc	27
2.2.1.2 Caracterización del suelo y del terreno de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina Fcc.	27
2.2.1.3 Toma de muestra de suelo	30
2.2.2 Diagnóstico.	30
2.2.3 Diseño Espacial del sistema integrado de producción implementado	31

	pág.
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA PLANTA DE ABONOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC.	32
3.1.1 Historia del predio.	32
3.1.2 Levantamiento topográfico de La finca Planta De Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC.	33
3.2 DIAGNÓSTICO	37
3.3 DISEÑO ESPACIAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	38
3.3.1 Área de conservación	40
3.3.2 Sistema agroforestal con café.	41
3.3.3 Sistema silvopastoril	42
3.4 SELECCIÓN DE ESPECIES PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	44
3.4.1 Selección de especies para el sistema agroforestal con café	44
3.4.1.1 Selección de cultivos transitorios.	45
3.4.1.2 Selección de especies forestales.	45
3.4.1.3 Selección de especies alelopáticas	46
3.4.2 Selección de especies para el sistema silvopastoril	46
3.4.3 Producción de abonos orgánicos	47
3.4.3.1 Abono orgánico tipo bokashi	47
3.4.3.2. Microorganismos de montaña.	49
3.4.3.3 Nitrógeno Natural	50
3.4.3.4 Te de lombriz.	51
3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	52
3.5.1 Establecimiento del sistema agroforestal con café	52

	pág.
3.5.1.1 Trazado del terreno para el sistema agroforestal con café	53
3.5.1.2. Ahoyado y aplicación de correctivos.	54
3.5.1.3. Siembra de plántulas en el sitio definitivo	55
3.5.1.4 Trasplante a almacigo	57
3.5.1.5 Enchapolado.	58
3.5.2 Establecimiento del sombrío en el sistema forestal de café	59
3.5.3 Siembra de cultivos transitorios	59
3.5.4 Siembra de plantas alelopáticas	59
3.5.5 Implementación del sistema silvopastoril	60
3.5.5.1 Preparación del suelo	61
3.5.5.2 Trazado del terreno para sistema silvopastoril.	62
3.5.5.3 Aplicación de enmiendas.	62
3.5.5.4 Siembra en sitio definitivo	63
3.5.5.5 Siembra de especies forestales.	63
3.5.5.6 Siembra de botón de oro	64
3.5.5.7 Banco Forrajero.	65
3.6 MANEJO DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	65
3.6.1 Manejo sanitario	66
3.7 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES DEL SISTEMA	67
3.8 CULTIVOS TRANSITORIOS EN EL SIPA	68
3.9 MANEJO SANITARIO DEL SUB SISTEMA VEGETAL DEL SIPA	69
3.10 PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS	71
3.10.1 Abono tipo bokashi.	71

	pág.
3.10.2 Microorganismos de montaña.	72
3.10.3 Nitrógeno natural.	72
3.10.4 Te de lombriz.	72
3.10.5 Biofertilizante Fertibiol	72
3.11 INTERACCIONES EN EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	72
3.12 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCTOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC	75
3.12.1 Sistema Agroforestal Con Café (coffea arábico).	75
3.12.2 Especies alelopáticas	77
3.12.3 Cultivos transitorios	78
3.12.4 Sistema Silvopastoril.	79
3.13 PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LA FINCA PLANTA DE PRODUCTOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC	81
3.13.1 Sistema Agroforestal con café	81
3.13.1.1 Cultivo de café	81
3.13.1.2 Especies forestales	83
3.13.1.3 Plátano	84
3.13.2 Cultivos transitorios	85
3.13.3 Plantas alelopáticas.	85
3.13.4 Huerto agroecológico Biointensivo	85
3.13.5 Sistema silvopastoril.	87
3.14 ANÁLISIS ECONÓMICO	89
3.14.1 Insumos y Herramientas	89
3.14.2 Mano de Obra	92

	pág.
3.14.3 Servicios	94
3.14.4 Costos Totales	94
3.15 DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN	95
4. CONCLUSIONES	98
5. RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	100

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Resumen del espesor de los horizontes encontrados en la calicata del suelo	34
Cuadro 2. Áreas y descripción de los subsistemas del sistema integrado de producción	39
Cuadro 3. Cantidad de abono tipo bokashi requerido para la implementación del sistema.	47
Cuadro 4. Materiales en Kg a utilizar para la elaboración de 33.7 t de abono tipo bokashi.	48
Cuadro 5. Materias primas utilizadas en la elaboración de microorganismos de montaña.	49
Cuadro 6. Materiales para preparar nitrógeno natural.	50
Cuadro 7. Materiales para preparar el té de lombriz.	51
Cuadro 8. Comparación de las condiciones del suelo y del clima para un sistema agroforestal con café (coffea arábico) en la unidad productiva.	52
Cuadro 9. Contraste de las condiciones del suelo y clima para un sistema silvopastoril.	60
Cuadro 10. Comportamiento fisiológico de las especies forestales integradas al sistema agroforestal de café y silvopastoril.	67
Cuadro 11. Requerimientos edafoclimáticas de las especies seleccionadas.	69
Cuadro 12. Especies Alelopáticas Sembradas En El SIPA.	70
Cuadro 13. Aplicación de abono orgánico sólido y bio fertilizantes foliares al cultivo de café con sus respectivas dosis de aplicación para el primer año de establecido el cultivo.	82
Cuadro 14. Aplicación de abono orgánico sólido y bio fertilizantes foliares al cultivo de café con sus respectivas dosis para el segundo año de establecido el cultivo en adelante.	82

	pág.
Cuadro 15. Aplicación de abono orgánico sólido y biofertilizante foliar al sistema silvopastoril con sus respectivas dosis.	89
Cuadro 16. Insumos y herramientas para en la implementación del sistema silvopastoril	90
Cuadro. 17 Insumos y herramientas utilizadas en la implementación del sistema Agroforestal Con Café	91
Cuadro 18. Cultivos transitorios y plantas medicinales implementados en el SIPA	91
Cuadro 19. Insumos utilizados en la elaboración de Biopreparados	92
Cuadro 20. Mano de obra empleada en la implementación del sistema silvopastoril	92
Cuadro 21. Mano de obra empleada en la implementación del sistema agroforestal con café.	93
Cuadro 22. Mano de obra empleada en la implementación del Huerto y Banco Forrajero.	94
Cuadro 23. Servicios utilizados en la implementación del SIPA cuyo componente principal es la Planta De Productos Orgánicos “Don Alejo”	94
Cuadro 24. Costos de implementación, materiales y servicios de los componentes que integran el SIPA.	95
Cuadro 25. Ingresos obtenidos y proyectados de sistema silvopastoril.	96
Cuadro 26. Flujo de caja de los componentes del SIPA.	97
Cuadro 27. Flujo de caja de los componentes que integran el SIPA en la unidad productiva.	97

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización geográfica de la vereda el pinar	26
Figura 2. Proceso de investigación para el diseño e implementación del SIPA	27
Figura 3. Identificación de los nacimientos de agua, lagos y reservorios de la finca planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC.	28
Figura 4. Toma de pendiente del terreno en la unidad productiva.	28
Figura 5. Referente para la evaluación de la estructura del suelo.	30
Figura 6. Estado inicial y ecosistema predominantes en la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC.	32
Figura 7. Recorrido con GPS para el levantamiento topográfico de la unidad productiva.	33
Figura 8. Plano inicial de la finca Planta de Productos Orgánicos” Don Alejo	34
Figura 9. Elaboración de calicatas para caracterizar el suelo en la unidad productiva.	35
Figura 10. Recorrido en el lote y toma de muestras de suelo para su análisis.	36
Figura 11. Obtención de la muestra de suelo, Empacado y rotulado.	36
Figura 12. Situación en que se encontraba la Finca planta de productos “Don Alejo”	37
Figura 13. Plano ubicación de sistemas pecuarios y agrícolas en la unidad productiva	39
Figura 14. Área de conservación sin intervención de color verde de la Planta de Productos Orgánicos	40
Figura 15. Plano del sistema agroforestal de café y siembra de cultivos transitorios.	41
Figura 16. Plano del Banco Forrajero y de lote de pasto de corte King grass en la finca	42
Figura 17. Plano del huerto agroecológico Biointensivo.	42
Figura 18. Diseño Sistema silvopastoril en la unidad productiva.	43
Figura 19 Plano de construcciones que complementan el SIPA en la finca.	43

	pág.
Figura 20. Plano que describe los espacios para vivienda, bienestar entre otros.	44
Figura 21. Material de siembra para los sistemas agroforestal y silvopastoril de la FCC	46
Figura 22. Biofábrica bajo techo con materias primas y proceso de elaboración del abono	49
Figura 23. Disolución de la miel de purga y Mezcla, compactación y almacenamiento en canecas en condición de anaerobiosis	50
Figura 24. Preparación de nitrógeno natural para la fertilización de praderas.	51
Figura 25. Quema de madera donde se obtuvo la ceniza, humus de lombriz de la cama y mezcla y almacenamiento de la preparación.	51
Figura 26 .Vista general y adecuación del terreno para siembra de transitorios en el sistema agroforestal con café.	53
Figura 27. Trazado, ahoyado del terreno y aplicación de correctivos para la siembra del cultivo principal café variedades tabí, Colombia y supremo.	54
Figura 28. Preparación de las camas (escavado profundo y aplicación de enmiendas) para la Siembra de las hortalizas para el huerto agroecológico.	55
Figura 29. Selección, Peso de la semilla, construcción del germinador para el sistema agroforestal con café.	56
Figura 30. Zarandeo, solarización del sustrato (arena lavada de rio), desinfección con agua a punto de ebullición del sustrato para el germinador para el sistema agroforestal de café	56
Figura 31. Regado de semilla de café en el germinador de café, tapado de la semilla y techo de astillas de guadua para el sistema agroforestal de café en La Finca.	57
Figura 32. Preparación del sustrato, construcción del techo, llenado de bolsas y arreglo del almácigo para el sistema agroforestal con café en la unidad productiva	57
Figura 33. Afloje del sustrato, extracción de las chapolas, selección y trasplante al almacigo de café para el sistema agroforestal de café.	58
Figura 34. Control de arvenses, resiembra de chapolas y las plántulas de café son llevadas a campo para el sistema agroforestal con café.	58
Figura 35. Proceso de siembra de hortalizas en el huerto agroecológico en la unidad productiva.	59

	pág.
Figura 36. Siembra de plantas alelopáticas y barreras vivas en la unidad productiva.	60
Figura 37. Corte de pasto, barrido, aprovechamiento del material vegetal y arado del terreno	62
Figura 38. Trazado para forestales y especies forrajeras en el sistema silvopastoril	62
Figura .39. Peso de la semilla, mezcla en la cascarilla de arroz y siembra en campo	63
Figura 40. Selección de semillas <i>Leucaena diversifolia</i> , escarificación, siembra en los alveolos de la bandeja y trasplante a bolsa.	64
Figura 41. Ahoyado, aplicación de enmiendas y siembra de la <i>Leucaena diversifolia</i> campo	64
Figura 42. Consecución y siembra de la semilla de botón de oro.	65
Figura 43. Limpieza y parcheo de gramíneas con azadón en el sistema de café	66
Figura 44. manejo de plagas en el huerto agroecológico en la unidad productiva	66
Figura 45 Interacciones identificadas en el SIPA, cuyo componente principal es la Planta de Productos Orgánicos “Don Alejo”	74
Figura 46. Contraste entre el antes y después de implementar el componente agroforestal con café.	75
Figura 47. Contraste del antes y después de implementar el Componente agroforestal	76
Figura 48. Contraste del área de Cultivos transitorios antes (izquierda) y después de establecido los cultivos (derecha) en la unidad productiva.	78
Figura 49. Contraste del Huerto agroecológico Biointensivo antes (izquierda) y después de establecido (derecha) en la unidad productiva.	78
Figura 50. Cosecha de productos en el Huerto agroecológico en la unidad productiva	79
Figura 51. Comparación del área del Sistema silvopastoril antes de implementar (izquierda), y después de establecido (derecha) unidad productiva.	79
Figura 52. Componentes que integran el sistema silvopastoril (<i>Leucaena diversifolia</i> , establo, reservorio de agua, Banco Forrajero) en la unidad productiva	80
Figura 53. Planta de Productor Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC.	80

INTRODUCCIÓN

El territorio colombiano está compuesto por diversos paisajes de características particulares y una gran riqueza natural, es el segundo país a nivel mundial con mayor diversidad biológica, posee bosques nativos, variedad de pisos térmicos, cuenta con una reserva hídrica de 41.27 % equivalente a 6976.58 GWh, con 36 paramos entre otros, y toda esta diversidad eco sistémica se le atribuye a la ubicación geográfica, a la cadena montañosa de los Andes la cual está presente en el país y por limitar sus costas con dos mares; el océano Pacífico y mar Caribe (Guhl, 2004; Burneo, 2013).

A pesar de toda la riqueza natural, la falta de planificación a largo plazo de la producción agrícola y pecuaria en las unidades productivas como es el caso de la Planta De Productos Orgánicos Don Alejo Escuela Campesina FCC, han venido transformando el uso del suelo por las acciones antrópicas tales como la deforestación para ampliar la frontera agrícola y ganadera, el uso de productos agroquímicos (Acevedo, 2015; Rozas, 2019), la excesiva carga animal o sobre pastoreo entre otros. A esto se le suma las presiones establecidas por los modelos de desarrollo económico lo cual impulsa a los productores a implementar ecosistemas intensivos, homogéneos y simplificados (Guhl, 2009), siendo una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la estructura vegetal (Guhl, 2004) trayendo consigo el aumento de plagas, enfermedades y malezas los cuales son tratados con pesticidas, herbicidas etc. (Josep, 1998).

Lo anterior ha causado gran deterioro al medio ambiente, cambios en las cuencas hídricas, pérdida del suelo por la erosión, el agotamiento de los recursos naturales y sus nutrientes, variación de temperatura, reduciendo la diversidad biológica de la zona y aumentando las plagas las cuales son más resistentes.

Estas situaciones repercuten en la economía de las unidades productivas, que requieren la implementación de un conjunto de subsistemas de producción que interactúan entre sí para el aprovechamiento de los recursos internos a través de sinergias que los hacen sostenibles. En la Planta de Productos Orgánicos Don Alejo Escuela Campesina FCC, hay un escaso manejo, transformación y reciclaje de residuos sólidos provenientes de la explotación ganadera extensiva, la cual se encuentra sin cobertura arbórea, causa efectos como el estrés calórico que afecta la producción (leche y/o carne) y reproducción, además no hay un cultivo que permita el aprovechamiento de las sinergias entre los sistemas y por lo tanto si hay alta dependencia de insumos externos, principalmente, insumos agropecuarios y concentrados para alimentación animal. Las escasas prácticas agroecológicas para la conservación del suelo afectan la disponibilidad de los recursos naturales, lo cual hace que económicamente la finca no sea rentable, al contrario, se incrementan los costos de sostenimiento y producción (Hahn, 1999; Navas, 2010).

Con la problemática anteriormente expresada se plantea, la planificación de la finca por ser muy importante para la implementación de un sistema integrado de producción agropecuaria que sea sustentable. Esta planificación se debe realizar a partir de una

caracterización de la unidad productiva, lo que permiten concretar una ruta y una visión a futuro de lo que se quiere alcanzar respecto al desarrollo de la finca, y puede contribuir a solucionar problemas, aprovechar las oportunidades de producción, usar correctamente los recursos disponibles y gestionar de forma más efectiva los recursos necesarios (Palma y Cruz, 2010).

Además, es indispensable crear sinergias entre los sistemas productivos porque se generan múltiples beneficios. Mediante la optimización de las sinergias biológicas, las prácticas agroecológicas potencian las funciones ecológicas (FAO, 2020).

Se propone el diseño de un sistema Agroforestal con café, como componente agrícola principal, porque se presentan pocos problemas de plagas debido a la abundancia y diversidad de los predadores manteniendo el equilibrio, contribuye a la protección de los suelos por la producción de materia orgánica favoreciendo la fertilidad, manteniendo la retención de humedad y mitigando los efectos de los períodos de déficit hídrico, además ayuda a mejorar en forma directa los ingresos de la familia campesina, combinando cultivos con ciclos de producción más equilibrada y reduciendo costos de producción agropecuaria (FAO, Agroforestería para la producción animal en América Latina, 1999; Guhl, 2009).

El objetivo de trabajo de investigación es proponer un sistema integrado demostrativo de producción agropecuaria en la Planta De Productos Orgánicos Don Alejo, Escuela Campesina FCC, para la promoción de un manejo sostenible en fincas de productores de la región. Teniendo en cuenta que en este momento en la finca existe un sistema de explotación de ganado tradicional de la región se propone realizar la transición a un sistema integrado de producción agropecuaria, donde es necesario diseñar e implementar el sistema silvopastoril y diseñar el sistema agroforestal de café con el fin de aprovechar sinergias y así disminuir insumos externos mejorando el ciclaje de nutrientes y reduciendo costos de producción para mejor rentabilidad.

Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: diseñar e implementar un sistema silvopastoril; proponer un diseño para el sistema agroforestal con café el cual es complementario al sistema silvopastoril; proponer un plan de transición de manejo convencional a manejo sostenible bajo los principios de producción limpia.

1. MARCO REFERENCIAL

La típica unidad productiva se caracteriza por poseer diferentes sistemas productivos agrícolas y pecuarios, pero no se aprovechan las sinergias que hay entre ellos. Los principios ecológicos bien utilizados favorecen procesos naturales e interacciones biológicas, con el fin de hacer que la agrobiodiversidad subsidie por sí misma, procesos claves como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos (Gliessman, 1998). Estos procesos condicionan la sustentabilidad de los agroecosistemas y se optimizan mediante interacciones originadas por las combinaciones espaciales y temporales de cultivos, animales y árboles, complementados por manejos orgánicos del suelo (Altieri y Nicholls, 2007).

1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

La Agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales procuran aumentar los rendimientos en forma continua, combinando especies leñosas perennes (que abarcan frutales, árboles, arbustos, etc.) las cuales se utilizan en el mismo sistema de manejo que cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal con un manejo sostenible a través de las prácticas culturales de la población. Entre los diferentes componentes que integran los sistemas agroforestales se presentan una serie de interacciones tanto ecológicas como económicas. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual, fortalece e incrementa la productividad y sostenibilidad, al igual que contribuye en mitigar los efectos negativos en el medio ambiente, también atrae diversos beneficios no-comerciales. En las investigaciones la Agroforestería frecuentemente incluye la población campesina y/o productores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades (Nair, 1993; FAO, 2014).

1.2 SISTEMA AGROFORESTAL (SAF) EN CAFÉ

Un sistema agroforestal cafetero es un conjunto de prácticas de manejo del cultivo, donde se combinan el componente de especies arbóreas en asocio con el café, u otros cultivos, o en arborización de las fincas, el cual tiene como objetivo es el manejo y la conservación del suelo y el agua, y el aumento y mantenimiento de la producción para garantizar la sostenibilidad y el fortalecimiento del desarrollo social y económico de las familias cafeteras (Farfán, 2014).

1.2.1 Aspectos generales del cultivo de café. El café pertenece al género *coffea*, al ser polimórfico existen diversas especies, aunque las más importante comercialmente son: *Coffea Arábica* L., *C. Canephora* y *C. Liberica* (Gast *et al.*, 2013) en Colombia únicamente se comercializa café de la especie *Coffea Arábica* L. la cual pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, sub-clase Asteridae, orden rubiales, a la gran familia de las Rubiáceas (Alvarado y Rojas, 1994).

El café (*Coffea Arábica* L.) es una planta perenne, de porte que va desde pequeños arbustos hasta árboles de 4-10 metros de altura. Las raíces se caracterizan por ser un sistema radicular pivotante con una raíz principal que predomina sobre las raíces laterales, se identifica por su grosor y su resistencia, en cuanto al crecimiento este es vertical el cual se ve interrumpido de forma abrupta (Arcila *et al.*, 2007).

1.2.1.1 Establecimiento del cultivo. Para seleccionar un lote donde se va a producir el café bajo un sistema integrado, con especies forestales y cultivos transitorios, es necesario tener en cuenta las condiciones climáticas, ambientales, edáficas, las cuales deben ser favorables a las especies que se van a establecer.

Las condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo del café, son una altitud entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., temperatura de 17°C a 23°C, precipitación anual entre 1600 y 1800mm, humedad relativa promedio entre 70 a 95 %.

En cuanto a las condiciones edáficas, los suelos aptos para el cultivo del café son suelos planos o ligeramente ondulados, primordialmente por su profundidad ya que se ha determinado que son recomendables los suelos con profundidad efectiva no menores a un metro, sin embargo, el café por ser una planta rústica, se adapta con facilidad a condiciones topográficas que son desfavorables para otros cultivos además de contar con una capacidad de retención de agua y nutrientes (Arcila *et al.*, 2007).

1.2.2 Diseños y arreglos agroforestales en café. Los diseños de los sistemas agroforestales (SAF), principalmente deben estar basados en análisis estructural del sistema, dado que este análisis se fundamenta en la presencia, el arreglo y la disposición de los componentes dentro del sistema (Torquebiau, 1993).

1.2.2.1 Presencia. Se basa en la presencia de los tres principales componentes agroforestales: Árboles, cultivos y pasturas (animales).

1.2.2.2 Arreglo. Hace referencia al orden de los componentes en cuanto al espacio y el tiempo. El arreglo espacial tiene que ver con la ubicación física de los componentes en el lote y el arreglo temporal (secuencia); describe si los componentes están al mismo tiempo en la parcela, si siguen uno a otro, o si se superponen parcialmente en el tiempo (Farfán, 2014). Los principales tipos de arreglos son:

Mixto: Los componentes no están arreglados o dispuestos geométricamente en el lote, es decir, aparecen de manera irregular. El cuál es el caso, La caficultura colombiana la cual tiene gran tradición agroforestal, debido a que, de 920.000 hectáreas cultivadas con café, el 33,1% están con semisombra y el 16,8% bajo sombrío, en esta caficultura tradicional los componentes, arbóreo y agrícola fueron establecidos de forma deliberada en los lotes (FNC, 2018; Farfán, 2014).

Zonal: Los diferentes componentes están arreglados geoméricamente dentro del lote, Donde el componente agrícola (café) se cultiva bajo sombrío de una forma sistemática, con arreglos espaciales definidos, buscando un nivel de sombrío óptimo para el cultivo (Farfán, 2014).

1.2.2.3 Disposición. La disposición o estratificación de los componentes puede ser simple o estar dispuesta en varios estratos (Multiestratos) (Farfán, 2014).

Estratos simples: Sólo hay una capa de árboles, es muy común encontrar cultivos de café con árboles solamente de guamo o nogal cafetero etc. (Farfán, 2014).

Multiestratos: En la disposición estratificada hay varias capas de árboles, en café se aceptan diversas especies simultáneamente desde que no compartan las mismas plagas o enfermedades y que no se cree competencia por nutrientes entre ellas (Farfán, 2014).

Existen otras disposiciones de los componentes dentro de los sistemas como son: la densa, en donde los componentes están juntos estrechamente en la parcela; dispersa, cuando los componentes están lejos unos de otros; simultánea, los componentes están presentes al mismo tiempo en la parcela, y secuencial, que se refiere a que los componentes no están presentes simultáneamente en la parcela, pues uno va tras otro.

1.2.3 Especies arbóreas más utilizadas. Hay diferentes variedades de árboles empleado para sombrío de café, no obstante, estos árboles deben reunir características como ser una planta leguminosa, adaptarse a los climas de la región del cultivo de café, de crecimiento rápido y larga vida, con una buena ramificación y altura, el follaje no debe impedir la radiación, sus raíces deben ser profundas, la madera resistente a fuertes vientos, inmunes a plagas y enfermedades que puedan atacar al cafeto (Farfán, 2014).

Entre las plantas para sombrío más empleadas se encuentran: Guamo santafereño (*Inga edulis*); guamo bejuco (*Inga spuria*); guamo cacho de cabra (*Inga ursi pitlier*); guamo churimo de ribete (*Inga marginata*); carbonero morado (*Calliandra lehmannii*); cañofístulo macho, vanillo o vainillo (*Pseudoacacia spectabilis*); cámbulo, ceiba, cachimbo, anaco, písamo (*Erythrina poeppigiana*); chocho, peonía, madre cacao (*Erythrina corallodendro*) y como abonos verdes, pueden ser: botón de oro, (*Thitonia diversifolia*) Cannavalia, crotalarias, barbasco, (*Poligonum punctatum*), guandul (*Cajanus cajan*), higuierillas (*Ricinus sp.*), pensados como plantas recicladoras que dinamizan el reciclaje de materia orgánica y de minerales (Farfán, 2014).

1.2.4 Cultivos transitorios. En el diseño de un sistema integrado de producción, es fundamental incluir asociaciones del café con cultivos transitorios, tanto para la seguridad alimentaria como para generar sinergias e interacciones positivas dentro del sistema, además, aumenta de la rentabilidad del café, de esta forma los caficultores pueden

diversificar los ingresos no obstante al intercalar cualquier cultivo con café se debe hacer el manejo agronómico independiente a cada cultivo, para evitar la competencia por nutrientes del cultivo intercalado con el café, y de esta forma obtener ingresos adicionales sin afectar la producción de café (Agudelo y Gómez, 2006).

Existe una gran variedad de cultivos transitorios de uso múltiple que se pueden asociar al cultivo de café, entre ellas están: las musáceas (cultivos semiperennes) como el banano, plátano, guineo, las cuales generan una sinergia positiva debido a que extraen potasio y lo ponen a disposición en capas superficiales del suelo de manera que su presencia en el cafetal es multipropósito, estas se pueden sembrar entre calles o hileras de café, igualmente se encuentra la yuca, el maíz, el frijol y el tomate de mesa, (como rotación de cultivos transitorios) intercalados con zocas de café y manejo integrado de arvenses (Moreno, 2011).

1.3 ALELOPATIA

Hace referencia a cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por plantas, algas, bacterias y hongos, que influyan en el crecimiento y desarrollo de sistemas biológicos y agrícolas según la Sociedad Internacional de Alelopatía en 1996.

1.3.1 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar unas plantas sobre otras de diferente especie. El modo de liberación de los agentes alelopáticos son diversas, entre estas tenemos por lixiviación, se ha determinado la toxicidad proveniente de semillas y hojas sobre plantas silvestres y cultivadas, por exudados radiculares la reducción en rendimiento observada en algunos cultivos en varios casos se ha atribuido a toxinas liberadas por otros y malezas adyacentes, reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación por ultimo los residuos en descomposición de la planta liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos con efectos nocivos sobre la emergencia, crecimiento y productividad del cultivo siguiente. El efecto alelopático es ocasionado por liberación de los agentes alelopáticos que secretan las raíces, hojas, flores, semillas y cortezas de las plantas, por ejemplo, en café se debe dejar debajo y de forma controlada el helecho (*Polypodium vulgare*) ya que este repele la broca (*Hypothenemus hampei*), para prevenir los nematodos en el suelo (*Dytilenchus* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp.) se realiza siembras de plantas de clavel de muerto (*Tagetes patula*) (Agudelo y Gómez, 2006).

1.3.2 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar algunas plantas sobre los insectos y microorganismos. Los agentes alelopáticos que secretan algunas plantas, pueden influir en los insectos de diferentes formas por ejemplo por volatilización, las sustancias liberadas han demostrado actividad insecticida y como disuasivos alimenticios, el ataque de la chiza (*Ancognatha* sp.) se previene al sembrar rábano rojo (*Raphanus raphanistrum* L.) dado que al germinar este libera un gas que ablanda la piel de la chiza de esta forma beneficia a los insectos benéficos que hay en el suelo, la higuera (*Ricinus communis*) repele la broca del café (*Hypothenemus hampei*), para los chupadores, arañas, y pulgones

las plantas que tienen acción de repeler es el ají, (*Capsicum frutescens*) y la albaca (*Ocimum basilicum*) (Agudelo y Gómez, 2006).

1.4 SISTEMA SILVOPASTORIL.

Es una modalidad de Agroforestería, de producción ganadera la cual combinan leñosas perennes (árboles o arbustos) con componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) en un mismo espacio, destinados a la alimentación animal y usos complementarios (Zapata, 2020).

1.4.1 Funciones del componente arbóreo en el sistema silvopastoril. La incorporación en este sistema integral primordialmente es para, incrementar la productividad del recurso suelo mejorando la fertilidad, las condiciones físicas de los suelos, el beneficio neto del sistema en el largo plazo, además de reducir la dependencia de insumos externos y los riesgos a través de la diversificación de salidas del sistema, y permiten disminuir los efectos perjudiciales del estrés climático sobre las plantas y los animales, favoreciendo la restauración ecológica de pasturas degradadas (Ruso, 1994; Reynolds, 1995). De igual manera los SSP, se convierten en una estrategia de mitigación del calentamiento global gracias a su menor emisión de GEI frente a los sistemas de praderas tradicionales. (Morales, Vivas y Teran, 2016).

1.4.2 Tipos de sistemas silvopastoriles. Se han definido 7 tipos de sistemas silvopastoriles, los cuales se describen a continuación:

1.4.2.1 Árboles y arbustos dispersos en potreros. Es una asociación de arbustos, árboles y palmeras con múltiples usos en el espacio de los potreros ganaderos, estos pueden ser sembrados en diferentes densidades por el productor o por aparición espontánea en los potreros los cuales son cuidados en las labores culturales.

1.4.2.2 Cercas Vivas. Una cerca viva es una línea de árboles o arbustos que sostienen alambres eléctricos, lisos o de púa que se utilizan para delimitan una propiedad. Además de estos servicios, facilita la conectividad entre bosque, contribuye a controlar la erosión y se produce forraje, leña, madera, flores para miel, frutos, postes, etc.

1.4.2.3 Barreras Rompe Vientos. Una barrera rompevientos consiste en filas de árboles (dobles o triples) de diferentes estratos, protegen los pastos de desecarse. Al mismo tiempo puede ser una cerca viva con los mismos aportes.

1.4.2.4 Bancos Forrajeros de Leñosas Perennes. Un banco de proteína o banco de forraje, el cual se compone de varias especies arbóreas y arbustivas sembradas y manejadas en altas densidades, cuyo objetivo es obtener follaje para la alimentación de los

animales en fresco o mediante harinas o ensilaje. Sus contenidos en proteína, vitamina y algunos minerales son altos.

1.4.2.5 Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales. Es un arreglo forestal pecuario en donde se cultivan arbustos forrajeros con densidades mayores a 7.000 plantas por hectárea para ramoneo directo del ganado, asociado siempre a pastos mejorados y cantidades variables de árboles maderables, frutales u otro tipo.

1.4.2.6 Plantaciones forestales con pastoreo. Son cultivos de árboles con fines maderables o leña que utilizan al ganado para consumir la hierba, grama u otras plantas que tienden a invadir en la plantación. La mayor producción en ganadería y madera ha hecho que optimice los arreglos espaciales de los árboles en filas y pastos mejorados en franjas.

1.4.2.7 Leñosas Perennes En Callejones. Es una asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales.

1.4.3 Principales Especies Usadas. En un sistema silvopastoril deben coexistir uno o más estratos de vegetación destinados para alimentación animal y por lo menos dos o más para usos maderables, frutales u ornamentales, entre las especies utilizadas se destacan:

1.4.3.1 Forrajes Herbáceos. Son especies (Gramíneas o leguminosas) de crecimiento herbáceo y que se constituyen en la base de alimentación de los animales, se destacan: *Brachiaria sp*, *Megathyrus sp*, *Arachis pintoi*, *Desmodium sp*, entre otras.

1.4.3.2 Árboles y arbustos forrajeros. Conforman el segundo estrato del sistema y cumplen doble función en el sistema, son fuente de proteína para la dieta animal y proveen sombra y otros servicios eco sistémicos, entre ellos; *Tithonia diversifolia*, *Leucaena sp*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium*, *Clibadium surinamense*, etc.

1.4.3.3 Árboles Maderables y frutales. Conforman el tercer estrato, tienen como función proveer servicios ecosistémicos y convertirse en fuente de ingresos en el mediano y largo plazo para el productor, se pueden establecer especies maderables (*Pinus sp*, *Eucalyptus sp*, *Cordia alliodora*, *Cedrus sp*) o frutales como cítricos, guayaba (*Psidium guajava*) y aguacate (*Persea americana*).

1.5 PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO CON MATERIAS PRIMAS DE LA FINCA

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales la

transforman en otros benéficos que aportan nutrientes necesarios para los cultivos. Es un proceso de descomposición es controlado y acelerado el cual puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Libreros y Salamanca, 2012) mejorando a mediano y largo plazo las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. La agricultura orgánica es una alternativa de producción, la cual permite el aprovechamiento de remanentes los diferentes sistemas tanto silvopastoril como agroforestal disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas, así evitar la degradación ambiental.

1.6 CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

La caracterización consiste en realizar un diagnóstico del sistema productivo actual a partir de la información primaria recolectada en campo, teniendo en cuenta la relación con el entorno y de esta forma entender cómo funcionan el sistema y subsistemas que conforman la unidad productiva, y así determinar su distribución, características e interacciones del sistema productivo, (Londoño *et al.*, 2015).

Para la evaluación se han definido indicadores de sustentabilidad en sistemas productivos, que constituyen una herramienta que ayuda a entender en qué condiciones esta y hacia dónde va la unidad productiva. Para que sean válidos, deben tener fundamentos científicos, ser sencillos de calcular, cuantificar y simplificar (Pérez, 2002).

1.7 PRODUCCIÓN LIMPIA

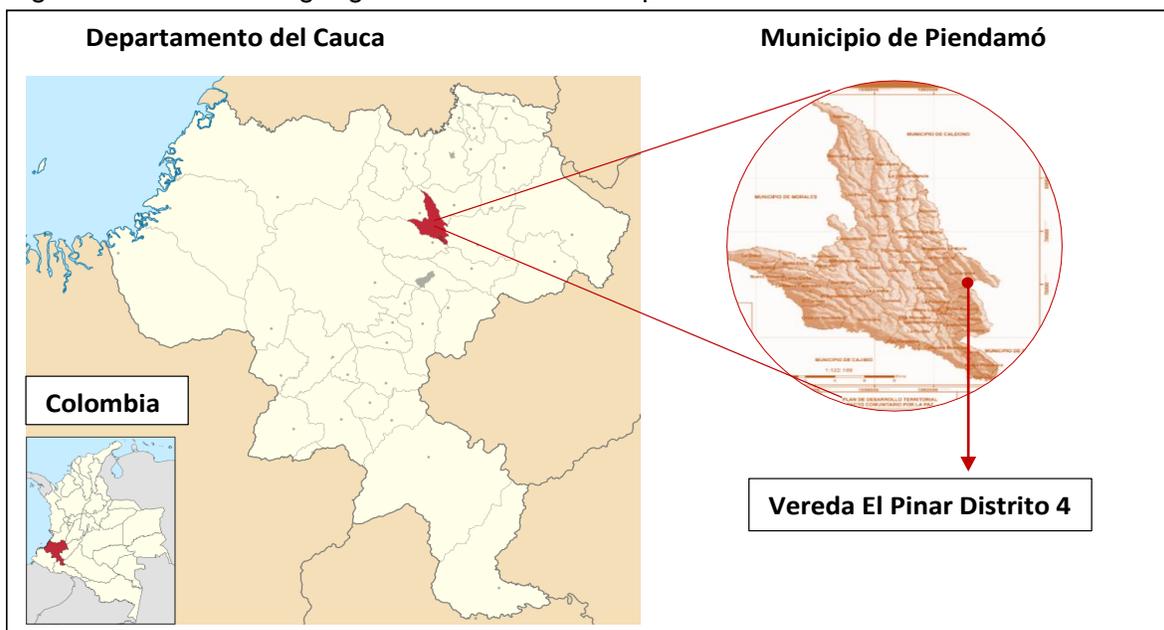
La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, se llama producción limpia. Comprende el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de tóxicos, la reducción de emisiones buscando disminuir los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de los productos desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final incluidos los servicios. La producción más limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios (Rojas, 2003).

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en la Finca planta de productos orgánicos Don Alejo, Escuela Campesina FCC ubicada en la vereda El Pinar, municipio de la Piendamó, Cauca (Figura 1), localizado a 2° 41' 09" latitud norte; 76° 31' 39" longitud oeste, a 1770 msnm; precipitación promedio anual de 2058 mm; temperatura máxima de 29°C y mínima de 13°C.

Figura 1. Localización geográfica de la vereda el pinar



Fuente: PBOT de Piendamó, Cauca 2020.

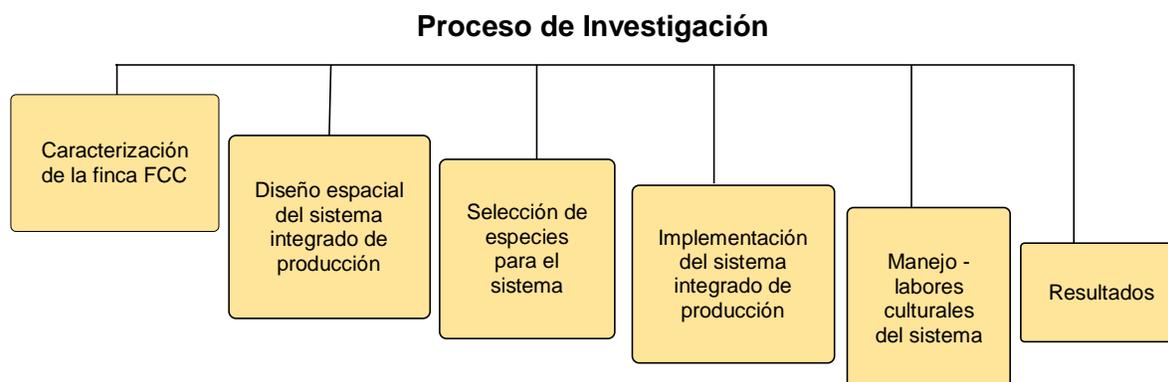
2.2 ACTIVIDADES

Para el desarrollo de la investigación se realizaron las siguientes actividades: caracterización de la finca "Planta de Productos Orgánicos Don Alejo" Escuela Campesina FCC, Diagnostico, diseño espacial del sistema integrado de producción, selección de especies para el sistema, preparación del suelo, siembra de especies seleccionadas, manejo y labores culturales del sistema (Figura 2).

La presente investigación es descriptiva y a lo largo de este estudio se adoptó un enfoque participativo empleando la metodología denominada caracterización de sistemas productivos agropecuarios (Londoño *et al.*, 2019). Se aplicaron herramientas de Investigación-Acción-Participativa (IAP), con el fin de establecer una relación transversal

desde la academia hacia los productores, en un esfuerzo conjunto para resolver las problemáticas de las fincas, esto se hizo a partir de la caracterización, evaluación de indicadores y el diseño de una ruta de transición agroecológica, la cual se presentan a continuación.

Figura 2. Proceso de investigación para el diseño e implementación del SIPA



Teniendo en cuenta que la investigación se realizará específicamente a nivel de finca, se utilizarán indicadores ambientales, socioculturales, económicos, técnico agrícola y técnico pecuario, para lo cual la información recolectada a través de un proceso de caracterización y entrevistas será analizada de forma holística con un enfoque sistémico definiendo los límites del sistema, los componentes del mismo y sus niveles jerárquicos superior e inferior (Sarandon y Flores, 2014).

2.2.1 Caracterización de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC. Se identificó el estado, uso y manejo actual del suelo, la flora predominante, los nacimientos de agua y el potencial de la finca para determinar que subsistemas se podían establecer, subsistemas agrícolas, pecuarios y forestales, como se aprecia en la figura 3.

2.2.1.1 Levantamiento topográfico de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina Fcc. Se realizó un recorrido por los linderos georreferenciando con el GPS como herramienta para elaborar el plano real de la finca, además de tomar los datos de las áreas, el uso, la ubicación etc.

2.2.1.2 Caracterización del suelo y del terreno de la finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina Fcc. La toma de la pendiente del terreno se realizó mediante el método del clinómetro (un instrumento de tamaño pequeño y liviano de fácil manejo) (FAO, 2018) Se preparó una vara de madera de un metro de longitud, un metro y un nivel. Un extremo de la vara de madera se ubicó sobre el suelo y el otro extremo horizontalmente con ayuda del nivel, hacia la pendiente, posteriormente con el metro se midió desde el suelo hasta el extremo de la vara que estaba en el aire (figura 4). Se tomaron

tres medidas en diferentes puntos de la pendiente y se obtuvo un promedio el cual se pasó a porcentaje.

Figura 3. Identificación de los nacimientos de agua, lagos y reservorios de la finca planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC



Figura 4. Toma de pendiente del terreno en la unidad productiva



Forma de terreno. Primero se analizó el terreno circundante y el paisaje que rodea la finca con el fin de determinar si era plano o llano (no se observan montañas al alrededor); ondulado (se observan ondulaciones suaves en el terreno); montañoso (está rodeado por grandes montañas) y, ondulado y montañoso (en el terreno o alrededor hay presencia de grandes montañas y ondulaciones). Se determinó posteriormente la posición del perfil comparándolo con las siguientes características: meseta, clima, ladera cóncava, ladera convexa, ladera plana, plano, plano con ondulaciones y pie de una elevación.

Capas u horizontes. Se elaboraron dos calicatas de 0,80 m de largo por 0,80 m de ancho y 0,80 m de profundidad, se observó donde era evidente el cambio de color, textura o estructura, y se midió la longitud de cada espacio de acuerdo con el cambio de color (Figura 7).

Color. Se observó el suelo, el cual se encontraba en estado húmedo y se determinaron tres capas bien definidas. Posteriormente se tomó un terrón de suelo de cada una de las capas, comparando su color con los de la paleta de colores de Munsell seleccionando el de mayor semejanza.

Textura. Para determinar la textura del suelo se tomó en la mano una cantidad de suelo que permitiera el manejo, se le agregó algo de agua para amasar con facilidad y de esta forma garantizar la homogeneidad y evitar la presencia de grumos, en seguida se hizo un rollo cuyo grosor fue un poco más grueso que un lápiz, luego se formó un anillo y se calificó con base en: no moldea (el rollo no se forma o al doblar el rollo se rompe); si moldea (el rollo se forma y al formar el anillo no se rompe); forma bola poco consistente y rollo que se fragmenta o se rompe al formar el anillo.

Posteriormente se tomó una porción de suelo en la mano y se evaluó acorde a las siguientes características, suelo suave y pantanoso, con algunos gránulos de arena; suelo áspero y con muchos gránulos de arena; suelo jabonoso y muy liso, sin gránulos de arena visible; suelo suave y se observan algunos gránulos de arena; suelo áspero y con muchos gránulos de arena.

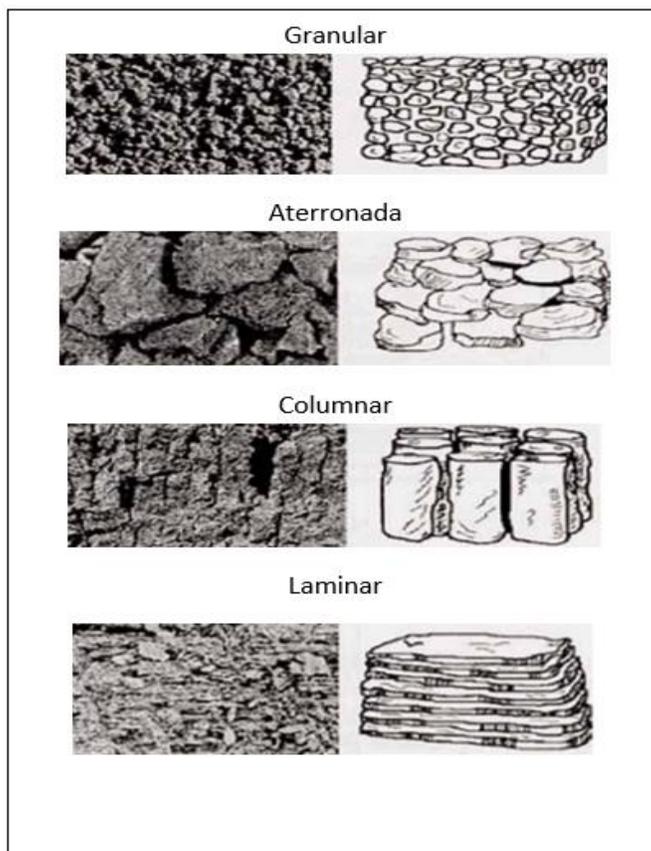
pH. El valor respecto a esta medida se obtuvo del análisis de suelo de la finca.

Profundidad efectiva. Para calcular la profundidad efectiva, los datos se obtuvieron de la calicata, identificando la profundidad a la que se encuentran posibles obstáculos tales como: capas endurecidas en el perfil, altos contenidos de carbonatos en el perfil, moteados en el perfil, si se encuentra un horizonte arenoso, si se encuentran capas pedregosas o rocosa tanto en la superficie como dentro del suelo y si es muy pedregoso o rocoso, la profundidad a que se encuentran las primeras rocas o piedras, si se encuentran estructuras masivas o laminares.

Pedregosidad. Se observó presencia o no de rocas y/o grava tanto en la superficie del terreno como dentro del perfil. Para determinar si se trataba de roca o grava, basto con medirlas, respondiendo a roca si su ancho es mayor a 0,8 m y si es menor es grava.

Estructura. La estructura del suelo se observó dejando secar la pared de la calicata con el sol, hasta que empezarán a aparecer grietas naturales en el suelo. Para la identificación se realizó una comparación con las imágenes de la figura 5.

Figura 5. Referente para la evaluación de la estructura del suelo



Fuente: Cock, Álvarez, y Estrada, 2006.

2.2.1.3 Toma de muestra de suelo. Se realizó un muestreo en zig-zag, con este método se tomaron 30 sub muestras (10 por ha) a lo largo y ancho del terreno. Para obtener las sub muestras utilizando una pala y machete, se limpió el área del lote para tomar la muestra, abriendo un hoyo de aproximadamente 25 x 25 cm de lado y 30 cm de profundidad, retirando 2 cm primeros del suelo.

Las submuestras se mezclaron hasta obtener una muestra homogénea. Posteriormente se empacaron aproximadamente 500 g en bolsas plásticas nuevas, se rotularon precisando el nombre de la finca, el número de lote o predio, el cultivo o uso actual y el peso.

2.2.2 Diagnóstico. Se evaluó la sustentabilidad de la finca, a partir de observaciones, conversatorios y entrevistas a los administradores de la finca, al mayordomo y su familia, dado que ellos han estado a cargo de la finca por más de 20 años y conocen el historial de ésta. Utilizando una matriz de indicadores, se evaluaron los índices de sustentabilidad ambiental, sociocultural, sociopolítico, económico, técnico agrícola, técnico pecuario y forestal, estimando cada índice con una calificación de 1 a 5, donde se representó con 5 el nivel más alto y con 1 el nivel más bajo de sustentabilidad.

La evaluación de la sustentabilidad de la finca a partir de a) observaciones, b) conversatorios y c) entrevistas, se analizó las gráficas de telaraña. Con los datos que se obtendrán de la evaluación de indicadores, se procederá a representar las calificaciones de cada índice de sustentabilidad en graficas de telaraña, lo cual permitirá, visualizar puntos críticos en cada unidad productiva, facilitar el análisis de las problemáticas presente, así como, sus posibles soluciones.

2.2.3 Diseño Espacial del sistema integrado de producción implementado. Con base en la información obtenida y el diagnóstico realizado, se implementó el diseño espacial y temporal del sistema integrado de producción de acuerdo a la vocación de uso de suelo y su topografía.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA PLANTA DE ABONOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC.

3.1.1 Historia del predio. La finca Planta de Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina según los entrevistados estuvo dedicada a la producción de flores bajo invernadero y el uso de insumos como agro tóxicos y fertilizantes de síntesis química eran muy constantes, posteriormente se vendió la finca y los nuevos dueños se dedicaron a la siembra de eucalipto (*Eucalyptus*) en altas densidades, una vez cortaron la madera la finca paso a ser ganadera y se manejaba de forma extensiva, cuando Federación Campesina del Cauca (FCC) recibe la finca en el 2012, se encuentra presencia de plásticos, alambre, tubería y empaque de los insumos regados por toda el área proveniente de los invernaderos y con los efectos del manejo que se le había dado al suelo y a las fuentes de agua.

La Federación Campesina del Cauca designó la finca como un lugar para el encuentro, la historia, el compartir de conocimientos y experiencias e inicio el proceso de recuperación del suelo, el cuidado del agua, de la fauna y flora a través de insumos orgánicos, dando nacimiento a la Planta de Productos Orgánicos “Don Alejo”. Las actividades principales por las cuales la finca de FCC recibe ingresos está definida por tres líneas: la línea de servicios, venta de insumos para el control de plagas y enfermedades y la línea de nutrición del suelo y plantas, por esta razón la ganadería aporta la cama profunda, la cual es una de las materias primas principales para la elaboración del abono orgánico tipo bocashi que es uno de los productos más vendidos y que pertenece a la línea de salud y nutrición del suelo y plantas (figura 6).

Figura 6. Estado inicial y ecosistema predominantes en la finca Planta De Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC



3.1.2 Levantamiento topográfico de La finca Planta De Abonos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC. La extensión total de la unidad productiva es de 5,834 ha, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera: construcciones (casa para la familia del mayordomo, salón de eventos, casa de la memoria, cuartos para alojamiento y oficinas), casa de semillas (57 m²), cocina agroecológica, laboratorio de cromatografía (103 m²), almacén de materias primas, bodega para herramientas, bodega de producto terminado, bodega para ensilaje, baños, biofábrica para preparación de abonos, biofábrica para compostaje de materias primas, ruta de la lombriz y establo) 1 ha.

En ganadería el área destinada es 4,2 ha en las cuales hay presencia de gramíneas como *Brachiaria decumbens stapf*, algunas leguminosas como amor seco (*Desmodium incanum* DC.) y algo de zarza (*Mimosa castas*); se identificaron dos nacimientos de agua uno en el lindero norte y el otro en el lindero sur de la finca; se identificaron algunos árboles en el lindero sur de aguacate (*Persea americana*), eucalipto (*Eucalyptus*), uvo (*Ficus soatensis*) cucharo (*Myrsine guianensis*), yarumo (*Cecropia angustifolia*), jigua (*Cinnamomum Triplinerve*), cafetillo, guamo (*Inga bogotensis*), balso (*Heliocarpus americanus*), mayo (*Meriania speciosa*), guadua (*Guadua angustifolia*), arrayan (*Luma apiculata*), aguacatillo (*Persea schiedeana*), pino ciprés (*Cupressus*), higuera (*Ricinus communis*), limón (*Citrus limon*), naranjo (*Citrus X sinensis*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), entre otros.

Hay un lote de 0,49 has en rastrojo y con árboles frutales como mandarina, naranja aguacate, guayaba y dos lagos; un Banco Forrajero y un lote de pasto de corte (0,49 ha), el Banco Forrajero se pudo identificar caña panelera (*Saccharum officinarum*, L.), morera (*Morus spp L.*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) entre otros, y por ultimo un lote de Pasto king grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) y algo de Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach). El levantamiento topográfico realizado permitió corroborar el área de la finca la cual coincidió con el área registrada (Figura 7), con lo cual se logró proyectar el plano de la finca (Figura 8)

Figura 7. Recorrido con GPS para el levantamiento topográfico de la unidad productiva.

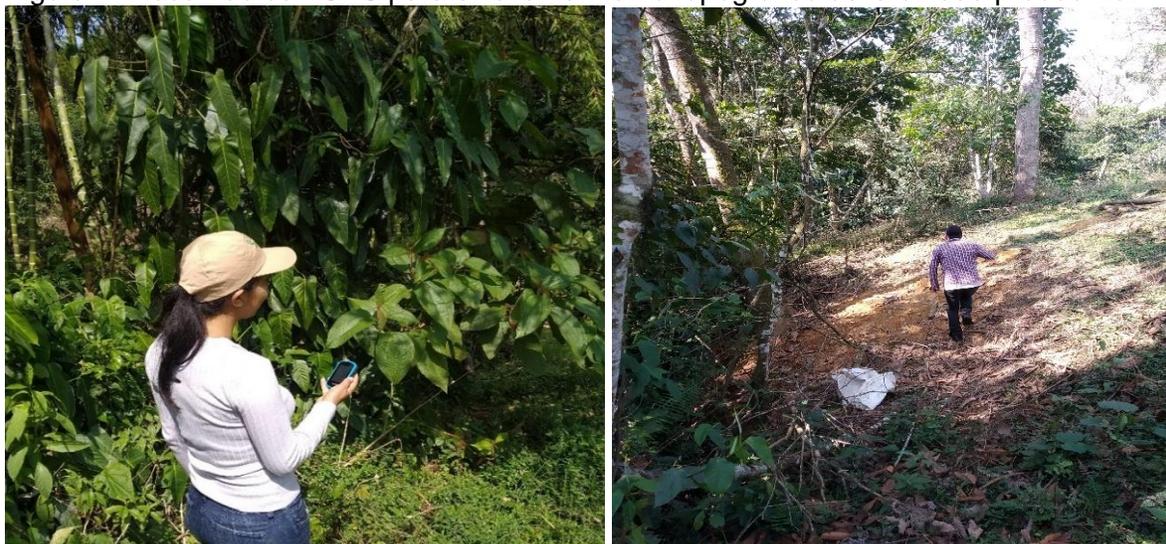
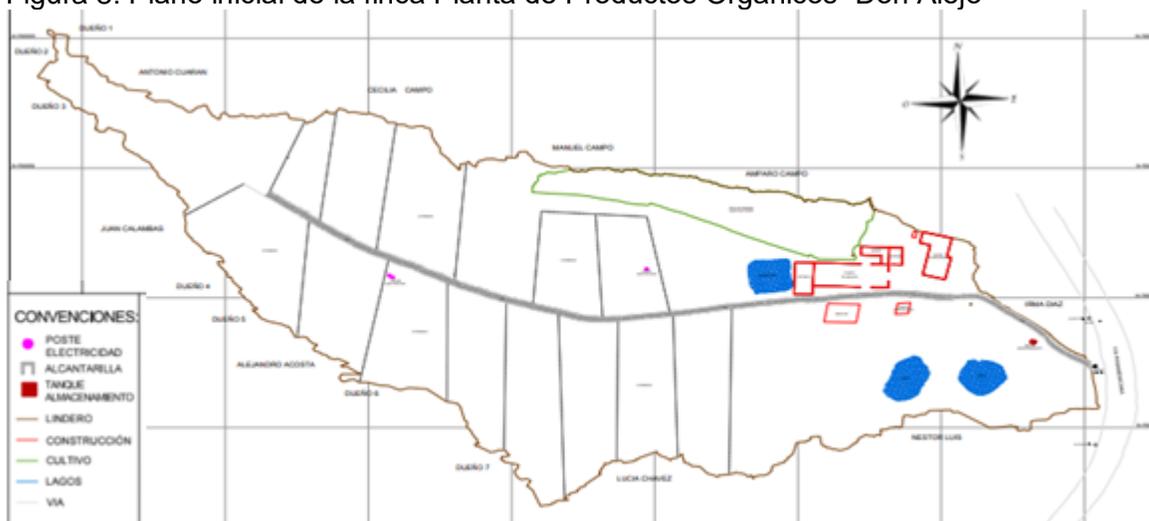


Figura 8. Plano inicial de la finca Planta de Productos Orgánicos” Don Alejo



3.1.3 Caracterización del suelo y del terreno. A continuación, se describe cada una de las características evaluadas en el suelo según parámetros definidos por (Cock *et al.*, 2010).

Pendiente. El terreno tiene en promedio una inclinación del 23 % la cual se considera moderada y permite según (IGAC, 2014) implementar ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros y la Agroforestería como una buena opción, asociado a prácticas que ayuden a conservar el suelo.

Forma del terreno. El terreno circundante es ondulado (terreno con ondulaciones suaves) y la posición de perfil se considera convexa, al observar y analizar las características del paisaje que influyen en las propiedades físicas del suelo permiten aproximarse al uso y el manejo más apropiado.

Capas u horizontes. Al analizar las calicatas, se observaron los puntos donde es evidente el cambio de color, textura o estructura y se midieron cada una de las capas obteniendo que tiene 3 horizontes bien definidos como se describe en el cuadro 1 y en la figura 9.

Cuadro 1. Resumen del espesor de los horizontes encontrados en la calicata del suelo

Capa u horizonte	Textura	Espesor
1	Franca	0,32 m
2	Franca	0,10 m
3	Franco arcillosa	0,38 m

Figura 9. Elaboración de calicatas para caracterizar el suelo en la unidad productiva.



Color: Se observaron tres capas, la primera se encontró un color negro oscuro, en la segunda capa un color marrón oscuro y en la tercera un color café claro. Los colores oscuros (pardos, gris o negra) se han generado seguramente por la presencia de los componentes orgánico (materia orgánica) contenidos en el suelo, los colores oscuros son más intensos en la superficie y van decreciendo hacia la profundidad. Por tanto, estos colores negros u oscuros significan buen contenido de materia orgánica, contenido de humedad, condiciones de drenaje lo cual coincide con (Cock *et al.*, 2011).

Textura: Se determinó que el suelo de la unidad productiva presenta un suelo francoarcilloarenoso (FAra), es decir una textura moderadamente fina, franca con dominio de arcilla, es un suelo fácil de amasar, que mancha los dedos al manipular, es pegajoso y al adicionar agua a un pedazo de suelo en la palma de la mano y al frotarla se observa y se sienten granos de arena y lo cual se contrasta en el análisis de suelos realizado en el terreno, (Anexo A). Según (López , 2006) los suelos francos favorecen la formación de estructura y a su vez los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo y esta estructura franca puede obtenerse mediante la adición de materia orgánica al suelo.

pH: En la unidad productiva se tomaron tres muestras de suelo (figuras 10 y 11), en diferentes momentos la primera estuvo compuesta por varias submuestras tomadas de los primeros centímetros del perfil del suelo de toda el área de la unidad productiva; la segunda estuvo compuesta por varias submuestras de los primeros centímetros del perfil del suelo del área después de implementado el sistema agroforestal de café, y la tercera muestra estuvo compuesta por varias submuestras de los primeros centímetros del perfil del suelo del área del sistema silvopastoril después de implementar este sistema. Al evaluar las muestras (Anexo A), de la primera se obtuvo un pH de 5,5, de la segunda un pH de 5,8 y de la tercera un pH de 5,7, lo cual permitió clasificarlo cómo moderadamente ácido.

Según Khalajabadi (2016) el valor de pH expresa la concentración de iones de hidrogeno (H^+) libres en la solución del suelo y entre más alta esa concentración de H^+ menor será el pH y mayor la acidez, entre más bajo el pH abra más Al^{3+} y las altas concentraciones de aluminio intercambiable son toxicas para las plantas, cuando el pH, es mayor a 5,5 se neutraliza Al^{3+} . Para cultivos del café un rango adecuado de pH se encuentra entre 5,0 y

5,5 según el (Anexo A), Para las gramíneas implementadas un rango adecuado de pH se encuentra entre 3,8 y 7,8 según (Schmidt *et al.*, 2003).

Figura 10. Recorrido en el lote y toma de muestras de suelo para su análisis.



Figura 11. Obtención de la muestra de suelo, Empacado y rotulado



Profundidad efectiva. En la elaboración de la calicata no se encontró ningún tipo de obstáculo (físicos o químicos), la profundidad de fue de 0.80 metros, se considera que la profundidad efectiva de la finca puede llegar a ser igual o mayor a 1 metro de profundidad, por tanto, es su suelo óptimo para el desarrollo y crecimiento de las raíces de los cultivos implementados en el sistema (café, gramíneas, leguminosas, caña panelera, botón de oro, frijol, maíz, yuca, etc.).

Pedregosidad. No se observó pedregosidad en la superficie y tampoco en el suelo lo cual influye de forma positiva para los cultivos de los sistemas implementados, dado que favorece el crecimiento de las plantas, la infiltración del agua y las labores culturales.

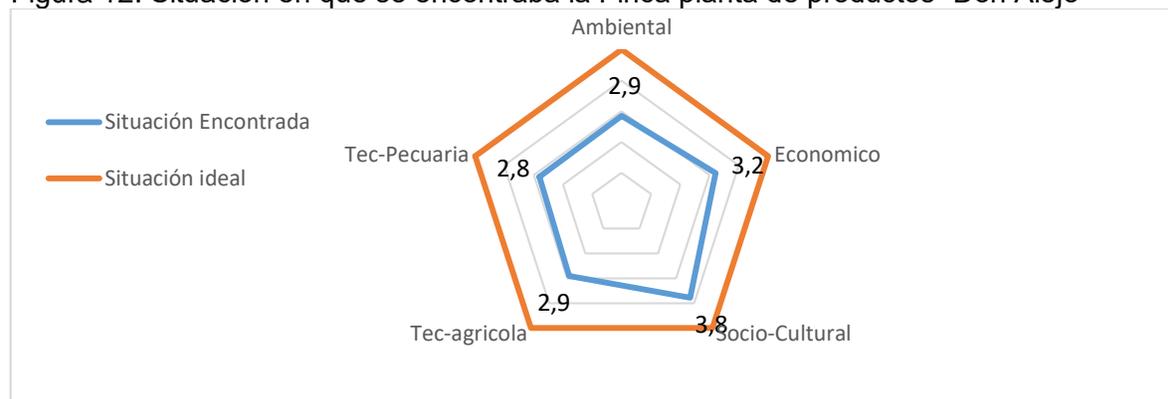
Estructura. Al observa la pared de la calicata se determinó que tiene una forma granular según López (2006) se caracteriza por formar agregados poco porosos, con poros

distribuidos no homogéneamente por su superficie, que no se ajustan a los agregados vecinos. Esta estructura es propia de medios biológicamente activos, ricos en bases y con materia orgánica, para que los cultivos establecidos tengan un buen desarrollo productivo el suelo debe facilita la emergencia de las plántulas, la retención de humedad con buen drenaje permitiendo una buena circulación de agua, aire y nutrientes lo que la estructura granular permite.

3.2 DIAGNÓSTICO

Para determinar el estado actual de la unidad productiva se evaluaron 5 indicadores ambiental, económico, pecuario, agrícola y el socio-cultural (Figura 12), los cuales se detallan a continuación.

Figura 12. Situación en que se encontraba la Finca planta de productos “Don Alejo”



Ambiental: la finca cuenta con acueducto, una concesión que provee de agua de forma constante a la finca, un reservorio con capacidad de almacenar 1000 metros cúbicos con lo cual se suplen las necesidades de la unidad productiva y con un biofiltro para el tratamiento de aguas, además en la finca se aprovechan algunos materiales como la guadua para cercos y construcciones dado que cuenta con 4 matas de guadua y algunos parches de bosques pero estos no se conservan, al igual que dos nacederos ubicados en los linderos de la finca sin protección permitiendo que se pueda acceder (personas y ganado) hasta ellas, por lo anterior este indicador tiene una calificación de 2,9 (Figura 12).

En cuanto al indicador agrícola, la finca anteriormente se dedicó a la producción de flores con alto uso de agroquímicos, monocultivos de eucalipto en altas densidades y ganadería extensiva, por lo tanto, la unidad productiva está realizando prácticas de conservación de suelos, aplicación de materia orgánica, inoculación con microorganismos, no se realiza quema o uso insumos químicos o biosidas, además se evidencia siembra de cultivos transitorios los cuales no son manejados técnicamente, se cuenta con personal de apoyo debido a que la actividad principal es la producción de insumos orgánicos, pero esta no cuenta con diversidad de subsistemas productivos a nivel de finca que generen variedad

de productos agrícolas, pecuarios y forestales para ser sustentable, por tal razón este indicador tiene una calificación de 2,9 (Figura 12).

En lo económico, los ingresos son obtenidos por la elaboración y venta de insumos para la producción orgánica y la línea de servicios que incluye la realización de talleres y charlas a visitantes interesados en conocer y aprender sobre temas relacionados con la producción orgánica, la producción de café y agroecología entre otros. La finca no cuenta con ingresos obtenidos por la venta de productos agrícolas, pecuarios, forestales; existe dependencia parcial de insumos externos en la producción pecuaria, porque se compra concentrado y sales, el Banco Forrajero ayuda a disminuir estos costos. Los insumos que se elaboran para la producción orgánica tienen dependencia de insumos externos, porque parte de las materias primas se compran y otra parte se obtiene a través de intercambios con los vecinos, acuerdos colaborativos con algunas entidades como el matadero municipal de Piendamó (del cual se trae el líquido ruminal) y la plaza de mercado de la cual se trae los residuos orgánicos por lo anterior el componente económico tiene una calificación de 3,2 (Figura 12).

En cuanto al indicador socio-cultural La Planta de Productos Orgánicos Don Alejo Escuela Campesina FCC participa en procesos comunitarios como mingas para diferentes actividades, gestiona y contribuye con otras entidades a prevenir la contaminación ambiental dando un uso más productivo a los residuos orgánicos, además de valorar los saberes y las practicas ancestrales de los campesinos, por eso el indicador socio-cultural tiene una calificación de 3,8 (Figura 12).

Por último, en el indicador pecuario, la finca contaba con 13 cabezas de ganado de leche en un área de 4 ha sin sombrío alguno, en las praderas se encontraron gramíneas nativas y algunas leguminosas. Teniendo en cuenta que la capacidad de carga para la región es 1 cabeza de ganado/ha, en la finca este indicador fue bajo por la sobrecarga y porque el ganado podía acceder a zonas que deberían ser protegidas; la dieta depende en gran parte de la compra de concentrados, se llevan registros y se realizan prácticas para brindar bienestar a los animales. Sin embargo, ya se encontraban establecidos algunos bancos de forrajes, por eso la calificación para el indicador pecuario es de 2,8 (Figura 12).

3.3 DISEÑO ESPACIAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

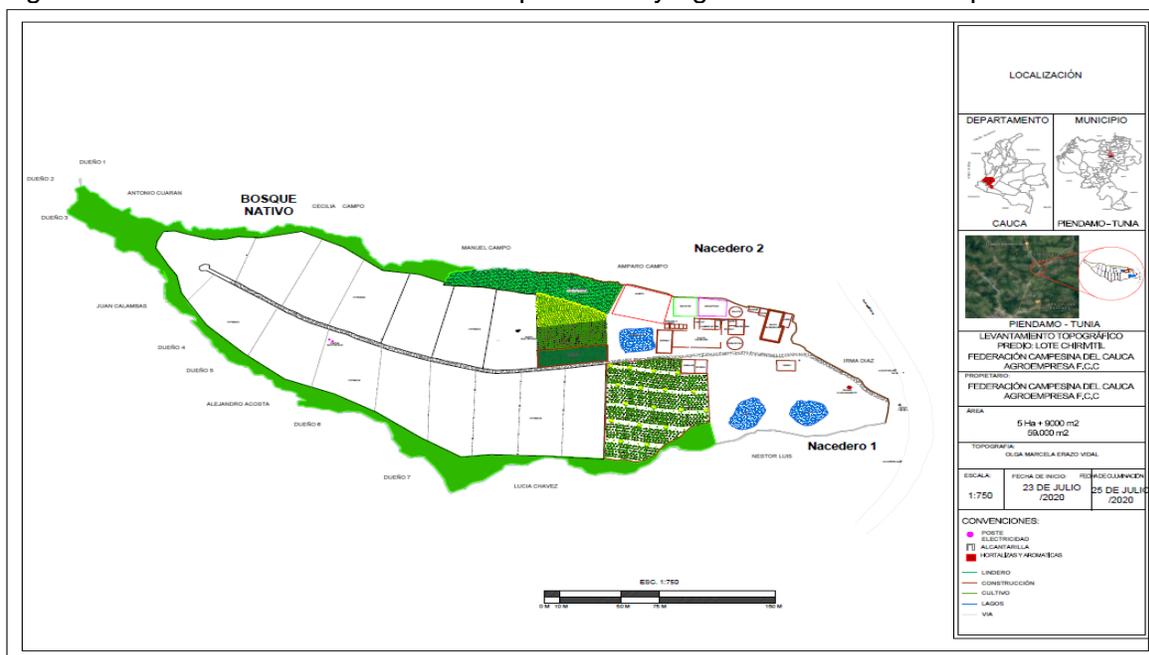
Con el objeto de ensamblar los diferentes componentes (cultivos, animales, árboles y suelos) que hay en la finca Planta De Productos Orgánicos “Don Alejo”, Escuela Campesina FCC, se diseñaron los siguientes subsistemas para la implementación del sistema integrado de producción agropecuaria (SIPA) que responden al uso apropiado del suelo y las características encontradas en la unidad productiva, buscando que las interacciones temporales y espaciales entre los componentes se traduzcan en rendimientos derivados de fuentes internas, reciclaje de nutrientes y materia orgánica, y de relaciones tróficas entre plantas, insectos y patógenos, que resalten sinergias tales como los mecanismos de control biológico (Gutiérrez *et al.*, 2008).

Se incluyeron tres componentes en el sistema, el componente Pecuario, el componente agrícola y el componente forestal o de conservación teniendo en cuenta el relieve de la finca. Sus áreas se presentan en el cuadro 2 y su distribución en la figura 13.

Cuadro 2. Áreas y descripción de los subsistemas del sistema integrado de producción

Subsistema	Área(Ha)	Descripción
Bosque nativo de conservación	0.71	Se realizó el aislamiento de la zona para reforestación natural.
SAF de café	0.45	Siembra de 1450 árboles de café acompañados de cultivos transitorios, plantas alelopáticas y especies forestales.
S. silvopastoril	2.91	Establecimiento de pradera con pasto <i>Brachiaria cv. Toledo</i> y <i>cv. Mombasa</i> acompañado de leguminosas y de forrajes como <i>Tithonia diversifolia</i> y <i>Leucaena diversifolia</i> dispersas en el lote.
Huerto Biointensivo	0.08	Siembra de hortalizas bajo el sistema rotacional en bancal profundo.
Banco de forraje y pasto de corte	0.23	Ampliación del área y siembra de forrajes como <i>Saccharum officinarum</i> , <i>morus</i> , <i>Saccharum officinarum</i> y <i>Tithonia diversifolia</i> . Y Sosténimiento de pasto <i>King Grass</i> .
Biofábrica	0.045	Se elaboran insumos orgánicos para fertilización de cultivos SIPA
TOTAL	4.24	Área total de implementación del SIPA

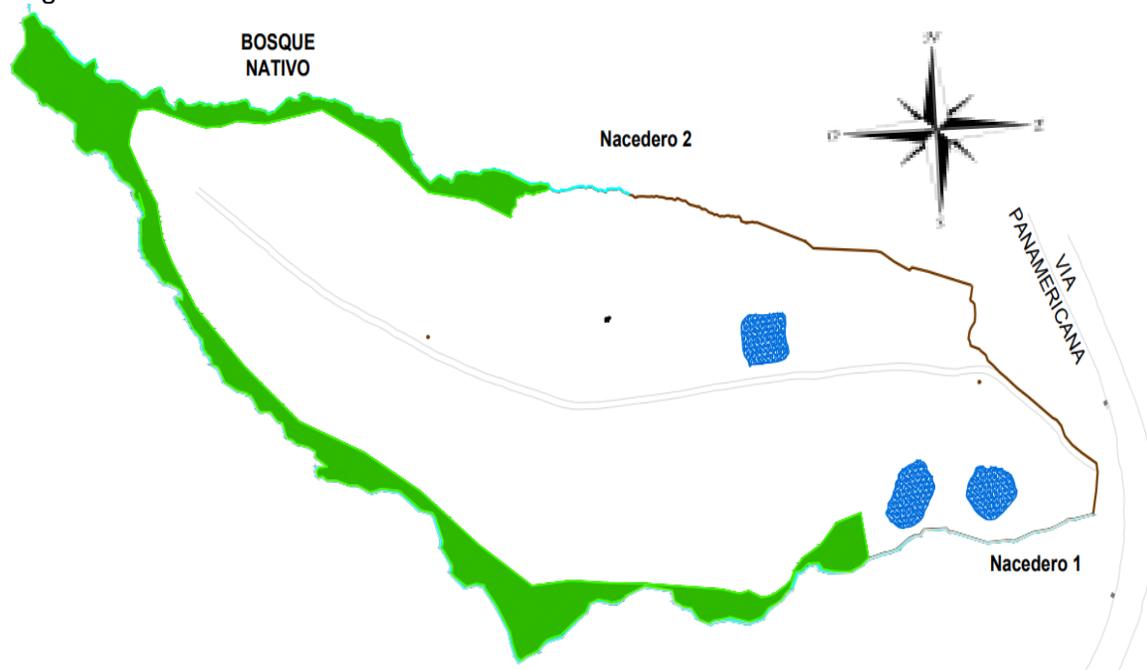
Figura 13. Plano ubicación de sistemas pecuarios y agrícolas en la unidad productiva



El rediseño del sistema, se realizó con el objeto de incrementar la biodiversidad sobre y bajo el suelo, incrementar la producción de biomasa y contenido de materia orgánica del suelo, hacer más óptima la planeación de la secuencia y combinaciones planta/animal, hacer un uso más eficiente de recursos localmente disponibles y optimizar las complementariedades funcionales entre los componentes agrícolas, pecuario y forestal, tomando como base lo propuesto por (Valencia *et al.*, 2012).

3.3.1 Área de conservación. En la parte con mayor pendiente ubicada al norte, sur y occidente de la finca, se encuentran dos quebradas cuyos nacimientos están en los linderos de la unidad, de esta área se aislaron 7376 m² con el objeto de proteger y no modificar el ecosistema que rodea las quebradas, dejando el bosque sin intervenir (figura 14).

Figura 14. Área de conservación sin intervención de color verde de la Planta de Productos Orgánicos



Para aislar el bosque se sembraron en el lindero algunas barreras con *Leucaena diversifolia*, guamo (*Inga edulis*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*), para de esta forma contribuir a recuperar el bosque nativo en el cual el ganado anteriormente tenía acceso sin ninguna restricción.

En esta área de conservación se busca imitar la naturaleza y aprovechar los beneficios económicos y sociales que puede otorgar al sistema, los cuales han sido ampliamente discutidos por Ávila (1999) se incluyen una gran diversidad de productos (madera, follaje, frutos, resinas, combustible y forrajes) e incontables servicios ambientales (climáticos, hidrológicos, edáficos, ecológicos) y humanos (éticos y estéticos).

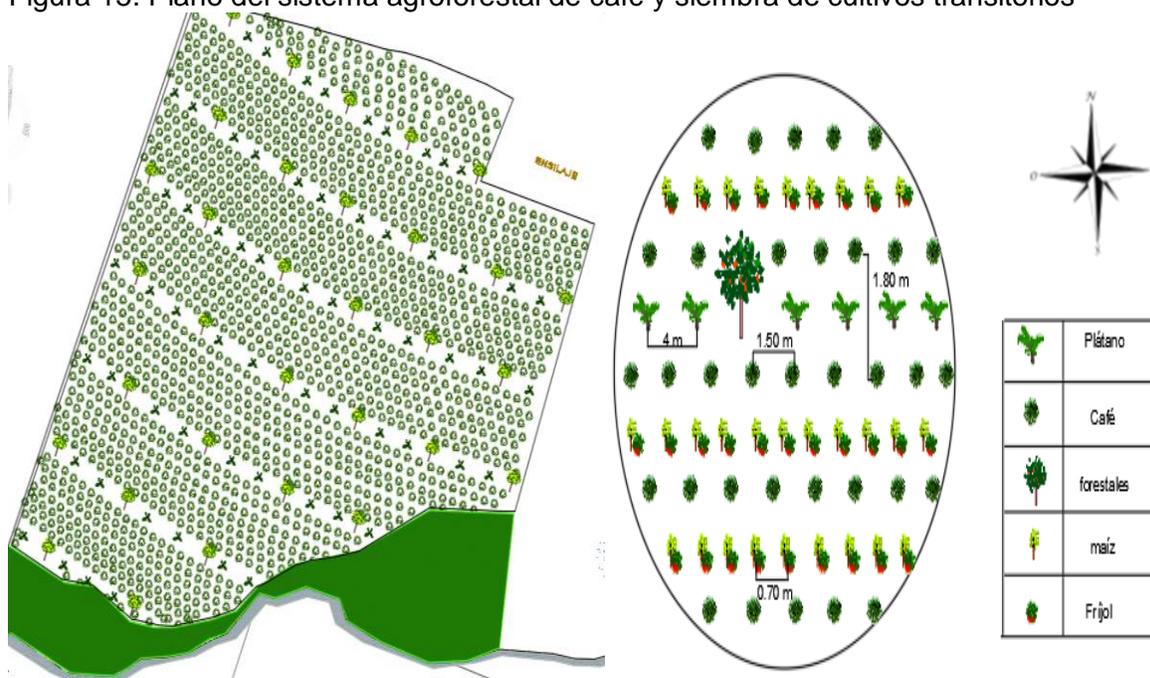
3.3.2 Sistema agroforestal con café. Se destinaron 0.45 ha para este sistema. Teniendo en cuenta que en el lote no se encontraban árboles, las especies seleccionadas se sembraron en triángulo a 12 m entre árbol y 12 m entre surco.

El café se sembró a tres bolillos y con curvas a nivel acompañado de cultivos transitorios mientras el café se levanta y cierra la calle.

En las calles se sembraron plantas de maíz y frijol cada 0,7 m, plantas de plátano cada 7 m entre surco y 4 m entre plantas (figura 15).

Este subsistema se diseña teniendo en cuenta que los campos diversificados son capaces de respaldar su propia fertilidad edáfica, la protección de los cultivos y su productividad, el ensamblaje de cultivos, animales, árboles, suelos y otros factores en esquemas espacio-temporales diversificados, permite la optimización de diversos procesos, los cuales son cruciales en la determinación de la sustentabilidad de sistemas agropecuarios (Vandermeer *et al.*, 1998).

Figura 15. Plano del sistema agroforestal de café y siembra de cultivos transitorios



A un lado del sistema agroforestal con café se ubicó el Banco Forrajero, ampliando su área a 2300 m² en el cual se sembró un lote de caña de 600 m² (*Saccharum officinarum*), seguido de 6 surcos de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), 10 surcos de morera (*Morus alba*), 6 surcos de ramio (*Boehmeria nivea*) limitando con un lote de pasto king grass (*Saccharum sinense*) y surcos de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) (figura 16).

En la parte superior del lote de pasto por el occidente de la finca se encuentra un área de 800 m² donde se adecuaron eras con el sistema de bancal profundo para la producción de hortalizas a libre exposición, en un sistema de asocio y rotacional. En los linderos se sembraron especies alelopáticas y flores de polen expuesto (figura 17).

Figura 16. Plano del Banco Forrajero y de lote de pasto de corte King grass en la finca

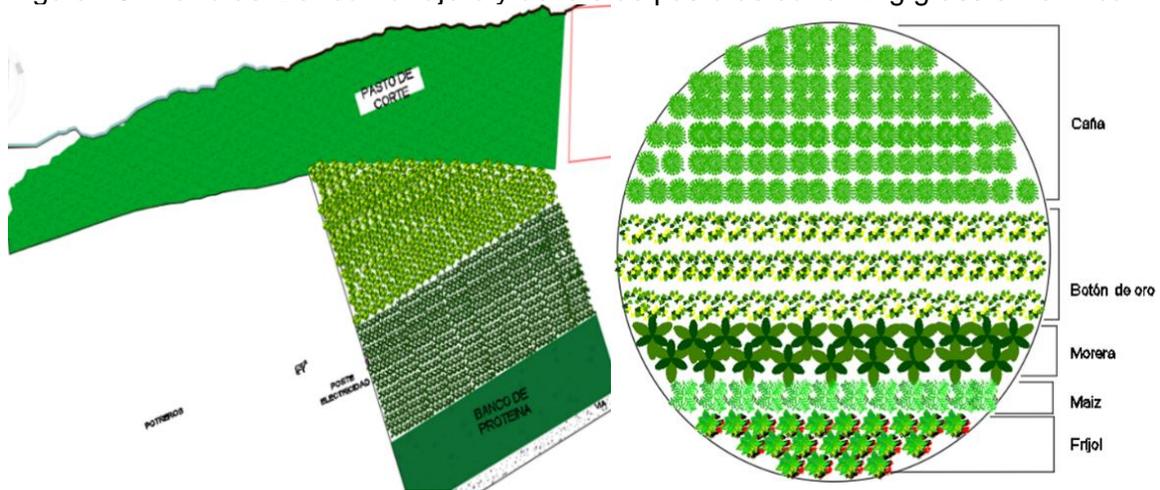
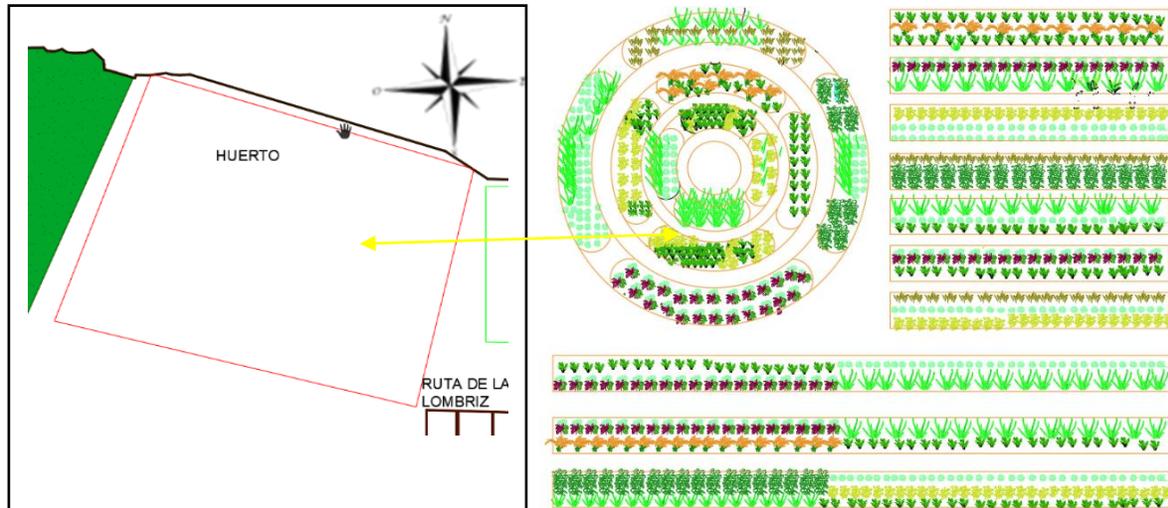


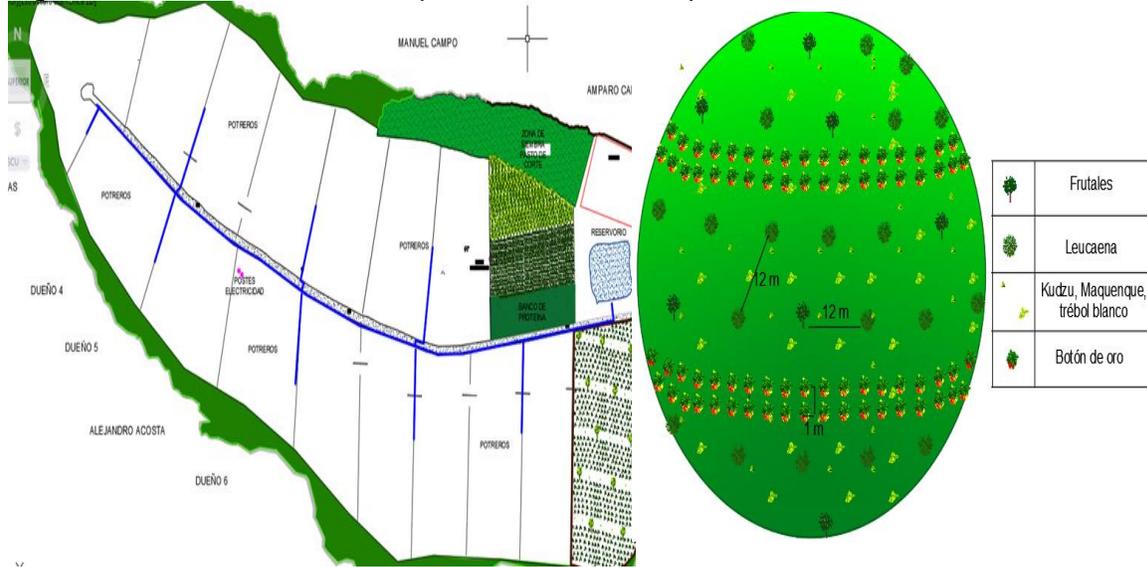
Figura 17. Plano del huerto agroecológico Biointensivo



3.3.3 Sistema silvopastoril. El Área destinada para el sistema silvopastoril es de 29,375 m², la cual se dividirá en 15 potreros de 1875 m² cada uno, cada potrero se subdividirá en tres partes de 625 m² cada uno para una permanencia de tres días en cada potrero; las divisiones de los 15 potreros se manejan con cerca eléctrica y las sub divisiones de cada potrero con cinta. Para el suministro de agua se utilizaron bebederos automáticos. Para llevar el agua del reservorio hasta las praderas será con un diseño con tubería enterrada a 50 cm de profundidad, el agua baja por gravedad hasta los bebederos automáticos, estos

bebederos están dispuestos para suplir dos potreros los cuales se encuentran subdivididos en 3 cada uno para ser pastoreada cada sub división en un día (Figura 18).

Figura 18. Diseño Sistema silvopastoril en la unidad productiva.



Adicionalmente se tuvieron en cuenta las construcciones que complementan el sistema integrado de producción (figura 19 y 20).

Figura 19. Plano de construcciones que complementan el SIPA en la finca

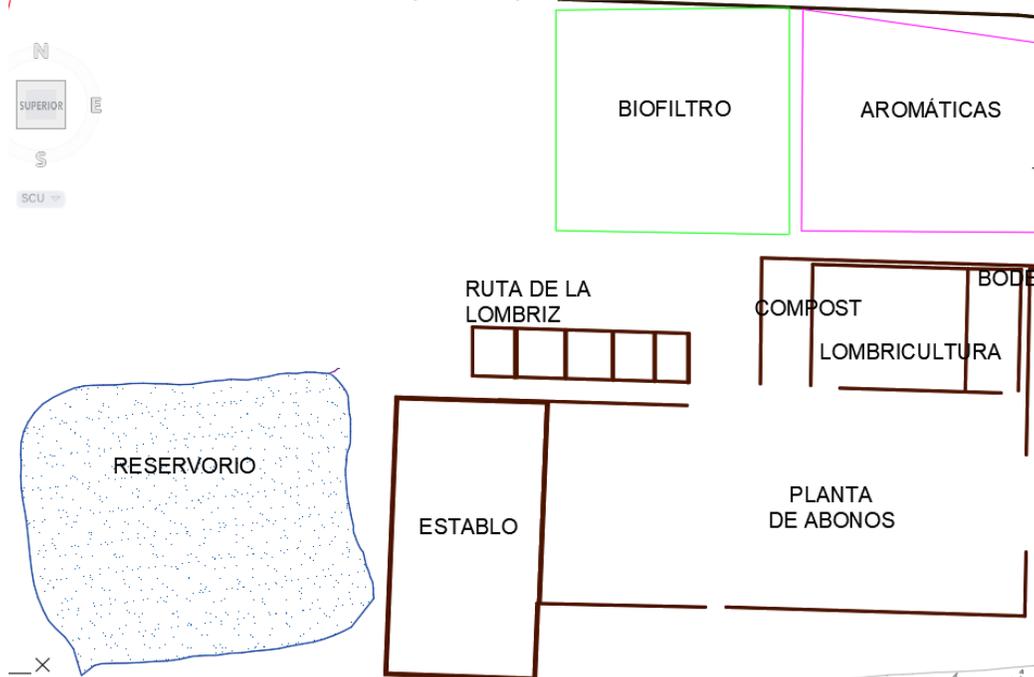


Figura 20. Plano que describe los espacios para vivienda, bienestar entre otros



3.4 SELECCIÓN DE ESPECIES PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

Para la selección de especies del sistema integrado de producción a implementar se tuvieron en cuenta criterios como adaptación a las condiciones climáticas, edáficas, tolerancia a plagas y enfermedades, producción, compatibilidad con los cultivos acompañantes.

Adicionalmente se tuvo en cuenta que los agroecosistemas pueden ser manipulados para mejorar la producción y para producir más sustentabilidad con menos impactos ambientales y sociales negativos, tales como disminución de la biodiversidad, pérdida de la fertilidad del suelo y contaminación del agua, con los subsecuentes daños a la salud del agroecosistema y de los productores rurales; y menos insumos externos que representan incrementos en los costos de producción afectando la economía campesina (Gutiérrez *et al.*, 2008). “La agroecología proporciona las bases ecológicas para la conservación de la biodiversidad en la agricultura” (Altieri, *Agroecology: The science of sustainable agriculture*, EUA, 1995) Además, juegan un rol en el establecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, a manera de alcanzar una producción sustentable.

3.4.1 Selección de especies para el sistema agroforestal con café. Se seleccionaron variedades de café ya adaptadas a las condiciones tanto climáticas como edáficas de la región y que los productores FCC cultivan normalmente en sus fincas, variedades que

presentan resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades, con cualidades y características que permita obtener una taza de calidad.

Estas variedades fueron tabí, supremo y Colombia para la siembra, teniendo en cuenta que a pesar de que el área es reducida, estas 3 variedades son las que se adaptan a las condiciones agroclimáticas y edáficas de la zona lo cual favorece su adecuado crecimiento, desarrollo y son las que comúnmente siembran los 600 productores de la FCC. Se espera que el proceso contribuya a la construcción del paso a paso para ser un referente en las fincas de los productores cafeteros y la producción de material de siembra.

3.4.1.1 Selección de cultivos transitorios. Se seleccionaron aquellos cultivos transitorios que permitan aprovechar el espacio, cuyo ciclo vegetativo por lo regular es menor a un (1) año para que no afecte la producción del cultivo principal, que haga parte de la soberanía alimentaria no solo del hogar sino también en la región, de esta forma permita obtener ingreso por venta o intercambio de los productos y que, entre el cultivo principal y los transitorios no exista ninguna o mínima competencia.

De igual forma en el sistema agroforestal se incluyeron cultivos transitorios como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), plátano (*Musa acuminata*) y yuca (*Manihot esculenta Crantz*), dado que al cultivar varias especies simultáneamente, se logran múltiples objetivos de manejo, sin que se requiera mayor subsidio o complementos. Los cultivos intercalados reducen la incidencia de arvenses, plagas y enfermedades, mejoran la calidad del suelo y hacen más eficiente el uso del agua y nutrientes, incrementan la productividad de la tierra y reducen la variabilidad de rendimientos (Francis, 1986) y se aprovecha la superficie del área del cultivo, mientras el café cierra.

Para el huerto agroecológico se seleccionaron especies como lechuga (*Lactuca sativa*), remolacha (*Beta vulgaris*), repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), cilantro (*Coriandrum sativum*), zanahoria (*Daucus carota* subsp. *sativus*), cebolla larga (*Allium fistulosum*), cebolleta (*Allium cepa*), rábano (*Raphanus sativus*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*) para producir alimentos que aporten a la soberanía alimentaria en la finca y permitan un flujo de caja menor con los excedentes de la producción, en el establecimiento se harán rotaciones porque, las rotaciones de cultivos establecen secuencias temporales en las que se obtienen aportes de nutrientes al rotarse los cultivos de cereales con las leguminosas, y se regulan los insectos, arvenses y enfermedades, al romper los cultivos en secuencia sus ciclos de vida (Gutiérrez et al., 2008).

3.4.1.2 Selección de especies forestales. Se seleccionaron especies nativas que estén adaptadas a las condiciones agroclimáticas, buen crecimiento y desarrollo, buena producción de follaje, incompatibilidad con las plagas del cultivo principal, que su follaje fuese de fácil descomposición e incorporarse rápidamente al suelo y, además, que no afecte el desarrollo normal de los cultivos.

Para establecer el sistema agroforestal con café se seleccionó nogal cafetero (*Cordia alliodora*), guamo (*Inga edulis*), Leucaena (*Leucaena diversifolia*) Carbonero gigante (*Albizia carbonaria*), Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*), aliso (*Alnus acuminata*), especies producidas por el vivero con registro ICA localizado en el municipio de Cajibío, departamento del Cauca quienes garantizaron la sanidad del material producido en la finca planta de productos orgánicos “don Alejo” escuela campesina FCC (figura 21).

Figura 21. Material de siembra para los sistemas agroforestal y silvopastoril de la FCC



3.4.1.3 Selección de especies alelopáticas. Se seleccionaron plantas alelopáticas, medicinales, condimentarias y otras especies, que se adapten a las condiciones edafoclimáticas del sistema, que tuvieran una influencia positiva sobre el desarrollo y crecimiento de las otras plantas, que ayuden a atraer insectos benéficos para mejorar la polinización, que favorezcan el manejo integrado de insectos y enfermedades además que contribuyan en el control de malezas en el sistema.

Las especies seleccionadas fueron ají pajarito (*Capsicum annum*) la cual ayuda al crecimiento de algunas plantas, botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) es beneficioso para todos los cultivos, previene las enfermedades y controla nematodos, escarabajos, gusanos del tomate y otros insectos, mantiene la huerta en buen estado sanitario. Ruda (*Ruta graveolens*) actúa como fungicida, repelente para antracnosis, la higuera (*Ricinus communis*) actúa como repelente para la broca, chupadores, hongos, nematodos y pulgones. Se preserva diente de león (*Taraxacum officinale* Wigg) el cual influye en el control de arvenses.

3.4.2 Selección de especies para el sistema silvopastoril. Se las especies para el sistema, tanto forrajeras como herbáceas (pastos) las cuales deben coincidir en los tiempos de rebrote, cosecha o aprovechamiento animal, para establecer un diseño de ramoneo directo, además se seleccionarán gramíneas adaptadas a la zona con tolerancia a sequía, heladas, encharcamientos, sombra e insectos, con buena palatabilidad y digestibilidad, con características nutricionales mejores. Las leguminosas se seleccionaron por la fijación del nitrógeno atmosférico e incorporación al suelo y el aporte de abono verde.

En este sistema se busca el uso de especies perennes, las cuales debe imitar los aspectos originales de retención y construcción de suelos de una pradera. El componente de leguminosas debe ayudar a mantener un aporte interno de fertilidad del suelo y la diversidad de especies cultivadas, incluyendo algunas especies nativas. “Debe conducir al desarrollo de controles y balances naturales de herbívoros, enfermedades y malezas” (Jackson, 2002); siendo el suelo la base de la riqueza y fertilidad del agroecosistema.

Estos principios redundan en beneficios económicos para los productores y fortalecen su base social Gutiérrez et al., (2008). Por esta razón las especies seleccionadas fueron *Brachiaria Brizantha* CV. Toledo el cual estará en la parte alta del terreno y el Mombasa (*Megathyrus maximus*) para la zona baja de las praderas, dado que sus requerimientos nutricionales son más altos. En cuanto a las especies de leguminosas para pastoreo se utilizará Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), *Desmodium heterocarpon* CV. Maquenque y trébol blanco (*Trifolium repens*). Para sombrío el cual brindará confort al ganado y en el futuro se usará como postes y leña además de los aportes de materia orgánica al suelo, fijación de nitrógeno, se implementarán *Leucaena diversifolia* y guamos (*Inga edulis*).

3.4.3 Producción de abonos orgánicos. Para el implementar el sistema integrado de producción era necesario preparar abonos orgánicos para la siembra de los diferentes cultivos, porque en la finca, la aplicación de materia orgánica se realizó con el objeto de activar rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y mejorar la bioprotección. Para la preparación del abono se realizaron los cálculos y se determinó la cantidad de abono requerido, la cual se describe en el cuadro 3.

Cuadro 3. Cantidad de abono tipo bokashi requerido para la implementación del sistema.

Sistema	Área del Sistema	Cultivo	Cantidad de abono empleado		Cantidad en una Tn/ Ha
			Siembra/kg	Fertilización/kg	
Agro forestal con café	0,45 ha	Café	1447	723	4,82
		Maíz	723	0	1,60
		Frijol y maíz	723	723	3,20
		Forestales	84	42	0,28
		Frijol 2	723	723	3,20
Silvopastoril	3 ha	Gramíneas	15000	6000	7,00
		Forestales	600	300	7,00
Huerto	0.08 ha	Hortalizas	600	600	15,00
B. forraje	0.23 ha	Forrajes	500	500	4,30

3.4.3.1 Abono orgánico tipo bokashi. Es posible convertir los residuos orgánicos en abonos para uso en la agricultura mediante la técnica del compostaje. El compostaje es una tecnología que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmiendas y/o abonos del suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos (López et al., 2017).

Este abono se preparó bajo un biooxidativo controlado, se desarrolla sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, debido a la actividad secuencial de una gran diversidad de microorganismos. Implica el desarrollo de una fase termofílica que genera temporalmente fitotoxinas, siendo productos de la biodegradación el dióxido de carbono, el agua, minerales y una materia orgánica estabilizada denominada compost, con ciertas características húmicas y libre de compuestos fitotóxicos y agentes patógenos (Trautmann y Krasny, 1997). Se compostarán 33.7 t de abono orgánico tipo bokashi, utilizando los siguientes materiales y cantidades (Cuadro 4).

Cuadro 4. Materiales en Kg a utilizar para la elaboración de 33.7 t de abono tipo bokashi

MATERIALES	CANTIDAD (kg)
Limo de rio	6000
Compostaje (Liquido ruminal)	4500
Compostaje (desperdicios de plaza de mercado)	4500
Gallinaza certificada por el ICA.	8100
Tierra	1500
Cama profunda de cerdos	1500
Cama profunda de estiércol bovino	1500
Cama profunda de equino	1500
Pasto seco, carbonilla y cascarilla de arroz	1050
Solución liquida (melaza (5 lt), suero (5 lt), MMA (10 lt), agua (180 lt)).	3100

Preparación. En el sitio adecuado y bajo techo se elaboró el abono tipo bokashi, en algunos casos la materia prima fue previamente compostado (como el liquido ruminal y los desperdicios de la plaza de mercado de Piendamó - Cauca), cuando el material se recibió en la finca se trituró para mejorar la descomposición microbiana, se arrumaron por capas y a cada capa se aplicaron microorganismos de montaña activados puros (Los MMA contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de diez géneros pertenecientes a cuatro grupos de microorganismos: Bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras (Higa y Wididana, 2004)), para acelerar la descomposición, evitar las moscas y los malos olores “Los estudios recientes indican que los biofertilizantes que contienen EM pueden suprimir los patógenos en el suelo, acelerar la descomposición de los desechos orgánicos, aumentar la disponibilidad de nutrientes minerales y compuestos orgánicos útiles para el crecimiento de las plantas” (Ndona et al., 2011).

Otros materiales se encontraron en las fincas del entorno, estos eran provenientes de criaderos de caballo en pesebreras, ganado semiestabulado y cerdos, este material fue intercambiado, igual que el suero con algunos vecinos a cambio de pasto de corte, caña, insumos de la biofábrica etc. de la Planta de Productos FCC.

El abono tipo bokashi se preparó agregando cada material en capas hasta formar una torta, inicialmente la gallinaza (principal fuente de nitrógeno), seguido del compostaje (liquido

ruminal y desperdicios de la plaza de mercado), luego la cascarilla de arroz, pasto y carbonilla (importantes para establecer la relación carbono-nitrógeno), seguido del limo de río (contiene otros elementos minerales, que son vitales para el equilibrio nutricional de los cultivos), posteriormente la cama profunda bovina, equina y porcina (aportantes de nitrógeno) finalizando con la tierra fértil (aportante de microorganismos).

La siguiente fase fue mezclar para homogenizar la pila, se realizaron 3 volteos humedeciendo poco a poco con la solución líquida la cual se preparó con anticipación utilizando por cada tonelada de abono tipo bocashi 200 litros de solución, una vez se terminó la etapa de la mezcla de todos los ingredientes del abono y la humedad, esta se mantuvo en los valores que favorecen el crecimiento microbiano (50 a 70 %), estos valores han sido definidos por diferentes autores como humedad óptima del proceso (Trautmann y Krasny, 1997; Korner, 2003).

Se realizó la prueba de puño, dado que de esto depende la máxima eficiencia del proceso de fermentación, los días posteriores se realizó el volteo constante de la pila dándole aireación para acelerar la descomposición y estabilizar la temperatura (Figura 22).

Figura 22. Biofábrica bajo techo con materias primas y proceso de elaboración del abono



3.4.3.2. Microorganismos de montaña. Para la obtención de los microorganismos de montaña se utilizaron los siguientes materiales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Materias primas utilizadas en la elaboración de microorganismos de montaña.

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Salvado de maíz	50,0	kg
Cepa de microorganismos de montaña	25,0	kg
Melaza	12,5	kg
Suero	2,0	Litros

Preparación. Para la preparación de los microorganismos de montaña, se realizó la captura de microorganismos en la montaña de la finca para garantizar que ya estuvieran adaptados. En un balde se disolvió la melaza en dos litros de suero, en un plástico amplio se esparció salvado de maíz, seguido de la cepa de microorganismos de montaña y por último la melaza disuelta. Posteriormente se mezcló y amasó hasta homogenizar.

El almacenamiento se realizó en un tarro con tapa hermética, donde se agregó la mezcla por partes, se apisono para compactar y lograr sacar el aire tanto como fuera posible, una vez terminado se selló, así se mantuvo durante un mes. Pasado el mes se sacó el contenido del tarro y se depositó en un costal de ralo, posteriormente se sumergió en una caneca con agua y melaza para la activación de los microorganismos líquidos, nuevamente se almacenaron durante un mes para posteriormente poder ser utilizados (figura 23).

Figura 23. Disolución de la miel de purga y Mezcla, compactación y almacenamiento en canecas en condición de anaerobiosis



3.4.3.3 Nitrógeno Natural. Para la preparación del nitrógeno natural se necesitó los siguientes materiales (Cuadro 6).

Cuadro 6. Materiales para preparar nitrógeno natural

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Gallinaza con certificación ICA	30	kilos
Zumo de limón	500	mililitros
Agua limpia	100	Litros

Preparación. En un tarro con tapa hermética se tomaron 50 litros de agua, se agregó la gallinaza, se mezcló hasta que quedara como una colada, posteriormente se adicionó el zumo de limón y nuevamente se mezcló por 10 minutos, para finalizar se completó el volumen a 100 litros con agua y se selló herméticamente. Durante los primeros 10 días se mezcló durante 10 minutos, después se deja sellada hasta completar 15 días (figura 24).

Figura 24. Preparación de nitrógeno natural para la fertilización de praderas.



3.4.3.4 Te de lombriz. Para la preparación del té de lombriz se utilizaron los siguientes materiales y sus cantidades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Materiales para preparar el té de lombriz

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Ceniza	40	kilos
Agua	180	Litros
Humus de lombriz	20	kilos

Preparación. Inicialmente se elaboró legía utilizando ceniza (solo de madera) y agua, en proporciones 5 de agua por 1 kg de ceniza, se mezcló bien y para determinar si la mezcla estaba lista se utilizó una papa, la cual al flotar indica que ya está lista. Esta mezcla se dejó por tres días, posteriormente se le agregó el humus de lombriz mezclando constantemente, posteriormente se dejó por 15 días en reposo sellándolo con tapa hermética (figura 25).

Figura 25. Quema de madera donde se obtuvo la ceniza, humus de lombriz de la cama y mezcla y almacenamiento de la preparación.



3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

Seleccionadas las especies a sembrar y preparados los abonos, utilizando el diseñado elaborado se llevó a cabo la implementación del sistema, como se describe a continuación:

3.5.1 Establecimiento del sistema agroforestal con café. En el cuadro 8, se presenta la comparación entre las condiciones edafoclimáticas que favorecen el establecimiento de un sistema agroforestal de café y las condiciones de la unidad productiva Planta de Productos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC, se observa que se encuentra dentro del rango de adaptación del café, favoreciendo el diseño del sistema, lo que permite que el cultivo tenga un óptimo crecimiento y desarrollo que se traducirá en una buena producción.

Cuadro 8. Comparación de las condiciones del suelo y del clima para un sistema agroforestal con café (coffea arábico) en la unidad productiva

Variables	Rangos Óptimos	Condiciones de la Finca
Altitud (msnm)	1000-1850	1770
Brillo solar (horas/luz)	1300 - 1700	1500
Temperatura	19 - 21°C	13 – 29 °C
Precipitación (mm/año)	2000 -2500	2058
Textura	Franca	Franca
Estructura	granular	granular
Profundidad efectiva (cm)	40 – 60 cm	100 cm
Pendiente (%)	Hasta el 75 %	23%
Drenaje	Buen drenaje interna	Bueno
Retención de humedad	Buena capacidad	Buena
pH	5,0 -6,0	5,5
Materia orgánica (%)	11,4 – 12,6	11,7
Nitrógeno (%)	8	0,46
Fosforo (mg/kg)	6 – 14	11
Potasio (cmol/kg)	0,3 – 0,4	0,27
Calcio (cmol/kg)	1,8 – 2,4	2,59
Magnesio (cmol/kg)	0,6 – 0,8	0,65
Aluminio (cmol/kg)	0 - 60	0,2

Fuente: Alcaldía de Piendamó -Cauca 2020. (Estación Metereologica Trinidad, 2018)

Respecto a los requerimientos nutricionales del cultivo de café, se observa en el cuadro 6 que los potenciales de hidrogeniones se encuentran en 5,5 dentro del rango optimo, según (Khalajabadi, 2016) cuando los cultivos de café están en el rango adecuado de acidez (5,0 y 6,0) y niveles de Ca superiores a 1,5 cmol/kg no se recomienda hacer prácticas de encalamiento. En este caso a pesar de que el nivel de Ca está por encima del rango óptimo según el análisis de las muestras de suelo realizadas en la finca, se realizó encalamiento mediante la adición de dosis bajas de materiales encalantes con el objeto de aumentar un poco el pH, neutralizar el aluminio intercambiable (Al^{+3}) y a su vez aportar y/o mejorar la

eficiencia y disponibilidad de nutrientes para los otros cultivos que componen el sistema y así contribuir a su normal crecimiento y desarrollo. Adicionalmente se realizaron aplicaciones de calfos en cada sitio de siembra para el café, a los forestales, especies alelopáticas y los cultivos transitorios, debido a que el contenido de nitrógeno (N) es bajo en comparación al óptimo, y a que la materia orgánica (MO) es la principal fuente de nitrógeno, esta aplicación a su vez aportó al control del Al^{+3} mediante su complejación, (Khalajabadi, 2016).

El terreno seleccionado se encontraba solo con gramíneas y algo compactado por el sobrepastoreo continuo de la explotación ganadera y a libre exposición, por lo tanto, se cortó la gramínea con guadaña, posteriormente se realizó arado con bueyes y se hicieron prácticas para la conservación del suelo como zanjas de infiltración para reducir el largo de la pendiente, con el fin de reducir la velocidad del agua evitando el arrastre del suelo, estas zanjas se trazaron a través de la pendiente a cada 5 o 7 m de distancia.

Dado que el almacigo de café aún no estaba listo para siembra, se realizó una siembra de maíz y frijol para aprovechar el terreno ya adecuado, una vez listo el café para la siembra se volvió a dar manejo a las gramíneas existentes (figura 26).

Figura 26. Vista general y adecuación del terreno para siembra de transitorios en el sistema agroforestal con café.



3.5.1.1 Trazado del terreno para el sistema agroforestal con café. Para el trazado del lote primero se marcó el cultivo principal café, luego los árboles forestales en un arreglo que garantizaran 75% de luz y 25% de sombra al café y por último los cultivos transitorios como maíz, frijol, yuca, plátano y plantas alelopáticas.

Se trazaron los surcos a través de la pendiente usando el nivel A (forma de A mayúscula). Se elaboró tomando dos varas de 2 metros de longitud, colocando una encima de la otra, se clavó en un extremo de las varas y se aseguró con fibra, luego con ayuda del metro se midió, desde el cabo hasta la punta de ambas varas y se marcó a un metro, posteriormente

se abrió en forma de A y se midió a dos metros entre pata y pata, se tomó una tercera vara de 1,50m y se clavó en la mitad de los dos palos de manera que forman la A, en la unión superior se amarró una pita de 3 metros, a 20 cm de la vara atravesada se amarró una plomada y por último se calibró la A en una parte plana; para trazar se ubicó en la mitad del terreno a través de la pendiente, ubicando el punto de nivel y se colocaron las estacas de acuerdo con las distancias establecidas.

Distancias de siembra del sistema: para el cultivo de café la distancia de siembra fue de 1,50 m entre planta y 1,80 m entre calles para una densidad de 3700 plantas/ha. Se inició el trazado en el centro del terreno por ser la parte más ancha del terreno, se colocaron estacas para señalar los diferentes puntos, los cuales serían la guía para seguir haciendo el trazado con la ayuda de dos varas iguales a las distancias establecidas.

Para las especies forestales del sistema las distancias se hicieron teniendo en cuenta favorecer el cultivo principal, con distancia de siembra de 12 m entre árboles y 12 m entre calles para una densidad de 70 árboles/ha; en pendientes más pronunciadas se sembraron árboles con porte bajo como guamo y en pendientes menos pronunciadas se sembraron árboles como el carbonero gigante. En el sentido norte sur se realizó siembra de plátano y tephrosia temporalmente, mientras crecen los árboles para sombrío.

3.5.1.2. Ahoyado y aplicación de correctivos. para el ahoyado del café se realizó una remoción mínima de la primera capa del suelo, repique, se construyeron huecos de 30 x 30 x 60 cm y se invirtió el orden de la tierra en el hueco con el propósito de concentrar la materia orgánica en el fondo y así dejarla a disposición del sistema radicular, se aplicó 1 kg abono orgánico tipo bocashi y 200 g de calformag. Estas actividades se realizaron con 20 días de anticipación a con el fin de darle tiempo a la estabilización del suelo en sitio de la siembra. Para los árboles y algunos frutales se realizó una remoción mínima de la primera capa del suelo, repique, se construyeron huecos de 40 x 40 x 60 cm y se aplicó 1 kg de abono orgánico tipo bocashi y 200 g de calformag (Figura 27).

Figura 27. Trazado, ahoyado del terreno y aplicación de correctivos para la siembra del cultivo principal café variedades tabí, Colombia y supremo.



Para la siembra de hortalizas se preparó el terreno para un huerto Biointensivo y agroecológico dado que se realizaron prácticas como doble excavado, el uso de composta, siembra cercana, asociación y rotación de cultivos, uso de semillas de polinización abierta, cultivos para la producción de composta y generación de carbono y calorías.

El huerto tiene forma de mandala, primero utilizando las estacas, cordón y la cinta métrica se delimitó el terreno, luego se cavó una zanja de 30 x 30 centímetros de profundidad a todo lo ancho de la cama y se aflojó el suelo a 30 cm de profundidad con ayuda del biello para permitir que la tierra se afloje y airee. Una vez terminada esta zanja se excavo otra de iguales dimensiones colocando la tierra encima de la primera zanja sin mezclar las capas de suelo. Se repitió este procedimiento hasta completar las 24 camas del huerto (3 de 24 metros de largo, 7 de 7 metros de largo, 9 de diferentes medidas dado que son las que está en él mandala y son circulares) (Figura 28).

Figura 28. Preparación de las camas (excavado profundo y aplicación de enmiendas) para la Siembra de las hortalizas para el huerto agroecológico



Para las plantas alelopáticas se repico el suelo a una profundidad de 20 cm, una vez preparado el suelo se aplicaron correctivos y materia orgánica, luego se sembraron las plantas de las especies seleccionadas. Se establecieron como barrera protectora en los límites de los diferentes cultivos en especial en el huerto agroecológico.

3.5.1.3. Siembra de plántulas en el sitio definitivo. Para la siembra de las variedades de café tabí, Colombia y supremo se realizó primero el proceso de germinación de la semilla, esta semilla fue recolectada de las fincas de los productores de la zona en fincas certificadas orgánicas con el fin de garantizar que la semilla ya estuviera adaptada a la zona y al proceso de orgánico. Se pusieron a germinar 1348 g de semilla de 3 variedades con el fin de vender plántulas para financiar parte de los gastos del sistema agroforestal con café. Se construyó un cajón elevado del suelo 70 cm con madera y guadua, con medidas de 1,5 m de largo por 1 m de ancho por 0,35 m de profundidad con capacidad de 0,5 m³ de arena (Figura 29).

Figura 29. Selección, Peso de la semilla, construcción del germinador para el sistema agroforestal con café.



Preparación del sustrato. Para el germinador se preparó con anticipación el sustrato (arena lavada de río), la cual se zarandeó para retirar piedra de mayor tamaño dado que estas podrían dañar el proceso de crecimiento de la raíz, seguido de la solarización del sustrato para la desinfección del mismo. Una vez hecho este proceso se prosiguió a depositar el sustrato al cajón garantizando una capacidad de germinación de los 1348 g de semilla (5.300 chapolas) y 35 cm de profundidad para el crecimiento radicular, se dejó media carretada de arena aparte para luego tapar la semilla, posteriormente se realizó una segunda desinfección del sustrato con el objetivo de reducir los posibles ataques de enfermedades causadas por hongos, bacterias o virus, esta segunda desinfección se realizó con agua a punto de ebullición la cual fue distribuida en todo el sustrato del cajón y en la media carretada de arena para tapar la semilla (Figura 30).

Figura 30. Zarandeo, solarización del sustrato (arena lavada de río), desinfección con agua a punto de ebullición del sustrato para el germinador para el sistema agroforestal de café



Una vez hecha la segunda desinfección y cuando el sustrato estuvo a temperatura ambiente, se procedió a colocar la semilla en el germinador verificando que no quedara remontada una semilla sobre otra, con un rodillo se asentó un poco la semilla hacia el sustrato para que el nacimiento sea uniforme, posteriormente se procedió a tapar la semilla

con la arena separada previamente, cuidando que no pasara de tres centímetros de espesor para no ahogar la semilla, una vez hecho este proceso se realizó con astillas de madera y palma payanesa un techo a 10 cm de sustrato para brindar condiciones óptimas (relación luz - oscuridad) para la germinación de la semilla y conservar la humedad, el techo poco a poco se fue retirando, una vez lista se realizó el trasplante (Figura 31).

Figura 31. Regado de semilla de café en el germinador de café, tapado de la semilla y techo de astillas de guadua para el sistema agroforestal de café en La Finca.



3.5.1.4 Trasplante a almacigo. Para el trasplante de chapola a almacigo, primero se realizó la preparación del almacigo, este se construyó en un sitio donde no había riesgo de encharcamiento, se instaló un sombrío con poli sombra a 1,80 m de altura, las bolsas que se utilizaron para el almacigo fueron de plástico negras con medidas de 17 x 23 cm con fondo resistente y perforado. El sustrato se preparó con un mes de anticipación y se utilizó una mezcla de 2 partes de suelo por una parte de abono orgánico bien compostado, se humedeció con la mezcla de 10 L de microorganismos activados en 90 L de agua. Se realizó volteo cada 8 días dejando tapado el sustrato. Una vez listo el sustrato, se llenaron las bolsas, se organizaron hileras de diez bolsas de ancho por el largo requerido, una vez listo todo, se procedió a realizar el Enchapulado (Figura 32).

Figura 32. Preparación del sustrato, construcción del techo, llenado de bolsas y arreglo del almacigo para el sistema agroforestal con café en la unidad productiva



3.5.1.5 Enchapado. Se realizó con mucho cuidado puesto que garantiza el desarrollo del cultivo, por lo tanto, se tuvo en cuenta aflojar el sustrato del germinador para sacar la chapola sin dañar la raíz, se seleccionaron las mejores chapolas con raíz pivotante y derecha. Para trasplantar la chapola se utilizó un hoyador del grosor de un palo de escoba para que la raíz quede derecha y bien colocada, evitando cortarla. Posteriormente se realizó el riego con agua limpia en la mañana, esporádicamente dado que se presentaron frecuentes lluvias (Figura 33).

Figura 33. Afloje del sustrato, extracción de las chapolas, selección y trasplante al almacigo de café para el sistema agroforestal de café



Se realizó manejo de arvenses en forma periódica, y un mes después de trasplante de las chapolas se realizó resiembra donde hubo pérdida. Además, se realizó fertilización periódica con Supermagro (15%) en dosis de 20 L de Supermagro en 120 de agua por ha en forma de riego, y se alternó con caldo de ceniza en concentración del 5,3 %, se aplicó dosis de 7 L/ 133 L de agua por ha y caldo sulfocálcico en concentración del 5,3 %, se aplicó dosis de 7 L/133 L de agua por ha para evitar las plagas y enfermedades. 180 después del trasplante, las plántulas tenían 6 pares de hojas verdaderas, lo cual fue el indicativo para ser llevadas a campo. Al momento del trasplante a sitio definitivo se retiró la bolsa sin dañar el pilón, con la mano se mezcló el suelo, se depositó la plántula en el hoyo, una vez posicionada, se apretó con el fin de conseguir un buen anclaje y evitar encharcamiento (Figura 34).

Figura 34. Control de arvenses, resiembra de chapolas y las plántulas de café son llevadas a campo para el sistema agroforestal con café.



3.5.2 Establecimiento del sombrío en el sistema forestal de café. Para la siembra de los árboles nogal cafetero (*Cordia alliodora*), guamo (*Inga edulis*), Leucaena (*Leucaena diversifolia*) Carbonero gigante (*Albizzia carbonaria*), Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*), aliso (*Alnus acuminata*), Sangre drago (*Crotonurucurana*) en el sitio definitivo al momento del trasplante se retiró la bolsa sin dañar el pilón, con la mano se mezcló el suelo, se depositó la plántula en el hoyo, una vez posicionada, se apretó con el fin de conseguir un buen anclaje y evitar encharcamiento.

3.5.3 Siembra de cultivos transitorios. Una vez preparado el terreno se incorporaron los correctivos y la materia orgánica, luego se depositaron las semillas de maíz, frijol, yuca, arracacha entre otras. La siembra se realizó de forma directa.

Para la siembra de las hortalizas (lechuga, acelga, cilantro, cebolla larga, pepino, etc.) en el huerto agroecológico Biointensivo primero se preparó un sustrato el cual contenía 2 partes de tierra negra cernida y 2 de compost, este sustrato se humedeció con microorganismos de montaña activados y realizando la prueba de puño para corroborar la humedad, posteriormente se llenaron bandejas de 50 alveolos cada una, luego con una pitillo se realizaron pequeños huecos en los alveolos donde se depositaron la semillas de las diferentes hortalizas (una semilla por alveolo) dado que como se practica la agricultura biointensiva solo se siembra una semilla por sitio. Luego de la siembra se rotulo con la fecha y nombre cada bandeja, una vez las hojas estuvieron bien formadas y con las características de cada variedad se procedió a trasplantar a sitio definitivo. Para el trasplante se tuvo en cuenta para las hortalizas de hoja sembrar en cuarto creciente de luna que es el momento en que la savia empieza a moverse hacia arriba, primero se remojaron las bandejas y con cuidado se procedió a sacar las plantas para la siembra, esta se realizó en horas de la tarde para evitar el golpe de sol, las camas se cubrieron con pasto picado para proteger el suelo y guardar humedad, los bodes fueron protegidos con tejas para evitar la erosión por las lluvias (Figura 35).

Figura 35. Proceso de siembra de hortalizas en el huerto agroecológico en la unidad productiva



3.5.4 Siembra de plantas alelopáticas. Una vez preparado el terreno se incorporaron los correctivos y la materia orgánica, luego se depositaron las semillas de especies

seleccionadas como flor de muerto, botón de oro, algunas aromáticas, esto en el caso de la siembra asexual. Para otras especies se realizó el proceso de semillero y se siguió el mismo procedimiento de las hortalizas (Figura 36).

Figura 36. Siembra de plantas alelopáticas y barreras vivas en la unidad productiva



3.5.5 Implementación del sistema silvopastoril. En el cuadro 9, se presenta la comparación entre las condiciones edafoclimáticas que se favorecen el establecimiento de un sistema silvopastoril y las condiciones de la unidad productiva Planta de Productor Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC, se observa que la finca se encuentra dentro del rango de adaptación para las gramíneas a implementar, favoreciendo el diseño del sistema, lo que permite que el cultivo tenga un óptimo crecimiento y desarrollo lo cual se traducirá en una buena adaptación, regeneración rápida y capacidad de carga.

Cuadro 9. Contraste de las condiciones del suelo y clima para un sistema silvopastoril

Variables	Rangos Óptimos	Condiciones de la Finca
Altitud (msnm)	0 -1800	1770
Temperatura	25 - 35 °C	13 – 29 °C
PH del suelo	3,5 – 7,8	5,5
Precipitación (mm)	750 - 2500	2058
Profundidad efectiva	30 - 40 cm	100 cm
Intensidad Lumínica	Muy brillante	Sombra ligera
Textura Del Suelo	Francos (Ar-A)	Francos
Fertilidad	Media - alta	Media
Drenaje Del Suelo	Bien Drenado	Buenos

Fuente: Estación meteorológica trinidad Piendamó 2018, Alcaldía de Piendamó -Cauca 2020.

Respecto a los requerimientos nutricionales de las gramíneas que hacen parte del sistema silvopastoril, se observa en el cuadro 7, que los potenciales de hidrogeniones se encuentran en 5,5 dentro del rango optimo según (Peters *et al.*, 2011), por lo que no se realizaron prácticas de encalamiento. Se hicieron aplicaciones de materia orgánica (MO) inoculada con microorganismos de montaña activados (MM) puesto que según el análisis de suelo el

N esta por fuera del rango optimo y la MO es la principal fuente de nitrógeno, restituye los elementos mayores, aporta otros que han sido exportados del campo con las cosechas, se mejoran las condiciones físicas (estructura y la agregación de las partículas del suelo, reducen su compactación, incrementan los espacios porosos y mejoran la infiltración del agua disminuyendo la frecuencia de riego) y según Gutiérrez *et al.* (2008) los suelos con alto contenido de materia orgánica y alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad, así como complejos nutricionales y organismos benéficos que previenen infecciones; de ahí la importancia de la aplicación de abonos orgánicos.

Con el objetivo de complementar el sistema agroforestal de café y demás cultivos en la finca se diseñó un sistema silvopastoril con el cual se mejoró el sistema tradicional de ganadería sin sombrero que se tenía en la finca. El sistema se implementó en 3 ha de las 4,2 has que anteriormente se usaban para explotación ganadera, estos terrenos presentan una topografía ondulada que permite tener ganado bovino de leche.

Para este arreglo se utilizaron especies forestales (*Leucaena diversifolia*), forrajeras (*Tithonia diversifolia*) y guamos (*Inga edulis*), leguminosas (Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), *Desmodium heterocarpon* CV. Maquenque y trébol blanco (*Trifolium repens*)). las cuales se seleccionaron por su rango de adaptación, su capacidad de regeneración y valor nutricional. Para definir las áreas se utilizó las ecuaciones para el cálculo de número de potreros con base en “las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional” (Franco, 2009), se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\# \text{ De parcelas} = (\text{días de descanso} / \text{días de uso}) + 1$$

Teniendo en cuenta esta información se realizó la división de las áreas seleccionadas para ganadería con el número de potreros necesarios para hacer la rotación efectiva.

$$\text{Tamaño de los potreros} = (\text{Área total del potrero} / \# \text{ de parcelas necesarias}) = \text{ha} / \text{potrero}$$

3.5.5.1 Preparación del suelo. El terreno inicialmente se encontraba con pasto *Brachiaria decumbens*, algunas leguminosas y a plena exposición solar, por lo tanto, se realizó el cálculo de la capacidad de carga para lo cual se construyó un cuadrado de 1 m de lado x lado, el cual se lanzó al azar tres veces en diferentes partes de las praderas, se cortó el pasto a 20cm del suelo y posteriormente se pesó cada muestra dando un promedio por m² y posteriormente se calculó la capacidad de carga de las praderas destinadas para ganadería.

Una vez realizada esta práctica se procedió a guadañar a ras de suelo las praderas, se recolectó el pasto cortado el cual fue usado como colchón en las eras del huerto agroecológico, para preparar materias primas como pasto fermentado, para el compostaje y en la cama profunda del establo. Después de la limpieza del lote se procedió a hacer la

mecanización del terreno con tracción animal, una vez hecha la arada, y por las condiciones climáticas (tiempo lluvioso) hubo la necesidad de hacer una rastrilla con tractor para poder garantizar una buena preparación del terreno para la siembra (Figura 37).

Figura 37. Corte de pasto, barrido, aprovechamiento del material vegetal y arado del terreno



3.5.5.2 Trazado del terreno para sistema silvopastoril. El sistema silvopastoril involucra especies leñosas perennes (árboles o arbustos), para esto se realizó el trazado con el fin de sembrar árboles dispersos en el lote (*Leucaena diversifolia*), este trazado fue en triángulo con distancias de 10X10X10 m para una densidad de siembra de 100 árboles/ha, de los cuales una parte es para ramoneo y otra para brindar sombra.

El otro componente tradicional son las especies forrajeras, en el sistema silvopastoril se empleó el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) para el cual se realizó el trazado del lote, este trazado se hizo a curvas a nivel a lo largo del lote. Se trazaron, surcos dobles dejando un metro de distancia entre ellos y de 5 a 7 metros de distancia entre los surcos dobles, posteriormente se realizó el arado de los surcos a una profundidad de 20 cm aproximadamente para depositar la semilla de botón de oro, el trazado se buscó que todos los componentes o estratos dispusieran de luz, necesaria para su desarrollo (figura 38).

Figura 38. Trazado para forestales y especies forrajeras en el sistema silvopastoril



3.5.5.3 Aplicación de enmiendas. Se aplicaron 5 t de abono tipo bocashi por hectárea después de sembrar la mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas para ayudar a taparlas. Este aporte de materia orgánica al terreno ayuda a mejorar la estructura y la fertilidad de los suelos, dado que esta se convierte en humus, el cual funciona como esponja favoreciendo la infiltración del agua en el suelo, su retención y la disponibilidad de

nutrientes, con lo que concuerdan Restrepo y Hensel (2020) posteriormente, con ramas de guadua se procedió a mezclar y tapar la semilla. En la finca se hace la práctica de inocular con microorganismos de montaña activados para poco a poco controlar la acidez de forma natural, estos microorganismos de montaña activados fueron aplicados al abono tipo bocashi antes de ser distribuidos en el terreno y aunque la cal agrícola está permitida en la agricultura orgánica, el aplicarla afectaría el proceso que aquí se lleva a cabo.

La siembra de *Leucaena diversifolia* en sitio definitivo se realizó después de la siembra de gramíneas y leguminosas, se aplicó la enmienda la cual consistió en 2 kg de materia orgánica en cada sitio, posteriormente se revolvió con tierra.

3.5.5.4 Siembra en sitio definitivo. La siembra de semilla de gramíneas *Brachiaria brizantha* cv Toledo y *Panicum máximum* cv. Mombasa, leguminosas (kudzu (*Pueraria phaseoloides*), maquenque (*Desmodium heterocarpon*) y trébol blanco (*Trifolium repens*)), se realizó con semilla certificada para garantizar su germinación. Para el sistema fue necesario emplear 13,30 kg/ha de una mezcla (8 kg/ ha de cv. Toledo; 2 kg/ha de cv. Mombasa, leguminosas kudzu (*Pueraria phaseoloides*) (2 kg/ha), maquenque (*Desmodium heterocarpon*) (330 g/Ha) y trébol blanco (*Trifolium repens*) (1 kg/ha)), para realizar la resiembra se dejaron 2 kg/ha de los 13,30 kg/ha disponibles, se realizó siembra directa. Esta labor se llevó a cabo mezclando el total de la semilla para una ha en 5 pacas de cascarilla de arroz, con el fin de garantizar distribución equitativa y uniforme de la semilla en campo al momento de la siembra, teniendo en cuenta no revolver el cv. Toledo destinado en la zona de ladera con el cv. Mombasa destinado para la zona plana y baja del terreno, una vez hecha la mezcla se procedió a empacar en estopas y llevarla a campo. Para la siembra en campo se usó el método al voleo (Figura 39).

Figura 39. Peso de la semilla, mezcla en la cascarilla de arroz y siembra en campo



3.5.5.5 Siembra de especies forestales. En el sistema silvopastoril se realizó la siembra de 300 árboles de *Leucaena diversifolia*, 12 guamos y 5 cucharos, estos dos últimos ya se encontraban en vivero. La semilla de *Leucaena* fue traída del sistema silvopastoril de la finca de la universidad del Cauca ubicada en el municipio de Timbío, la cual después de seleccionar las mejores se sometió a un proceso de escarificación, el cual consistió en colocarlas en agua caliente y posteriormente dejarlas secar en la sombra. Posteriormente se preparó 1 bandeja de 200 alveolos con sustrato bien compostado y se puso a germinar,

en cada alveolo se depositaron 3 semillas. Pasados 30 días se realizó el trasplante a las bolsas para viveros forestales las cuales median 22x31 cm, estas se llenaron con una mezcla de 2 partes de suelo por 1 de abono tipo bocashi inoculado con microorganismos activados de montaña y se acomodaron en el vivero de la finca, para el trasplante se utilizó un trozo de palo del grosor del palo de escoba, se hizo un hueco en el centro de la bolsa y se depositó dentro de esta con cuidado la raíz de la planta para que no quedara torcida o doblada, ajustándola con la misma tierra suavemente. Con otra parte de la semilla se realizó siembra directa en la bolsa (Figura 40).

Figura 40. Selección de semillas *Leucaena diversifolia*, escarificación, siembra en los alveolos de la bandeja y trasplante a bolsa



Para la siembra en campo de la *Leucaena diversifolia* se llevaron a campo, retirando la bolsa con cuidado, después de revolver dentro del hueco la materia orgánica con la tierra, se depositó la plántula agregando más tierra y ajustándola con las manos y los pies suavemente, reduciendo la posibilidad de encharcamiento (Figura 41).

Figura 41. Ahoyado, aplicación de enmiendas y siembra de la *Leucaena diversifolia* campo



3.5.5.6 Siembra de botón de oro. La siembra de botón de oro se realizó con estacas del Banco Forrajero de la planta de productos orgánicos don alejo, la otra parte de la semilla se consiguió a través de intercambio con los vecinos, se procuró que la semilla fuera proveniente de plantas jóvenes, sanas y vigorosas. La siembra de las estacas de botón de oro se realizó colocando la semilla dentro del surco de forma diagonal, haciendo un traslape entre ellas, luego se agregó un poco de tierra para tajarla parcialmente (Figura 42).

Figura 42. Consecución y siembra de la semilla de botón de oro



3.5.5.7 Banco Forrajero. Se realizó una ampliación del Banco Forrajero de 1880 m² a 2230 m². Se dejó un metro de distancia entre surcos para siembra de caña panelera, morera, y ramio. La siembra se realizó por estacas, aplicando un kg de abono orgánico por metro lineal a una profundidad del surco de 20 cm.

3.6 MANEJO DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

Entre las actividades importantes para el manejo del sistema son las labores culturales como el plateo, la fertilización y el manejo de arvenses, lo cual se hizo usando el mismo principio en el sistema agroforestal de café, huerto y el sistema silvopastoril.

Plateo. Se hizo raspado al pie de los árboles de café, de los forestales y de las aromáticas para mantener el plato limpio, con la mano y/o machete con el fin de no herir las plantas, una vez hecha esta práctica nuevamente el monte arrancado se colocó al pie de plántulas para guardar humedad y proteger el suelo de los diferentes factores ambientales.

Fertilización. Antes de la fertilización se tuvo en cuenta los resultados del análisis de suelo y la etapa fenológica de las especies sembradas, la aplicación del abono sólido tipo bocashi, se realizó en el plato de cada planta por la presencia de la mayoría de raíces absorbentes en este sitio, para la aplicación se depositó el abono en pilón en la parte superior del plato para que este se mantenga húmedo y los microorganismos puedan actuar, además de ser un indicador, dado que cuando el pilón está a ras de suelo se debe hacer la próxima aplicación.

Manejo de hierbas. Se contaron las arvenses de las calles (a 5 cm de altura) con guadaña evitando dejar desnudo el suelo, y en los lugares donde se encontraban gramíneas se realizó un desenraice para progresivamente ir reduciendo y controlando las hierbas de hoja ancha, dado que la fertilización se realizó con materia orgánica bien compostado y

aplicación de microorganismos de montaña activados esto favorece la presencia de arvenses nobles que cubren el suelo (figura 43), cuando se han encontrado gramíneas se realiza un desenraice para progresivamente ir reduciendo la población, igual se hace con las hierbas de hoja ancha, dado que la fertilización se realizó con materia orgánica bien compostado y aplicación de MMA esto favorece la presencia de arvenses nobles que cubren el suelo.

Figura 43. Limpieza y parcheo de gramíneas con azadón en el sistema de café



3.6.1 Manejo sanitario. Se utilizó el control biológico primero restableciendo el equilibrio ecológico de la finca, diversificando los cultivos y a través de la siembra de barreras y cercas vivas, trampas, túneles con poli sombra, plantas alelopáticas; en ocasiones se usó sustratos de plantas para fumigar como el M9 el cual es un Extracto botánico, funciona como repelente e insecticida se elabora a base de fermentación para extraer el ingrediente activo de diferentes plantas con alcohol de 96° (FCC, 2020), este producto se elabora y comercializa en la Planta de Productos Orgánicos “Don Alejo”, agidol e higuero para las hortalizas. Este manejo se realizó con el fin de mantener la población de plagas en niveles por debajo del umbral de daño económico (figura 44).

Figura 44. Manejo de plagas en el huerto agroecológico en la unidad productiva



3.7 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES DEL SISTEMA

En los diferentes componentes del sistema se incluyeron especies forestales donde, el enfoque del ecosistema análogo es la base para la promoción de sistemas agroforestales, especialmente la construcción de agroecosistemas con bosque, que imitan la sucesión vegetal y que exhiben bajos requerimientos de fertilización, alto uso de nutrientes disponibles y alta protección contra plagas y enfermedades (Gutiérrez, 2008). En total se sembraron 350 árboles forestales (300 en el sistema silvopastoril dispersos en los potreros y 50 en el agroforestal con café y linderos) en la finca Planta de Productor Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC.

Para establecer el sistema agroforestal con café, se seleccionaron especies forestales nativas que teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas y edáficas de la finca favorecen su crecimiento y desarrollo y no presentan aspectos negativos sobre el cultivo del café (cuadro 10), a continuación, se describe la importancia y la función del sistema.

Cuadro 10. Comportamiento fisiológico de las especies forestales integradas al sistema agroforestal de café y silvopastoril

Especie	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i>	<i>Inga edulis</i>	<i>Albizzia carbonaria</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Leucaena diversifolia</i>
Rango altitudinal (msnm)	0-2000	0 - 2000	1400 -2000	0 - 2000	1500 -3000	0 - 2200
Altura	30	35	9.8	15	25	3 - 20
Longevidad (años)	36 - 60	60	36-60	36 - 60	36 - 60	50
Densidad de follaje	Media	Media	Alta	Me dia	Media	media
Habito de crecimiento	Alborea	Arbórea	Arbustivo	Arbórea	Arbórea	Arbustiva
Amplitud de copa (m)	7 - 14	Mayor a 14	-	Mayor a 14	7 – 14	-
Usos y función	Construcción restauración ecológica sombrío	Forraje, abono Medicinal, insecticidas, restauración ecológica	Sombrío de cafetales , fruto, leña.	Madera, restauración ecológica	Madera, Recuperación de suelos, degradadas, sombrío.	Barreras, cerca viva, abono verde, leña, sombra.

Fuente: Tomado del Inst. de Inv. de Recursos Biológicos Alexander von (Humboldt), Farfán 2010 y Daza 2018.

Nogal cafetero (*Cordia alliodora*) es apropiado para usar en el sistema agroforestal por tener una copa estrecha, rápido crecimiento, poda natural y producir madera de calidad para ebanistería que tiene un alto costo en el mercado, generando un beneficio económico a futuro importante para el productor (Farfan V., 2012), Estos árboles se establecieron en arreglos agroforestales permanentes y temporales como bosque protector y en linderos o barreras vivas, lo cual sumado a las zanjas de infiltración disminuye el arrastre del suelo y

posibles procesos erosivos por factores ambientales sobre el mismo y sobre el cultivo, además de delimitar el cultivo de café lo que coincide con Arcila *et al.* (2007).

Cachimbo (*Erythrina poeppigiana*), ayuda a conservar el suelo y contribuye a la producción sostenible y mantenimiento de la biodiversidad. Las especies de *Erythrina nodulosa* abundantemente con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Bradyrhizobium*. Las hojas verdes de *Erythrina sp.* contienen 4,1% a 4,9% de nitrógeno, lo que hace que sea una excelente especie para la producción de abono verde. Se empleó en el sistema agroforestal de café, barreras vivas para la protección del suelo y para reducir los procesos erosivos. (Farfan *et al.*, 2016).

Guamo (*Inga edulis*) y Carbonero gigante (*Albizia carbonaria*), son apropiados en los sistemas agroforestales con café y en sistemas silvopastoriles por su aporte óptimo de sombra (Farfán *et al.*, 2010), según Coral, *et al.* 2006, los agroforestales con café y este forestal son depósitos importantes de carbono 72,5 y 75,7 t/ha, por el constante flujo de materia orgánica aportado por la biomasa vegetal. *Inga edulis*, se establece como bosques protectores, plantación en linderos en franjas o barreras dobles, barreras rompevientos, o cultivos en callejón (Farfán *et al.*, 2010), en el sistema agroforestal con café se estableció en linderos y en el sistema silvopastoril como bosque protector disperso en el lote.

Aliso (*Alnus acuminata*), es apropiado para la reforestación por el crecimiento rápido y por su aspecto agradable por eso se utiliza de forma ornamental, la raíz es fijadora de nitrógeno atmosférico, es caducifolio antes de la floración, haciendo aporte de material vegetal al suelo, sirve de leña para los productores (Penagos *et al.*, 2005) En el sistema se implementó en los linderos cercanos a las fuentes hídricas del agroforestal con café.

Leucaena (*Leucaena diversifolia*), posee una calidad muy buena del forraje y también múltiples usos para la madera, se emplea como forraje para el ganado, como suplemento de la dieta hasta un 30% de esta, brinda confort por su óptima sombra al ganado, además de ser una leguminosa fijadora de nitrógeno atmosférico. Es apta para linderos, barreras, cercas vivas, ramoneo, corte, acarreo, sombra, leña y abono verde, En el SIPA se sembró dispersa en el lote del sistema silvopastoril para aprovechar la sombra y algunas se dejaron para ramoneo (Hoyos, 2018).

3.8 CULTIVOS TRANSITORIOS EN EL SIPA

Las especies de ciclo corto se seleccionaron para ser sembradas en las calles del café, parte en el sistema silvopastoril y en el huerto agroecológico Biointensivo. Se sembró frijol, maíz, arracacha, yuca, acelga, lechuga, zanahoria, cilantro, cebolla larga, cebolleta, repollo, pepino y rábano dado que son especies que se producen en la zona y hacen parte de la seguridad y soberanía alimentaria de las familias de la región y los excedentes se comercializaron permitiendo tener un flujo de caja. Además, los cultivos de ciclo corto como el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) hacen parte de los productos básicos de la canasta familiar

por su alto contenido de proteína, fijador de nitrógeno atmosférico y por el poder de movilizar el fósforo, lo anterior se traduce en reducción de costos para compra de insumos y el manejo de arvenses, permitiendo mantener humedad en el suelo porque igual que el maíz una vez terminada la cosecha aporta material vegetal el cual es materia prima en la elaboración del abono compostado, en este proceso este material vegetal libera nutrientes que enriquecen la materia orgánica la cual es suministrada a los cultivos (Arcila, 2007), como el café, transitorios y praderas.

En el Cuadro 10, se muestran los requerimientos edafoclimáticas de las especies de ciclo corto seleccionadas para sembrar en el SIPA, los cuales están acordes con las características que tiene la finca, la arquitectura de los cultivos seleccionados se adecua para ser intercalada aprovechando las calles como en el sistema agroforestal con café antes de la primera cosecha sin que afecte la producción; con la distancias que se manejaron se pretende mejorar la eficiencia biológica del sistema (Moreno, 2007).

Cuadro 11. Requerimientos edafoclimáticas de las especies seleccionadas.

Cultivo	Nombre científico	Rango Altitudinal (msnm)	Temperatura (°C)	PH	Requerimiento hídrico(mm /año)
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	0 - 4000	10-27	5,3 – 7,5	1000-1500
Maíz	<i>Zea mays L.</i>	0 - 3000	20-30	5,5 – 7,5	500-800
Arracacha	<i>Arracacia</i>	1500 - 3000	15-21	5,0 – 6,0	600-1200
Yuca	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	0 - 1800	25-32	4.0 - 7.0	500-2000
Acelga	<i>Beta vulgaris</i>	1400 -2800	15-25	5,5 – 8,0	300-600
Lechuga	<i>Latuca sativa</i>	0 - 2600	15-18	5,2 – 5,8	300-600
Zanahoria	<i>Daucus carota L.</i>	200 - 2400	16-18	5,8 - 7,0	500-600
Cebolla	<i>allium fistulosum</i>	0 - 2700	12 - 21	6,2 – 7,3	500-600
Cilantro	<i>Coriandrum sativum L.</i>	600 - 2500	19 – 27	6,0 – 7,0	1500-1600
Remolacha	<i>Beta vulgaris L.</i>	1200 - 1800	13-16	5,5 – 6,5	300-600

Fuente: tomado del DANE 2015 (ACUNA, 1998); (Vallejo y Estrada, 2004)

3.9 MANEJO SANITARIO DEL SUB SISTEMA VEGETAL DEL SIPA

Se tendrá un suelo rico en materia orgánica el cual, generalmente, exhibe buena fertilidad edáfica, así como redes tróficas complejas y organismos benéficos” (Hendrix *et al.*), que previenen infección por organismos patógenos. “La composta puede afectar positivamente la resistencia de las plantas a las enfermedades” (Trankner, 1992) De hecho, hay evidencia creciente de que “los cultivos que crecen en suelos ricos en materia orgánica y biológicamente activos, son menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades” (Luna, 1988), cuyo control constituye en muchos casos un costo adicional relevante.

Las plantas seleccionadas e implementadas en el sistema integrado de producción agropecuario de la unidad productiva contribuyen de forma alelopática entre cultivos y son materia prima para la elaboración de extractos utilizados en el manejo integrado de plagas y enfermedades que han representado un daño económico por las afectaciones que se presentan en los cultivos. El *Cymbopogon citratus* y *Cymbopogon nardus*, se encuentra como cercas vivas alrededor de los lotes del cultivo de café o como cultivo protector en áreas degradadas como en el huerto Biointensivo, debido a su efecto favorable en la conservación de suelos según Serrato y Moreno (2003), además de ejercer una alelopatía negativa sobre la germinación de *Biden Pilosa*. Estas plantas son reconocidas por sus propiedades medicinales y ampliamente utilizadas en la extracción de aceites esenciales con diversos fines. El *Ricinus communis L.* Es usado para la elaboración el higuerrillo que es un bioinsecticida muy útil en el control de cucarrones, mariposas en hortalizas y frutales (Delgado, 2012).

En el cuadro 12 se presenta el consolidado de las plantas sembradas que generan efectos alelopáticos positivos sobre el cultivo y medicinales que son útiles para el manejo el SIPA que se adaptan a las condiciones de la unidad productiva.

Cuadro 12. Especies Alelopáticas Sembradas en el SIPA

Especie	Rango altitudinal	Principio activo	Problema sanitario	Modo de uso
Limoncillo (<i>Cymbopogon citratus</i>)	0 – 1900 msnm	Componentes volátiles en los aceites esenciales (farseno, mircenol, citral, neral, geranial, citronelal, linalol, diterpeno, y limoneno).	Repelente de mosquitos, ácaros y trips.	Siembra directa en barreras y aplicación directa por aspersión.
Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>)	0 -1900 msnm	Componentes volátiles en los aceites esenciales (linalol, citronelal, mircenol, neral, carvomenthenal).	Repelente de mosquitos, ácaros y trips.	Siembra directa en barreras y aplicación directa por aspersión.
Aji (<i>Capsicum frutescens</i>)	0 – 2500 msnm	Capsicina actúa como insecticida o repelente	Control de trips, áfidos, ácaros, minador, pulgones, mosca blanca, mildew, piojos chupadores, roya.	Aplicación directa sobre la parte aérea de las plantas
Higuerilla (<i>Ricinus communis L.</i>)	300 – 2300 msnm	Metabolitos secundarios como ricina, alcaloides, ricinica y albumina.	Control de insectos y nematodos en los cultivos	Extracto de las semillas (higuerillo)
Ruda de castilla (<i>Ruta graveolens L.</i>)	1500 -2400 msnm	Inulina, rutina, yoduro, tanino, crosofanol.	Antracnosis (<i>collototrichum spp.</i>)	Extracto de ruda, siembra en los linderos

Fuente: (Córdoba, 2012); (Arboleda et al., 2012); Vásquez et al 2016; (Escobar et al., 2012).

3.10 PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS

La literatura es abundante sobre los beneficios de las adiciones de enmiendas orgánicas, que estimulan a los residentes antagonistas en cuanto que fomentan el control biológico de enfermedades vegetales. Campbell (1989) y Liebman *et al.* (1997) han sugerido que patrones retrasados de disponibilidad de nitrógeno en sistemas con bajos insumos externos pueden favorecer cultivos de semillas grandes, sobre malezas de semillas pequeñas. También han encontrado que la adición de materiales orgánicos puede cambiar la incidencia y severidad de enfermedades de origen edáfico, que afectan a las arvenses, pero no a los cultivos. Tales resultados sugieren que esos mecanismos ubicuos para suelos manejados orgánicamente pueden disminuir la densidad y crecimiento de arvenses, manteniendo rendimientos aceptables del cultivo, con costos mucho menores. Lo anterior explica la importancia de la elaboración de abonos orgánicos, entre los que se destacan:

3.10.1 Abono tipo bokashi. A partir del procedimiento realizado según los protocolos (paso a paso de para la elaboración del abono descrito por (FCC, 2020), una vez estabilizada la temperatura a través de la aireación y la humedad correcta sin afectar la actividad microbiana del abono tipo bocashi lo cual coincide con Restrepo (2020), se obtuvo el abono, inicialmente se prepararon 33,7 t, obteniendo al final 30,5 t, porque generalmente se reduce en 20% pero dado que se utilizó material previamente compostado solo se redujo el 11% del total de la pila, este abono tipo bocashi se empleó para el establecimiento de los cultivos del sistema agroforestal de café, en el sistema silvopastoril, en el Banco Forrajero y en el huerto agroecológico.

Restrepo y Hensel (2020) afirman que la incorporación del material compostado permite mejorar gradualmente la fertilidad, la nutrición y la vitalidad de la tierra. El suelo conserva mejor la humedad y amortigua mejor los cambios de temperatura lo que permite mayor eficiencia fisiológica de los cultivos, además de proteger el ambiente, la fauna, la flora, la biodiversidad y la calidad del agua por el hecho de estar libre de residuos de venenos y fertilizantes altamente solubles a base de nitratos, como la MO mejora la estructura y permeabilidad del suelo, se reduce el escurrimiento superficial del agua. En algunas experiencias en hortalizas se ha logrado estimular y acelerar los ciclos vegetativos lo que se ha traducido en más cosechas por hectárea.

Los abonos orgánicos al mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejoran la eficiencia en la absorción nutricional por parte de las plantas lo cual mejora el crecimiento, el desarrollo y el volumen del sistema radicular, lo que permite obtener cultivos sanos y vigorosos que no se enferman fácilmente porque están protegidas por el equilibrio y la armonía nutricional.

Los abonos orgánicos son elaborados a partir de las materias primas de la finca, por lo tanto, son económicamente viables, dado que permiten a los productores reducir costos y teniendo en cuenta que en los análisis de elementos trazos y la cantidad de vitaminas son superiores en los sistemas orgánicos de producción, cuando son comparados con los

sistemas de la producción agro dependientes de venenos y fertilizantes químicos, son una muy buena alternativa para la nutrición del sistema (Restrepo y Hensel 2020).

3.10.2 Microorganismos de montaña. Se elaboraron 100 kg de microorganismos de montaña los cuales se utilizaron para la elaboración del abono tipo bocashi, inoculación del terreno en las praderas y en la implementación del sistema integrado de producción.

Los microorganismos de montaña según Restrepo y Hensel (2020) sirven para enriquecer biológicamente el abono bocashi, para activar y recuperar la vida del suelo por medio de Biopreparados fermentados, acelerar los procesos en la descomposición de la materia orgánica y fortalecer la salud y nutrición de las plantas.

3.10.3 Nitrógeno natural. Se elaboraron 100 litros de nitrógeno natural, el cual se utilizó en las fertilizaciones periódicas y foliares de las praderas. Este Biopreparados se elabora con gallinaza como materia prima dado que es la principal fuente de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre y boro, entre otros (Restrepo y Hensel 2020). Esto N ayuda a mejorar las características vitales y nutricionales del suelo y la fertilidad de los cultivos, en este caso en el sistema silvopastoril para la producción de forraje es necesario el aporte de nitrógeno para una rápida recuperación de las praderas.

3.10.4 Te de lombriz. Se elaboraron 200 litros de té de lombriz obtenido de un proceso de fermentación aeróbico, el cual es utilizado en la fertilización de los cultivos establecidos en el sistema integrado de producción agropecuaria, dado que este biofertilizante estimula el desarrollo vegetativo en los cultivos.

3.10.5 Biofertilizante Fertibiol. Se empleó en los cultivos implementados en la finca, aunque no se preparó dado a la existencia en bodega de este producto. Según Restrepo y Hensel (2020), los Biopreparados sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida el suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, es una alternativa viable dado que puede suplir totalmente los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria lo que permite a los productores disminuir los costos de producción en su finca.

3.11 INTERACCIONES EN EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

El comportamiento de una unidad productiva está determinado por el nivel de interacciones entre sus diversos componentes bióticos y abióticos. Las interacciones que mueven el sistema son aquellas en que ciertos productos o resultados de un componente se usan en la producción de otros (por ejemplo, arvenses empleadas como alimento de ganado, estiércol usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivos utilizados como abrigo y mezclas de estiércol y paja para composta) (Gutiérrez *et al.*, 2008). En la figura 45 se

presentan las diferentes interacciones que se presentan en el sistema integrado de producción implementado en la unidad productiva.

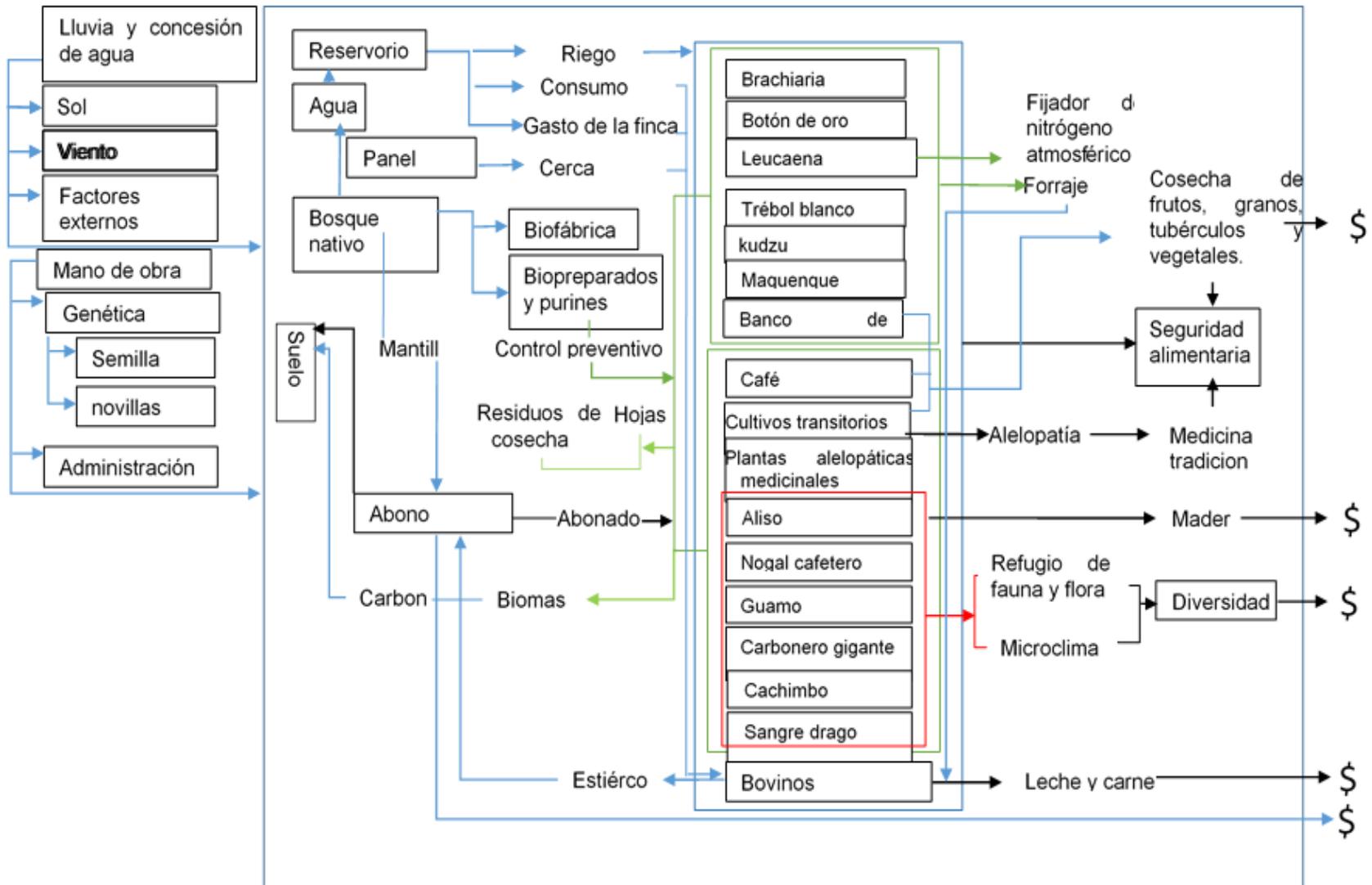
Para diseñar el sistema integrado de producción se tuvieron en cuenta los recursos con los que se cuenta la finca y la región, el clima, las características físicas, químicas, biológicas del suelo, la topografía del terreno, las especies vegetales (forestales, frutales, gramíneas y leguminosas) que están adaptadas a las condiciones de la zona, y la forma en que se integran al cultivo principal mejorando sus bienes y servicios.

El sistema integrado de producción incluye 3 subsistemas agrícola, forestal y pecuario. En el sistema agrícola se destaca el agroforestal con café, siendo el café el cultivo principal el cual está asociado con árboles forestales, cultivos transitorios y plantas alelopáticas. En el sistema pecuario se destaca el subsistema silvopastoril, el cual está compuesto por gramíneas como cv. Toledo y Mombasa acompañado de leguminosas que ayudan a la fijación de nitrógeno atmosférico contribuyendo a la fertilidad de los suelos, el aporte de abono verde y al control y crecimiento de arvenses. Este sistema integrado se implementó con el fin de aprovechar la relación que se genera entre las diferentes especies presentes e intervenir de forma positiva generando una mayor diversidad.

Adicionalmente recuperar el equilibrio en el sistema, cuidando y preservando el ambiente, reduciendo costos de producción, preparando la finca para las condiciones ante el cambio climático y fomentando y enriqueciendo la seguridad alimentaria en el territorio con lo que concuerda Altieri y Nicholls (2013).

Una vez implementado el sistema se fortalecieron los procesos de reciclaje de biomasa (aporte de carbono al suelo) de los diferentes sistemas, se optimizó la disponibilidad y el flujo de nutrientes en la unidad productiva, se garantiza a partir de la producción de abonos que el suelo contenga las condiciones favorables para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos, se mejora la actividad microbiana y las buenas prácticas disminuyen la pérdida de suelo causada por la erosión generada por la radiación solar, aire, agua entre otros; la cobertura vegetal permite capturar el exceso de nutrientes en época de lluvia y sirve como refugio y alimentación para diferentes organismos benéficos con lo que concuerda Tiltonell (2020).

Figura 45. Interacciones identificadas en el SIPA, cuyo componente principal es la Planta De Productos Orgánicos “Don Alejo”



3.12 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCTOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC

La conversión a un sistema con bajos insumos externos es un proceso de transición con tres fases marcadas: a) Eficiencia creciente en el uso de insumos, por medio del manejo integrado de plagas y el manejo integral en la fertilidad del suelo; b) sustitución de insumos por insumos ambientalmente benignos; c) rediseño del sistema y diversificación con un ensamblaje cultivo/animal óptimo, que promueva sinergismo (Mc Rae *et al.*, 1990).

El objetivo es que el agroecosistema pueda mejorar su propia fertilidad edáfica, la regulación natural de plagas y la productividad de los cultivos, factores decisivos para el beneficio obtenido por los productores Gutiérrez *et al.*, (2008). Investigaciones realizadas en zonas de colinas, después de que en Centroamérica se presentó el huracán Mitch, mostraron que los campesinos que usaron prácticas sustentables, como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería, sufrieron menos daños que sus vecinos convencionales. “Las parcelas sustentables tuvieron de 20 a 40% más suelo superficial, mayor humedad edáfica, menos erosión y experimentaron menores pérdidas económicas” Convergencia (Universidad Autónoma del Estado de, 2008), los resultados de los componentes establecidos son:

3.12.1 Sistema Agroforestal Con Café (coffea arábico). La selección del cultivo de café como parte del sistema agropecuario obedece a su adaptación, genera empleo en las zonas rurales, es un cultivo de importancia económica, segundo producto básico más valioso del mundo, con mercado interno y de exportación, hace parte de la dieta, se utiliza como materia prima para bebidas entre otros usos.

Para el sistema de producción, el café hace parte de los cultivos que permiten la diversificación de ingresos y junto a las especies acompañantes como forestales, cultivos transitorios, alelopáticas y las barreras vivas se genera sinergias que permiten fortalecer todo el sistema productivo, por las cosechas, el material vegetal para composta, protección etc. Figura 46.

Figura 46. Contraste entre el antes y después de implementar el componente agroforestal con café.



Componente Forestal. Los árboles regulan los excesos de agua que pueden saturar y erosionar el suelo mediante tres procesos: interceptación, evapotranspiración y la disminución de la energía erosiva del agua. Es así como la vegetación arbórea y arbustiva es la mejor aliada del caficultor para la prevención de los movimientos masales y erosión avanzada (Salazar, 2010), los forestales, se establecieron tanto en el sistema silvopastoril como con café (figura 47).

Figura 47. Contraste del antes y después de implementar el Componente agroforestal



Inga edulis. Se sembraron dispersos en el lote de café, la cobertura por el sombrío de esta especie afecta positivamente la producción de café en densidades de siembra de 70 plantas/ha, se obtiene a los 3,5 años de establecidos los árboles según (Baute *et al.*, 2010) la producción de café es 50,9% superior con este sombrío.

Cordia alliodora. Se instalaron los árboles especialmente en los linderos para evitar efectos negativos en la producción de café y aprovechar los espacios en el terreno dado que el Nogal cafetero (*Cordia alliodora*) Aporta materia orgánica, ayuda al ciclaje de nutrientes, brinda protección del cultivo, protección del suelo, es utilizado como leña, madera para pulpa y aserrío.

Albizia carbonaria. Se distribuyó en el lote de café en porcentajes de sombrío del 47% y 52%, dado que el sombrío proporcionado por *A. carbonaria*, influye positivamente sobre la producción de café; porcentajes de cobertura arbórea por encima del 55% afectan negativamente la producción (Coffee Research, 1975)

Erythrina Poeppigiana. Es un árbol grande de 10 a 15 m de altura (máximo 26 m), con copa redondeada, ramas extendidas, tronco corto con espinas de 1 a 2 cm de largo, muy ramificado, la corteza es marrón, grisácea o verde oliva, y escamosa. Se sembró en surcos distribuidos en todo el lote, alternado con otras especies forestales y de diferentes estratos, es importante en el porte de material vegetal y a mejorar la productividad del cultivo de café. En la Estación Experimental de El Tambo y bajo sombrío de *E. Poeppigiana* se produjeron 3.473 kg. ha⁻¹ de café pergamino seco durante un ciclo de seis cosechas, 10,0% más que con guamo santafereño (Farfán, 2016).

3.12.2 Especies alelopáticas. Se establecieron de forma intercalada y en los linderos de los cultivos, las especies sembradas tienen propiedades alelopáticas aportando beneficios a los cultivos y también se utilizan según Villarreal, 2010, en Infusiones. A partir de las plantas frescas. Se machaca un kilo del material vegetal, en un litro de agua hirviendo, se deja durante 10 minutos. Se tapa y 12 horas de reposo después se remover y colarla. Cada litro de infusión se diluye en 20 litros de agua para su aplicación.

Los Purines. Los cuales sustancias obtenidas a través de procesos de fermentación. Se utiliza 3 partes de la planta verde por 7 partes de agua, se macera las partes de la planta fresca y se ponen a fermentar en tarros plásticos, se tapa con lienzo y se protege de la lluvia. Se revuelve el contenido diariamente, hasta que se suspenda el hervor de la fermentación y el olor. Se aplicar 1 litro de purín mezclado con 16 litros de agua.

Los Hidrolatos. Que son sustancias de plantas sometidas a un proceso de cocción. Se ponen a fermentar en tanques plásticos. Se tapar y proteger de la lluvia. Se deja fermentar hasta que se suspenda el hervor y el olor de la fermentación y se aplicar un litro de hidrolato mezclado con 16 litros de agua.

Los Biopreparados o controladores de plagas puede actuar como agente morfogénico: o sea, que estas sustancias ocasionan alteraciones en el desarrollo y fisiología de los huevos, larvas, pupas o adultos del insecto. Actúan estas sustancias también como anti alimentario: o sea, que los compuestos botánicos inhiben la alimentación normal del insecto, afectando el sistema digestivo, imposibilitándolo para comer, como consecuencia se altera su ciclo biológico o mueren por hambre. Tienen un efecto antibacterial: ya que evita que las bacterias crezcan. Tienen un efecto antiviral: o sea, que inhibe o imposibilita que los virus se reproduzcan y proliferen. Alguna sustancia tiene un efecto atrayente: ya sea por su olor o sabor, las plantas con estas características son las utilizadas como cebos o plantas trampas dentro del cultivo. Tiene efecto Fungicida: o sea, que atacan a los hongos.

Herbicida: Efecto por el cual los extractos botánicos pueden quemar, inhibir la germinación o el crecimiento de las malezas. Unas sustancias son inhibidoras del crecimiento del insecto o del hongo: este efecto se pueda dar cuando el insecto come, o entra en contacto con la sustancia, y este insecto afectado no puede terminar su ciclo de vida; este mismo efecto puede también afectar el crecimiento de hongos y bacterias.

Hay sustancias que actúan básicamente sobre el sistema nervioso del insecto y se conocen como insecticidas, producto utilizado para el control de insectos plagas. Generalmente actúan a nivel del sistema nervioso (Villarreal, 2010).

Para algunas hortalizas y en el agroforestal con café dado a que en la finca no se encontraban cultivos y espacios naturales que permitiera a esos insectos un habitat o un refugio, se usó algunos purines para bajar la población de estos que afectaban los cultivos como el agidol, higuierillo y M9. De ahí la importancia de que el sistema de producción sea dinámico y funcional, la interacción entre los diferentes componentes que lo integran buscando una complementariedad y equilibrio entre ellos.

3.12.3 Cultivos transitorios. En los componentes de sistemas integrado de producción agropecuario se incluyeron cultivos transitorios (figura 48) y hortalizas en el huerto agroecológico (figura 49) de ciclo corto que tienen como finalidad fortalecer la soberanía y seguridad alimentaria. La incorporación del componente arbóreo combinado con cultivos o gramíneas en diseños temporales y espaciales ha permitido contribuir a mejorar la calidad de productos como el café, proteger y formar el suelo, mejorar su fertilidad, regular el microclima, proteger y conservar la biodiversidad, manejar las plagas y enfermedades, y además contar con productos que proporcionan cierta estabilidad económica y alimenticia al pequeño productor, como combustible, materiales de construcción, alimento y medicinas (figura 50) (Gutiérrez *et al.*, 2008).

Figura 48. Contraste del área de Cultivos transitorios antes (izquierda) y después de establecido los cultivos (derecha) en la unidad productiva



Figura 49. Contraste del Huerto agroecológico Biointensivo antes (izquierda) y después de establecido (derecha) en la unidad productiva



El Maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) son cultivos de valor económico, además de ser alimentos que hacen parte de la soberanía alimentaria al igual que las hortalizas en la unidad productiva, por tanto, parte de la cosecha se dispuso para el consumo y el remanente para la venta (cuadro 12), y apporto ingresos económicos que constituyeron a la caja menor lo que contribuyo gastos mientras los componentes del sistema implementados como el silvopastoril esté funcionando y los cultivos como el café este en producción.

Figura 50. Cosecha de productos en el Huerto agroecológico en la unidad productiva.



3.12.4 Sistema Silvopastoril. Buscando mejorar la calidad de la nutrición del ganado, se recurre a un sistema silvopastoril en el que se establece una pradera mejorada con pasto *Brachiaria* cv. Toledo y Mombasa. Así, el diseño que se propuso está confinado a un área de 3 ha, en la que se distribuyen 25000 plantas de *Tithonia diversifolia* y 300 de *Leucaena diversifolia*, integradas con el cultivo de pasto *Brachiaria* cv. Toledo y Mombasa (figura 59), tomando como base lo planteado por Altieri (2004) quien afirma que una de las estrategias clave en la agricultura sostenible es restaurar la diversidad agrícola del paisaje, mejorándola por medio de rotaciones de cultivos y secuencias en el tiempo y el espacio en forma de agroforestería y mezclas de cultivos”. Se dispusieron las plantas de *Tithonia diversifolia* en surcos dobles y la *Leucaena diversifolia* distribuidas en el lote (figura 51). Cabe resaltar que el cultivo de *Brachiaria* cv. Toledo y Mombasa se mezcló con algunas leguminosas como Maquenque, trébol blanco y kudzu lo que disminuye el crecimiento de arvenses y es fuente de proteína en la dieta animal.

Figura 51. Comparación del área del Sistema silvopastoril antes de implementar (izquierda), y después de establecido (derecha) unidad productiva



Con la implementación del sistema silvopastoril, la explotación ganadera cuya extensión inicial era de 4,5 ha se redujo a 3 ha con una capacidad de carga de 6 cabezas de ganado, como colinda con el sistema agroforestal de café se complementan, porque aporta el estiércol como materia prima requerida en la producción de abonos y contribuye a la

diversificación de ingresos con la venta de terneros y de productos lácteos como la leche (figura 52).

Figura 52. Componentes que integran el sistema silvopastoril (Leucaena diversifolia, establo, reservorio de agua, Banco Forrajero) en la unidad productiva



Los subsistemas implementados en La Planta de Productos Orgánicos Don Alejo Escuela Campesina (FCC), son complemento para el sistema principal que es la planta de productos orgánicos Figura 55), porque primero es un espacio para la investigación alternativa a partir de los saberes campesinos donde se integra a su vez la escuela campesina FCC, la identidad campesina a través de la recuperación de la memoria (museo casa de la memoria), el cuidado de las semillas nativas y criollas (casa de semillas) y la validación de prácticas campesinas (Laboratorio campesino) (figura 53) y segundo, la planta es la que dinamiza la economía de la finca, elaborando y comercializado al año alrededor de 400 toneladas de Bioabono, 2500 litros de biofertilizante, 2000 litros de caldo húmico potásico, 1000 litros de Sulfocontrol, 1330 litros de microorganismos de montaña activado, 632 litros de M9, entre otros productos.

Figura 53. Planta de Productos Orgánicos “Don Alejo” Escuela Campesina FCC



La planta comercializa los insumos a agricultores de flores, café, fresa, etc., de la zona, a las organizaciones de base y licitaciones de proyectos. Esto surge a partir de la necesidad del no reconocimiento de prácticas y saberes del campesinado y en este contexto según Gutiérrez *et al.* (2008), la misión crucial de las instituciones públicas, en relación directa con los productores agropecuarios, es no ser excluidos de los beneficios del desarrollo.

Esto significa que la equidad debe llegar a las comunidades rurales a través de oportunidades reales, para que estas mismas puedan protagonizar la solución de sus problemas. Ofrecer oportunidades significa reivindicar la inventiva tradicional, la organización-participación local, y poner a disposición de todos los estratos de agricultores alternativas tecnológicas (muchas de ellas originadas por los propios campesinos), “que sean compatibles con los recursos de los que ellos disponen y capacitación para que sepan aplicarlas y difundirlas, para el escalonamiento de la agricultura sustentable” (Pretty, 1995)

3.13 PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE LA FINCA PLANTA DE PRODUCTOS ORGÁNICOS “DON ALEJO” ESCUELA CAMPESINA FCC

Cada sistema de producción representa a un grupo distinto de técnicas de manejo y las relaciones ecológicas implicadas. Esto enfatiza el hecho de que el diseño es específico para cada sitio, y lo que puede ser aplicable en otra parte no son las técnicas, son los principios ecológicos que subyacen en la sustentabilidad.

Una estrategia de manejo integrado de recursos naturales (MIRN) en una unidad productiva debe generar un nuevo enfoque que considere los efectos interactivos de los sistemas ecológicos y socioeconómicos a nivel eco regional, bajo dos definiciones principales: manejo responsable y de amplio fundamento de la base de recursos biológicos, de tierra, agua y bosque; y manejo de los procesos biogeoquímicos (Gutiérrez *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta lo anterior se presenta la siguiente estrategia de manejo para el sistema integrado de producción agropecuaria (SIPA):

3.13.1 Sistema Agroforestal con café A partir de la selección del lote hasta la primera cosecha del cultivo de café de variedad castillo, Colombia, supremo, transcurrirán dos años según (Arcila, 2011) se propone un plan de manejo en el cual se programan actividades para el sostenimiento del sistema integrado de producción para los siguientes años, teniendo en cuenta que cada especie tiene su propia fisiología y por tanto requiere un manejo independiente.

3.13.1.1 Cultivo de café. Para el cultivo se contemplan las siguientes prácticas:

Aplicación de abonos orgánicos. En el cuadro 13 se presenta el cronograma de aplicaciones de abono sólido y fertilizaciones foliares al cultivo y sus respectivas dosis en el primer año de establecido el cultivo de café y en el cuadro 14 el cronograma para el segundo año de establecido el cultivo de café en adelante.

Cuadro 13. Aplicación de abono orgánico sólido y bio fertilizantes foliares al cultivo de café con sus respectivas dosis de aplicación para el primer año de establecido el cultivo

EN EL PRIMER AÑO DE ESTABLECIDO EL CULTIVO DE CAFÉ				
Momento de aplicación	Producto	Unidad	Cantidad o dosis por sitio	Observación
A los 4 meses	Microorganismos de montaña activados	Litros	2 litros por bomba de 20 litros (200 cm ³ por sitio).	Aplicar 200 cm ³ por sitio en el plato antes de abonar.
	Abono orgánico compostado	kg	1	Aplicar en forma de pilón (amontonado) en la gotera del árbol y tapar con monte.
A los 8 meses	Abono orgánico compostado	kg	2	Aplicar en forma de pilón (amontonado) en la gotera del árbol y tapar con monte.
	Microorganismos de montaña activados	Litros	2 litros por bomba de 20 litros (200 cm ³ por sitio).	Aplicar 200 cm ³ por sitio en el plato antes de abonar.
A los 12 meses	Abono orgánico compostado	kg	3	Aplicar en forma de pilón (amontonado) en la gotera del árbol y tapar con monte.
	Microorganismos de montaña activados	Litros	2 litros por bomba de 20 litros (200 cm ³ por sitio).	Aplicar 200 cm ³ por sitio en el plato antes de abonar.
En cada periodo de luna llena	Bio fertilizante mineralizado (Supermagro)	Litros	2 litros por bomba de 20 litros	Fumigar el follaje de abajo hacia arriba.

Fuente: Información personal Experiencias de los productores orgánicos certificados de FCC.

Cuadro 14. Aplicación de abono orgánico sólido y bio fertilizantes foliares al cultivo de café con sus respectivas dosis para el segundo año de establecido el cultivo en adelante

SEGUNDO AÑO DE ESTABLECIDO EL CULTIVO DE CAFÉ EN ADELANTE				
Momento de aplicación	Producto	Unidad	Dosis por sitio	Observación
Cada 6 meses	Abono orgánico humedecido con MMA activados al momento de la aplicación.	kg	2.5 por árbol	Aplicar en forma de pilón (amontonado) en la gotera del árbol y tapar con monte
Cada periodo de luna llena	Bio fertilizante mineralizado (Supermagro,)	Litros	2 litros por bomba de 20 litros	Fumigar el follaje de abajo hacia arriba.
Cada dos años	Correctivos más harina de roca en relación 1:1	g	200 gramos por árbol	Aplicar en forma de pilón (amontonado) en la gotera del árbol y tapar con monte

Fuente: Información personal Experiencias de los productores orgánicos certificados fe FCC.

Manejo de arvenses. Cortar las hierbas de la calle a 3 cm de altura con guadaña o machete, evitando dejar desnudo el suelo dado que se procura mantener la cobertura con arvenses nobles y protegerlo de la erosión, al pie del árbol se procura platear a mano para evitar

herirlo. En la población de arvenses de hoja ancha o gramíneas hacer parcheo con azadón para desenraizar hasta que progresivamente se vayan dominando estas hierbas de hoja ancha y realizando el corte antes de sembrar en el caso de las gramíneas, el material vegetal debe ser colocado al pie del árbol nuevamente. Estas actividades deben coincidir con las prácticas de abonamiento con materia orgánica y/o fertilización foliar.

Monitores de plagas y enfermedades. Es importante monitorear el cultivo de café, con más relevancia durante la época de floración y cuajado del fruto; dependiendo de la necesidad, en el control se pueden usar Biopreparados, como Sulfocontrol (para hongos antagonistas), M9 (para insectos), MMA (para inocular) y caldo húmico potásico (para llenado de fruto).

Recolección de café. En el departamento del Cauca las cosechas inician en el mes de marzo y se prolongan por cuatro meses aproximadamente, la recolección se realiza solo del grano maduro (entre el 95 y 98 %) es decir solo aquellos granos de color rojo intenso para garantizar la calidad y peso del grano dado que el café en su punto óptimo de maduración expresa todo su potencial genético, mientras que en fases tempranas o tardías manifiestan tazas con características indeseables, se realizará capacitación con la línea de maduración fijando el rango objetivo de granos maduros y constante monitoreo a recolectores para verificar la correcta recolección, una recolección oportuna hace parte del manejo integrado de la broca, seguido de un repaso (re-re).

Despulpado. El café cosechado se despulpará en una maquina calibrada para evitar superar 0,5 % de grano mordido, el 2% de pulpa en masa, y 0,5 % grano trillados para obtener un café de calidad. Esta actividad se realiza el mismo día o 24 horas después de reposado en cualquiera de los dos casos se debe hacer una prueba de taza para establecer cuál es la mejor opción para las condiciones de la finca.

Fermentación y lavado. Se deja el café en fermentación de 10 a 14 horas con el fin que las bacterias y levadura degraden los azúcares y otras sustancias de la baba, una fermentación controlada garantiza que la actividad de los microorganismos confiera a los granos aromas y sabores de buena calidad y especiales, los tanques de fermentación deben estar libres de olores o contaminantes químicos.

Secado y almacenamiento. Se busca pasar de una humedad de 55% a 11 % que permita su almacenamiento y conservación, el secado se hará en superficies limpias, libre de olores y contaminantes, se debe permitir la circulación del aire, no dejar sobrepasar la T, temperaturas superiores a 45°C cristalizan los granos afectando su calidad, usar capas no superiores a 3 cm. Cuando se alcance la T requerida se deja enfriar y se almacenara en empaques limpios o nuevos de fique.

3.13.1.2 Especies forestales. Las especies forestales hacen parte del sistema, pero cada cultivo del sistema debe tener un manejo independiente y teniendo en cuenta que la función de los forestales tanto en el sistema agroforestal de café como en el sistema silvopastoril es brindar sombra, protección a los cultivos, refugio de biodiversidad, aporte de material vegetal, fijadores de nitrógeno, establecen microclimas etc., se les realizaran:

Podas: para evitar que el árbol pierda savia, está recomendado podar durante luna menguante y en época de lluvia para disminuir la humedad en los cultivos, por ende, la incidencia de plagas y enfermedades, proporciona mayor luminosidad y no afectar la productividad, se realizaran dos tipos de podas:

Podas de formación: esta poda se hará con el objetivo de darle una arquitectura de acuerdo a la necesidad del cultivo y se realizará cuando los arboles estén jóvenes.

Podas de mantenimiento: se realizarán anualmente para permitir el paso suficiente de la luz y una buena distribución de la misma en los cultivos, esta poda consiste en abrir la copa del árbol eliminando de forma intercalada las ramas superpuestas y las que causen desequilibrio al árbol.

Manejo sanitario: se realizará manejo de arvenses en el plato del árbol, esta práctica debe coincidir con el abonamiento del mismo para aporcar el árbol con las arvenses cortadas.

Abonamiento: se proporcionará abono orgánico al igual que bio fertilizantes mineralizados líquidos, teniendo en cuenta las fases de la luna, en luna nueva, la luna está alejada de la tierra, la savia de las plantas se encuentra concentrada en las raíces y existen una gran disponibilidad de agua en el suelo por tanto el aplicar bio fertilizante liquido en el suelo se mezclará con el agua del suelo y será absorbido por las raíces y llevado a las partes altas de los árboles; en la época de crecimiento se harán dos abonamientos al año de 2 kg de materia orgánica a cada árbol (del proceso de compostaje de la biofábrica queda un remanente de partículas más gruesas el cual es utilizado en abonar estos árboles para no incrementar costos) y se realizaran aplicaciones de bio fertilizantes mineralizados en dosis de 2 litros/bomba de 20 litros.

Los arboles forestales dispersos en las praderas del sistema silvopastoril son protegidos para evitar el daño de los animales, se propone seguir con el aislamiento hasta que alcancen una altura que los animales no representen peligro de daño alguno, este aislamiento se realiza con esterilla de guadua y cinta, en algunos casos si es necesario untar los arboles (hojas y tronco) de boñiga fresca para evitar el ramoneo por el ganado.

3.13.1.3 Plátano. Es un cultivo no solo de importancia económica por suplir las necesidades del consumo familiar y venta de excedentes, sino también porque es un componente importante en el sistema diversificado al aportar materia prima para la elaboración de compostajes y concentrados alternativos para los animales, por tanto, se realizarán las siguientes practicas:

Aplicación de abono orgánico: se realizará la aplicación de 2 kg de materia orgánica cada 5- 6 meses, acompañado de fertilizaciones foliares periódicas (cuando se fumiga el cultivo principal se aprovecha para realizar la fumigación con bio fertilizante al plátano.) de 2 litros de bio fertilizante mineralizado en bomba de 20 litros, y aplicaciones de microorganismos de montaña activados con el fin de inocular y prevenir ataque de plagas y enfermedades

en especial del *Rhynchophorus ferrugineus* (picudo) dado que *Beauveria bassiana* es capaz de infectar a más de 200 especies de insectos entre esos el picudo, la broca etc.

Manejo sanitario. Se realizará deshoje periódicamente, el indicado será cuando se encuentre presencia de hojas en estado de senescencia, esto se hará con una media luna y machete bien afilado procurando desinfectar la herramienta al pasar de una planta a otra, se procurará mantener el plato libre de residuos de cosechas (tronchos), hierbas y hojarasca evitando el refugio de plagas y enfermedades.

De forma preventiva se instalarán trampas para *Rhynchophorus ferrugineus* las cuales han sido muy efectivas en las fincas de los productores de FCC (consisten en 3 pedazos de trocho de 15 cm cada uno partidos en la mitad, a los cuales en el medio se les coloca un poco de monte cortado, uniéndolos nuevamente y se ubicándolos alrededor del plato de la planta de plátano en forma de triángulo, luego se coloca un poco de monte enzima, y en las mañanas se revisa y captura el *Rhynchophorus ferrugineus*,) también las aplicaciones de ceniza al pie de las plantas o de cal viva han mostrado buenos resultados.

Poda o deshoje. Establecido el cultivo se manejará solo tres plantas por sitio de siembra (madre, hija y nieta), de esta forma se mantendrá la plantación en condiciones óptimas y sin afectar la productividad.

3.13.2 Cultivos transitorios. Se instalaron especies de porte bajo el frijol, yuca, maíz, arracacha, en las calles intercalándolas y dándole mayor diversidad en el sistema y dándole a cada cultivo un manejo independiente, este manejo incluyo el control de arvenses, aporcados, aplicación de materia orgánica y fertilización foliar con bio fertilizante mineralizados, monitoreo de plagas y enfermedades acorde a la especie con productos como el Sulfocontrol, M9, caldo de ceniza, y MMA.

3.13.3 Plantas alelopáticas. La propuesta es mantener en buenas condiciones las plántulas ya implementadas y seguir sembrando de forma periódica y diversificada las especies con aleopatía positiva para los diferentes cultivos que hacen parte del sistema integrado de producción agropecuario de la unidad productiva, ya sea distribuidas en los cultivos, como barreras protectoras alrededor de los mismos, como líneas divisorias de lotes, esto acompañado de un cronograma de actividades de nutrición, monitoreo de plagas y enfermedades y otras labores culturales.

3.13.4 Huerto agroecológico Biointensivo. La producción del huerto se destina al autoconsumo y los excedentes para la venta a visitantes y vecinos de la zona, además de reutilizar el material de descarte. El huerto se manejará programando las siembras teniendo en cuenta las fases de la luna y combinando las hortalizas para que cumplan diversas funciones ecológicas como repelentes de insectos plaga, prevención de enfermedades, atracción de controladores biológicos y de polinizadores, y aprovechando los diferentes estratos del suelo por sus sistemas radiculares. Además, de hacer una rotación a corto plazo de algunos cultivos con el objetivo de garantizar la fertilidad del suelo. El huerto se construyó en forma de mándala no solo por ser una técnica atractiva de parcelas de jardín

para visitantes, sino que también los mándala son buenos para proporcionar diferentes micro-climas, la diversidad de cultivos funciona como barrera para las plagas y enfermedades debido a que se rompe la continuidad de los mismos y ayudan a establecer relaciones simbióticas.

Manejo de arvenses. Se realizó y se propone seguir realizando el alistamiento del lote con guadaña y parcheo en los lugares donde hay gramíneas, después de hacer el trasplante de las hortalizas o siembra directa se realiza un acolchado con un material como pasto seco cortado lo que evita la pérdida de humedad, erosión, los rayos directos del sol y demora el crecimiento de arvenses. En el crecimiento vegetativo el control de arvenses es manual para no causar daños a las plantas y mantener la calidad del producto.

Manejo integrado de plagas y enfermedades. Para el manejo de plagas y enfermedades se manejó y se propone manejar extractos de plantas como agidol, higuerrillo, M9 en dosis adecuadas para las diferentes especies, ya sea foliar o en el suelo dependiendo donde se requiera, otra actividad que permitió el manejo de las hortalizas disminuyendo afectaciones por mariposa y chizas fue el implementar túneles con poli sombra removibles, para las primeras semanas de adaptación y establecimiento de cultivos en especial repollo.

Abonamiento. Se realizó y se propone seguir manejando la aplicación de materia orgánica al momento de preparar el terreno, y realizar aporte a los cultivos tanto foliares como edáfico de abono sólido utilizando dosis de 1 kg/ m²; foliares o MMA dosis de 1 litro/bomba de 20 litros, para esta práctica se tendrá en cuenta las fases de la luna.

Riego. Para el huerto agroecológico Biointensivo se instaló un riego por aspersión temporal, dado que se requería abarcar el área de 800 m², este se mantenía en funcionamiento media hora a las 6 a.m. y media hora a las 6 p.m., pero será pertinente implementar riego por goteo para optimizar el recurso hídrico y garantizar la producción constante de alimentos en el huerto.

Casa de semillas. La Federación Campesina del Cauca adelanta procesos de fortalecimiento (del tejido social) y recuperación de saberes (el cómo sembrar) y sabores (el cómo preparar, y las diferentes formas) de la identidad campesina a través de encuentros, conversatorios e intercambios de semillas y conocimientos con los productores de FCC. En agosto de 2021 se inauguró la casa de la semilla, como un espacio donde reposan en condiciones óptimas semillas nativas y criollas de diferentes especies, semillas tradicionales de las diferentes regiones del territorio, incluso algunas semillas se encuentran en riesgo de dejar de ser cultivadas o conservadas por los agricultores, adicionalmente este espacio sirve para hacer resistencia desde nuestros territorios a políticas gubernamentales que no favorecen al campesinado.

Este proyecto de investigación apoyo desde la coordinación los diferentes encuentros, lo que implica la organización, logística, convocatoria a productores y el desarrollo de la agenda del día en los encuentros como acción que contribuye a la apuesta de FCC que busca garantizar una “agricultura sana con agricultores dignos “. En adelante se fortalecerá

este proceso a través de la continuidad de los encuentros de sabores y semillas, vinculando más productores y formando un custodio de semillas de FCC.

3.13.5 Sistema silvopastoril. Para complementar el adecuado empleo de un sistema silvopastoril intensivo, se implementará la técnica del pastoreo rotacional (sistema de pastoreo en el cual las praderas se dividen en varios potreros y los animales se mueven de un lado a otro consumiendo el forraje disponible), propuesta adaptada con base en “las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional” (Franco, 2009).

Pastoreo. Antes de comenzar el pastoreo de cada potrero se realizará una evaluación de la composición botánica para determinar la disponibilidad y calidad de MS que se le ofrecerá a los animales, esta actividad es importante dado que si no se realiza el aforo no se podrá calcular las cargas y los tiempos de ocupación de los animales en los potreros para tener un buen uso, no sobre pastorear ni agotar las praderas, o por el contrario sub pastorear dado que cualquiera de los extremos llevara a un desbalance de las especies llevando a la degradación en el tiempo de las praderas por tanto se procurara que haya adecuados periodos de ocupación y descanso.

Conservación de forraje. Para prever que la productividad de la ganadería no disminuya en tiempos secos, suplementar adecuadamente para no afectar la parte nutricional del ganado, disminuir costos en la compra de concentrados e insumos externos, reducción de los parámetros productivos y mortalidad de los animales, se realizara ensilaje.

El ensilaje será de forraje verde picado (el forraje verde será del Banco Forrajero implementado y del lote de pastos que por su hábito de crecimiento no resiste el pisoteo de los animales, pero produce más forraje por hectárea que el pasto para pastoreo) (Vernal y Moreno 1979), conservado en ausencia de aire y almacenado en recipientes herméticos, con esta práctica se aprovechará el excedente de forrajes en épocas de abundancia, se utiliza el forraje en el punto óptimo sin perder el valor nutritivo y conservando el forraje por más tiempo, haciendo el suministro de alimento más practico que cortando todos los días.

Los pasos para elaborar un buen ensilaje serán:

Cortar el material en su punto óptimo del valor nutritivo.

Picar el material con la pica garantizando que sea homogéneo midiendo de 1 -3 cm de largo (evitar picar demasiado o muy grande).

Se deshidrata el material picado por unas horas dependiendo de su humedad y del clima.

Mezclar con aditivos que suplementan, mejoran la palatabilidad, y proceso de fermentación del ensilaje (melaza y microorganismos).

Compactar muy bien en el recipiente, capa por capa del contenido para, después, sellar herméticamente.

Después de 28 días se puede usar, verificando antes de usar el ensilaje, que debe tener un olor aromático agradable.

La demanda de ensilaje será igual a el número de animales por el consumo diario por el periodo de alimentación más la pérdida (del 10 al 20 %).

Renovación de gramíneas y plantas forrajeras. Se propone mantener en vivero de forma periódica forrajes implementados en el sistema y a partir del monitoreo constante resembrar en las partes que se requiera, igual que las gramíneas *Brachiaria* cv. Toledo y Mombasa para evitar el deterioro del sistema.

Al momento de hacer resiembras con diferentes especies en los sistemas se debe tener en cuenta la capacidad de adaptación, el clima, la altura, los árboles propios de la zona y el suelo. La protección de la cerca viva se debe realizar a una distancia considerable, teniendo en cuenta que el ganado hace un ramoneo del pasto que hay dentro de la cerca extendiendo del cuello lo que podría causar pérdida de la plantación.

Suministro de agua. El suministro de agua se propone seguirlo manejando a través de tubería que distribuye el agua en los 15 potreros y el agua que llegue a los potreros será depositada en bebederos ecológicos de material plástico resistente a los climas extremos, son muy prácticos y fácil de mover de un lugar a otro. Se propone instalar bomba o válvula flotadora en el tanque que permita ser automático y así evitar el desperdicio de agua y cierre el paso de la misma cuando esté lleno.

Este sistema de suministro de agua también es útil, cuando se realiza la fertilización con Biopreparados mineralizados de las praderas al igual para el riego de las mismas, y se propone seguir usando y mejorando esta práctica.

Riego. En tiempos secos para el riego se propone, aprovechar el sistema de distribución de agua que conduce a los potreros para conectarse de estas conexiones y a través de aspersores de cañón realizar el riego a las praderas y los arboles manteniéndolos de 20 a 30 minutos en un sitio y posteriormente trasladarlos a los siguientes lugares.

Aplicación de abono orgánico. La labor de abonamiento se realizó y se propone seguir realizando con aplicación de materia orgánica (abono compostado tipo bocashi) 3 veces al año a razón de 2 toneladas por ha, y aplicación de fertilizantes foliares como Supermagro, con microorganismos de montaña activados e intercalados con la urea orgánica después de cada pastoreo; para que no se desperdicie producto en la fertilización foliar, esta se realiza 7 a 10 días después de salir el ganado dado que ya presenta hojas que permiten la absorción del producto. En el cuadro 15 se relaciona los productos utilizados y propuestos para seguir utilizando con sus respectivas dosis.

Cuadro 15. Aplicación de abono orgánico sólido y biofertilizante foliar al sistema silvopastoril con sus respectivas dosis

Producto	Unidad	Dosis	Periodo	Observación
Materia orgánica	kilos	2 tonelada por ha	Cada 4 meses	Tener en cuenta el análisis de suelo, esparcir al voleo de forma uniforme
Bio fertilizante Supermagro	Litros	2 litros en bomba de 20 litros.	10 días después de terminar el pastoreo.	Fumigar toda el área de forma uniforme con Boquilla Para Nebulización Aspersión
Microorganismos de montaña activados	Litros	2 litros en bomba de 20 litros.	10 días después de terminar el pastoreo.	Fumigar toda el área de forma uniforme con Boquilla Para Nebulización Aspersión
Urea orgánica	Litros	2 litros en bomba de 20 litros.	10 días después de terminar el pastoreo.	Fumigar toda el área de forma uniforme con Boquilla Para Nebulización Aspersión

Manejo integrado de plagas y enfermedades. Se propone hacer un control de arvenses invasivas de forma selectiva, la siembra constante de trébol blanco por el aporte de abono verde para ayudar a disminuir el crecimiento de arvenses, realizar corte con guadaña u otra herramienta, se propone también realizar el monitoreo y sobre pastorear los potreros con un número alto de animales por corto tiempo, lo cual permitirá la entrada de luz a las macollas (sol), que, como beneficio, tiene la cual mata las ninfas del mión o salvazo, plaga de importancia económica.

3.14 ANÁLISIS ECONÓMICO

Durante la implementación y manejo se incurrió en inversiones destinadas en la adquisición de los activos fijos y en el capital de trabajo.

3.14.1 Insumos y Herramientas. Es uno de los rubros con mayor cantidad de recursos económicos distribuidos durante la instalación del sistema integrado de producción agropecuario.

El componente del sistema integrado de producción con mayor costo y que representa el 68 % del total de la inversión en la finca, se refiere a los insumos y herramientas compradas para el sistema silvopastoril. Es importante resaltar que para este sistema, la unidad productiva ya contaba con algunos insumos como la cerca eléctrica y los postes, bebederos, materias primas para la elaboración del compostaje usado en la siembra de gramíneas y forestales y la semilla de los forestales, sin embargo, se incluyeron en los costos que se presentan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Insumos y herramientas para en la implementación del sistema silvopastoril

Materiales Para El Sistema Silvopastoril					
Insumos Y Herramientas	Unidad	Precio	Año 0		
			Cantidad	Valor total	%
Teflón grande	Unidad	1.600	1	1.600	0,01
Limpi pavco 1/32	Unidad	20.000	1	20.000	0,10
Adp mach pres 1"	Unidad	7.900	1	7.900	0,04
llave de poso 1"	Unidad	3.100	1	3.100	0,02
red pres 1 ½ - 1 "	Unidad	13.000	1	13.000	0,06
codo de pres 1 "	Unidad	11.500	3	34.500	0,17
Adp rápido	Unidad	6.100	8	48.800	0,24
Te rápida agrot 1"	Unidad	5.000	6	30.000	0,15
Unión rápida agrot 1"	Unidad	12.000	3	36.000	0,18
Hidrante y bayoneta 1"	Unidad	25.000	3	75.000	0,36
filtro anillo de 1 "	Unidad	12.000	1	12.000	0,06
Bolsas 25*30 cm	Global	35.000	300	35.000	0,17
Pasto Bachearía cv. Toledo	Kilos	32.000	24	768.000	3,74
Pasto Bachearía cv. Mombasa	Kilos	32.000	6	192.000	0,93
Maquenque	Kilos	80.000	1	80.000	0,39
Kudzu	Kilos	45.000	3	135.000	0,66
Trébol blanco	Kilos	20.000	3	60.000	0,29
Cabezas de ganado	Unidad	3.500.000	4	14.000.000	68,09
Impulsor (75 kilómetros)	Unidad	190.000	1	190.000	0,92
Cinta	Rollo	90.000	2	180.000	0,88
Aisladores	Paquete	48.000	2	96.000	0,47
Alambre 12 de 21 kilómetros	Rollo	210.000	5	1.050.000	5,11
Bebederos	Unidad	35.000	2	70.000	0,34
Postes	Unidad	2.000	680	1.360.000	6,61
Materias primas para el Bioabono	Bulto	13.500	75	1.012.500	4,92
Forestales	Plántula	3.500	300	1.050.000	5,11
Total				20.560.400	100

El valor total de la inversión en la compra de los insumos y herramientas para el sistema agroforestal con café representa el 5,2%. En este componente no hubo inversión en semilla, sustrato y arena lavada de río, dado que se contaba con ellos en la unidad productiva. Sin embargo, se incluyeron para obtener los costos reales de la inversión (cuadro 17).

Cuadro. 17 Insumos y herramientas utilizadas en la implementación del sistema Agroforestal con Café

Materiales Para El Sistema Agroforestal Con Café					
Insumos Y Herramientas	Unidad	Precio	Año 0		
			Cantidad	Valor	%
Bolsas para café 17 * 23 cm	Global	24.000	1500	24.000	2,6
Poli sombra	Metros	6.500	5	32.500	3,5
CalfosMag	Bultos	25.000	300	300.000	32,3
Arboles forestales	Unidad	800	45	36.000	3,9
Semilla de café	Kilo	80.000	0.5	40.000	4,3
Arena lavada de rio	Metro cuadrado	70.000	0.5	35.000	3,8
Transporte	Viaje	12.000	1	12.000	1,3
Sustrato 1:3	Kilos	450.000	1.500	450.000	48,4
Total				929.500	100

Algunos materiales vegetales necesarios en la implementación del sistema integrado de producción son las semillas de los cultivos de transición y las plantas medicinales, las cuales se obtuvieron de los encuentros de intercambios de semillas con los productores que realiza FCC periódicamente y otras se encontraban en la unidad productiva, por lo tanto, no se incurrió en gastos adicionales, pero se presentan para obtener los costos reales de la implementación de sistema y representan el 0,8 % de la inversión, en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Cultivos transitorios y plantas medicinales implementados en el SIPA

Material vegetal	Unidad	Precio	Año 0		
			Cantidad	Valor	%
Medicinales (Ruda, Romero, Citronela y Limoncillo)	Planta	7.000	20	140.000	56,1
Semilla de frijol	Kilo	12.000	3	36.000	13,4
Semilla de maíz	Kilo	8.000	3	24.000	11,2
Semilla de cilantro	Libra	30.000	1	30.000	12,3
Lechuga	Sobre	3.500	1	3.500	1,4
Acelga	Sobre	3.500	1	3.500	1,4
Zanahoria	Sobre	3.500	1	3.500	1,4
Remolacha	Sobre	3.500	1	3.500	1,4
Cebolleta	Sobre	3.500	1	3.500	1,4
Total				247.500	100

Los insumos para la elaboración de biopreparados utilizados para la fertilización foliar y para el manejo de plagas y hongos en los cultivos del sistema integrado de producción agropecuaria se encontraron disponibles en la Planta De Productos Orgánicos De Fcc, pero se incluyeron en los costos representando un 1,7 % de los costos totales, para obtener los costos reales de implementar el sistema cuadro 19.

Cuadro 19. Insumos utilizados en la elaboración de Biopreparados

Bio preparado	Insumos y herramientas	Unidad	Precio	Año 0		
				Cantidad	Valor	%
Microorganismos de montaña	Salvado de maíz	Bulto	65.000	1	65.000	12,3
	Melaza	Kilos	32.000	12.5	32.000	6,0
Nitrógeno natural	Gallinaza con certificación ICA	Bulto	12.000	1	12.000	2,3
Té de lombriz	Humus de lombriz	Bulto	40.000	0.5	20.000	3,8
Fertibiol	-	Poma	40.000	10	400.000	75,6
Total					529.000	100

3.14.2 Mano de Obra. Es el segundo rubro con mayor cantidad de recursos económicos distribuidos durante la instalación del sistema integrado de producción agropecuario.

La mano de obra se presenta para la instalación del sistema agroforestal de café, del huerto agroecológico Biointensivo, el sistema silvopastoril.

El valor total de la instalación e implementación para el sistema silvopastoril fue de \$ 5.422.500 y representa el 17.9 % de los costos totales. Se cancelaron 164 jornales a razón de \$ 30.000 cada uno, las actividades más representativas (en términos de costos) son el arado y rastreado del terreno que se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20. Mano de obra empleada en la implementación del sistema silvopastoril

ACTIVIDADES	Unidad	Precio (\$)	Año 0		
			Cant.	Valor (\$)	%
Caracterización de la finca	Jornal	30.000	1/2	15.000	0,3
Toma de muestras de suelo	Jornal	30.000	1/4	7.500	0,1
Vivero forestal (llenado de bolsas y siembra).	Jornal	30.000	6	180.000	3,3
Elaboración de Biopreparados	Jornal	30.000	3	90.000	1,7
Elaboración de compost	Jornal	30.000	5	150.000	2,8
limpieza del terreno	Jornal	50.000	12	600.000	11
Arado y rastreados del Terreno	Jornal	70.000	30	2.100.000	39
Trazado de botón de oro y forestales	Jornal	30.000	2	60.000	1,1
Inoculación y abonado de terreno	Jornal	30.000	7	210.000	3,9
Mezcla de semillas (pasto y leguminosas)	Jornal	30.000	2	60.000	1,1
Siembra y tapado de semilla pasto	Jornal	30.000	8	240.000	4,2
Instalación de forestales (ahoyado, enmiendas y siembra)	Jornal	30.000	12	360.000	6,6
Consecución botón de oro (corte, acarreo)	Jornal	30.000	5	150.000	2,8
Instalación de botón de oro (zanjeado, enmiendas y siembra)	Jornal	30.000	7	210.000	3,9
Fertilización (Biopreparados y compost)	Jornal	30.000	7	210.000	3,9
Cerca eléctrica (trazado, posteado e instalación)	Jornal	30.000	12	360.000	6,6
Resiembra (pasto, forestales y botón de oro)	Jornal	30.000	3	60.000	1,1
Inst. bebederos (zanjeado, inst. de tubería)	Jornal	30.000	12	360.000	6,6
Total				5.422.500	100

El valor total de la instalación e implementación para el sistema agroforestal de café fue de \$ 1.507.500 y representa el 5.0 % de los costos totales. Se cancelaron 53 jornales a razón de \$ 30.000 cada uno, las actividades más representativas (en términos de costos) son el establecimiento del café y forestales con un 6,4 % que se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Mano de obra empleada en la implementación del sistema agroforestal con café

ACTIVIDADES	Unidad	Precio (\$)	Año 0		
			Cant.	Valor (\$)	%
Caracterización de la finca	Jornal	30.000	1/2	15.000	1
Toma de muestras de suelo	Jornal	30.000	1/4	7.500	0,5
Germinador (solarización, construcción)	Jornal	30.000	1/2	15.000	1
Almacigo (llenado de bosas, Enchapolado y sombrío)	jornal	30.000	3	90.000	5,9
Elaboración de Biopreparados	Jornal	30.000	3	90.000	5,9
Elaboración de compost	Jornal	30.000	4	120.000	8
Elaboración de zanjas de filtración	Jornal	30.000	1	30.000	2
Limpieza del terreno	Jornal	30.000	1	30.000	2
Trazado del café, forestales y cultivos transitorios	Jornal	30.000	1	30.000	2
Establecimiento del café (ahoyado, aplicación de enmiendas, siembra).	Jornal	30.000	6	180.000	12
Instalación de forestales (ahoyado, enmiendas y siembra).	Jornal	30.000	8	240.000	16
Establecimiento de cultivos transitorios 1 (ahoyado, aplicación de enmiendas, siembra).	Jornal	30.000	3	90.000	5,9
Establecimiento de cultivos transitorios 2 (ahoyado, aplicación de enmiendas, siembra).	Jornal	30.000	3	90.000	5,9
Manejo de arvenses a cultivos transitorios	Jornal	30.000	6	180.000	12
Fertilización edáfica y foliar al café	Jornal	30.000	2	60.000	4
Fertilización edáfica y foliar a cultivos transitorios	Jornal	30.000	3	30.000	2
Control de plagas y enfermedades	Jornal	30.000	2	60.000	4
siembra de plantas alelopáticas	Jornal	30.000	2	60.000	4
Cosecha de cultivos transitorios	Jornal	30.000	3	90.000	5,9
Total				1.507.500	100

El valor total de la instalación e implementación para el del huerto agroecológico y el Banco Forrajero fue de \$ 345.000 y representa el 1.1 % de los costos totales. Se cancelaron 12 jornales a razón de \$ 30.000 cada uno, las actividades más representativas (en términos de costos) son la adecuación del terreno y eras con un 34.1%, se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. Mano de obra empleada en la implementación del Huerto y Banco Forrajero

ACTIVIDADES	Unidad	Precio (\$)	Año 0		
			Cantidad	Valor (\$)	%
Adecuación del terreno y eras	Jornal	30.000	4	120.000	34,1
Inoculación con microorganismos	Jornal	30.000	1/4	7.500	2,2
Preparación de sustrato y siembras en bandejas	Jornal	30.000	2	60.000	17,6
Aplicación de abono y trasplante	Jornal	30.000	2	60.000	17,6
Acolchado de eras	Jornal	30.000	1/4	7.500	2,2
Manejo de arvenses y plagas y enfermedades	Jornal	30.000	1	30.000	8,8
Siembra de medicinales	Jornal	30.000	1/2	15.000	4,3
Re abone, resiembra y aporcado	Jornal	30.000	1	30.000	8,8
Cosecha	Jornal	30.000	1/2	15.000	4,4
Total				345.000	100

3.14.3 Servicios. Este rubro se ubica como el tercero de mayor costo y está conformado por 3 análisis de suelo y transporte, lo cual representa el 3 % de los gastos totales equivalente a \$710.000, se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23. Servicios utilizados en la implementación del SIPA cuyo componente principal es la Planta De Productos Orgánicos "Don Alejo"

Servicios Para El Sistema Integrado De Producción Agropecuario					
Servicios	Unidad	Precio	Año 0		
			Cantidad	Valor	%
Análisis de suelos	muestras	130.000	3	390.000	54,9
Concentrado comercial	Bultos	65.000	4	260.000	36,6
Transporte	viajes	20.000	3	60.000	8,5
Total				710.000	100

3.14.4 Costos Totales. Comprenden mano de obra necesaria para la producción de la cosecha; insumos (semilla, enmiendas, herramientas, genética, otros.) y servicios, cuyo costo total es de \$30.251.400 del cual el mayor valor fue el de los materiales e implementación de sistema silvopastoril con un 68 % del total de los costos equivalente a \$20.560.400 y un 22,8% equivalente 5.422.500 respectivamente, el menor costo se evidencio en la implementación del huerto agroecológico y el Banco Forrajero con un 1,1% de los costos totales equivalente a \$345.000 (cuadro 24).

El costo de implementar una hectárea del sistema silvopastoril en la planta de productos orgánicos don alejo escuela campesina FCC es de \$8.660.966 y el costo de implementar una hectárea de un sistema agroforestal de café en la unidad productiva es \$ de 5.489.000

Cuadro 24. Costos de implementación, materiales y servicios de los componentes que integran el SIPA

COSTOS TOTALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA							
Ítem	Unidad	Precio	Año 0				
			Cantidad	Valor total	%		
Implementación Del Sistema Silvopastoril	Jornal	30.000	164	5.422.500	17,9		
Materiales Para El Sistema Silvopastoril	Global	20.560.400	-	20.560.400	68,0		
Implementación Del Sistema Agroforestal Con Café	Jornal	30.000	53	1.507.500	5,0		
Materiales Para El Sistema Agroforestal Con Café	Global	929.500	-	929.500	3,1		
Material vegetal Para El Sistema Agroforestal Con Café	Global	247.500	-	247.500	0,8		
Insumos para los Biopreparados	Global	529.000	-	529.000	1,7		
Implementación del huerto agroecológico y del Banco Forrajeros.	Jornal	30.000	12	345.000	1,1		
Servicios Para El Sistema Integrado De Producción Agropecuario	Global	710.000	-	710.000	2,3		
Total				30.251.400	100		

3.15 DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

La proyección de los ingresos para el sistema integrado de producción agropecuaria se hizo a 10 años (año 0 hasta año 10).

El sistema silvopastoril cuenta con 6 cabezas de ganado de raza Jerhol con una producción promedio de 80 litros de leche al día y con una tasa de reproducción promedio de 5 partos al año con una tasa de natalidad del 83.3%, los ingresos correspondientes a la venta de la leche y los terneros se describe en el cuadro 25.

Cuadro 25. Ingresos obtenidos y proyectados de sistema silvopastoril

SISTEMA SILVOPASTORIL						
Año	Producción en litros de leche al año	Ingreso por Venta de leche al año	Numero de terneros por año	Ingresos por Venta de terneros al año	Ingreso Total año	%
0	5.576	7.425.000	2	500.000	7.925.000	3,2
1	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
2	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
3	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
4	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
5	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
6	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
7	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
8	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
9	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
10	16.800	21.840.000	5	2.500.000	24.340.000	9,7
Total	173.576	225.825.000	5	25.500.000	251.325.000	100

Precio de venta. El precio de venta se determinó teniendo en cuenta los precios que se manejan en la zona y en los mercados cercanos, por lo tanto, para la venta de las hortalizas se hicieron canastas agroecológicas conformadas por los diferentes productos del huerto y se vendieron a un costo de \$10.000 cada canasta.

Para los productos del sistema silvopastoril como la leche se hizo un trato con el parador SUSY a quien se le vende los 80 litros de leche en promedio diarios a \$1300 cada litro, los terneros una vez nacen se ponen en venta a \$ 250.000 cada uno de 15 días de nacido, el frijol se vendió a \$4000 cada libra en verde, en cuanto al café se proyectó para venderlo tostado a \$18.000 libra, basándonos en el precio que hoy se vende en la Federación Campesina del Cauca, teniendo en cuenta que la productividad promedio de 1 ha de café orgánico es de 1350 kg, la producción estimada del sistema agroforestal de café son 460 kg. En el cuadro 26 y 27, se presenta el flujo de caja de la unidad productiva.

Cuadro 26. Flujo de caja de los componentes del SIPA

Año	Mano de obra	Insumos y herramientas	Servicios	Costo total	Ingresos	Flujo neto
0	7.925.000	22.267.300	710.000	30.252.300	9.014.000	-21.238.300
1	14.400.000	320.000	6.570.000	21.290.500	25.429.000	4.138.500
2	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	32.161.000	10.263.500
3	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
4	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
5	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
6	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
7	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	25.429.000	3.531.500
8	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	25.429.000	3.531.500
9	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
10	14.400.000	320.000	6.570.000	21.897.500	31.612.000	9.714.500
Total	151.925.000	25.467.300	66.410.000	248.620.300	307.134.000	58.513.700

Cuadro 27. Flujo de caja de los componentes que integran el SIPA en la unidad productiva.

FLUJO DE CAJA PARA LA UNIDAD PRODUCTIVA				
Cifras En Pesos				
Actividad	Año 0 (\$)	Año 1 (\$)	Año 2 (\$)	Año 3 (\$)
Leche	7.425.000	21.840.000	21.840.000	21.840.000
Venta de terneros de 30 días	500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000
Café	0	0	6.732.000	6.732.000
Hortalizas	540.000	540.000	540.000	540.000
Frijol	549.000	549.000	549.000	0
Total de ingresos	9.014.000	25.429.000	32.161.000	31.612.000
Costos				
Mano de obra	7.925.000	14.400.000	14.400.000	14.400.000
Insumos y herramientas	22.267.300	320.000	320.000	320.000
Servicios	710.000	6.570.000	6.570.000	6.570.000
Costo total	30.902.300	20.970.000	21.290.000	21.290.000
Flujo neto	-21.888.300	-17.429.300	-6.558.300	7.624.400

Teniendo en cuenta el cuadro 26 del flujo de caja para la unidad productiva, se evidencia que los costos más representativos son la mano de obra correspondiente al pago del mayordomo y la compra de concentrado como suplemento de la dieta del ganado. Como se observa en el año cuatro se ha recuperado la inversión y se empieza a recibir ganancias. La tasa interna de retorno es del 8%, indicando que la tasa de rendimiento interno obtenida es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión la cual es del 1% que se logra al 6 año y la actividad que más ha contribuido es la ganadería.

4. CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó el sistema integrado de producción agropecuario cuyo componente principal es la Planta De Productos Orgánicos “Don Alejo”, integrado con diferentes sistemas; en el sistema agrícola se incluyeron cultivos transitorios plantas alelopáticas y arboles forestales, en el sistema silvopastoril se estableció praderas diversificadas donde se incluyó forestales dispersos en potreros y la ampliación de Banco Forrajero. Se delimito la zona de reserva forestal y fortaleció el huerto agroecológico, lo anterior permitió lograr hacer una transición hacia un manejo agroecológico lo que permitió mejorar la funcionalidad integrando el sistema a través del SIPA.

Mediante el diseño del sistema agroforestal con café (cultivos transitorios, especies alelopáticas, arboles forestales), el sistema silvopastoril (gramíneas, forrajes para ramoneo, leguminosas y forestales), el Banco Forrajero, huerto y la reserva forestal acompañado de las diferentes prácticas de conservación del suelo se obtiene ventajas económicas, sociales y ambientales porque las interacciones que se crean permiten optimizar el espacio y el uso del suelo según su vocación, obteniendo una producción amigable con el ambiente.

El análisis financiero de la implementación del sistema integrado de producción demuestra que, en un SIPA, se aumenta la mano de obra, pero con la diversificación de la unidad productiva a largo plazo, se minimiza la compra de insumos externos, se aumenta la generación de bienes y servicios y por ende los ingresos debido a las interacciones y sinergias positivas que se establecen.

Este trabajo de investigación tiene múltiples beneficios en diferentes dimensiones como se ha expresado anteriormente dado a las alternativas planteadas que hacen parte de la adaptación basada en ecosistemas y en comunidades por tanto busca ser un modelo de aprovechamiento y cuidado del recurso y que aporta elementos a futuras investigaciones.

5. RECOMENDACIONES

Se sugiere trabajar de la mano con el personal encargado explicando las medidas y el desarrollo de las mismas de una manera comprensible, debido a que el determinante cultural puede llegar a ser un obstáculo para la inclusión de nuevas medidas. Pero siempre generando el espacio para el dialogo, la escucha, el intercambio de conocimientos y experiencias.

En general y de acuerdo con Gutiérrez (2008), son necesarios más estudios para determinar los elementos subyacentes en las mezclas vegetales, que interrumpen la invasión por plagas y favorecen los enemigos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, P., Ricardo Jose. Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. (Perejil, *Petroselinum hortense*, cilantro, *Coriandrum sativum*). Cali, Colombia. Ediciones ASIAVA.,1998, pag.116-118.

ALTIERI, M.A, FARRELL, JG, HECHT, SB, LIEBMAN, M., MAGDOFF, F., MURPHY, B., NORGAARD, RB y SIKOR, TO. Agroecología: La ciencia de la agricultura sostenible. 2ª ed., Prensa CRC., 1995, 448p.
<https://doi.org/10.1201/9780429495465>

_____, NICHOLLS, CLARA. Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas. 2ª ed. Prensa CRC, 2004, 252p.
<https://doi.org/10.1201/9781482277937>

_____, _____. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. v. 16, n.1, 2007.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>

ALVARADO, M; ROJAS, G. El cultivo y beneficiado del Café. Magister Scientiae en Agroforestería Tropical, Universidad Estatal a Distancia, San José, CR. 2007.

AGUDELO MESA, S., GÓMEZ ÁLVAREZ, L. Cartilla para educación agroecológica. 2006.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2006/81271_67205.pdf?sequence=1&isAllowed=y [consultado, 28 abril de 2020].

ARBOLEDA, Francisco De Jesús; GUZMAN, Óscar Adrián y MEJIA, Luís Fernando. Efecto de extractos cetónicos de higuera (*Ricinus communis* LINNEO.) Sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (cobb.) Thorne] en condiciones in vitro. n.35, 2012, p.28-47.

ARCILA P., Jaime; FARFÁN V., Fernando; MORENO B., Argemiro ; SALAZAR G., Luis Fernando ; HINCAPIÉ G., Edgar. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2007. p 309. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>

ARCILA, Jaime.; HINCAPIE, E.; RIVILLAS, C.; VILLEGAS, G. y GAITAN, A., Almácigos De Café. Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Cenicafé, 2011. 8 p. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/350>

BAUTE B, J., FARFAN V., FERNANDO. Efecto del arreglo espacial del café y del sombrío sobre la producción de café. Cenicafé, 2010. Disponible en: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/68/1/arc060%2804%29313-323.pdf>

BURNEO, SANTIAGO. Megadiversidad. Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socio ambientales, 2013. v. 2, n.3. Doi: <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.3.2009.822>

CAMPBELL, R. Control biológico de patógenos vegetales microbianos. En Prensa, Universidad de Cambridge. 1989, 218p.

COCK, J. H., ÁLVAREZ, Diana M., ESTRADA, Marcela. RASTA. Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Versión 2. Cali, Colombia.: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Corporación BIOTEC, 2010. 62 p, [Citado, 04 abril del 2021]. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/69682/RASTA_2011.pdf?sequence=2&isAllowed=y

CÓRDOBA, O. J. Comportamiento eco fisiológico de variedades de higuera (Ricinus communis L.). [Tesis agrícola]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 2012, 117 p. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11660/15511686.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORRAL, Ruben, DUCELA, Luis Alberto, MEZA Hector. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales con café arábigo y cacao en dos zonas agroecológicas del Ecuador. Manabí COFENAC, 2006. <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/15.-Fijacion-y-Almacenamiento.pdf> [Citado, 07 septiembre del 2021].

DELGADO, Omar Bladimir. Elaboración de Un Manual Con Prácticas Agroecológicas Enfocándose en La Producción de Alimentos Sanos. [Tesis agrícola]. Cuenca (Ecuador): Universidad De Cuenca, Facultad Ciencias Agropecuarias. 2012. 159 p.

ESCOBAR, H., PINZÓN, H., PARRA, M. Producción de semilla garantizada de ajo. 2012. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1881>

ESTACIÓN METEOROLÓGICA Alcaldía de Piendamó. 2018. [Citado, 13 marzo, 2021]. <https://mail.google.com/mail/u/0/?zx=v84lu43v7ax8#search/bioabonosdonalejo%40fcccauca.org?projector=1&messagePartId=0.1> [Citado, 07 septiembre del 2021].

FARFAN, VALENCIA, Fernando., Guamo santafereño en sistemas agroforestales con café. Chinchina, Colombia; Cenicafe, 2010. pag 8. <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/339/1/avt0396.pdf>

_____. Árboles con potencial para ser incorporados en agroforestales con café. Chinchina, Caldas (Colombia); Cenicafe, 2012, 87 p.

FARFÁN VALENCIA, Fernando. Producción de café en sistemas agroforestales. Manizales, Caldas (Colombia), 2014. 342 p.
<https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo8.pdf>

_____. Erythrina sp. para sistemas agroforestales con café. Manizales, Caldas, Colombia; Cenicafe, 2016. p. 7.
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/702/1/avt0464.pdf>

FEDERACION CAMPESINA DEL CAUCA, Diplomado teórico en políticas de agricultura orgánica practico, 2020. p. 29. [Citado 8, Diciembre, 2021]. <https://usercontent.one/wp/fcccauca.org/wp-content/uploads/2021/11/cartilla-diplomado-V.F.-final.pdf>

FRANCIS, Charles. Múltiple cropping systems, Macmillan Publishing Company, New York; Collier Macmillan Publishers, London, 1986, 383 p.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0308521X87900242>

FRANCO RÚA, M., Las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional. 2009. 7 p. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/115-Voisin.pdf [Citado, 3 agosto del 2021].

FAO, Agroforestería para la producción animal en América Latina. 1999. <https://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/rosale25.htm> [citado 03/ 18 de 2020].

FAO, V. H. Estado Actual De La Informacion Sobre Arboles Fuera Del Bosque. 2004. <http://www.fao.org/3/ad397s/AD397s04.htm> [citado. 19 marzo de 2020].

FAO, Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. 2014. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf> [Citado, Enero 1 de 2022].

FAO, Crear sinergias potencia las principales funciones de los sistemas alimentarios, lo que favorece la producción y múltiples servicios ecosistémicos. 2015, https://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/synergies/es/?page=14&ipp=5&tx_dynalist_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiMSI7fQ%3D%3D

FAO, Manual de campo, Inventario Forestal. 2018. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023785/Manual.pdf> [Citado 8, Diciembre, 2021].

FLORES, C., Y SARANDÓN, S., Agroecología - Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. In Repositorio intitucional de la UNLP. Editorial de la Universidad de La Plata. 2014, 466 p. ISBN: 978-950-34-1107-0

GONZALEZ. ACEVEDO, A., Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del Centro Occidente y Sur Occidente colombiano. [Tesis doctoral de ciencias ambientales]. Pereira, (Colombia); Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, 2015, 196 p.

GÓMEZ SANZ, V., Cubiertas forestales y respuesta microclimática. 2004, 100 p., <https://docplayer.es/7351213-Cubiertas-forestales-y-respuesta-microclimatica.html> [Citado, 4 marzo de 2020]

GUHL Andres, Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. Revista de Estudios Sociales p. 114-125 [En línea], consultado 4 de marzo de 2022. <https://journals.openedition.org/revestudsoc/16644>

_____. Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana. 2004, 16 p. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc055%2801%29029-044.pdf> [citado 5, marzo de 2020]

GUTIÉRREZ CEDILLO, Jesús Gastón; AGUILERA GÓMEZ, Luis Isaac; GONZÁLEZ ESQUIVEL, Carlos Ernesto. Agroecología y sustentabilidad. Convergencia Revista de Ciencias Sociales, UAE Mex.,. 2008. núm. 46, págs, 51-87.

HAHN, G. Respuestas dinámicas del ganado bovino a las cargas térmicas térmicas. 1999. https://doi.org/10.2527/1997.77suppl_210x [citado 8, marzo de 2020].

HENDRIX, P. F., CROSSLY, DA, JR., BLAIR JM y COLEMAN, DC. Suelo la biota como componentes de agroecosistemas sostenibles. C^a.A. Edwards, R. Lal,pag. Madden, RH Miller y G. House (Editores), Agricultura sostenible Sistemas. Suelo y Sociedad de conservación del agua, Iowa, EE.UU., 1990. págs. 637-654.

HIGA, T., WIDIDANA, G. N. The concept and theories of effective microorganisms. Centro Internacional de Investigación de la Agricultura de la Naturaleza. Japón: Okinawa University of Rykyus. 2004.

HOYOS DAZA, O. Fabian. Implementación de un Sistema Silvopastoril con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Leucaena (*Leucaena diversifolia*) en la vereda La Laja, [Tesis de forestales] Popayán, Cauca. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Escuela de Ciencias Agrarias, Agrícolas y del Medio Ambiente, 2018, 68 p. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20964/10307684.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IGAC. Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Bogotá: 2014.

JACKSON, W. "Natural systems agriculture: a truly radical alternative". *Agricultural Ecosystems Environment*, 2002. p. 88.

JOSEP, P. *La difusión de los abonos minerales y químico*. 1998, 182 p.

KHALAJABADI, Siavosh. S., *La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café*. Manizales, Caldas, Colombia; Cenicafé, 2016. 12 p, <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVT0466.pdf> [Citado, 26 marzo del 2021].

KORNER, I., J. BRAUKMEIER, J. HERRENKLAGE, K. LEIKAM, M. RITZKOWSKI, y R. STEGMAN. Investigation and optimization of composting processes-test system and practical examples. *Waste Management*, 2003, n 23 (1): pag 17-26.

KRISHNAMURTHY, L., ÁVILA, M. *Agroforestería básica*, México. PNUMA-ORPALC RFAALC. 1999, 340 P. ISBN: 9687913045.

LIBREROS, S., SALAMANCA. *compostaje de residuos industriales en Colombia*. 2012, No.28, 36 p, ISSN 0123-0409.

LIEBMAN, M., GALLANDT, E., JACKSON, L. *Muchos pequeños martillos: manejo ecológico de las interacciones entre cultivos y malezas*, *Ecología en la agricultura*, 1997.

LÓPEZ, Antonio J. *Manual de edafología*. 2006.

LÓPEZ, B., RIVERA, A., SUÁREZ, M., CUETO, G. y GARCÍA, A., *Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña*. En: *Centro agrícola*; Vol 44, No 3, 2017.

LOWVELD, C. R., *A shade experiment*. *Information Bulletin of Citrus and Subtropical Fruit Instituto de Investigaciones de Cítricos y Frutos Subtropicales*. 1975, Pag. 3 -4.

LONDOÑO, A.; ALEGRÍA, Gustavo; GUTIERREZ, Leadith y LASSO, Arnold. *Instrumento para la caracterización de sistemas cafeteros del departamento del Cauca*, 2015.

LUNA, J., "Influence of soil fertility practices on agricultural pests" en *Proceedings of the VI International Scientific Organic Agriculture Movements*. Santa Cruz, California: University of California. 1988.

MAPA DEL MUNICIPIO DE PIENDAMÓ, CAUCA (COLOMBIA), 2011, [citado, 1 enero 2020].

ROD J. MACRAE, Stuart B. HILL, Guy R. MEHUYS Y John Henning, Conversión agronómica y económica a escala agrícola de agricultura convencional a agricultura sostenible. en *Adv. Agronomy*, n 43. 1990.

MICHAEL, Peters. F., SCHMIDT, Alex., FRANCO, Luis Horacio Y HINCAPIE Belisario. *Especies forrajeras multipropósito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 2011, 212 p. <https://hdl.handle.net/10568/54681>

MORALES, S., VIVAS, NELSON, TERAN, V. *Ganadería Eco-Eficiente Y La Adaptación al Cambio climático*, Vol. 14, n. 1, 2016, 144 p. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/553/655>

NDONA Roger, Friedel, J., SPORNBERGER, A., RINNOFNER, T., y KAROLINE, J. 'Effective micro-organisms' (EM): an effective plant strengthening agent for tomatoes in protected. *Biological Agriculture and Horticulture*, 2011. Pp. 189-204.

NAIR, P.K.R. *An introduction to agroforestry*. Dordrecht : Kluwer Academic, 1993. 499 p.

NAVAS PANADERO, A. *Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico*. 2010. [citado, 9 marzo de 2020]. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542010000100010

OSPINA PENAGOS, C. M., HERNANDEZ RESTREPO, R. J., GOMÉZ DELGADO, D. E., GODOY BAUTISTA, J. A., ARISTIZABAL VALENCIA, F., PATIÑO CASTAÑO, J., MEDINA ORTEGA, J. Á., *Guías silviculturales, el alizo o cerezo (alnus acuminata H.B.K. ssp acuminata)*. FNC-Cenicafé, 2005, 37 p. <https://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>

PALMA, E. y CRUZ, J. *¿Cómo elaborar un plan de finca de manera sencilla? Serie técnica-Manual técnico No. 96*. Turrialba, Costa Rica: centro agronomico tropical de investigacion y ensenanza, CATIE, 2010, 54 p. ISBN 978-9977-57-514-8

PRETTY, J., *Regenerating agriculture: Policies and practice for sustainability and self reliance*. Gran Bretaña: Earthscan Publications. 1995, 500 p.

RAMIRES BUILES, V. H., JARAMILLO ROB LEDO, Á., PEÑA QUIÑONES, A. J., VALENCIA ARBELÁEZ, J. A., *El brillo solar en la zona cafetera colombiana, durante los eventos el niño y la niña*. Manizales, Caldas, Colombia; Cenicafe, 2012, 12 p. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0421.pdf>

RESTREPO, E., J., HENSEL, J., *El ABC de la agricultura orgánica, fosfitos y panes de piedra*. 2 ed, Managua, SIMAS, 2020. P.262 p, ISBN:978-99924-55-27-2

RESTREPO, J., El A, B, C de la agricultura Orgánica y Harina Rocas. 2020. pp 30-187.

RÍOS PESCADOR, L., RÍOS RAMOS, L., ALMARIO CHARRY, J. L. y MORA, M. A., Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia. 2017, 12 p., ISSN 1657-6985.

ROZAS, M. Mujeres campesinas e indígenas. 2019. https://rap-al.org/wp-content/uploads/2019/09/CARTILLA-MUJERES-CAMPESINAS_PLAGUICIDAS_RAP_AL2019.doc.pdf&hl=en, [citado, 6 marzo de 2020].

SALAZAR VILLAREAL, M. D., Alternativas para el manejo de plagas y enfermedades en nuestras fincas, Ecuador, 1ra edición, 2010, 52 p. [Citado, 26 noviembre del 2021]. <http://urban.agroeco.org/wp-content/uploads/2016/02/BIOPESTICIDAS-CEA-PROGRESSIO.pdf>

SARANDON, Javier Santiago y FLORES, Claudia Cecilia. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables /- 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2014. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0

SCHMIDT , A., PETERS, M., FRANCO, L. H., SCHMIDT , A., HINCAPIÉ, B. Especies Forrajeras Multipropósito. CIAT. 2003, <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/especies-forrajeras-multiproposito/> [Citado, 26 agosto del 2021].

SERRATO, A., MORENO, M., Efecto del abono orgánico y de la edad del inicio del corte en la producción de biomasa y aceite esencial de limoncillo. 2003, <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054%2804%29273-277.pdf> [Citado 26, agosto, 2021].

TRANKNER, A. Use Of agricultural and municipal organic wastes to develop suppressiveness to plant pathogens. 1992, New York: Ple num Press.

TRAUTMANN, N. y M.E. KRASNY. Composting in the classroom. National Science Foundation, Cornell Waste Management Inst., Cornell Center for the Environment. 1997, 126 p.

TORQUEBAU, E.; CARLOS CANO; Juan Antonio LEOS RODRÍGUEZ; L KRISHNAMURTHY. Conceptos de agroforestería: una introducción. 1 ed., Chapingo, México : Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo, 1993, 92 p., ISBN: 9688842524 9789688842522.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MEXICO. Revista de Ciencias Sociales, 2008. p. 46.

VALLEJO, F. A., ESTRADA, E. I., Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 2004. p. 291-311.

VARELA ROJAS, Irene. Definición de producción más limpia. Vol. 16 N° 2, 2003, 10 p.

VANDERMEER, J., Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and Issues”, en Agricultural Ecosystems Environment, 1998. núm. 67.

ZAPATA CADAVID Alvaro, SILVA TAPASCO Beatriz, Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticos, Segunda edición Cali, Colombia. Editorial CIPAV. 2020, 242 p., ISBN 978-958-9386-96-5.

Anexo A. Resultado Análisis de suelo



MULTILAB AGROANALITICA Reporte suelos Caracterización III

SOLICITANTE : MYLI JOHANA MWENDEZ No. ORDEN : 4971
 PROPIETARIO : FEDERACION CAMPESINA DEL CAUCA No. MUESTRAS : 3
 FINCA : ABONOS ORGANICOS FECHA RECIBO : 22/12/2020 12:33:47
 PROYECTO : PASTOS - CAFE FECHA DE REPORTE : 08/01/2021 14:15:04
 MUNICIPIO : PIENDAMO, Cauca
 VEREDA : EL PINAR

Nlab	Referencia	pH	N	MO	K	Ca	Mg	Al	CIC	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	S	Ar	L	A	Textura
			%		cmol(+).kg ⁻¹				mg . Kg ⁻¹						%					
6398	PRADERAS 1 (L	5,5	0,46	11,7	0,27	2,59	0,65	0,2	36	11	169	24	3,8	4,9	0,15	6,8	22	28	50	F.Ar.A
6399	PRADERAS 2 (E	5,8	0,79	27,4	0,65	6,51	2,42	0,2	46	18	266	32	15,0	3,2	0,29	4,4	22	28	50	F.
6400	AGROFORESTA	5,7	0,70	21,6	0,65	7,04	2,46	0,2	43	28	248	25	13,8	4,7	0,17	6,1	24	28	48	F.A.

HÉCTOR FERNANDO FRANCO A.

MULTILAB AGROANALÍTICA

Fernando.Franco@multilab.co

Multilab@multilab.co

Método de Análisis :

pH: Potenciométrico-suelo: Agua 1:1; N: Calculado; MO: Walkley-Black - Colorimetría; K, Ca, Mg: Acetato de amonio 1N pH 7.0-EAA; Al: KCl IM-titulación; Fe, Mn, Zn, Cu: EDTA 0.01M-Acetato de amonio 1N pH 7.0- EAA; CIC: Acetato de Amonio 1N pH 7.0 titulación; P: Bray II-colorimetría Bray Kurtz; Textura : Bouyoucos con pirofosfato de sodio-clasificación diagrama triangular de USDA- F (franco), Ar (arcilloso), L (limoso), A (arenoso).



MULTILAB AGROANALITICA

Reporte de relaciones

SOLICITANTE: MYLI JOHANA MWENDEZ No. ORDEN : 4971
PROPIETARIO: FEDERACION CAMPESINA DEL CAU No. MUESTRAS : 3
FINCA: ABONOS ORGANICOS FECHA RECIBO : 22/12/2020 12:33:47
PROYECTO: PASTOS - CAFE FECHA DE REPORTE : 08/01/2021 14:31:30
MUNICIPIO: PIENDAMO, Cauca
VEREDA: EL PINAR

Orden	NLab	BT	CICE	Bases	Al	Ca/Mg	Ca+Mg/K	Ca/K	Mg/K	K/Mg
				% saturación						
4971	6398	3,51	3,71	94,61	5,39	3,98	12,00	9,59	2,41	0,42
4971	6399	9,58	9,78	97,96	2,04	2,69	13,74	10,02	3,72	0,27
4971	6400	10,15	10,35	98,07	1,93	2,86	14,62	10,83	3,78	0,26

HÉCTOR FERNANDO FRANCO A.
MULTILAB AGROANALÍTICA

Fernando.Franco@multilab.co

Multilab@multilab.co

Método de Análisis :

pH: Potenciométrico-suelo: Agua 1:1; N: Calculado; MO: Walkley-Black - Colorimetría; K, Ca, Mg: Acetato de amonio 1N pH 7.0-EAA; Al:KCl IM-titulación; Fe, Mn, Zn, Cu: EDTA 0.01M-Acetato de amonio 1N pH7.0- EAA; CIC: Acetato de Amonio 1N pH7.0 titulación; P:Bray II-colorimetría Bray Kurtz; Textura : Bouyoucos con pirofosfato de sodio-clasificación diagrama triangular de USDA- F (franco), Ar (arcilloso), L (limoso), A (arenoso).