DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA *(Rubus glaucus benth)* EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA, CAUCA

JHON LEYDER TROCHEZ BUITRÓN

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2016

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA *(Rubus glaucus benth)* EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA, CAUCA

JHON LEYDER TROCHEZ BUITRÓN

Trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar al título de Ingeniero Agropecuario

Directora
I.A. M. Sc. CONSUELO MONTES ROJAS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2016

Nota de aceptación

La Directora y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

I.A. M. Sc. CONSUELO MONTES ROJAS
Directora

M. Sc. GUSTAVO ADOLFO ALEGRÍA F.
Presidente del Jurado

I.A. JOSÉ TOBÍAS PALACIOS CASAS
Jurado

Popayán, 12 de octubre de 2016

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitir culminar satisfactoriamente mi trabajo y no perder la fe para seguir adelante cada día.

A mis padres Isabel Buitrón y Bolívar Trochez por su amor, confianza y apoyo incondicional, son pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida.

A mis hermanos David y Yuli por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mi sobrina Dana quien ha sido y es una mi motivación, inspiración y felicidad

Dedico este trabajo a Milena, por su apoyo incondicional y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme haber estudiado esta noble carrera y protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi directora Consuelo Montes por trasmitir sus conocimientos y haber intervenido en mi proceso de formación profesional, por su paciencia y opiniones que me sirvieron para alcanzar metas propuestas dentro del proyecto de investigación.

Agradezco a mis jurados del trabajo de investigación Ing Gustavo Adolfo Alegría, Ing. José Tobías Palacios por su disposición y ayuda brindada.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. MARCO REFERENCIAL	20
1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA	20
1.2 SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DE LA MORA	20
1.2.1 Propagaciones por semilla (sexual)	21
1.2.2 Propagación vegetativa por acodo	21
1.2.3 Acodo de punta o terminal	21
1.2.4 Acodo aéreo	21
1.2.5 Propagación vegetativa in vitro	21
1.3 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	21
1.3.1 Selección y preparación de terreno	21
1.3.1.1 Preparación del suelo	22
1.3.1.2 Trazado y hoyado	22
1.3.1.3 Siembra	22
1.3.2 Tutorado	22
1.3.2.1 Sistema de chiquero	23
1.3.2.2 Sistemas de espaldera	23
1.4 TUTORES VIVOS	23
1.4.1 Especies forestales utilizados como tutores vivos para mora de castilla	23
1.5 ALELOPATÍA	23
1.5.1 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar unas plantas sobre otras de diferente especie	24

pág.

1.5.2 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar algunas plantas sobre los insectos y microorganismos 24

1.6 CONCEPTO DE POLICULTIVO 24

1.7 SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MORA (SAF) 24

1.8 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA 25

2. METODOLOGÍA 27

2.1 LOCALIZACIÓN 27

2.2 PROCESO DE INVESTIGACIÓN 27

2.3 ACTIVIDADES 28

2.3.1 Caracterización de la finca La Guaca 28

2.3.1.1 Levantamiento topográfico de la finca La Guaca 28

2.3.1.2 Caracterización del suelo y del terreno 28

2.3.1.3 Toma de muestra del suelo 32

2.3.2 Producción de abono orgánico 32

2.3.3 Selección de especies para el sistema 33

2.3.3.1 Mora de castilla 33

2.3.3.2 Cultivos transitorios 34

2.3.3.3 Selección de especies forestales 34

2.3.3.4 Selección de especies alelopáticas 34

2.3.4 Diseño espacial del sistema integrado de producción 34

2.3.5 Preparación de suelo 36

2.3.5.1 Trazado del sistema 36

2.3.5.2 Distancias de siembra del sistema 36

2.3.5.3 Ahoyado y aplicación de correctivos 37

pág.

2.3.6 Siembra de las plántulas en el sitio definitivo 37

2.3.6.1 Siembra de mora 38

2.3.6.2 Siembra de tutores vivos 38

2.3.6.3 Siembra de cultivos transitorios 40

2.3.6.4 siembra de plantas alelopáticas 40

2.4 MANEJO DEL RECURSO AGUA 41

2.5 MANEJO Y LABORES AGRONÓMICAS DEL SISTEMA 41

2.5.1 Plateo 41

2.5.2 Fertilización 42

2.5.3 Manejo de plantas voluntarias 42

2.5.4 Manejo integrado de plagas 43

2.6 IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA SILVOPASTORIL 44

2.6.1 Preparación del terreno 44

2.6.1.1 Aplicación de enmiendas 44

2.6.1.2 Sistema de siembra y cantidad de semilla 44

2.6.2 Siembra de especies forestales 45

2.6.3 Siembra de botón de oro 45

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 46

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA LA GUACA 46

3.1.1 Historia del predio 46

3.1.2 Levantamiento topográfico de la finca La Guaca 46

3.1.3 Caracterización del suelo y del terreno 46

3.1.3.1 Pendiente 48

pág.

3.1.3.2 Forma del terreno 48

3.1.3.3 Capas u horizontes 48

3.1.3.4 Color 48

3.1.3.5 Textura 49

3.1.3.6 pH 49

3.1.3.7 Pedregosidad 49

3.1.3.8 Estructura 49

3.1.3.9 Profundidad efectiva 49

3.2 PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO 49

3.3 CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO IDEALES PARA UN SISTEMA AGROFORESTAL CON MORA 50

3.4 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES INTEGRADAS AL SISTEMA 51

3.5 CULTIVOS TRANSITORIOS SELECCIONADOS PARA INTERCALARLOS CON MORA *(Rubus glaucus benth)* 52

3.6 SELECCIÓN Y MANEJO DE ALGUNOS PROBLEMAS SANITARIOS DEL CULTIVO DE MORA CON ALELOPATÍA Y EXTRACTOS DE PLANTAS 52

3.7 INTERACCIONES EN EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA *(Rubus glaucus benth)* 54

3.7.1 Mora de castilla (*Rubus glaucus* benth) 56

3.7.2 Componente forestal 57

3.7.2.1 Eucalipto 57

3.7.2.2 Acacia (*Acacia mangium*) 57

3.7.2.3 Chachafruto (*Erytrinia edulis* Triana ex Micheli) 58

3.7.3 Plantas alelopáticas y medicinales 59

3.7.4 Cultivos transitorios 60

pág.

3.7.5 Sistema silvopastoril 60

3.7.6 Biofábrica 61

3.8 PROPUESTA DE MANEJO PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN 61

3.8.1 Cultivo de mora 62

3.8.2 Arboles tutores vivos 63

3.8.3 Cultivos transitorios 64

3.8.4 Plantas alelopáticas y medicinales 64

3.8.5 Riego 64

3.8.6 Subsistema silvopastoril 64

3.8.6.1 Sistema rotacional 64

3.8.6.2 Suministro de agua 64

3.8.6.3 Suministro de sal 65

3.8.6.4 Manejo de praderas 65

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO 65

3.9.1 Mano de Obra 65

3.9.2 Insumos y herramientas 66

3.9.3 Servicios 67

3.9.4 Otras Inversiones 67

3.9.5 Total costos 68

3.9.6 Dinámica de Productividad de mora de castilla 68

3.9.7 Precio de venta 68

3.9.7.1 Precio de Venta mora de castilla 68

3.9.7.2 Precio de Venta cultivos transitorios 69

pág.

3.9.8 Flujo de Caja 69

4. CONCLUSIONES 72

5. RECOMENDACIONES 73

BIBLIOGRAFÍA 74

ANEXOS 77

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Materiales utilizados para la elaboración de 3500 Kg de Bokashi 32

Cuadro 2. Resumen del espesor de los horizontes encontrados en la calicata del suelo de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 48

Cuadro 3. Comparación de condiciones edafoclimáticas para un sistema agroforestal cuyo componente principal es la mora (*Rubus glaucus* Benth) y la finca La Guaca 50

Cuadro 4. Comportamiento fisiológico de especies forestales integradas al sistema donde el cultivo de mora de castilla es el componente principal 51

Cuadro 5. Cultivos transitorios seleccionados para intercalarlos con mora *(Rubus glaucus Benth)* y la finca La Guaca 52

Cuadro 6. Plantas alelopáticas, medicinales y condimentarias útiles para el manejo de cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth)* 52

Cuadro 7. Mano de obra empleada en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla **(***Rubus glaucus benth)* 65

Cuadro 8. Mano de obra empleada para la implementación del sistema silvopastoril 66

Cuadro 9. Insumos y herramientas utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* 66

Cuadro 10. Insumos utilizados en la implementación de un sistema silvopastoril 67

Cuadro 11. Servicios utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* 67

Cuadro 12. Otras inversiones utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla **(***Rubus glaucus benth)* 68

Cuadro 13. Producción (kg/ha/año) 68

Cuadro 14. Flujo de Ingresos mora de castilla (pesos/ha/año) 69

Cuadro15. Flujo de Ingresos cultivos transitorios (pesos/ha/año) 69

pág.

Cuadro 16. Flujo de Ingresos sistema mora de castilla y cultivos transitorios (pesos/ha/año) 70

Cuadro 17. Flujo de caja para el sistema mora de castilla y cultivos transitorios (Pesos/Hectárea/Año) 70

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Localización geográfica del predio La Guaca 27

Figura 2. Aspectos generales para el proceso de investigación 28

Figura 3. Caracterización de la finca La Guaca en cuanto a uso actual de suelo y de terreno 29

Figura 4. Evaluación de la pendiente del terreno por el método del Nivel A 29

Figura 5. Elaboración de calicata para caracterizar el suelo de la finca la Guaca Municipio de la Sierra, Cauca 30

Figura 6. Tabla de comparación para evaluar estructura del suelo 31

Figura 7. Recorrido en zig zag para toma de muestras de suelo en la Finca la Guaca, Municipio de la Sierra, Cauca 32

Figura 8. Materiales y proceso de elaboración de abono tipo bokashi 33

Figura 9. Plántulas de mora de castilla *(Rubus glaucus benth)***,** ecotipo San Antonio 34

Figura 10. Diseño espacial del sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) en la Finca La Guaca. 35

Figura 11. Diseño del modelo silvopastoril finca la Guaca vereda la Palma Municipio de La Sierra 35

Figura 12. Vista general y condición inicial del terreno antes de establecer el sistema integrado de producción 36

Figura 13. Trazado del sistema integrado de producción para Mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) en la Finca La Guaca, Municipio de la Sierra, Cauca 36

Figura 14. Ahoyado del terreno y aplicación de correctivos para la siembra del cultivo principal de mora (*Rubus glaucus Benth*) 37

Figura 15. Preparación del terreno para la siembra de plantas alelopática, medicinales y condimentarías 38

Figura 16. Proceso de siembra de la mora (*Rubus glaucus benth*) en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 38

Figura 17. Proceso de siembra de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) como tutor vivo en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 39

pág.

Figura 18. Proceso de siembra del tutor vivo secundario chachafruto (*Erythrina edulis*), en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 39

Figura 19. Proceso se plantulación y siembra de lechuga (*Lactuca sativa*) para el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 40

Figura 20. Proceso se plantulación y siembra especies alelopáticas, medicinales y condimentarias para el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 40

Figura 21. Reservorio para almacenar agua, utilizada para regar por gravedad las plantas del sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 41

Figura 22. Hidroretenedor acondicionador de suelos para mantener la humedad óptima en el plato de cada planta 42

Figura 23. Plateo de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*) y chachafruto (*Erythrina edulis*) tutor vivo 42

Figura 24. Forma de aplicación de fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos 43

Figura 25. Manejo de plantas voluntarias en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 43

Figura 26. Métodos de control de plagas utilizados en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca 43

Figura 27. Área arada y rastrillada lista para la siembra de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, en el sistema silvopastoril de la finca La Guaca, del Municipio de la Sierra, Cauca 44

Figura 28. Mezcla de semilla de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo con abono orgánico tipo bokashi para siembra al voleo 45

Figura 29. Área lista para sembrar botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y delimitar el sistema silvopastoril 45

Figura 30. Ecosistemas predominantes encontrados inicialmente en la finca La Guaca donde se implementó el SIPA con mora como cultivo principal 46

Figura 31. Plano inicial de la finca La Guaca y uso del suelo 47

Figura 32. Plano inicial de la finca La Guaca identificando la zona para implementar el sistema integrado de producción 47

pág.

Figura 33. Perfil del suelo identificando los horizontes del suelo en la Finca La Guaca 48

Figura 34. Abono orgánico tipo bocashi obtenido en la Finca La Guaca, para utilizar en el establecimiento del sistema integrado de producción 50

Figura 35. Interacciones identificadas en el SIPA a, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* en la Finca La Guaca 55

Figura 36. Mora de castilla *(Rubus glaucus benth*) en la Finca La Guaca 57

Figura 37. Eucalipto *(Eucalyptus grandis)* en la Finca La Guaca 57

Figura 38. Acacia *(Acacia mangium*) barrera rompe viento la Finca La Guaca 58

Figura 39. Tutor vivo interno de Chachafruto *(Erythrina edulis Triana ex Micheli)* 58

Figura 40. Caléndula *(Calendula officinalis)* bordeando el cultivo de mora 59

Figura 41. Cultivos transitorios maíz y arveja intercalados *con mora de castilla* 60

Figura 42. Barrera viva de botón de oro *(Tithonia diversifolia)* 60

Figura 43. Sistema silvopastoril y detalle de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo 61

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Cronograma de actividades para implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* 77

Anexo B. Resultado análisis de suelos de la Finca La Guaca 78

Anexo C. Resultado de análisis físico de suelo y caracterización del terreno 79

Anexo D. Cronograma de actividades para el manejo del sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla (R*ubus glaucus benth)* 82

RESUMEN

En el departamento del Cauca Municipio de La Sierra Cauca en la vereda La Palma en el predio la Guaca, se realizó el trabajo de investigación cuyo objetivo general fue Diseñar e implementar un sistema de producción de mora de castilla, asociado con especies forestales, plantas alelopáticas y cultivos transitorios, como alternativa productiva para clima frio moderado.

Se realizó la caracterización de la finca, donde se identificó el uso actual y manejo del suelo, para identificar características físicas y químicas, topografía del predio, perfiles del suelo, se seleccionaron especies (forestales, hortalizas, plantas alelopáticas y medicinales, otros frutales, gramíneas, teniendo en cuenta adaptabilidad a las condiciones de la zona, bienes y servicios aportados al cultivo principal, luego se hizo la siembra teniendo en cuenta el arreglo temporal y espacial del Sistema Integrado De Producción Agropecuaria, y las adecuaciones agronómicas de cada especie.

Como resultado se implementó un Sistema Integrado de Producción que incluyo 3 sistemas: agrícola, forestal y pecuario. En el sistema agrícola se destaca el cultivo principal mora, los subsistemas de tutores vivos, plantas alelopáticas y cultivos transitorios cuyas interacciones y sinergias aportan al sistema en beneficio del manejo de plagas, manejo ambiental y sociocultural y beneficios económicos por disminución de costos, dada por la diversidad de plantas; de igual manera se planteó un ~~plan de~~ manejo en el cual se programan actividades para el sostenimiento del sistema en los siguientes años, teniendo en cuenta que cada especie tiene su propia fisiología y por lo tanto requerimientos diferentes. Y por último se elaboró un análisis económico-financiero teniendo en cuenta los activos fijos para iniciar la implementación del sistema productivo, incluyendo el capital de trabajo.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, diversidad de plantas, alelopatía, interacciones.

INTRODUCCIÓN

En el departamento del Cauca la producción de mora ha venido en aumento, las condiciones naturales de suelo y clima, son aptas para la producción de esta especie. Además tiene características de calidad que la hacen apetecible y hay permanente disponibilidad del producto, lo cual es una ventaja en comparación con otro tipo de cultivos. La mora (*Rubus glaucus*) es un antioxidante natural, por su contenido de vitaminas, minerales y antocianinas. Está fruta se utiliza como materia prima en la elaboración de helados, yogurt, lácteos saborizados, mermeladas y jugos.

En el año 2011 en Colombia el área cosechada en mora fue de 11.667 has, siendo el departamento de Cundinamarca el de mayor producción con 22.843 ton (24%), seguido de Santander con 18.374 ton (19%) y Antioquia con el 14% representado en 13.456 ton, el departamento del Cauca aporta a la producción 1.734 ton por año, con un área de 410 has y un rendimiento de 4 ton/ha (Gobernación de Antioquia, 2014).

Actualmente el sistema productivo de mora de castilla en las regiones del país es de monocultivo (Bermeo, 2010). El desarrollo de sistemas intensivos conformados principalmente por monocultivos, son sensibles a los fuertes cambios medioambientales, potencialmente susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, conllevando al uso excesivo de plaguicidas e insumos químicos que no solo atacan al agente causal de la enfermedad o la plaga, sino también a los organismos controladores de estos, lo que genera un desequilibrio ecológico en los sistemas productivos; lo cual puede ser atenuado con la implementación de sistemas integrados por la diversidad de subsistemas manejados de manera sostenible (Gutiérrez y Ruiz, 2011).

Una de las opciones para la producción frutícola en este caso mora de castilla, es el uso de diseños integrales, holísticos y sustentables. Por esta razón, en la vereda la Palma, Municipio de la Sierra Cauca, se propuso diseñar e implementar un sistema de producción de mora de castilla, asociado con especies forestales, plantas alelopáticas, medicinales, condimentarías y cultivos transitorios, en arreglos temporales y espaciales como alternativa productiva para clima frio, lo anterior, con el fin de intervenir positivamente en la biodiversidad, incrementar la estabilidad del sistema y por tanto reducir los costos económicos y ambientales de su conservación y uso, básicamente en términos de ciclaje de nutrientes, control del microclima local, disminución de organismos plaga, conservación del suelo y agua y reducción de contaminantes.

Para lograr este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: implementar arreglos espaciales y temporales, que contribuyan al manejo y conservación de los diferentes recursos y sistemas; diseñar un sistema agroforestal para el cultivo de mora de castilla; proponer estrategias de buenas prácticas de manejo para el sistema de producción y elaborar un análisis económico-financiero del sistema de producción.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE LA MORA DE CASTILLA

La mora de castilla (*Rubus glaucus*) pertenece al reino Vegetal; clase *Angiospermae*; subclase *Dicotyledoneae*; orden *Rosae*; familia: *Rosaceae*; género *Rubus*; especie: *Rubus glaucus*. (Bermeo, 2010).

Es una planta perenne, de porte arbustivo, semierecto, de tallos rastreros o semierguidos que forma macollas. Los tallos son de longitud variable y se pueden ramificar, los aguijones pueden estar o no presentes; los tallos emiten constantemente brotes en la base. Las hojas son alternas, con tres folíolos y de bordes aserrados, de color verde en el haz y blanquecino en el envés; las ramas florecen en racimos terminales. Las flores son blancas de 2 a 2.5 cm de diámetro y dispuestas en racimos en las puntas de la rama o en ocasiones en toda la rama (Franco y Giraldo, 2001).

El fruto está formado por muchas drupas y dentro de cada drupa hay una semilla. Los frutos pueden ser de tamaño grande, mediano o pequeño, se maduran de manera dispareja porque la floración no es homogénea. Cuando maduran su color va de rojo a púrpura o de rojo a rojo oscuro. Las raíces se distribuyen en los primeros 30 cm del suelo con disposición horizontal y longitudinal de 0.5 a 1.2 m de largo. Las raíces sostienen la planta y permiten su propagación al presentar yemas vegetativas capaces de activarse produciendo brotes (Franco y Giraldo, 2001).

La mora presenta tres etapas de desarrollo: la primera, en la que se obtienen las nuevas plantas ya sea en forma sexual o asexual; la segunda o de formación y desarrollo vegetativo, donde se forma la planta y la tercera o productiva que se inicia ocho meses después del trasplante, y se mantiene constante durante varios años. En propagación asexual, la obtención de una nueva planta, puede tomar entre 10 y 30 días. Posteriormente se inicia la etapa de vivero que puede durar entre 45 y 60 días para el trasplante a sitio definitivo. Desde el momento del trasplante a inicio de producción transcurren ocho meses, hasta estabilizarse en el mes 18. Se presentan uno o dos picos bien marcados de cosecha dependiendo de los periodos de lluvia en cada zona. Se estima una vida útil de 12 a 15 años dependiendo del manejo que se le dé al cultivo. En Colombia, en zonas de Cundinamarca y Antioquia, existen cultivos que tienen entre 15 y 20 años de edad, pero los rendimiento reportados son inferiores a los registrados en los cultivos más jóvenes (Franco y Giraldo, 2001).

1.2 SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DE LA MORA

Existen al menos cinco sistemas diferentes para la propagación de la mora según Franco y Giraldo (2001), a continuación se realiza la descripción de cada uno de ellos:

1.2.1 Propagaciones por semilla (sexual). La mora se puede propagar por semillas extraídas de frutos, pero esto no es conveniente por la segregación que se presenta, lo que se desea es que las plantas sean idénticas a la planta madre.

1.2.2 Propagación vegetativa por acodo. Acodo significa tomar de una planta cualquier estructura como ramas, tallos y hojas y obligarlas a emitir raíces estando adherida a la planta madre.

1.2.3 Acodo de punta o terminal. Es la forma más adecuada de acodar, y consiste en introducir la punta de una rama productiva en la tierra o en una bolsa con tierra. Antes de enterrar la rama se deben quitar las hojas terminales pero no el ápice, a los 30 días en brotan las raíces y se puede separar de la planta madre para sembrarse o colocarse en un almácigo, con el fin de que termine de endurecer para luego llevar al sitio definitivo.

1.2.4 Acodo aéreo. Consiste en tomar una rama productiva, hacerle una incisión o retirarle un poco de corteza y colocarla en sustrato de arena y tierra orgánica, luego se tapa con plástico, se amarra y se riega, a los 30 días se puede pasar al sitio definitivo o almácigos.

1.2.5 Propagación vegetativa in vitro. Es colocar partes pequeñas (yemas o meristemos) de una planta madre en un medio de cultivo, que generalmente está contenido en un recipiente de vidrio bajo condiciones controladas de luz, temperatura, fotoperiodo, en un laboratorio especializado para garantizar una semilla sana.

1.3 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Para el establecimiento del cultivo son importantes dos acciones la selección y preparación del terreno y la selección de tutores.

1.3.1 Selección y preparación de terreno. Para seleccionar un lote donde se va a producir mora de castilla bajo un sistema integrado, con tutores vivos, especies forestales y cultivos transitorios, es necesario tener en cuenta las condiciones climáticas, ambientales, edáficas, las cuales deben ser favorables a la especies a establecer.

Según Franco y Giraldo (2001), el mejor desarrollo de la planta de mora de castilla está entre 1800 y 2400 msnm, después de los 2400 msnm los rendimientos no son los óptimos y disminuye la calidad y tamaño de los frutos. La humedad relativa entre 70 y 80% favorece el desarrollo del cultivo, así como temperaturas entre 11-18°C.

El suelo ideal es el de textura franca, rico en materia orgánica, con buena capacidad de retención de humedad, pero que no se encharque. La mora crece en suelos ácidos, pero

se desarrolla mejor en suelos neutros; requiere suelos profundos, y es exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

1.3.1.1 Preparación de suelo. Es una de las prácticas fundamentales en la producción agrícola, y requiere un amplio conocimiento para no causar graves problemas al suelo. Como criterio general para el establecimiento de los cultivos, se deben tener en cuenta las prácticas de labranza mínima, como cortar a ras las arvenses, evitar quemas y barridos en los lotes.

Existen algunas condiciones del terreno que obligan a realizar ciertas actividades que van en contra de la producción ecológica, por ejemplo praderas que se quieren destinar a la producción de mora de castilla, donde las gramíneas pasan a ser una especie limitante en el establecimiento del sistema. En este caso la recomendación técnica y económica es aplicar un herbicida que permita eliminar gramíneas y cambiar la dinámica de las arvenses (Franco y Giraldo, 2001).

1.3.1.2 Trazado y hoyado. Hay varios sistemas de trazado: en cuadro, en triangulo y a través de la pendiente. El sistema en cuadro se recomienda únicamente para terrenos con pendiente menor de 5%, el sistema de triangulo es el más aconsejable y el que más se utiliza, ya que los surcos se trazan a través de la pendiente, lo que contribuye a la protección del suelo contra la erosión y a la implementación de otras prácticas de conservación.

El hoyo se recomienda de 40 x 40 x 40 cm y se debe agregar materia orgánica y las enmiendas según el análisis de suelo, mezclar homogéneamente con la tierra del hoyo, esta labor se debe hacer con un mes de anticipación a la siembra.

1.3.1.3 Siembra. Si no se dispone de facilidades de riego, la siembra se sugiere programarse para el inicio de la época de lluvias. Se debe elegir terrenos con suelos fértiles y bien drenados; como la mayoría de las áreas productoras se encuentran en zonas montañosas, es necesario proteger de la erosión la capa fértil del suelo, mediante barreras rompe vientos (ICA, 2012).

Durante la época invernal, el agua puede afectar el terreno al arrastrar grandes cantidades de capa orgánica. Por otra parte, la siembra en suelos arcillosos puede causar mayores problemas de enfermedades en la base de las plantas (ICA, 2012).

1.3.2 Tutorado. La planta de mora tiene hábito rastrero y trepador, por eso como cultivo exige un soporte que le permita tener una forma adecuada que facilite la aireación y un buen manejo de las labores culturales. Existen básicamente dos sistemas comunes de tutorado, la selección depende de los costos, de la disponibilidad de materiales y de la facilidad de la construcción (Franco y Giraldo, 2001).

1.3.2.1 Sistema de chiquero. Es un sistema eficiente pero se necesitan grandes cantidades de madera, deteriora el medio ambiente y requiere mucho mantenimiento, consiste en sostener las plantas individualmente con varas de madera redonda y delgada (ocho trozos) para que la planta cargue por los cuatro lados y mantenga la forma de vaso (Franco y Giraldo, 2001).

1.3.2.2 Sistemas de espaldera. Sistema por el cual se forma un soporte para toda la planta, y según el número de alambres y el tipo de construcción (Franco y Giraldo, 2001), puede ser:

Sistema en T sencilla: consiste en colocar postes sobre el surco a distancia de 6 a 8 metros, y en cada poste a 1.5 m de altura colocar un travesaño de 1 m de largo, sobre el cual se apoyará un alambre en cada extremo.

Espaldera en T doble: similar a la anterior pero con dos travesaños en cada poste, un inferior de 0.8 m. de largo y a una altura de 0.6 m. del suelo, y un superior de 1 m. a 1.5 m. de altura, sobre los extremos de los travesaños se tiende un alambre. Este sistema es uno de los más usados.

1.4 TUTORES VIVOS

Son árboles y/o arbustos que deben reunir ciertas características que permitan el buen desarrollo y producción del cultivo de la mora, entre ellas adaptación al medio, rápido crecimiento, que soporten una poda frecuente, sistema radicular profundo y que las plagas y enfermedades no sean comunes a las especies sembradas (Acero, 2002).

1.4.1 Especies forestales utilizados como tutores vivos para mora de castilla. Investigaciones realizadas por CORPOICA y la unidad local de investigación eje cafetero han demostrado el buen desarrollo y comportamiento del cultivo de la mora asociada a especies forestales como tutores vivos entre ellos la acacia negra (*Acacia decurrens*), arboloco (*Montanoa quadrangularis*), sauce (*Salix humboldtiana)*, nacedero (*Trichantera gigantea*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*) y chachafruto (*Erythrina edulis*) (Castellanos y Botero, 2003).

1.5 ALELOPATÍA

La Sociedad de Alelopatía Internacional en 1996, (citado por Geller y Lara, 2007) definió la alelopatía, como cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos, que influyen en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas biológicos.

1.5.1 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar unas plantas sobre otras de diferente especie. Los efectos alelopáticos entre las plantas son ocasionados por los exudados, aromas o feromonas que secretan las raíces, hojas, flores, semillas y cortezas de las plantas, los cuales según las especies vegetales que se asocien o intercalen, ocasionan efectos benéficos o negativos en ellas que pueden inhibir o retrasar la germinación de semillas, el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que pueden afectar la inducción o formación de hormonas de crecimiento, la producción de cultivos, el sabor de los cultivos vegetales obtenidos o producir alteraciones fisiológicas tales que pueden causar la muerte vegetal de las plantas (Geller y Lara, 2007).

1.5.2 Efectos alelopáticos que pueden ocasionar algunas plantas sobre los insectos y microorganismos. Las sustancias alelopáticas que segregan algunas plantas, pueden influir en los insectos de diferentes formas, afectando el comportamiento sexual de los insectos, actuando como mensajeros de disuasión ocasionando efectos anti alimentarios, repulsivos o tóxicos (Gisaza, 2001; Whittaker, 1971; De la Cruz 1998; citados por Geller y Lara, 2007).

Pueden influir en la presencia o atracción (plantas trampa) de insectos depredadores y parásitos, que destruyen a los herbívoros agresivos o pueden influir en la ausencia o rechazo de insectos (plantas repelentes); algunas plantas tienen sustancias alelopáticas que pueden tener efecto negativo en los enemigos naturales de las plantas, afectando su fertilidad, fecundidad, desarrollo y la movilidad en general, dificultándoles incluso la búsqueda del hospedero, de igual forma algunos plantas tienen metabolitos secundarios que son tóxicos, con función antibacteriana o anti fúngica e inhiben la germinación de esporas (Vivanco *et al*., 2005; citados por Geller y Lara, 2007).

1.6 CONCEPTO DE POLICULTIVO

Es la expresión de la biodiversidad en los sistemas alternativos de producción agrícola. Es la siembra de dos o más especies en el mismo tiempo y en la misma parcela, lo suficientemente separados para que la competencia no implique la desaparición de una de las especies y a su vez lo suficientemente próximos para que actúe el mecanismo de facilitación (Núñez y Romero, 2007). Desde el punto de vista agronómico, los policultivos reducen la posibilidad de que las plagas lleguen al cultivo donde producen daños, debido a que actúan como barreras físicas, además de que desorientan a los insectos por los cambios que producen en el ambiente por el olor y color de las diferentes especies cultivadas. Por lo tanto, la velocidad de distribución y multiplicación de las plagas es menor que en condiciones de monocultivo (Núñez y Romero, 2007).

1.7 SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA PRODUCCIÓN DE MORA (SAF)

Los SAF son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas), son utilizadas en asociaciones con cultivos agrícolas

o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. La utilización de árboles y arbustos como soportes para sistemas agroforestales con mora, ofrece gran variedad de ventajas económicas, sociales, ambientales y productivas, como:

No afectan el desarrollo fisiológico, ni la producción del cultivo, por el contrario se observa un incremento en la producción, en la calidad de la fruta y la producción de biomasa que incrementa la materia orgánica del suelo (Castellanos, 2003).

Dentro del sistema mora de castilla agroforestal, se pueden incluir cultivos transitorios de ciclo corto, los cuales permitirán reducir los costos de establecimiento del sistema de producción en el primer año; además generan un ingreso adicional al productor y contribuyen a crear un microclima para el desarrollo de tutores y el cultivo de mora (Castellanos y Botero, 2003).

Captura de carbono por la introducción de árboles, arbustos y hortalizas en el predio.

Producción de madera que puede ser destinada para la venta y/o para autoconsumo en la construcción de viviendas, muebles, artesanía, etc.

Retención de agua, producto de la densidad de las copas y de las características específicas de las hojas, y por el aumento de la materia orgánica en el suelo.

Recuperación de suelo con la mejora de su estado nutricional, recuperación de nutrientes y abono producido por las hojas, mejoramiento de la estructura, retención del suelo y disminución de la acidez; se evidencia la microfauna nativa en cantidad y en diversidad, la cual se incrementa a través del tiempo (Castellanos y Botero, 2003).

Reducción de los costos de producción al disminuir la inversión en tutorado, permiten la diversificación biológica y de la producción.

Los arboles ubicados en dirección perpendicular al viento se convierten en barreras, que disminuyen su fuerza y velocidad, evitando daños mecánicos al cultivo (caída de hojas y frutos, lesiones o ruptura de los tallos) y la tala de bosques.

1.8 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Un Sistema Integrado de Producción Agropecuaria (SIPA) es una unidad de producción diversificada cuyos componentes (agrícolas, pecuarios y forestales) se complementan

entre sí con el fin de autoabastecerse, reducir riesgos, debilidades y dependencias externas para asegurar la sostenibilidad de la unidad productiva (Murgueitio, *et al,* 2008).

Los sistemas de producción convencionales generalmente requieren de un flujo exógeno de recursos, por tanto su mantenimiento y estabilidad no dependen de su capacidad propia de sustento. En cambio, los sistemas integrados de producción, muestran mayor capacidad de sostenimiento, al tener en cuenta los procesos que en él se desarrollan, generando sinergias que permiten potenciar las capacidades naturales de producir alimentos de origen vegetal y animal y de restaurar el equilibrio productivo, ecológico, económico y social, ante la influencia negativa de cualquier factor interno o externo (Iglesias, *et al*., 2011).

El propósito general de los SIPAS consiste en maximizar la diversidad de los sistemas, enfatizando en la conservación y el manejo de la fertilidad del suelo, optimizando el uso de energía y de los recursos locales disponibles (Rodríguez, 2011).

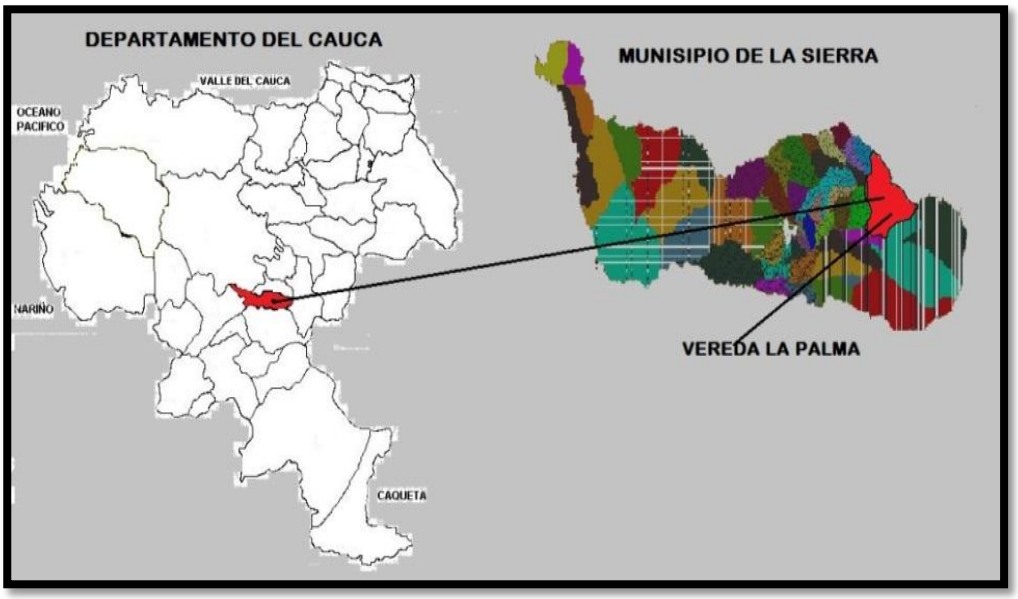
Según Reinjntjes *et al.* (1992) el diseño de estos sistemas se basa en la aplicación de los siguientes principios ecológicos: aumentar el reciclaje de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo de nutrientes; asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo; minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura vegetal; diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio y aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se realizó en el Municipio de la Sierra departamento de Cauca, en la vereda La Palma en el predio la Guaca (Figura 1), localizado a 2º 12' 21.2" latitud norte; 76º 42' 43.9" longitud oeste, a 2250 m.s.n.m; clima moderadamente húmedo, deficiencia moderada de agua en verano, superavit en invierno, megatermal, precipitación promedia anual entre 2130 - 2380 mm anuales; temperatura máxima de 20ºC y mínima de 11ºC.

Figura 1. Localización geográfica del predio La Guaca



Fuente: PBOT La Sierra Cauca 2002.

2.2 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Se tuvieron en cuenta los siguientes procesos para la investigación práctica: caracterización de la finca la Guaca, Selección de especies para el sistema, diseño espacial del sistema integrado de producción, preparación del suelo, siembra de especies seleccionadas, manejo y labores culturales del sistema, resultados (Figura 2).

La investigación científica aplicada se propone transformar el conocimiento 'puro' en conocimiento útil. Tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural y científico, La investigación aplicada fundamental puede ser, a su vez, teórica, experimental, o una mezcla de ambas; dependiente de la naturaleza de su trabajo. (UNAD, 2009)

Figura 2. Aspectos generales para el proceso de investigación

2.3 ACTIVIDADES

2.3.1 Caracterización de la finca La Guaca. Se identificó el uso actual y manejo del suelo, la flora predominante, nacimientos de agua y sitios potenciales para establecer subsistemas agrícolas, pecuarios y forestales.

2.3.1.1 Levantamiento topográfico de la finca La Guaca. Se realizó el recorrido por las diferentes zonas y linderos de la finca, georeferenciando cada punto, con ayuda de un GPS marca Garmin y cinta métrica, con el fin de elaborar el plano de la finca. Adicionalmente, se fue registrando información primaria de las condiciones actuales de la finca como usos, áreas y ubicación.

2.3.1.2 Caracterización del suelo y del terreno. Se caracterizó el suelo y terreno donde se implementó el sistema integrado de producción, mediante La Guia Practica Para La Caracterizacion Del Suelo Y Del Terreno, Rapid Soil and Terrain Assessment, RASTA, lo cual permitió evaluar directamente en campo características del suelo como forma del terreno, pendiente, color, textura, estructura, potencial de Hidrogeniones (pH), pedregosidad,); con lo anterior y algunas observaciones de campo se pudo determinar también la profundidad efectiva (Figura 3).

Pendiente: después de construir el nivel A, se ubicó en sentido de la pendiente se abrió por completo y se dejó reposar la plomada para saber cuánto marcaba la regla graduada y así determinar la pendiente del terreno.

Figura 3. Caracterización de la finca La Guaca en cuanto a uso actual de suelo y de terreno

Figura 4. Evaluación de la pendiente del terreno por el método del Nivel A

Forma del terreno: primero se analizó el Terreno circundante, observando el paisaje que le rodea y se comparó con las siguientes características:

Plano o Llano (Es completamente plano, no observa montañas a su alrededor)
Ondulado (Terreno con ondulaciones suaves)
Montañoso (Encuentra a su alrededor grandes montañas)
Ondulado y Montañoso (Encuentra a su alrededor ondulaciones y grandes montañas)

Luego se determinó la posición del perfil, comparando en las siguientes características:

Meseta
Cima
Ladera convexa
Ladera cóncava
Ladera Plana
Plano

Plano con ondulaciones
Pie de una elevación

Capas u horizontes: se elaboraron 3 cajuelas de 0.60 m de largo por 0.60 m de ancho y 90 Cm m de profundidad, se observaron puntos donde es notorio el cambio de color, textura o estructura, y se midió cada una de las capas (Figura 5).

Figura 5. Elaboración de calicata para caracterizar el suelo de la finca la Guaca Municipio de la Sierra, Cauca

Color: se observó si el estado del suelo húmedo y seco, se tomó un terrón de cada una de las capas, se comparó el suelo con colores y se seleccionó el más parecido, se utilizó la paleta de colores Munsell.

Textura: para determinar textura se tomó en la mano una cantidad de suelo fácil de manipular y se agregó un poco de agua, de tal forma que se pudiera amasar con facilidad, hasta que quedara una masa completamente homogénea y sin grumos. Se formó un rollo del grosor de un lápiz, se dobló para formar un círculo, se calificó con base en:

No moldea (el rollo se rompe al doblarlo o simplemente no forma rollo).
Sí moldea (el rollo no se rompe al doblarlo).
Forma bolas poco consistentes y rollos que se agrietan o parten al ser dobladas
No forma bolas ni rollos.
Luego se tomó una porción de suelo en la mano y se agregó agua. Al frotarlo con el dedo índice en la palma de la mano, se evaluó acorde con las siguientes características:

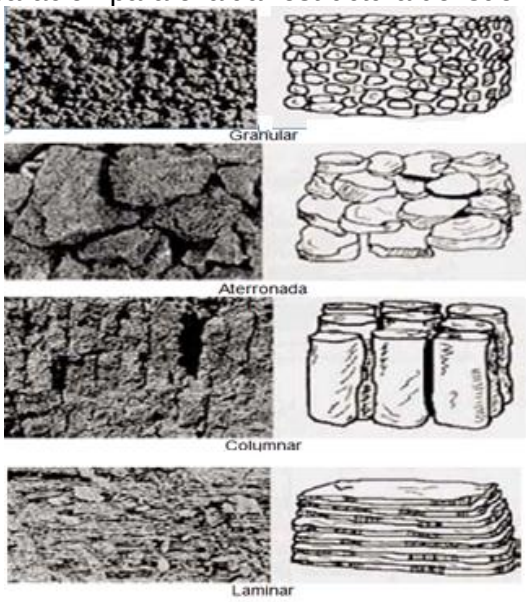
Suelo suave y pantanoso, con algunos granos de arena.
Suelo áspero y con muchos granos de arena.
Suelo jabonoso y muy liso, sin granos de arena visibles.
Suelo jabonoso y muy liso, sin granos de arena.
Suelo suave y observa algunos granos de arena.
Suelo áspero y observa muchos granos de arena.

pH: Se tomaron varias muestras de los primeros 30 cm del perfil y se mezclaron en un vaso desechable, luego se agregó a un vaso, una cucharada rasa de suelo, se adicionó una cucharada de agua embotellada y se tomó el dato con papel indicador de pH.

Pedregosidad: para determinar si se trataba de piedras o rocas bastaba con medirlas, sí tenían menos de 8 cm de ancho, se trataba de piedras o grava, pero si su ancho era mayor de 8 cm, se hablaba de rocas, se observó si había pedregosidad en la superficie del terreno y también si había piedras o rocas dentro del perfil.

Estructura: para ver la estructura del suelo se dejó secar al sol la pared de la cajuela, hasta que comenzaron a aparecer las grietas naturales del suelo. Se identificaron mediante comparación con las fotos de la figura 6.

Figura 6. Tabla de comparación para evaluar estructura del suelo



Fuente: Cock, 2010

Profundidad efectiva: para calcular la profundidad efectiva se tuvo en cuenta los datos obtenidos en las cajuelas y a que profundidad estaban obstáculos tales como:

Si se encuentra capas endurecidas en el perfil,
Si se encuentra altos contenidos de carbonatos en el perfil
Si se encuentran moteados en el perfil
Si se encuentra un horizonte arenoso
Si se encuentra capas pedregosas o rocosas
Si el perfil es muy pedregoso o rocoso,
Profundidad a la cual encuentra las primeras rocas o piedras

Si se encuentra estructuras masivas o laminares
Si la superficie es muy pedregosa o rocosa

2.3.1.3 Toma de muestra de suelo. Se señalizaron los puntos a muestrear haciendo un trazado en zig-zag, a fin de tener una muestra representativa del área del lote (Figura 7).

Figura 7. Recorrido en zig zag para toma de muestras de suelo en la Finca la Guaca, Municipio de la Sierra, Cauca

Se limpió la cobertura vegetal y se hizo un hoyo de 30 centímetros de profundidad, se sacó una tajada en forma de v de una pared del talud, luego, se separó una parte de la tajada y se echó en el balde. Se repitió esta operación para cada uno de los puntos del zig-zag, se mezclaron las muestras de suelo y se sacó una submuestra en una bolsa plástica con capacidad de un kg para el análisis en laboratorio.

2.3.2 Producción de abono orgánico. Se compostaron 3500 kg de abono orgánico tipo bocashi donde se tuvo en cuenta las cantidades y materiales utilizados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Materiales utilizados para la elaboración de 3500 Kg de Bokashi

Unidad	Cantidad	Materiales
kilo	850	Estiércol de vaca
kilo	550	Hierbas (guarango, botón de oro, chachafruto, frijol)
kilo	550	Residuos de Cosecha, cascara de café.
kilo	270	Pasto picado, caña y hojas de maíz
kilo	60	Ceniza de leña
kilo	100	Hojarasca seca triturada
kilo	250	Capote de montaña
kilo	350	Tierra fértil negra
kilo	150	Tierra amarilla
kilo	60	Miel de purga
kilo	5	Levadura
kilo	150	Paz del río
kilo	150	Cal agrícola
kilo	5	Potasio

Preparación:

Se seleccionó un sitio adecuado (bajo techo) para hacer la pila de abono.

Se habilitó el material vegetal, los residuos de cosecha y se trituraron los estiércoles secos, cuando fue necesario se aplicó agua.

Se hizo una capa de material vegetal, encima una capa de tierra, una capa de hojarasca una capa de tierra y se revolvió. A medida que se iban haciendo las capas se aplicó cal, ceniza y calfos.

Luego de haber utilizado todos los materiales se aplicó agua con melaza y levadura para remojar la pila y dejarla con la humedad adecuada (se calculó la humedad con la prueba de puño, de tal manera que no escurriera agua ni tampoco que quedara muy seco).

La pila de abono quedo alta para que se calentara y empezara el proceso de descomposición de los materiales (Figura 8).

Figura 8. Materiales y proceso de elaboración de abono tipo bokashi

El abono se volteó al principio todos los días y a medida que avanzó la descomposición, se volteó con menos frecuencia hasta que se enfrío completamente y quedo listo para aplicarlo.

2.3.3 Selección de especies para el sistema. Para el sistema de mora se seleccionaron plantas forestales, alelopáticas y transitorias, tal y como se describe a continuación.

2.3.3.1 Mora de castilla. Las plántulas de mora provenían de propagación sexual, y corresponden a variedad castilla, ecotipo san Antonio, son producidos por el vivero los

Colores con registro ICA localizado en el Municipio de Guarne departamento de Antioquia, quienes certificaron la sanidad del material producido (Figura 9).

Figura 9. Plántulas de mora de castilla *(Rubus glaucus benth)***,** ecotipo San Antonio

2.3.3.2 Cultivos transitorios. Para la selección de especies transitorias se tuvo en cuenta la capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona, además que se puedan tener ingresos monetarios en el corto plazo, por eso se seleccionó maíz, frijol y hortalizas tales como lechuga, remolacha, acelga.

2.3.3.3 Selección de especies forestales. Para tutores vivos se seleccionaron especies que tuvieran la capacidad de adaptación al medio, rápido crecimiento y desarrollo, resistencia a la poda frecuente, que tuviera diversidad de usos y/o productos, con un sistema radicular profundo para reducir la competencia, buena producción de follaje, incompatibilidad con plagas y enfermedades del cultivo de mora, con capacidad rápida de brotación y follaje de rápida descomposición e incorporación al suelo.

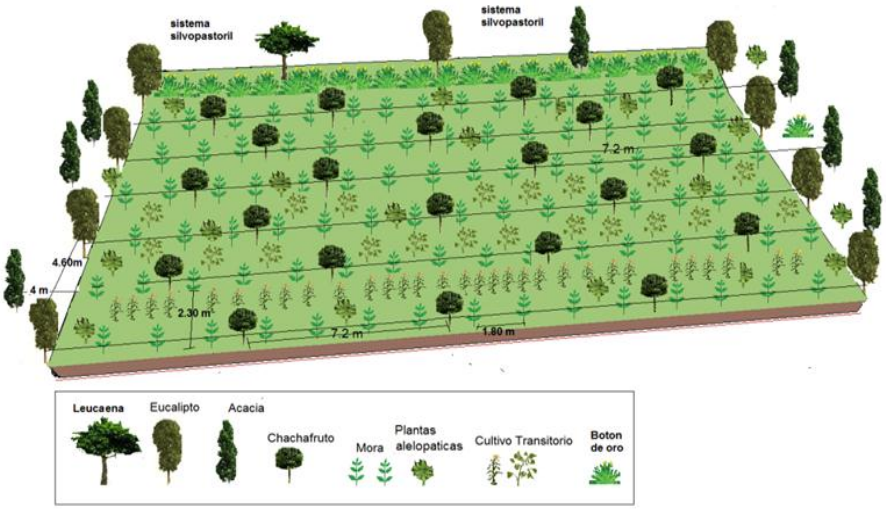
2.3.3.4 Selección de especies alelopáticas. Se seleccionaron plantas alelopáticas, medicinales, condimentarías y otras especies, que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas del sistema, también porque tienen la facultad de contribuir en el manejo integrado de insectos y enfermedades, además plantas que ocasionen efecto positivo sobre las otras plantan del sistema.

2.3.4 Diseño espacial del sistema integrado de producción. Se diseñó un sistema estratégico, buscando diversidad en el tiempo y en el espacio con especies medicinales y condimentarías, cultivos transitorios, especies forestales, y el cultivo principal mora de castilla *(Rubus glaucus benth*) (Figura 10).

Adicionalmente se diseñó un sistema silvopastoril con el cual se pretende reemplazar el sistema extensivo de ganadería de la finca la Guaca, Para el establecimiento de este

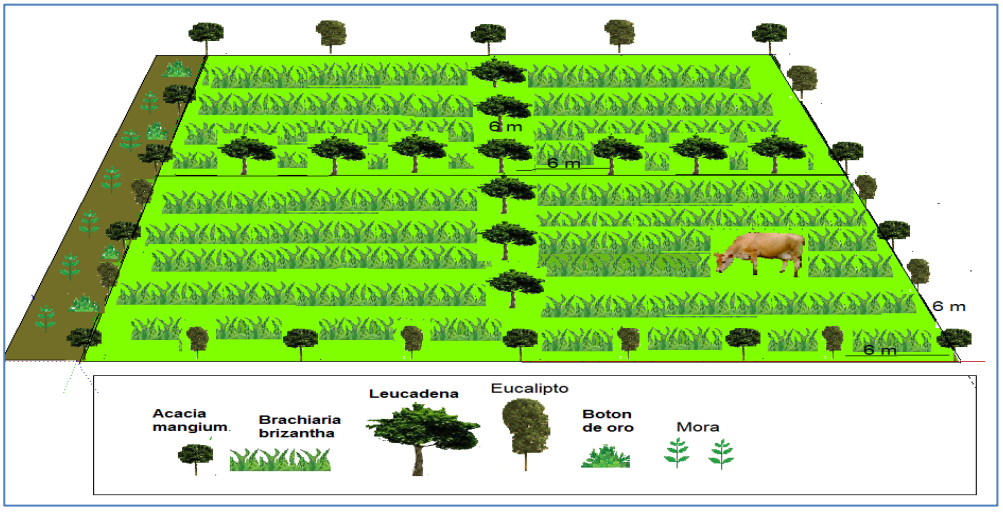
arreglo se utilizaron especies, forestales y forrajeras, teniendo en cuenta su rango de adaptación.

Figura 10. Diseño espacial del sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth*) en la Finca La Guaca



El Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) y la Acacia mangium, se instalaron en los linderos en 400 m lineales de terreno (igual al perímetro de una hectárea); se establecieron 66 árboles a una distancia de 6 m, y la *Leucaena diversifolia* se plantó separando los lotes a una distancia de 6 m., para una densidad de 33 árboles; se instaló botón de oro (*Tithonia diversifolia)* para delimitar el sistema silvopastoril del sistema agroforestal de mora*,* teniendo en cuenta que puede servir para alimentación animal y bioabonos (Figura 11).

Figura 11. Diseño del modelo silvopastoril finca la Guaca vereda la Palma Municipio de La Sierra



2.3.5 Preparación de suelo. El terreno seleccionado se encontraba invadido por gramínea, razón por la cual se hizo un sobrepastoreo y posteriormente se aplicó un herbicida (Figura 12).

Figura 12. Vista general y condición inicial del terreno antes de establecer el sistema integrado de producción

2.3.5.1 Trazado del sistema. Para el trazado se tuvo en cuenta que se sembrarían árboles como tutores vivos, mora y cultivos transitorios como maíz y hortalizas; se trazaron los surcos a través de la pendiente y en triángulo, se colocaron las estacas de acuerdo con las distancias establecidas (Figura 13).

Figura 13. Trazado del sistema integrado de producción para Mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* en la Finca La Guaca, Municipio de la Sierra, Cauca

2.3.5.2 Distancias de siembra del sistema. Para el cultivo de mora la distancia de siembra fue de 2.30 m entre surco y 1.80 m entre planta para una densidad de 2415 plantas/ha. Se inició el trazado donde el terreno es más ancho, extendiendo una cabuya a lo largo del surco; para trazar los surcos, se construyó una T con dos varas iguales a las distancias entre plantas (2,30 m y entre calles 1.80 m). Para las especies forestales del sistema denominadas tutores vivos principales y secundarios, las distancias de siembra

fueron diseñadas para favorecer el cultivo principal, de tal manera que los tutores vivos principales se instalaron a los extremos de cada surco, para que cumplan la función de pie de amigo y su función será la de tutor vivo principal; los tutores vivos secundarios se instalaron en cada surco cada 4 plantas de mora es decir cada 7.2 metros.

2.3.5.3 Ahoyado y aplicación de correctivos. Para la Mora de castilla, el ahoyado se realizó haciendo una remoción mínima del suelo, repique y construyendo huecos de 40 x 40 x 40 cm, se aplicó un kg de materia orgánica y 100 gramos de abono paz del rio. Estas actividades se realizaron 20 días antes de la siembra de las plántulas para dar tiempo a la estabilización del suelo en el sitio de siembra (Figura 14).

Figura 14. Ahoyado del terreno y aplicación de correctivos para la siembra del cultivo principal de mora *(Rubus glaucus Benth)*

Para los tutores vivos**,** se hizo repique y se construyeron huecos de 40 x 40 x 40 cm, se aplicó un kg de materia orgánica y 150 g. de calfos. La siembra de los cultivos transitorios, se hizo trazando surcos en cada calle del cultivo de mora, se repico el surco trazado a una profundidad de 20 cm y 25 cm de ancho (Figura 12).

Para los tutores vivos**,** se hizo repique y se construyeron huecos de 40 x 40 x 40 cm, se aplicó un kg de materia orgánica y 150 g. de calfos. La siembra de los cultivos transitorios, se hizo trazando surcos en cada calle del cultivo de mora, se repico el surco trazado a una profundidad de 20 cm y 25 cm de ancho (Figura 15).

Para las plantas alelopáticas, se repico el suelo a una profundidad de 20 y 25 cm de ancho, una vez preparado el suelo se aplicaron los correctivos y la materia orgánica, luego se sembraron las plántulas de las especies seleccionadas. Se establecieron como barrera protectora, bordeando los extremos de cada surco del cultivo principal, y alrededor de éste (Figura 16).

2.3.6 Siembra de las plántulas en el sitio definitivo. A continuación se describe el proceso de siembra para cada especie.

Figura 15. Preparación del terreno para la siembra de plantas alelopática, medicinales y condimentarias

2.3.6.1 Siembra de mora (*Rubus glaucus* benth). Se aplicaron 150 g. de calfos y 1 kg de materia orgánica15 días antes de la siembra, en el 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 y se apisono con el fin de conseguir un buen anclaje y evitar encharcamientos (Figura 16).

Figura 16. Proceso de siembra de la mora (*Rubus glaucus benth*) en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.3.6.2 Siembra de tutores vivos. Se aplicaron 150 g. de abono paz del rio y 1 kg de materia orgánica 15 días antes de siembra, 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 y se apisono con el fin de conseguir un buen anclaje y evitar encharcamientos.

El proceso de siembra de eucalipto *(Eucalyptus grandis)* como tutor vivo principal, comenzó con la recolección de semillas, luego se procedió a secar la semilla colocándola en un ambiente ventilado, sobre papel periódico que facilitara la circulación del aire (Figura 17).

Figura 17. Proceso de siembra de eucalipto *(Eucalyptus grandis)* como tutor vivo en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

Para la germinación se empleó un sustrato compuesto por tres partes de arena y una de suelo, con material previamente cernido (sin fragmentos de roca), para que quedara suelto y homogéneo. Se ubicó superficialmente la semilla en cada alveolo de las bandejas, luego utilizando un cedazo, se cubrió con una capa fina de 0,5 cm del mismo sustrato empleado, para el trasplante.

Para el almacigo se utilizaron bolsas de plástico negras de 16 cm x 8 cm con fondo resistente y perforado. Luego de Tres meses posteriores a la germinación las plántulas alcanzaron una altura de 15- 20 cm, indicativo para ser llevadas a campo y sembrar.

Para el proceso de siembra de los tutores vivos secundarios chachafruto (*Erythrina edulis*), la semilla seleccionada fue cosechada de árboles adaptados a la región, su siembra se hizo en bolsas de polietileno 25 x 14 cm; a los 60 días después de siembra, se obtuvieron plántulas de 35 cm de altura, listas para llevar al campo (Figura 18).

Figura 18. Proceso de siembra del tutor vivo secundario chachafruto (*Erythrina edulis*), en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.3.6.3 Siembra de cultivos transitorios. Una vez preparado el suelo se incorporaron los correctivos y la materia orgánica, luego se depositaron las semillas de maíz y frijol directamente. Para la siembra de hortalizas se utilizó el mismo método de preparación de terreno y ubicación en el sistema, se hicieron semilleros para posterior trasplante a campo, utilizando bandejas de 200 alveolos; se utilizó una mezcla 1:1:2 de capote de montaña, compost y tierra y, se procedió a llenar las bandejas en medio húmedo, luego se marcó cada una de las celdas para sembrar una semilla por sitio

Se trasplantó al sitio definitivo de siembra cuando las hojas estuvieron bien formadas y cuando tenían el color característico de cada variedad (Figura 19).

Figura 19. Proceso se plantulación y siembra de lechuga *(Lactuca sativa)* para el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.3.6.4 Siembra de plantas alelopáticas. Una vez preparado el suelo se incorporaron los correctivos y la materia orgánica, luego se depositaron las semillas de las especies seleccionadas, esto en el caso de la siembra asexual. Para el caso de otras especies se hizo por medio de plantulación y se siguió el mismo proceso de las hortalizas (Figura 20).

Figura 20. Proceso se plantulación y siembra especies alelopáticas, medicinales y condimentarias para el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.4 MANEJO DEL RECURSO AGUA

Se construyó un reservorio de agua en un sitio estratégico del lote, relativamente plano, donde se puede llenar con el agua de escorrentía o trasportando agua de una fuente cercana utilizando motobomba o estacionaria (Figura 21).

Figura 21. Reservorio para almacenar agua, utilizada para regar por gravedad las plantas del sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

Las dimensiones del reservorio fueron:

4 m de largo
2,5 m de ancho
1.40 m profundidad promedio
14,000 litros de capacidad

El sistema de riego utilizado es el de inundación, utilizando como fuente de agua la que se encuentra almacenada en el reservorio, el riego se realiza por medio de una manguera de polietileno y aprovechando la gravedad se riega sitio por sitio, inundando el plato dependiendo de la necesidad del cultivo.

Para aumentar la eficiencia del riego y aumentar la capacidad de retención de agua, se utilizó un hidroretenedor acondicionador de suelos, el cual se aplicó 10 gramos en el plato de cada plántula de mora, se cubrió con tierra y se hizo el riego, inundando el plato. Lo anterior, con el fin de mantener la humedad óptima en el suelo y obtener una mayor resistencia al estrés hídrico (Figura 22).

2.5 MANEJO Y LABORES AGRONÓMICAS DEL SISTEMA

2.5.1 Plateo. Se hizo el plateo raspando alrededor del sitio de siembra, labor que se realizó en los árboles que se sembraron para tutores vivos y del perímetro, también a las

plantas de mora para que siempre permanezca el plato limpio ya que esta zona, en el caso de la mora de castilla, está constantemente emitiendo brotes (Figura 23).

Figura 22. Hidroretenedor acondicionador de suelos para mantener la humedad óptima en el plato de cada planta

Figura 23. Plateo de mora de castilla ***(****Rubus glaucus benth****)*** y chachafruto *(Erythrina edulis)* tutor vivo

2.5.2 Fertilización. Antes de las fertilizaciones se tuvo en cuenta los resultados del análisis de suelo y la etapa fenológica de las especies instaladas. Tanto los fertilizantes orgánicos como los fertilizantes químicos y las enmiendas se aplicaron en el plato de cada planta, allí se encuentra la mayor concentración de las raíces absorbentes.

La forma de aplicación fue en corona, o en media luna, mezclando los químicos y los orgánicos con el suelo de cada plato (Figura 24).

2.5.3 Manejo de plantas voluntarias. Las plantas de hoja ancha se controlaron con guadaña y machete, la gramínea por sectores se controlaron con el selector de malezas (Figura 25).

Figura 24. Forma de aplicación de fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos

Figura 25. Manejo de plantas voluntarias en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.5.4 Manejo integrado de plagas. Se utilizaron todas las estrategias disponibles para mantener la población de plagas en niveles por debajo del umbral de daño económico, para lo cual lo fundamental fue el manejo preventivo utilizando control biológico, plantas alelopáticas, trampas y barreras vivas (Figura 26).

Figura 26. Métodos de control de plagas utilizados en el sistema integrado de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

2.6 IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA SILVOPASTORIL

Este sistema se estableció para reemplazar el sistema extensivo de la finca la Guaca, cuyo objetivo es ir implementando hasta completar 5,7 hectáreas, las cuales presentan una topografía ondulada que permiten la cría y levante de ganado bovino.

2.6.1 Preparación del terreno. El área se encontraba invadida por gramínea, razón por la cual se hizo un sobrepastoreo y posteriormente se utilizó control químico mediante la aplicación de un herbicida, a los 25 días se realizó la mecanización con tracción animal, la cual consto de una arada y dos rastrilladas al terreno dejándolo preparado para la siembra (Figura 27).

Figura 27. Área arada y rastrillada lista para la siembra de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, en el sistema silvopastoril de la finca La Guaca, del Municipio de la Sierra, Cauca

2.6.1.1 Aplicación de enmiendas. Se aplicaron al voleo 700 Kg/Ha de cal dolomita después de la arada, la cual fue mezclada con el suelo en la primera rastrillada, luego se aplicaron 600 Kg/Ha de abono el cual fue mezclado con la segunda rastrillada.

2.6.1.2 Sistema de siembra y cantidad de semilla. La siembra de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo se realizó con semilla certificada, para garantizar su germinación siendo necesario emplear 8 Kg/ Ha para siembra al voleo, y 2 Kg/ Ha para realizar la resiembra, esta labor se llevó a cabo después de 20 días de la aplicación de las enmiendas.

La semilla se mezcló con abono orgánico tipo bokashi en una relación de 2 kg de semilla/ 5 bultos, se hizo un recorrido por toda el área preparada distribuyendo de manera uniforme la mezcla (Figura 28).

Se cubrieron las semilla con el propósito de protegerlas de aves, arrastrando ramas con movimiento suaves.

Figura 28. Mezcla de semilla de *Brachiaria brizantha cv*. Toledo con abono orgánico tipo bokashi para siembra al voleo

Para la resiembra se utilizaron sembradoras de pasto, esta se hizo de manera localizada en los sitios donde era necesario (calvas)

2.6.2 Siembra de especies forestales. Se aplicaron 150 g de cal dolomita y 1 kg de materia orgánica 15 días antes de siembra; 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 posicionadas se apretó y se apisonó con el fin de conseguir un buen anclaje y evitar encharcamientos. Las especies seleccionadas fueron eucalipto (*Eucalyptus grandis*), *Leucaena diversifolia y* Acacia mangium*.* El *Eucalyptus grandis* y la Acacia mangium, se instalaron en los linderos, en 400 m lineales de terreno (igual al perímetro de una hectárea); se establecieron 66 árboles a una distancia de 6m, y la *Leucaena diversifolia* se plantó separando los lotes a una distancia de 6m, para una densidad de 33 árboles.

2.6.3 Siembra de botón de oro. Se instaló botón de oro (*Tithonia diversifolia)* para delimitar el sistema silvopastoril del sistema agroforestal de mora*,* teniendo en cuenta que puede servir para alimentación animal y bioabonos. Una vez preparado el suelo se incorporaron los correctivos y la materia orgánica; se cortaron estacas de 40 cm, se hizo el corte en bisel, se acomodaron las estacas chorro continuo, enterradas a 2 cm de profundidad en ángulo de 45° con el corte en bisel hacia el suelo (Figura 29).

Figura 29. Área lista para sembrar botón de oro (*Tithonia diversifolia)* y delimitar el sistema silvopastoril

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA LA GUACA

3.1.1 Historia del predio. En la finca la Guaca anteriormente se establecieron cultivos, de lulo de castilla, arracacha, sistemas asociados entre maíz y frijol y arveja; lo anterior específicamente en 2 Has, las cuales hace 4 años se les hizo un proceso de mecanización, sitio en el cual se implementó el sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth);* en el área restante se ha tenido un sistema de ganadería extensiva con gramíneas sin mejorar (Figura 30).

Figura 30. Ecosistemas predominantes encontrados inicialmente en la finca La Guaca donde se implementó el SIPA con mora como cultivo principal

3.1.2 Levantamiento topográfico de la finca La Guaca. Se pudo determinar la extensión total de la finca y obtener el mapa del predio, representado por tres lotes (figura 28): rastrojo, con un área de 1,8 Has donde se destaca Helecho Marranero *(Pteridium aquilinum (L.)* Kuhn, zarza *(Mimosa castas),* mora silvestre *(Rubus floribundus)*; un área de montaña localizada bordeando la finca con una área de 1,65 Has, diversificada con especies de árboles nativos de la zona y un tercer lote de 5.7 Has donde predomina una ganadería extensiva, con una pradera sin mejorar. Además se identificaron tres nacimientos de agua localizados en la parte media y baja del predio. En total la finca la Guaca cuenta 9,15 Has, su distribución se muestra en la figura 31.

En la figura 32 se observa un área identificada para instalar el sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla, sitio seleccionado por su topografía y ubicación estratégica, para la cosecha y posterior traslado de la fruta.

3.1.3 Caracterización del suelo y del terreno. A continuación se describe cada una de las características evaluadas en el suelo.

Figura 31. Plano inicial de la finca La Guaca y uso del suelo

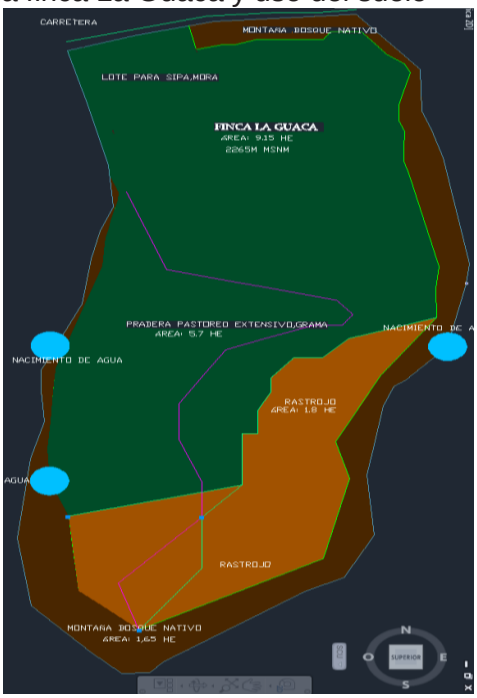
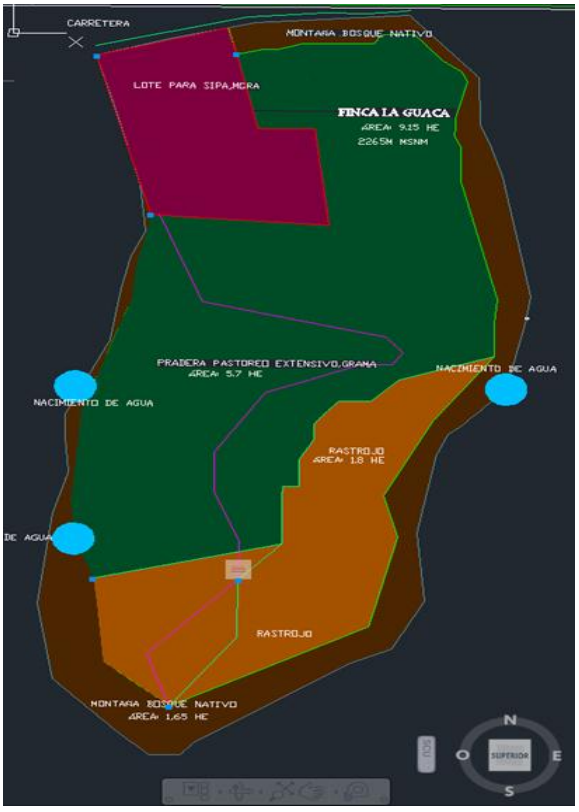


Figura 32. Plano inicial de la finca La Guaca identificando la zona para implementar el sistema integrado de producción



3.1.3.1 Pendiente. Se obtuvo que tiene 17% de inclinación en promedio, la cual se considera como moderada y se puede tener un buen manejo de conservación de suelos para evitar pérdidas por erosión (Cock, *et al*., 2010).

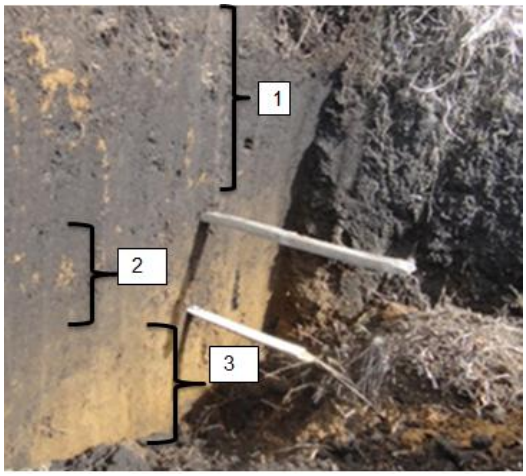
3.1.3.2 Forma del terreno. El terreno circundante es Ondulado (Terreno con ondulaciones suaves) y tiene una posición de perfil considerado como ladera cóncava; es importante observar y analizar las características del paisaje, porque influyen en las propiedades físicas del suelo y permiten hacer aproximaciones al uso y manejo más apropiados (Cock, *et al*., 2010).

3.1.3.3 Capas u horizontes. Al analizar las cajuelas hechas en cada uno de los lotes representativos, en cada una de ellas se observaron puntos donde es notorio 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 2 (Figura 33, Anexo c).

Cuadro 2. Resumen del espesor de los horizontes encontrados en la calicata del suelo de la finca La Guaca, Municipio de La Sierra, Cauca

Capa u horizonte	Espesor(cm)	Textura
1	32 cm	Franca
2	20 cm	franca
3	38 cm	Franca arenosa

Figura 33. Perfil del suelo identificando los horizontes del suelo en la Finca La Guaca



3.1.3.4 Color. En la primera capa se encontró un color oscuro en la segunda se identificó un color gris oscuro, dado seguramente por los componentes orgánicos (materia orgánica), que presentan una coloración parda, gris o negra, por lo que tiñen al suelo de oscuro más intenso en la superficie y que va decreciendo con la profundidad, lo que significa que el suelo de las finca tiene optimo contenido de humedad, material parental y condiciones de drenaje, concordando con (Cock, *et al.,* 2010).

3.1.3.5 Textura. Se determinó que es un suelo franco (F), puesto que es fácil de amasar, mancha los dedos, es algo pegajoso, al agregar agua a un pedazo de suelo en la palma de la mano y frotarla se ven y se sienten granos de arena. Este tipo de suelo se caracteriza por buenas propiedades físicas y químicas, con retención y almacenamiento de agua y oxígeno, porosidad y drenaje (Franco y Giraldo, 2001). Esto resulta ideal porque la mora requiere suelos francos para su crecimiento y desarrollo.

3.1.3.6 pH. Luego de tomar varias muestras de los primeros 30 cm del perfil y medirlo con el papel indicador de pH, se obtuvo un pH de 5.5, lo cual permite clasificarlo como moderadamente ácido. Según productores de mora del oriente antioqueño, el pH ideal es de 6.5, lo cual con aplicaciones de cal y materia orgánica puede favorecer el crecimiento de la mora y las plantas acompañantes.

3.1.3.7 Pedregosidad. No se observó pedregosidad en la superficie y tampoco en el suelo, lo cual influye de forma positiva para el cultivo de mora y las demás especies del sistema, porque favorece el crecimiento de las plantas, infiltración, y las labores culturales mecánicas al suelo.

3.1.3.8 Estructura. Al observar la pared de la cajuela se determinó que tiene estructura granular, tiene forma de pequeños granos redondeados y cuando se toman son sueltos. Según Franco y Giraldo (2001) para que las plantas de mora tengan un buen desarrollo productivo, el suelo debe tener buena capacidad de retención de humedad, pero que no se encharque, con buena conducción de agua, y rápida penetración de las raíces, estas características las da una buena estructura, como la granular.

3.1.3.9 Profundidad efectiva. La profundidad de la cajuela es de 90 cm, por lo tanto la profundidad efectiva del suelo de la finca La Guaca es mayor a 90 cm, considerado como suelo profundo, óptimo para el desarrollo y crecimiento de las raíces de las plantas del sistema (mora, arboles, cultivos transitorios, plantas alelopáticas y pastos), además un suelo profundo tiene la facultad de almacenar mayor cantidad de agua.

3.2 PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO

A partir del procedimiento realizado y luego de controlar temperatura, humedad y aireación para mantener la actividad microbiana con buena oxigenación, se llegó al producto final, cuando su temperatura fue igual a la del ambiente, con un color gris, seco y de consistencia polvosa, sin olor (Figura 34).

Se obtuvieron 3250 kg de abono orgánico tipo bocashi, los cuales 2400 kg se incorporaron para la siembra de mora, y los restantes fueron utilizados para la instalación de forestales, cultivos transitorios y plantas alelopáticas. A partir del año 1 se incrementara la producción de forraje proveniente de Chachafruto (*Erythrina edulis*.),

botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Leucaena (*Leucaena diversifolia*) y estiércol bovino, lo cual permitirá aumentar la producción de abono orgánico.

Figura 34. Abono orgánico tipo bocashi obtenido en la Finca La Guaca, para utilizar en el establecimiento del sistema integrado de producción

La incorporación de este material compostado contribuye con materia orgánica y nutriente, reemplaza parcial o totalmente el uso de fertilizantes químicos, reduciendo los costos; mejora las condiciones físicas de los suelos como la aireación y la retención de humedad, además, los hace más sueltos facilitando el desarrollo de las raíces; mejoran las condiciones químicas de los suelos porque suministran Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Cobre, Manganeso, Boro, Zinc, elementos (nutrimentos) que requiere la planta para crecer y producir; mejora las condiciones biológicas de los suelos, porque al aplicarlos se multiplican los microorganismos benéficos del suelo. El Nitrógeno y el Fósforo aportados por los abonos orgánicos tienen un efecto más prolongado y duradero para los cultivos que los aportados por los fertilizantes químicos (Ramírez, 2004).

3.3 CONDICIONES DE CLIMA Y SUELO IDEALES PARA UN SISTEMA AGROFORESTAL CON MORA

En el cuadro 3, se realiza la comparación de las condiciones de clima y suelo ideales para un sistema agroforestal con mora y las condiciones de la finca La Guaca.

Cuadro 3. Comparación de condiciones edafoclimáticas para un sistema agroforestal cuyo componente principal es la mora (*Rubus glaucus* Benth) y la finca La Guaca

Variables	Rangos óptimos	Condiciones de la finca la Guaca
Clima	Frio moderado	Frio moderado
A.S.N.M.	1.700 a 2.400 metros	2260
Humedad relativa	70%-80%	75%
Temperatura	11 - 18 ^{o}C	11 ^{o}C – 20 ^{o}C
Precipitación anual	1500-2500 mm/año	2130 a 2380 mm/año
Brillo solar	entre 3,5 y 4,5 horas/día	4.2 horas/día

Cuadro 3. (Continuación)

Variables	Rangos óptimos	Condiciones de la finca la Guaca
Vientos	Suaves	Fuertes
Textura ideal	Franca a franca arenoso	Franca arenosa
Estructura:	Granular.	granular
Profundidad efectiva	Mayor a 50 cm	90cm
Pendiente	Mínima 5% y máxima 65%.	15%
pH	5.5 - 6.5	5.8
Materia orgánica	Mayor a 5%	13%

Fuente: Gobernación de Antioquia 2014 y PBOT La Sierra Cauca 2002.

Como se observa en el cuadro 3, la Finca La Guaca cumple con las condiciones óptimas para sistemas agroforestales con mora (*Rubus glaucus* benth), lo cual favoreció el diseño del sistema y permitió continuar con la selección de las especies para componerlo.

3.4 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DE ESPECIES FORESTALES INTEGRADAS AL SISTEMA

En el cuadro 4, se relacionan las condiciones requeridas por las especies seleccionadas y las características que poseen para conformar el sistema integrado cuyo cultivo principal es mora de castilla.

Cuadro 4. Comportamiento fisiológico de especies forestales integradas al sistema donde el cultivo de mora de castilla es el componente principal

Especie	Acacia	Eucalyptus	Chachafruto	Leucaena
Nombre científico	*(Acacia mangium)*	*(Eucalyptus grandis)*	*Erythrina edulis Triana ex Micheli.*	*Leucaena diversifolia .*
Msnm	1600-2400	1800-3000	1200-2500	0-2200
Altura en cm de tutor	200	216	199	200
Producción biomasa kg /año	2700	3100	2500	3500
Diámetro del primer año (cm)	3.1	4	3.5	3,2
Usos	Cerca viva Abono Medicinal tutor	Madera Tutores Pulpa Tutor	Alimentación Cerca viva Protección Tutores	Barreras Cercas vivas Abono verde

Fuente: Castellanos y Botero, 2003

En general son especies que están adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la región, tienen un rápido crecimiento y desarrollo, en el caso del chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli) y leucaena (*Leucaena diversifolia*) tienen buen soporte y la producción frecuente de su sistema foliar hacen que este follaje sirva para la alimentación animal y materia prima para elaboración de abonos, tienen varios usos o productos, tienen un sistema radicular profundo, evitan la competencia con los cultivos, no presentan alelopatía negativa con los cultivos, tienen una rápida brotación, y el follaje producido se descompone rápidamente en el suelo, por lo tanto, ayudan al manejo de conservación de suelos.

3.5 CULTIVOS TRANSITORIOS SELECCIONADOS PARA INTERCALARLOS CON MORA *(Rubus glaucus benth)*

Como cultivos transitorios se escogieron frijol, arveja, maíz, acelga, remolacha, lechuga y arracacha, en el cuadro 5 se observan sus requerimientos edafoclimáticos, los cuales están acordes con las características que tiene la finca La Guaca, además, son especies que tienen una arquitectura favorable para ubicarlos en los espacios libres, contribuyen a la seguridad alimentaria, mejoran las condiciones físicas del suelo, permiten tener un flujo de caja mientras que el cultivo principal levanta e inicia el crecimiento desarrollo y producción.

Cuadro 5. Cultivos transitorios seleccionados para intercalarlos con mora *(Rubus glaucus Benth)* y la finca La Guaca

Especie	**Altitud msnm**	**Temperatura**	**pH**	**Requerimiento hídrico** mm / año.
Frijol *(Phaseolus vulgaris L.)*	0 - 4.000 m	13 - 28 ^{o}C	5.5 – 7	1.200 – 2.000
Arveja *(Pisum sativum l.)*		15.5 - 18 ^{o}C	5.5 – 6.8.	1500mm
Maíz *(Zea mays)*	0 – 3.000	13 -29. ^{o}C	5.5 - 7	600 – 800 mm
Acelga *(Beta vulgaris)*	1400-2800	15 -25 C	5,5 - 8	300 – 600 mm
Remolacha *(Beta vulgaris L.)*		13 - 16 ^{o}C	5.5 – 6.5.	300 – 600 mm.
Lechuga *(Lactuca sativa L.)*	0 – 2.600	15 - 18 ^{o}C	5.2 – 5.8	300 – 600 mm
Arracacha *(Arracacia esculenta)*	1.500 - 3.000	15 -21 ^{o} C	5 – 6	600-1.200 mm

Fuente: Castellanos y Botero, 2003

3.6 SELECCIÓN Y MANEJO DE ALGUNOS PROBLEMAS SANITARIOS DEL CULTIVO DE MORA CON ALELOPATÍA Y EXTRACTOS DE PLANTAS

En el cuadro 6 se observa la selección de plantas alelopáticas, medicinales y condimentarías que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Cuadro 6. Plantas alelopáticas, medicinales y condimentarias útiles para el manejo de cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth)*

Especie	**Altitud msnm**	**Principio Activo**	**Problema Sanitario**	**Modo de uso**
Borraja *(Borrago officinalis)*	1200 - 2500	taninos, saponina, ácido salicílico, nitrato potásico, sales y alantoína	Mejora la Fructificación y controla el Mildeo polvoso *(Oidium sp.)* Mildeo velloso (*Peronospora sparsa Berk.) Barrenador de tallos y ramas, (Hepialus sp).*	Aplicar extracto y sembrar dentro de los cultivos y en barreras.

Cuadro 6. (Continuación)

Especie	Altitud msnm	Principio Activo	Problema Sanitario	Modo de uso
Caléndula *(Calendula officinalis)*	1000 - 2500	Calendulina, Calendina, saponina	Pudrición de frutos o moho gris de la mora (*Botrytis cinerea),* Marchitez *(Verticilium*), Agalla de la corona (*Agrobacterium fumefaciens)*,	Aplicar el extracto, Manejo alelopático: sembrar dentro de los cultivos, barreras cada 10 metros de distancia
Manzanilla (*Matricaria chamomilla L)*	1000 a 2500	Metabolito – Azuleno	Mildeo polvoso *(Oidium sp.)*	Extracto y se preventivo sembrada bordeando los lotes
Ruda de castilla (*Ruta graveolens L.)*	1.500 a 2.400	Inulina, rutina. yoduro, tanino, crosofanol.	Antracnosis *(Colletotrichum spp)*	Control: Extracto de Ruda. Preventivo: Manejo alelopático: Sembrar bordeando los lotes.
Ortiga *(Urtica urens L.)*		Serotonina, Histamina, Fitosterina, tanino.	Afidos y pulgones *(Aphis sp y Myzuz sp)* y hongos en general. Nematodos, controla hongos, que pudren pie de planta	Asperjar las plantas con el extracto. 1 kilo de ramas, hervir esta cantidad en 8 litros de agua durante 25 minutos, agregar cristal de penca sábila colar y fumigar.
Albahaca *(Ocimum basilicum L.*)	1550 –2550	Linanol, metil chavicol, estragol y eugenol, pinenos, cariofilenos, citronelol, fenchol, leneol y alcanfor.	Barrenador de tallos y ramas, *(Hepialus sp). Barrenador del cuello de la planta (Zascelis sp.)*	Poner a hervir 5 litros de agua, luego colocar un kilo de parte de la planta a utilizar, tapar y dejar reposar por un día, colar y disolver en 15 litros de agua
Hierbabuena (*Mentha piperita)*	1500 – 2800	mentol	Afidios, pulgones, miones, ácaros Barrenador de tallos y ramas, *(Hepialus sp*).	Extracto por maceración Hojas pulverizadas, hervir durante 15 minutos una libra en 6 litros de agua, agregar penca sábila, colar y fumigar

Cuadro 6. (Continuación)

Especie	Altitud msnm	Principio Activo	Problema Sanitario	Modo de uso
Mejorana *(Origanum majorana L.)*	800 –2500	aceite, rico en terpineol, , carvacrol e hidrocarburos terpénicos; ácidos fenólicos: caféico, clorogénico, rosmarínico; flavonoides: luteolol, kenferol, diosmetol; hidroquinona.	Repele áfidos	Manejo alelopático: Sembrar en el interior del cultivo.
Cola de Caballo (Equisetum arvense)		Cumarina, Equisotonina	Muerte descendente de la mora *(Gloesporium sp),* Barrenador de tallos y ramas, *(Hepialus sp).*	Como fungicida preventivo: aplicar al follaje el extracto o infusión

Fuente: Geller y Lara, 2007; Castro, *et al,* 2013.

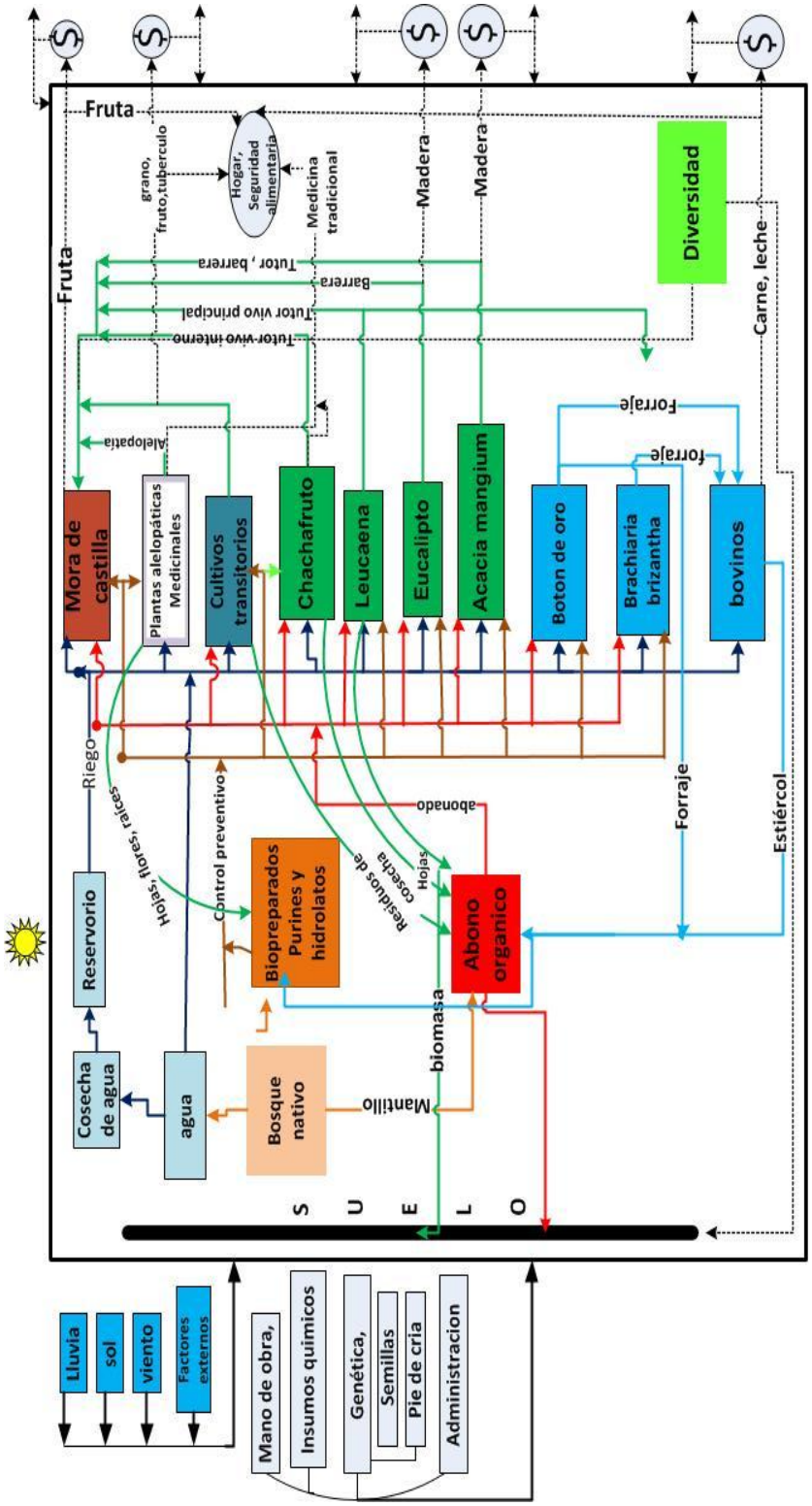
Estas plantas tienen la facultad de contribuir con el manejo integrado de insectos y enfermedades, la mezcla de plantas de cultivo entre las plantas deseadas tienen efecto preventivo, ya que por su aroma repelen plagas y sirven como mecanismo de control: adicional se pueden preparar purines o hidrolatos a partir de ellas, los cuales son útiles para aplacar la plaga o enfermedad específica.

3.7 INTERACCIONES EN EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA *(Rubus glaucus benth)*

Para diseñar e instalar el SIPA se evaluaron características y los recursos con los que cuenta la finca y la región, clima, análisis de suelo que incluyo características físicas y químicas, topografía del predio, perfiles del suelo, y especies (forestales, hortalizas, plantas alelopáticas y medicinales, otros frutales, gramíneas) que se adaptan a la zona, y sus bienes y beneficios se integren al cultivo principal así como posibles mercados para comercialización de los productos.

Este sistema de producción incluyó 3 sistemas: agrícola, forestal y pecuario. En el sistema se destaca el cultivo principal mora, los subsistemas de tutores vivos, plantas alelopáticas y cultivos transitorios cuyas interacciones y sinergias aportan al sistema en beneficio del manejo de plagas, manejo ambiental y sociocultural y beneficios económicos por disminución de costos, dada por la diversidad de plantas (Figura 36).

Figura 35. Interacciones identificadas en el SIPA a, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)* en la Finca La Guaca



Lo anterior se realizó basados en (Núñez y Romero, 2007), quienes afirman que al incluir diferentes especies vegetales, en una unidad productiva, se interviene positivamente en la biodiversidad, se incrementa la estabilidad del sistema y por tanto se reducen los costos económicos y ambientales de su conservación y uso, básicamente en términos de reciclaje de nutrientes, control del microclima local, disminución de organismos plaga, conservación del suelo y agua y eliminación de contaminantes.

En el mismo sentido, para Altieri y Nicholls (2000), Los cultivos intercalados reducen malezas, 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,

Malagón y Prager 2001, quienes definen un agroecosistema, como un ecosistema intervenido donde el componente biótico está representado por los cultivos, las especies animales y/o el componente forestal, cuyo fin es el de proveer una serie de bienes y servicios para el bienestar del hombre. Igualmente, consideran como componentes bióticos de los agroecosistemas las arvenses, los insectos, los microorganismos, la fauna y flora presentes en el medio

La implementación del sistema integrado de producción se estableció, con el propósito de convertirlo en una producción agropecuaria pensada, basada en las relaciones, interacciones y sinergias de orden biológico, físico, químico, matemático y teniendo en cuenta que los Sistemas Integrados de Producción Agrícola (SIPAS) están basados en la interrelación suelo-planta-clima-animal, influenciados a su vez por factores bióticos y abióticos, los cuales contribuyen a determinar de forma específica el hábitat de cada uno de los organismos que conforman los sistemas biológicos y de flujo de energía, ya sea que pertenezcan a sistemas agrícolas, pecuarios o forestales.

Con esta implementación se proyecta aumentar el reciclaje de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo de nutrientes en la finca; asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo; minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura vegetal; diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio y aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves como lo afirma Reinjntjes *et al*. (1992).

A continuación de describe cada componente:

3.7.1 Mora de castilla (*Rubus glaucus* benth). La distancia de siembra fue de 2.30 m entre surco y 1.80 m entre planta para una densidad de 2415 plantas/Ha. Para este sistema de producción este será el cultivo de mayor relevancia y las demás especies

Eucalipto (*Eucalyptus grandis*), Acacia *(Acacia mangium)*, chachafruto, especies alelopáticas, medicinales, y botón de oro, entre otras, que se instalaron cumplen con una función en beneficio del cultivo principal (Figura 36).

Figura 36. Mora de castilla *(Rubus glaucus benth*) en la Finca La Guaca

3.7.2 Componente forestal. Este incluye tres especies que se describen así:

3.7.2.1 Eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Se instalaron un mes antes de la siembra de la mora su función en el sistema es la de tutor principal, generar microclima, barrera rompe viento, se instaló al inicio y al final de cada surco; seleccionado por capacidad de adaptación al medio, rápido crecimiento y desarrollo, tiene un sistema radical profundo que no compite con otras especies, no presenta efectos alelopáticos nocivos y al final del ciclo productivo de la mora se aprovecha la madera (Figura 37).

Figura 37. Eucalipto *(Eucalyptus grandis)* en la Finca La Guaca

3.7.2.2 Acacia *(Acacia mangium)*. Fue instalada al principio y al final de cada surco, alternado con el Eucalipto (*Eucalyptus grandis*), su función barrera rompe viento, también genera microclima, se adapta fácil al medio no tiene efectos alelopáticos nocivos y al final del ciclo del cultivo principal se aprovechará su madera (Figura 38)

Figura 38. Acacia *(Acacia mangium*) barrera rompe viento la Finca La Guaca

3.7.2.3 Chachafruto (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli.). Es un árbol con una altura promedio de 8 m. y un diámetro de tronco de 24 cms, a los 6 meses de edad alcanzan 85 cms de altura, a los 12 meses de edad 1.56 m. a los 24 meses 2.58 m. y a los 30 meses alcanzan los 3 m. de altura (Acero, 2002).

Se instalaron en cada surco cada 4 plantas de mora es decir cada 7.2 m. los cuales cumplirán la función de tutores vivos internos, además de generar un microclima, y diversidad, equilibrio biológico, y fertilidad del suelo y aporte a la seguridad alimentaria (Figura 39). Es una planta multipropósito de la cual se adquieren diversos beneficios, son útiles sus hojas, la cáscara del fruto y las semillas. En sus raíces, los árboles de chachafruto forman unos abultamientos a manera de bolitas (llamados nódulos) como resultado de la simbiosis con *Rhizobium sp*, que al estar asociadas con la planta, hacen aprovechable el nitrógeno del aire mejorando así el suelo donde está sembrado este árbol (Acero, 2002).

Figura 39. Tutor vivo interno de Chachafruto *(Erythrina edulis Triana ex Micheli)*

Según Acero (2002), la lámina foliar tiene un alto contenido de proteína, la cáscara o vaina equivale a la mitad del peso total del fruto y es un excelente forraje, la semilla del chachafruto contiene un 21 % de proteína, 51 % de carbohidratos y 39 % de almidones.

Para aprovechar los bienes y servicios de las hojas, las cáscaras de fruto y las semillas del chachafruto serán usadas como alimento para los animales ganado, para incorporar como ingrediente del abono orgánico y en algunos casos para seguridad alimentaria (Figura 34).

3.7.3 Plantas alelopáticas y medicinales. Se establecieron en forma intercalada, bordeando los extremos de cada surco de mora de castilla. Las especies instaladas en el sistema tienen propiedad alelopática (Figura 40, cuadro 6), y aportan beneficios a las demás especies, sirven como barrera protectora cultivándolas en forma intercalada y bordeando los extremos de cada surco del cultivo.

Figura 40. Caléndula *(Calendula officinalis)* bordeando el cultivo de mora

Estas plantas se aprovecharan así: en forma de hidrolato, se introducirán hierbas frescas o secas, en un recipiente resistente al fuego, al cual se le añadirá agua, generalmente en proporción de 3 litros por kilo de hierbas. Se pondrá al fuego y se dejara hervir hasta que el agua cambie a colores más oscuros. Se dejara enfriar y se aplicara diluido con más agua (Geller y Lara, 2007).

En forma de purín para extraer los metabolitos secundarios de los tallos de las plantas, en un recipiente lleno de agua pura, se colocaran los tallos y se taparan. La mezcla se removerá diariamente hasta que no haga más espuma. Se cuela y diluye, para utilizarlo solamente en la zona de las raíces (Geller y Lara, 2007).

Mediante infusión las hojas, semillas, flores y tallos tiernos, dependiendo de la especie se pueden colocar en un recipiente con agua caliente y se tapa para evitar pérdida de los principios activos aromáticos. Se deja en reposo hasta que se enfríe, para luego utilizar el líquido (Geller y Lara, 2007).

Con estas diversas formas de utilizar las plantas alelopáticas y medicinales se contribuirá al manejo integrado de insectos y enfermedades, con su aroma actúan como repelentes, también se pueden preparar en infusión, purín e hidrolatos para aplacar la plaga

específica, de esta manera beneficia positivamente a las demás especies del sistema (Figura 35).

3.7.4 Cultivos transitorios. Dentro del sistema mora de castilla (calles) se incluyeron cultivos transitorios (figura 41) de ciclo corto (cuadro 5), los cuales permitieron reducir los costos de establecimiento del sistema de producción; de igual manera generaran un ingreso adicional y contribuyen a crear un microclima para el desarrollo de tutores y el cultivo de mora, también los residuos de cosecha sirven como materia prima para elaborar abono orgánico.

Figura 41. Cultivos transitorios maíz y arveja intercalados *con mora de castilla*

3.7.5 Sistema silvopastoril. Para delimitar el sistema silvopastoril del agroforestal de mora se sembró *Leucaena diversifolia, y* botón de oro *(Tithonia diversifolia),* especies con un alto potencial forrajero*.* Además se sembró Eucalipto *(Eucalyptus grandis), y la Acacia mangium* asociado a *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, especie mejorada en el sistema silvopastoril (Figura 42).

Figura 42. Barrera viva de botón de oro *(Tithonia diversifolia)*

Este sistema silvopastoril es colindante con el arreglo agroforestal con mora de castilla, y por su proximidad se convierten en uno solo, por esta razón se adiciona a la propuesta

inicialmente planteada. Se dan interacciones benéficas (Figura 43) porque los desechos producidos por los bovinos (estiércol) son utilizados como materia prima debido a su alto contenido de nitrógeno, para elaborar el abono orgánico y biofertilizantes, también el botón de oro y Leucaena *(Leucaena diversifolia)* aportan forraje para compostar.

Según Zuluaga; Giraldo y Chará (2011) del establecimiento de este sistema se obtienen beneficios como: reducción en el uso de concentrado, ya que los forrajes mejoran la calidad del alimento para el ganado; se provee alimento durante todo el año; se proporciona un microclima ideal para el desarrollo de las actividades pecuarias; los arboles proporcionan sombrío lo que genera confort a los animales; la leguminosa fija nitrógeno lo que permite economizar en fertilizantes nitrogenados y reducir costos de producción.

Figura 43. Sistema silvopastoril , *Brachiaria brizantha* cv. Toledo

3.7.6 Biofábrica. Enfocada en reducir los costos de producción con la elaboración de algunos biopreparados en la finca, a partir de la materia prima que proporciona las especies alelopáticas y medicinales, algunos forrajes de árboles, materiales provenientes del bosque (mantillo de bosque), para ser utilizados de manera preventiva y control de algunas plagas y enfermedades que afecten las especies de todo el SIPA.

El sistema de compostaje tipo bokashi está encaminado a la transformación de material orgánico, de subproductos provenientes de residuos de cosecha, forraje derivado de podas de árboles y arbustos, estiércol de bovino.

Todas estas técnicas mediante una correcta ejecución se asocian a las interacciones entre los sistemas instalados, agroforestal y silvopastoril (Figura 35).

3.8 PROPUESTA DE MANEJO PARA EL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN

Desde la selección del lote hasta la primera cosecha de mora de castilla trascurrieron 12 meses, a continuación se plantea 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 lo tanto requerimientos diferentes.

3.8.1 Cultivo de mora.

Podas de mantenimiento. El objetivo es eliminar las ramas y tallos que ya produjeron fruta, al igual que ramas secas, enfermas, tallos látigo, machos improductivos, despuntes de tallos machos productivos para inducir ramas productivas; para airear la parte baja de la planta se deben cortar hojas del tercio inferior de arbusto. Con la poda se ayuda a la aireación disminuyendo la aparición de plagas y enfermedades, se facilita el desplazamiento de los operarios, deja espacio para sembrar cultivos transitorios entre calles además se puede hacer una mejor vigilancia de la planta.

Fertilización, se realizará basada en el resultado de análisis de suelo, adicionando fertilizante 3 veces al año cada 4 meses, y aplicando materia orgánica dos veces al año, la fertilización foliar se hará mensualmente. En la medida que se elaboren abonos orgánicos en la finca se disminuirá la compra de fertilizantes químicos.

Manejo de malezas. La maleza de hoja ancha se controlara con guadaña, si brota nuevamente la gramínea se trata con el selector de arvenses o azadón químico, el propósito es tener el terreno con maleza noble y de porte bajo, estas servirán de cobertura al suelo y protegerán el suelo de la erosión; el plateo se hará manual, es importante que el plato de la planta esté limpio de lo contrario la planta no emitirá nuevos tallos. Estas dos actividades se deben hacer cuatro veces al año y deben coincidir con la fertilización o abonamiento con materia orgánica.

Aporque. Esta actividad ayuda a mejorar el anclaje de la planta e incentiva la salida de nuevos brotes del suelo; debe hacerse dos veces al año, preferiblemente que coincida con la aplicación de materia orgánica.

Monitoreo de plagas y enfermedades, es de vital importancia monitorear el cultivo cada semana, con el fin de detectar oportunamente alguna plaga o enfermedad de importancia económica, si se nota algún problema sanitario se procederá a hacer el respectivo control con extractos de plantas disponibles en el sistema.

Cosecha de mora. Después de la primera cosecha se inicia la fase de producción y a partir de este momento se tiene fruta permanentemente. La cosecha se realizará dos veces por semana cuando la producción sea alta, y una vez en producción baja. La mora es una fruta muy susceptible al daño por compactación o magullamiento, según la Gobernación de Antioquia, 2014, para realizar mejor las labores de cosecha se deben seguir las siguientes recomendaciones:

No halar la fruta bruscamente para desprenderla, porque la rama se puede lesionar y morir más adelante.

Recolectar en horas de la mañana una vez el rocío se haya secado, para evitar la fermentación de la fruta durante el almacenamiento.

No se deben recolectar frutos húmedos ni en época lluviosa.

La persona que realiza esta labor: no usar ningún tipo de accesorios, lavarse las manos con agua y jabón para evitar contaminación cruzada, usar guantes limpios, trajes adecuados y herramienta desinfectada, entre otros requisitos.

Utilizar canastillas plásticas de fondo liso (capacidad 10 kilos) para no sobrecargar los frutos y evitar su compactación o aplastamiento. De ser posible recolectar los frutos en el mismo empaque de comercialización (empaques plásticos de 250 o 500 gramos). Por ningún motivo la canastilla de recolección estará en contacto directo con el suelo, siempre se deberá colocar otra de base o contar con un sistema de recolección elevado.

Cosechar frutos con el mismo grado de maduración, frutos firmes, pintones de color rojo o vino tinto, no moradas oscuras o negro, libre de daños por hongos o por frío y con el pedúnculo.

No golpear las frutas ni lanzarlas bruscamente al recipiente recolector.

Los frutos con daño de insectos o por enfermedades se recolectan en recipientes separados, porque contaminan los sanos.

3.8.2 Árboles tutores vivos.

Podas de mantenimiento. Se realizarán cada cuatro meses para evitar una abundante sombra. Según Castellanos y Botero (2003), se deben cortar las ramas a ras de tallo; las ramas laterales, situados desde el nivel del suelo hasta los 1.50 m, también se cortan; los brotes de las ramas laterales que se encuentren por encima de 1.50 m dejándoles 30 cm de longitud para estimular la buena brotación.

Monitoreo de plagas y enfermedades. Es de vital importancia monitorear el cultivo cada semana, con el fin de detectar oportunamente alguna plaga o enfermedad, si se nota algún problema sanitario se procederá a hacer el respectivo control con extractos de plantas disponibles en el sistema.

Revisión del tutorado. Se debe hacer monitoreo del sistema de tutorado y amarre de travesaños; dado que los amarres son hechos con bandas de neumáticos, estos sufren un deterioro y deben cambiarse frecuentemente.

3.8.3 Cultivos transitorios. Se propone seguir instalando especies de porte bajo, frijol, hortalizas, arveja, arracacha en las calles, intercalando en los surcos varias especies, para darle diversidad al sistema, manejadas independientemente del cultivo principal, programando actividades de nutrición, control de maleza, monitoreo de plagas y enfermedades, labores culturales.

3.8.4 Plantas alelopáticas y medicinales. Se propone seguir sembrando diversas especies con alelopatía positiva para la mora, como barrera protectora cultivándolas en forma intercalada, asociada o bordeando los extremos de cada surco del cultivo principal, o alrededor de éste, manejarlas independientemente del cultivo principal, programando actividades de nutrición, control de maleza, monitoreo de plagas y enfermedades, labores culturales.

3.8.5 Riego. Se sugiere seguir el riego por inundación, utilizando como fuente de agua la que se encuentra almacenada en el reservorio el cual será ampliado para mayor capacidad. Y luego se planea Implementar un sistema de riego por goteo para un mejor aprovechamiento del agua, que permita garantizar cantidad y calidad de la cosecha, además la sostenibilidad del sistema.

3.8.6 Subsistema silvopastoril.

3.8.6.1 Sistema rotacional. Consiste en dividir la pradera en lotes de igual o similar tamaño con iguales periodos de recuperación y descanso. En el sistema de manejo rotacional, estos periodos varían según el número de potreros. Este sistema de pastoreo permite ejercer un mejor control sobre la cantidad de forraje en oferta al animal en pastoreo, la composición botánica y la calidad nutritiva del forraje. El sistema rotacional es más eficiente en la utilización del pasto, al mantener una oferta constante del forraje, con una calidad más homogénea a través del tiempo (Cuesta, 2005).

La finca la Guaca cuenta con 5.7 Has, donde predomina una ganadería extensiva, con una pradera sin intervenir, las cuales se irán mejorando de manera paulatina debido al alto costo de implementación. Se iniciara con la implementación de 1 hectárea en sistema silvopastoril, el cual se planificara bajo un sistema rotacional empleando la cerca eléctrica para la división de lotes, se proponen inicialmente 4 lotes, de 0,25 ha cada uno, con un periodo de ocupación de 15 días aproximadamente.

3.8.6.2 Suministro de agua. Los bebederos serán prácticos, movibles, construidos con material resistente; para evitar el desperdicio de agua se instalara un sistema de válvula flotador al tanque para cerrar el paso del agua cuando el tanque este lleno.

3.8.6.3 Suministro de sal. Se adecuarán todos los lotes de pastoreo con saladeros, estos estarán protegidos con techo, (láminas de zinc) y ubicados en una zona de fácil acceso para el ganado y cerca a los bebederos para garantizar el suministro constante de sales mineralizadas de una forma eficiente y adecuada, que cubra las deficiencias de minerales, proteínas o energía que los pastos puedan tener y con ello satisfacer las necesidades fisiológicas del ganado.

3.8.6.4 Manejo de praderas. Se propone el control de malezas de forma manual, machete o guadaña para luego hacer la respectiva fertilización al final del periodo de ocupación de 15 días de cada lote.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos para iniciar la implementación del sistema productivo, incluyendo el capital de trabajo.

3.9.1 Mano de Obra. Es una de las actividades de mayor costo, su valor durante la instalación e implementación fue de $4.015.000 equivalentes al 28,4% de los costos totales por hectárea; representan 201 jornales a razón de $20.000 cada uno. Las actividades más representativas (en términos de costo) son el tutorado y las podas, seguidas del control de plagas y enfermedades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Mano de obra empleada en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla **(***Rubus glaucus benth)*

Actividades	**Uni**	**Precio**	**Año 0**		
		Unid	**Cant**	**Valor**	**%**
Mano de obra			**200,8**	**$ 4.015.000**	**28,4%**
Caracterización de la finca	Jornal	$ 20.000	1,0	$ 20.000	**0,50%**
Toma de muestras de suelo	Jornal	$ 20.000	1,0	$ 20.000	**0,50%**
Preparación de terreno	Jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	**1,99%**
Calicata y análisis	Jornal	$ 20.000	1,0	$ 20.000	**0,50%**
Preparación de abono orgánico bokashi	Jornal	$ 20.000	6,0	$ 120.000	**2,99%**
Trazada y hoyada del sistema	Jornal	$ 20.000	18,0	$ 360.000	**8,97%**
Aplicación abono orgánico	Jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	**1,99%**
Siembra y resiembra de mora	Jornal	$ 20.000	10,0	$ 200.000	**4,98%**
Preparación para siembra de transitorio	Jornal	$ 20.000	8,0	$ 160.000	**3,99%**
Siembra de cultivos transitorios	Jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	**1,99%**
Semilleros de plántulas de forestales	Jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	**1,99%**
Siembra de tutores y maderables	Jornal	$ 20.000	5,0	$ 100.000	**2,49%**
Preparación para siembra de plantas alelopáticas y barreras vivas	Jornal	$ 20.000	6,0	$ 120.000	**2,99%**
Siembra de plantas alelopáticas y barreras vivas	Jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	1,99%
Aplicación de hidrogel y riego	Jornal	$ 20.000	10,0	$ 200.000	**4,98%**
Tutorado y mantenimiento	Jornal	$ 20.000	20,0	$ 400.000	**9,96%**

Cuadro 7. (Continuación)

Actividades	Uni	Precio	Año 0		
		Unid	Cant	Valor	%
Mano de obra			**200,8**	**$ 4.015.000**	**28,4%**
Aplicación correctivos	Jornal	$ 20.000	13,8	$ 275.000	**6,85%**
Aplicación de fertilizantes	Jornal	$ 20.000	7,0	$ 140.000	**3,49%**
Control de malezas	Jornal	$ 20.000	9,0	$ 180.000	**4,48%**
Control sanitario	Jornal	$ 20.000	15,0	$ 300.000	**7,47%**
Podas (mora de castilla y chachafruto	Jornal	$ 20.000	18,0	$ 360.000	**8,97%**
Labores culturales del sistema	Jornal	$ 20.000	11,0	$ 220.000	**5,48%**
Construcción de reservorio de agua	Jornal	$ 20.000	5,0	$ 100.000	**2,49%**
Recolección(cultivos transitorios mora)	Jornal	$ 20.000	16,0	$ 320.000	**7,97%**

Adicional a la mano de obra del sistema agroforestal de mora de castilla se analiza la instalación del sistema silvopastoril debido a que son dependientes por su proximidad uno del otro, por esta razón se adiciona a la propuesta inicialmente planteada.

Cuadro 8. Mano de obra empleada para la implementación del sistema silvopastoril

Actividades	Unidad	Precio Unid	Cant	Valor	%
Sistema silvopastoril			26	$ 1.020.000	100%
Aplicación herbicida	jornal	$ 20.000	2,0	$ 40.000	3,92%
Arada y rastrillada	jornal	$ 70.000	10,0	$ 700.000	68,63%
Aplicación de enmiendas	jornal	$ 20.000	3,0	$ 60.000	5,88%
Siembra	jornal	$ 20.000	3,0	$ 60.000	5,88%
Control de malezas	jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	7,84%
Instalación de árboles (ahoyada, enmienda y siembra	jornal	$ 20.000	4,0	$ 80.000	7,84%

3.9.2 Insumos y herramientas. Es la primera actividad de mayor valor, con una participación del 58.8 % equivalente a $ 8.320.000 (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 9. Insumos y herramientas utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)*

ACTIVIDADES	UNID	PRECIO UNID	INSTALACION		
			CANT	Valor	%
INSUMOS Y HERRAMIENTAS				**$ 8.320.000**	**58,8%**
Plántulas de mora	Unidad	$ 1.300	2.400,0	$ 3.120.000	22,0%
Insumos para abono orgánico	Global	$ 95.000	2,0	$ 190.000	1,3%
Cal agrícola y dolomita	Bulto	$ 9.000	5,0	$ 45.000	0,3%
Abono paz del rio	Bulto	$ 23.000	4,0	$ 92.000	0,6%
Abono foliar	Litro	$ 30.000	2,0	$ 60.000	0,4%
Herbicida	Litro	$ 13.000	2,0	$ 26.000	0,2%
Semillas para cultivos transitorios y alelopáticos	Global	$ 80.000	1,0	$ 80.000	0,6%

Cuadro 9. (Continuación)

ACTIVIDADES	UNID	PRECIO UNID	INSTALACION		
			CANT	Valor	%
INSUMOS Y HERRAMIENTAS				**$ 8.320.000**	**58,8%**
Fertilizante edáfico	Bulto	$ 92.000	8,0	$ 736.000	5,2%
Hidrogel	Kilo	$ 23.000	12,0	$ 276.000	1,9%
Agroquímicos	Global	$ 120.000	1,0	$ 120.000	0,8%
Tutores muertos	Unidad	$ 2.000	500,0	$ 1.000.000	7,1%
Alambre calibre 14	Kilo	$ 3.500	120,0	$ 420.000	3,0%
Grapas	Paquete	$ 13.000	1,0	$ 13.000	0,1%
Clavos	Litro	$ 3.000	20,0	$ 60.000	0,4%
Inmunizante	Unidad	$ 72.000	1,0	$ 72.000	0,5%
Fibra	Bulto	$ 250.000	1,0	$ 250.000	1,8%
Guadaña	Unidad	$ 1.300.000	1,0	$ 1.300.000	9,2%
Fumigadora manual	Unidad	$ 230.000	2,0	$ 460.000	3,2%

Cuadro 10. Insumos utilizados en la implementación de un sistema silvopastoril

Actividades	Unid	Instalación		
		Precio Unid	Cant	Valor
Insumos sistema silvopastoril				**835.000,0**
Cal dolomita	unidad	$ 9.000	12,0	$ 108.000
Abono paz del rio	unidad	$ 23.000	12,0	$ 276.000
Semilla	kilo	$ 34.000	10,0	$ 340.000
Herbicida	litro	$ 17.000	3,0	$ 51.000
Arboles	unidad	$ 600	100,0	$ 60.000

3.9.3 Servicios. Este rubro se ubica como el tercero de mayor costo y está conformado por el transporte de insumos hasta las parcelas, asistencia técnica y el estudio de suelos. Representa el 10,1% equivalente a $ 1.430.000, donde la mayor participación está dada por el arrendamiento de tierras. Cabe resaltar que el transporte de la fruta no entra en estos servicios ya que los comerciantes la reciben en el punto de cosecha (Cuadro 11).

3.9.4 Otras Inversiones. Están dadas por elementos diversos requeridos específicamente para el establecimiento y el sostenimiento del cultivo y su cosecha (herramientas menores diversas, canastillas de recolección, etc.). Presentan un costo total de $ 395.000 equivalentes al 2.8% del costo total (Cuadro 12).

Cuadro 11. Servicios utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth)*

Actividades	Unid	Precio Unid	Instalación		
			Cant	Valor	%
Servicios				$ 1.430.000	**10,1%**
Transportes	global	$ 250.000	1,0	$ 250.000	1,8%
Arriendo tierras	ha / mes	$ 60.000	12,0	$ 720.000	5,1%
Asistencia técnica	mes	$ 30.000	12,0	$ 360.000	2,5%
Estudio de suelos	unidad	$ 100.000	1,0	$ 100.000	0,7%

Cuadro 12. Otras inversiones utilizados en la implementación de un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla **(***Rubus glaucus benth)*

Actividades	Unid	Precio Unid	Instalación		
			Cant	Valor	%
Otras inversiones				$ 395.000	2,8%
Herramienta(tijeras, machetes, guantes)	Global	$ 200.000	1,0	$ 200.000	1,4%
Canastillas	unidad	$ 13.000	15,0	$ 195.000	1,4%

3.9.5 Total costos. Comprenden mano de obra necesaria para la producción cosecha; insumos (semilla, abonos químicos y orgánicos, pesticidas y herramientas, entre otros); servicios y otras inversiones, el total es $ 14.160.000, y el costo total de la implementación de una hectárea en sistema silvopastoril es de $ 1.855.000.

3.9.6 Dinámica de productividad de mora de castilla. La producción durante el proyecto, establecido para 10 años (año 0 hasta año 10) es de 118500 kg/ha equivalente a 118.5 ton. Durante el año 1 se presenta una producción de 500 kg/ha, equivalente al 0,4% del total a producir durante la proyección; para el año 2 se obtienen 7000 kg/ha correspondientes al 5,9%; desde el año 3 hasta el año 9 se generan 13.000 kg/ha/Año que corresponden al 11% anual y finalmente en el año 10 se obtienen 8.000 kg/ha correspondiente al 5,9% de la producción total (Cuadro 12).

3.9.7. Precio de venta. A continuación se relacionan los precios de las diferentes especies del sistema.

3.9.7.1 Precio de Venta mora de castilla. Para efectos del análisis del precio de venta determinado por el área de mercado, se tomaron como base los valores de venta mensual en el Municipio de la Sierra, Rosas y Patía, en estas localidades el precio es $2.100/kg en promedio, información suministrada por comerciantes de dichas localidades, Popayán y Cali extraída del Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), entre enero de 2012 y enero de 2016. El precio promedio para compra a mayoristas es de $1.900/kg. Para efectos de proyecciones (cuadro 13) se tomó el precio de $2000/kg.

Cuadro 13. Producción (kg/ha/año)

Año	Kilos/hectárea	Participación anual
0	500,00	0,4%
1	7000,00	5,9%
2	13000,00	11,0%
3	13000,00	11,0%
4	13000,00	11,0%
5	13000,00	11,0%
6	13000,00	11,0%
7	13000,00	11,0%
8	13000,00	11,0%
9	13000,00	11,0%
10	7000,00	5,9%
TOTAL	118500,00	100,0%

Cuadro 14. Flujo de Ingresos mora de castilla (pesos/ha/año)

Año	Ingresos	Participación anual
0	$ 975.000	0,4%
1	$ 13.650.000	5,9%
2	$ 25.350.000	11,0%
3	$ 25.350.000	11,0%
4	$ 25.350.000	11,0%
5	$ 25.350.000	11,0%
6	$ 25.350.000	11,0%
7	$ 25.350.000	11,0%
8	$ 25.350.000	11,0%
9	$ 25.350.000	11,0%
10	$ 13.650.000	5,9%
TOTAL	**$ 231.075.000**	100%

3.9.7.2 Precio de Venta cultivos transitorios. Se tomaron como base los valores de venta mensual en el Municipio de la Sierra, Rosas y Patía, poblaciones cercanas en estas localidades, arveja verde en vaina de $1.900/kg, hortalizas de hoja (lechuga, acelga.) $1.300/kg, maíz de $1.100/kg, y arracacha $2.200/kg; en el cuadro 15, se plantean las proyecciones a 10 años, ingresos que pueden variar ya que dependen de la densidad de siembra.

3.9.8 Flujo de Caja. Durante los 10 años de proyección y como resultado de los ingresos y costos totales del sistema integrado de producción se prevé un beneficio o excedente efectivo total de $138.005.174. El año 0 refleja un flujo de caja neto negativo de $-12.365.400, dado principalmente por las actividades de establecimiento del sistema y la poca productividad; el año 1 presenta crecimiento y saldo positivo de $ 6.369.000 debido al incremento paulatino de la producción de fruta de mora y cultivos transitorios; a partir del año 2 el resultado anual es positivo de $ 17.187.000 dado por la productividad del cultivo principal mora de castilla y los cultivos transitorios intercalados en el sistema, y en el año 10 el flujo de caja neto disminuye a $ 6.572.000 debido a la baja en la producción que se presenta en dicho año (Cuadro 15).

Cuadro15. Flujo de Ingresos cultivos transitorios (pesos/ha/año)

Año	Ingresos	Participación anual
0	$ 819.600	4,6%
1	$ 703.000	3,9%
2	$ 1.990.000	11,1%
3	$ 1.803.000	10,1%
4	$ 1.803.000	10,1%
5	$ 1.803.000	10,1%
6	$ 1.803.000	10,1%
7	$ 1.803.000	10,1%
8	$ 1.803.000	10,1%
9	$ 1.803.000	10,1%
10	$ 1.803.000	10,1%
TOTAL	$ 17.936.600	100%

Cuadro 16. Flujo de Ingresos sistema mora de castilla y cultivos transitorios (pesos/ha/año)

Año	Ingresos	Participación anual
0	$ 1.794.600	0,7%
1	$ 14.353.000	5,8%
2	$ 27.120.000	10,9%
3	$ 27.153.000	10,9%
4	$ 27.153.000	10,9%
5	$ 27.153.000	10,9%
6	$ 27.153.000	10,9%
7	$ 27.153.000	10,9%
8	$ 27.153.000	10,9%
9	$ 27.153.000	10,9%
10	$ 15.453.000	6,2%
TOTAL	**$ 248.791.600**	100%

Es importante resaltar que el cultivo de mora al año cuatro se debe renovar el tutorado, esto implica adquirir tutores, puntillas y grapas, además de la mano de obra y otras inversiones para la conservación y aprovechamiento máximo del cultivo, debido a la siembra de árboles de chachafruto, Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) y Acacia *(Acacia mangium)*, durante la instalación del sistema, se disminuye costos para esta actividad, puesto que estas especies cumplirán la función de soporte o tutor.

Dicho ahorro equivale a 600 tutores, clavos, grapas e inmunizante, corresponde a $1.115.000 y sumada la mano de obra 27 jornales son $270.000 para un total de $1.385.000. La disminución de insumos también se debe a:

Implementación de plantas alelopáticas y medicinales que se sembraron como barrera protectora, forma intercalada, asociada y bordeando los extremos de cada surco del cultivo que sirven como mecanismo de prevención y control utilizándolas en purines o hidrolatos disminuyendo la compra de fungicidas e insecticidas.

Con la elaboración de abono orgánico, utilizando materiales disponibles en la finca se satisface gran parte de la nutrición de las especies instaladas en el sistema aplicando 3 kilos /año.

Cuadro 17. Flujo de caja sistema mora de castilla y cultivos transitorios (Pesos/Hectárea/Año)

Año	Mano de obra ($)	Insumos y herramientas ($)	Servicios y arriendos ($)	Otras inversiones ($)	Total costos	Ingresos	Flujo neto ($)
0	4.015.000	8.320.000	1.430.000	395.000	14.160.000	1.794.600	-12.365.400
1	4.640.000	1.801.000	1.330.000	213.000	7.984.000	14.353.000	6.369.000
2	6.300.000	1.801.000	1.580.000	252.000	9.933.000	27.120.000	17.187.000
3	6.320.000	1.801.000	1.680.000	201.426	10.002.426	27.153.000	17.150.574

Cuadro 17. (Continuación)

Año	Mano de obra ($)	Insumos y herramientas ($)	Servicios y arriendos ($)	Otras inversiones ($)	Total costos	Ingresos	Flujo neto ($)
4	6.560.000	1.801.000	1.580.000	200.000	10.141.000	27.153.000	17.012.000
5	6.300.000	1.801.000	1.580.000	200.000	9.881.000	27.153.000	17.272.000
6	6.320.000	1.801.000	1.680.000	200.000	10.001.000	27.153.000	17.152.000
7	6.340.000	1.801.000	1.580.000	200.000	9.921.000	27.153.000	17.232.000
8	6.300.000	1.801.000	1.580.000	200.000	9.881.000	27.153.000	17.272.000
9	6.320.000	1.801.000	1.680.000	200.000	10.001.000	27.153.000	17.152.000
10	5.300.000	1.801.000	1.580.000	200.000	8.881.000	15.453.000	6.572.000
Tot	**64.715.000**	**26.330.000**	**17.280.000**	**2.461.426**	**110.786.426**	**248.791.600**	**138.005.174**

4. CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó un sistema integrado de producción, cuyo componente principal es mora de castilla *(Rubus glaucus benth),* asociado con especies forestales, plantas alelopáticas, cultivos transitorios y sistema silvopastoril, con el fin de reducir el impacto ambiental, intervenir positivamente en la biodiversidad.

Mediante el diseño del sistema agroforestal,(Eucalipto, Acacia, Chachafruto, mora de castilla, cultivos transitorios plantas alelopáticas y medicinales) se garantiza gran variedad de ventajas, económicas, sociales, ambientales y productivas, puesto que este arreglo está *basado en interacciones benéficas*, por lo que se espera este tipo de arreglo sirva como modelo para aportar a la optimización del espacio y uso del suelo según su vocación en la región además aporta elementos para futuras investigaciones

Los arreglos espaciales y temporales que se implementaron en la finca la guaca, son la demostración de una alternativa de producción para clima frio moderado, donde sembrando diferentes especies, se influye positivamente en la biodiversidad, conservación de suelo y agua, generando un microclima local, reduciendo costos de producción y haciendo una producción amigable ambientalmente

Este trabajo permitió definir estrategias para el sostenimiento de un sistema integrado de producción donde el plan de manejo es a cada especie en forma particular, basado en las buenas prácticas agropecuarias, donde se respeta que cada especie tiene su propia fisiología y por lo tanto los requerimientos diferentes

El estudio económico de la implementación del sistema integrado de producción, demuestra que en SIPA aumenta la mano de obra, pero con la diversificación de especies a largo plazo se debe minimizar la entrada de insumos externos, se diversifica la generación de bienes y servicios, y los ingresos debido a las interacciones y sinergias positivas que se generen dentro del SIPA

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la investigación para evaluar el desarrollo y la producción del cultivo de la mora y el impacto que puedan causar las interacciones sobre el comportamiento fisiológico de las especies instaladas, de igual manera evaluar la producción de biomasa de las especies forestales y su efecto en las propiedades químicas, físicas, biológicas, y microbiológicas en el suelo.

Es necesario investigar y evaluar la dinámica poblacional de los insectos en el sistema integrado de producción y su incidencia en la sanidad de los cultivos.

Realizar los registros de manejo incluyendo los económicos para después de la producción principal hacer el análisis económico de costos de producción, con el fin de establecer los beneficios ocasionados por las sinergias del SIPA, y hacer una evaluación para confirmar si el arreglo temporal y espacial es viable económicamente.

Implementar un sistema de riego por goteo de acuerdo a las necesidades hídricas, agronómicas, edáficas y climáticas de la mora de castilla, para un mejor aprovechamiento del agua, que permita garantizar cantidad y calidad de la cosecha, además la sostenibilidad del sistema.

Seguir fomentando la implementación de sistemas integrados de producción, utilizando diseños holísticos y sustentable, porque son una alternativa para mitigar el cambio climático y una solución para obtener producción sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO, D. L. Guía para el cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú Erythrina edulis Triana ex Micheli [En línea]. CORPOICA. Bogotá, Colombia: 2002 [Citado 4, octubre, 2014]. Disponible en Internet en: http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/ StreamGate?folder_id=0&dvs=1413050909728~595

ALTIERI, Miguel y NICHOLLS, Clara I. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable 1a edición, serie textos básicos para la Formación Ambiental. México. 2000. 20 p.

BERMEO, B, A. Efecto de la fertilización en dos ecotipos de mora (Rubus sp) y su relación con el rendimiento en andisoles [En línea]. Trabajo de grado calidad de Magíster en Ciencias Agrarias Línea de investigación en suelos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias agropecuarias. Palmira, Colombia: 2010 [Citado 4, octubre, 2014]. Disponible en Internet en: http://www.bdigital.unal.edu.co/3637/1/7006001.2010.pdf.

CASTELLANOS C. Memorias del V seminario nacional e internacional de frutales: tecnología para la transformación de frutas. V Seminario nacional e internacional de frutales (11, 12 y 13 de Agosto de 2004). Manizales (Colombia). CORPOICA, 2004.

_____. Comportamiento fisiológico y productivo de la mora y de algunas especies forestales como tutores [En línea]. Corpoica: 2003 [Citado 14, septiembre, 2014]. Disponible en Internet en http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL /42659/42659.pdf

_____ y BOTERO, I. Producción de mora (Rubus glaucus Benth) con tutores vivos. Manizales, Caldas, Colombia: 2003.

CASTRO, R. DIAZ, J.; BETANCUR, R.; MARTINEZ, M.; URREA, P.; DURANGO, K.; DURANGO, E.. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Universidad Católica de oriente. 2 edición. Rio Negro, Antioquia, Colombia. 2013

COCK, J.; ALVAREZ, D.; ESTRADA, M. RASTA: Rapid Soil and Terrain Assessment. Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Versión 2. CIAT- Corporación Biotec. Cali, Colombia: 2010.

CUESTA, P. Producción y Utilización de Recursos Forrajeros en Sistemas de Producción Bovina de las Regiones Caribe y Valles Interandinos. Colombia: Corpoica, 2005

FRANCO, G. y GIRALDO, J. El cultivo de la mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Manizales, Colombia: 2001.

GELLER, L. y LARA, A. Alelopatía y extractos vegetales: alternativas para el manejo de insectos plagas y enfermedades en cultivos [En línea]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Bogotá, Colombia: 2007 [Citado 14, septiembre, 2014. Disponible en Internet en: http://www.cadenahortofruticola.org/admin/tecno/86Alelopatia.pdf

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Manual técnico del cultivo de mora bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia: 2014

GUTIÉRREZ, A, L. y RUIZ, M, R. Diseño de un sistema integrado de producción para la granja la colina de la universidad autónoma intercultural indígena (UAIIN), Vereda Cajete, Municipio de Popayán. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias agropecuarias. Popayán: 2011.

IGLESIAS, J.; FUNES, F.; MACHADO, H & SOCA, M. Los sistemas integrados de producción agropecuaria como alternativa agroecológica (experiencia cubana). Revista sistemas productivos agroecológicos. 2011.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. Manejo fitosanitario del cultivo de la mora. Medidas para la temporada invernal. Bogotá D.C., Colombia: 2011.

MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.; Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 2008. Pág. 490. 2008

NÚÑEZ, D. y ROMERO, I. Sistemas alternativos de producción agrícola [En línea]. Matanzas. Cuba: 2007 [Citado 10, octubre, 2014]. Disponible en Internet en: http://www.bibliociencias.cu/gsdl/collect/libros/index/assoc/HASH010a.dir/doc.pdf

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA SIERRA CAUCA (P.B.O.T.) 2002 – 2011,

RAMIREZ, C. Agricultura orgánica y desarrollo rural: un principio de vida. 7 ed. Cali, Colombia: 2004.

REIJNTJES CB, Haverkort & A Waters-Bayer. Farming for the future. MacMillan Press Ltd., London. (1992)

RODRÍGUEZ, J.D. Visión holística para impulsar el desarrollo sostenible de sistemas integrales de producción agropecuaria [en línea]. Zaraza, Venezuela: 2011 [Citado 25, agosto, 2016]. Disponible en internet en: <http://es.scribd.com/doc/63434012/Sistemas-Integrales-de-Produccion-Agropecuaria>.

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PRECIOS SIPSA, [Citado 10, marzo, 2016]. Disponible en Internet en: http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario-alias/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD. Técnicas de investigación, Pereira., 2009. [Citado 14, septiembre, 2016. Disponible en Internet en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/1001004_MODULO.pdf

ZULUAGA S. Andrés F.; GIRALDO E., Carolina; CHARÁ, Julián D. Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 36 p. 2011

ANEXOS

ANEXO A. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA *(Rubus glaucus Benth)*

	Tiempo en semanas								
	20-23	24-25	26 -30	31	32-33	34	35	36	37
actividad	Arada y rastrillada	Poda de formación de la mora plateo aporque		Siembra se pasto	Poda tutores vivos, realce	Cosecha de arveja	Control de malezas del sistema	Construcción de reservorio de agua	Aplicación abono orgánico
	sistema silvopastoril		Tutorado para la mora	segunda Fertilización mora	Control de malezas mora, tutores vivos		A Guadaña	Siembra de hortalizas	Mora y tutores vivos
	amarre de arveja	Aplicación de enmiendas sistema silvopastoril	Preparación de abono orgánico bokashi	foliar y edáfica	Plateo de tutores	Preparación de terreno para hortalizas	Aporque de mora	Acelga y lechuga	
	labores culturales del sistema							Ahoyada, y aplicación de correctivos para siembra	
	maíz Control de malezas mora, tutores vivos								

	Tiempo en semanas								
	20-23	24-25	26 -30	31	32-33	34	35	36	37
actividad	Arada y rastrillada	Poda de formación de la mora plateo aporque		Siembra se pasto	Poda tutores vivos, realce	Cosecha de arveja	Control de malezas del sistema	Construcción de reservorio de agua	Aplicación abono orgánico
	sistema silvopastoril		Tutorado para la mora	segunda Fertilización mora	Control de malezas mora, tutores vivos		A Guadaña	Siembra de hortalizas	Mora y tutores vivos
	amarre de arveja	Aplicación de enmiendas sistema silvopastoril	Preparación de abono orgánico bokashi	foliar y edáfica	Plateo de tutores	Preparación de terreno para hortalizas	Aporque de mora	Acelga y lechuga	
	labores culturales del sistema							Ahoyada, y aplicación de correctivos para siembra	
	maíz Control de malezas mora, tutores vivos								

	Tiempo en semanas						
	38-39	40- 41	42	43	44	45- 46	47-52
actividad	siembra de árboles(silvopastoril)	malezas mora, tut	Cosecha de maíz culturales y fertilización arboles tutores vivos	segunda Fertilización mora	Cosecha de hortalizas	División de potreros sistema silvopastoril	Cosecha de mora
		Labores culturales		foliar y edáfica	Instalación de bebederos y saleros en los lotes		Podas de mantenimiento
	Labores culturales hortalizas						
		División de lotes cerca eléctrica					

ANEXO B. RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS DE LA FINCA LA GUACA

Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Fomento Economico
Gobernación del Cauca

Nombre: Jhon Leyder Trochez
Finca:
Tel / Fax:
Vereda: La Palma
Municipio: La Sierra
Dpto: 10. Cauca

	DD	MM	AA
Fecha entrada :	1	7	2014
Fecha salida :	19	10	2014

Material : Suelo
Tipo de análisis : Completo

cauca
Todas las oportunidades

RESULTADOS DEL ANALISIS

Nº Muestra	Cod. Lab	Prof. (cm)	pH 1:2;5	N-total	M.O 0-1000	M.O 1000-2000	M.O 2000-3000	P	Sat Al	Al	Ca	Mg	K	Na	CICe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
				(%)				(ppm)	(%)	(meq/100g)						(ppm o mg/Kg)						
1	36451	0,2	5,85	0,65		13,00		7,2	0,00		2,40	1,15	0,49	0,45	4,49	0,37	1,2	10,3	10,0	2,0	0,4	T
			D	B		A		F			D	D	A	F		B	C	D	A	C	C	F
															0,00							

CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido ínfimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.

Nº Muestra	Cod. Lab	Cultivo
1	36451	Mora de castilla

RECOMENDACIÓN FERTILIZACION

Nutrientes puros en Kg/Ha/Año				
N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO

Metodos de análisis

Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorcion Atomica y/o Azometin.

OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES

TEXTURA: 08 Franco Arenoso
EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI
T = Trazas

RECOMENDACIÓN

5 a 8 dias antes de la siembra o traspolante aplicar 1,0kg/ hueco de materia organica bien seca y desinfectada, mas 20g de urea.
Al mes de la siembra aplicar 50g/planta de abono 10-30-10, mas 6g de Borax, esta mezcla realizarla solo al momento de la aplicación, esta dosis se repite cada 4 meses sin el Borax.
Al inicio de la epoca de produccion aplicar 150g/planta de abono 10-30-10, cada 4 meses. Incrementandolo gradualmente hasta llegar a 200g/planta.
Se pueden realizar asperciones foliares con soluciones que contengan elementos menores al cultivo cada 30 a 40 dias.
Si se observa caida de flores y frutos pequeños se puede nuevamente en una de las aplicaciones del fertilizante suministrar 6g/planta de Borax.
Toda practica de siembra y/o abonamiento ejecutarla en epoca fresca o bien caida la tarde.
NOTA: Si el cultivo durante el primer mes de vida presenta deficiencia de Nitrogeno realizar asperciones foliares con Urea al 2%.

NOTA: Los resultados obtenidos son validos unicamente para la muestra analizada y la misma fue tomada por personal ajeno al Laboratorio.

Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.

Vo Bo

Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SDAFE (2)8231043
E-mail: labsueloscauca@hotmail.com

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz
Elaboró: Henry Sánchez
Revisó: Aníbal Melo Martinez

ANEXO C. RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO Y CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Hoja de Respuestas No. 1

Características y Observaciones

1	Pendiente	12%				
2	Terreno circundante	ondulado (ondulaciones suaves				
	Posición del perfil	Ladera concavo				
3	Capas u Horizontes	Espesor	Color seco	Color húmedo	Textura	Resistencia al Rompimiento
	1	32cm	negro	negro	Franca	
	2	20cm	pardo negro	negro	Franca	
	3	38cm	Amarillo	Amarillo	Franlimosa	
4	pH	5.5				
5	Carbonatos	No X ene	Bajos a Muy Bajos	Medios	Altos	Profundidad (cm):
6	Pedregosidad superficial	Sin X dras	Sin Rocas	Pedregoso	Rocoso	Muy Pedregoso / Muy Rocoso
	Pedregosidad en el perfil	Sin X dras	Sin Rocas	Pedregoso	Rocoso	Muy Pedregoso / Muy Rocoso
	Horizonte pedregoso o rocoso	Si	No X	Profundidad (cm):	Espesor (cm):	
	Profundidad de primeras rocas o piedras (cm)	no se encontro rocas o piedras a 90cm				
7	Capas endurecidas	Si	No X	Profundidad (cm):	Espesor (cm):	
8	Moteados	Si	No X	Profundidad (cm):		
	Moteados a mas de 70 cm	Si	No X			
9	Estructura	granular				
10		Si	No X	erosion en suelo		
11		Si	No X	moho o capas verdes		

Hoja de Respuestas No. 1

Continuación

12	Muy marcadas		Poco marcadas		No X hay
13	La mañana y la tarde		La mañana		La X tarde
14	Muy marcadas		Poco marcadas		No X hay
15	Muy marcadas		Poco marcadas		No X hay
16	Si		No X		
17	Si X	No	Profundidad (cm): 90		
18	Poco afectadas	Muy afectadas	Plantas normales X		No hay cultivo
19	Si	No X	suelo negro ajustasca, MO		
20	Si	No X	suelo negro muy blando		
21	Si X	No			
22	Si	No X			
23	Muy Bueno	Bueno X	Regular	Espaciado	Sin cobertura

Anotaciones Especiales:

Hoja de Respuestas No. 2

Propiedades Inferidas					
1	Profundidad Efectiva (cm) 90cm				
2	Materia Orgánica				
	Horizonte	Muy Alta	Alta	Media	Baja
	1	X			
	2		X		
	3				X
	Suelo Orgánico	X Si	No		
3	Drenaje Interno	Lento o Muy lento	Bueno X	Excesivo	
	Drenaje Externo	Ninguno	Lento	Moderado X	Excesivo
4	Salinidad	Alta	Baja	Suelo Normal X	
	Sodicidad	Alta	Baja	Suelo Normal X	

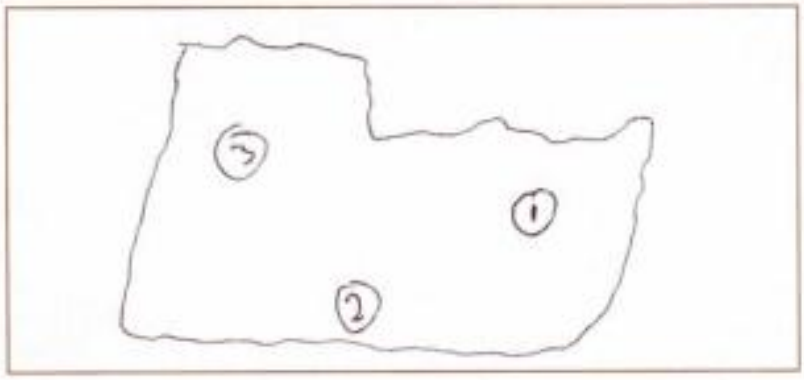
Lote Número: 1

Cajuela Número: _____

Nombre: (Persona que describe) Jhon Leider trochez

Uso actual del lote: granos, pastore extensivo

Dibuje un pequeño mapa de su lote y ubique la cajuela.



Hoja de Procedimientos

Presencia de moteados

Si no encontró manchas o moteados en el perfil, responda:

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
¿Hay ríos o riachuelos muy cercanos al sitio de evaluación?		X
¿Si usted hace un hoyo profundo en cualquier época del año, aflora agua?		X
¿Se encuentran pozos o aljibes cercanos al lote?		X

Si contestó que **Sí** a alguna o a la mayoría de preguntas, recuerde que puede presentar problemas de moteados debajo de 1m de profundidad a causa de niveles freáticos altos.

Profundidad efectiva

Preguntas	Profundidad (cm)
Si encontró capas endurecidas en el perfil, anote la profundidad.	no
Si encontró moteados en el perfil, anote su profundidad.	no
Si encontró altos contenidos de carbonatos en el perfil, anote la profundidad a la cual se presentan.	no
Si encontró un horizonte arenoso, anote su profundidad.	no
Si encontró capas pedregosas o rocosas, anote su profundidad.	no
Si el **perfil** es muy pedregoso o rocoso, anote la profundidad a la cual encuentra las primeras rocas o piedras.	no
Si la **superficie** es muy pedregosa o rocosa, anote una profundidad mínima de 0 cm.	no
Si encontró estructuras masivas o laminares anote una profundidad mínima de 0 cm.	no

Profundidad mínima encontrada (cm): (profundidad 1) _____

Profundidad de las raíces (cm): (profundidad 2) 90cm

Profundidad efectiva (cm): 30cm

Materia Orgánica

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
1. Observa mucha hojarasca o materia orgánica en descomposición? (Ver numeral 19)		X
2. Cuando introduce el cuchillo en el primer horizonte, éste entra sin ningún esfuerzo? (Ver numeral 21).	X	
3. Encontró un pH muy ácido (Ver numeral 4)		X
4. Su drenaje es pobre? (Hoja de Respuestas 2).		X

Salinidad

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
La posición topográfica del perfil es plana o plana con ondulaciones leves y la pendiente varía entre 0-2% (Ver numerales 1 y 2).		X
Observa costras blancas o peladeros (Ver numeral 14).		X
Tiene un pH entre 7 y 8 (Ver numeral 4).		X
Se encuentra en una zona seca (árida), o húmeda cerca al mar o lagos salados, donde casi no llueve (Ver numeral 16).		X

...Y además coincide con 2 o más de las siguientes condiciones su suelo es *salino*

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
Observa en el suelo costras duras o crujientes. (Ver numeral 12)		X
Observa en el cultivo plantas pequeñas, secas o de baja producción. (Ver numeral 18)		X
El drenaje es bueno o excesivo. (Hoja de Respuestas 2)	X	
El suelo es extremadamente duro o firme. (Ver numeral 3)		X

Nivel de salinidad

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Mucho	Poco
Encuentra usted costras blancas o peladeros. (Ver numeral 14)		
Observa en el cultivo plantas pequeñas, secas o de baja producción. (Ver numeral 18)		

Sodicidad

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
Encuentra costras negras en el suelo. (Ver numeral 15)		X
El drenaje es lento o muy lento (Hoja de Respuestas 2)		X
El pH es mayor a 8. (Ver numeral 4).		X

...Y además coincide con 2 o más de las siguientes condiciones su suelo es *sódico*

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Sí	No
El suelo es blando o friable (Ver numeral 3).		X
La estructura es prismática o columnar (Ver numeral 9).		X

Nivel de sodicidad

Preguntas (Seleccione con una "X" su respuesta)	Mucho	Poco
Encuentra costras negras en el suelo (Ver numeral 15)		
Observa plantas con diferencias en el crecimiento, secas o de baja producción (Ver numeral 19)		

ANEXO D. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL MANEJO DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN, CUYO COMPONENTE PRINCIPAL ES MORA DE CASTILLA (R*ubus glaucus benth)*

Plan de manejo para mora de castilla

Mes	1				2				3				4				5				6			
Semanas / Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Poda de mantenimiento	■					■					■					■					■			
Fertilización							■															■		
Aplicación de materia orgánica				■																				
aporque									■															
Monitoreo de plagas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plateo y control de arvenses				■	■												■	■						
cosecha de mora			■	■			■	■			■	■			■	■			■	■			■	■

Mes	7				8				9				10				11				12			
Semanas / Actividades	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Poda de mantenimiento	■					■					■					■					■			
Fertilización							■													■				
Aplicación de materia orgánica				■																				
aporque								■																
Monitoreo de plagas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plateo y control de arvenses				■	■													■						
Cosecha de mora			■	■			■	■			■	■			■	■			■	■			■	■

Plan de manejo para arboles del sistema

Mes	1				2				3				4				5				6			
Semanas / Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Poda de mantenimiento	■					■					■					■					■			
Fertilización edafica							■															■		
Fertilización foliar								■															■	
Aplicación de materia orgánica				■												■								
Monitoreo de plagas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plateo y control de arvenses				■													■							

Mes	7				8				9				10				11				12			
Semanas / Actividades	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Poda de mantenimiento	■					■					■					■					■			
Fertilización								■														■		
Aplicación de materia orgánica				■												■								
Monitoreo de plagas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plateo y control de arvenses				■														■						

plan de manejo sistema silvopastoril																								
Mes	**1**				**2**				**3**				**4**				**5**				**6**			
Semanas / **Actividades**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
rotacion de pladeras																								
Fertilización																								
labores culturales (arboler,pradera, barreras vivas																								
Monitoreo de plagas																								
control de arvenses																								
Monitoreo de el ganago																								
Mes	**7**				**8**				**9**				**10**				**11**				**12**			
Semanas / **Actividades**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**	**44**	**45**	**46**	**47**	**48**
rotacion de pladeras																								
Fertilización																								
labores culturales (arboler,pradera, barreras																								
Monitoreo de plagas																								
control de arvenses																								
Monitoreo de el ganago																								