

**DISEÑO DE SISTEMA SILVOPASTORIL EN DOS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN
EL MUNICIPIO DE EL TAMBO – CAUCA**



Universidad
del Cauca

**DEYNER ALEXANDER GIL CAMPO
YESIKA PEDROZA QUINTERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
2019**

**DISEÑO DE SISTEMA SILVOPASTORIL EN DOS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN
EL MUNICIPIO DE EL TAMBO - CAUCA**

**DEYNER ALEXANDER GIL CAMPO
YESIKA PEDROZA QUINTERO**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar el título de
Ingeniero Agropecuario**

**Directoras
Mg. LEADITH ALEXANDRA GUTIÉRREZ VÉLEZ
Mg. MÓNICA MARGOT RISUEÑO SOLARTE**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
2019**

Nota de aceptación:

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus Autores y lo encuentran satisfactorio.

Mg. LEADITH GUTIÉRREZ VÉLEZ
Directora

Mg. MÓNICA MARGOT RISUEÑO S.
Directora

Mg. GUSTAVO ALEGRÍA
Presidente del Jurado

Ph. D. NELSON JOSÉ VIVAS Q.
Firma de Jurado

Popayán, 18 de junio de 2019

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa maravillosa de mi vida.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres Didier F. Gil y Ángela Campo, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

A mis hermanos Jonathan Fernando y Jesús David que siempre han estado junto a mí, brindándome su apoyo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos momentos y malos también.

A mi amor, que desde el principio se convirtió en una gran fuerza que me levantó y me ayudó a ver las cosas desde otra perspectiva, abriendo mi pensamiento y mi corazón, logrando fortalecer mi personalidad, motivándome para que siga luchando por mis sueños.

Y a mis amigos que en su momento fueron críticos, haciendo de mí una mejor persona, quienes con sus particularidades hicieron esta experiencia inolvidable.

Deyner Alexander Gil Campo

A mi Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre María Elsa Quintero, a quien amo, admiro y agradezco por su apoyo, consejos, comprensión, amor, porque me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

A mi padre Alberto de Jesús Valencia por su amor, sacrificio y apoyo constante.

A mi hermano Fabián Alberto Valencia Quintero, por su amor incondicional, por su apoyo y por estar ahí cuando más lo necesito.

Yesika Pedroza Quintero

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en primer lugar a Dios, por guiarnos en el recorrido y fortalecernos para empezar un camino lleno de éxito.

Así, queremos mostrar nuestra gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de esta meta, de este sueño que es tan importante para nosotros, agradecemos todas sus ayudas, sus palabras motivadoras, sus conocimientos, sus consejos y su dedicación.

Por ello mostramos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros tutores de proyecto Leadith Alexandra Gutiérrez Vélez y Mónica Margot Risueño Solarte, quienes con su conocimiento y su guía fueron pieza clave para que pudiéramos desarrollar cada etapa del trabajo.

A los coordinadores del proyecto “Plan Estratégico de Educación Superior Rural Sustentable e Intercultural”, por creer en nosotros y darnos el aval que permitió ejecutar nuestro trabajo de grado.

Al rector y docentes de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé Helman Alirio Hurtado, Cleodomiro Macías, Oliver Hoyos, Ximena Tulande y Ángela Montenegro; al rector, docentes y granjeros del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF) José Libardo Collazos, Fernando Cometa, Nancy Peña y Wilson Gutiérrez, y a los demás docentes que permitieron que desarrolláramos el trabajo en cada institución, realizando aportes académicos y vivenciales; a los estudiantes de cada institución que por su buena actitud siempre estuvieron dispuestos a participar en el desarrollo de los talleres y demás labores que se realizaron.

A nuestros compañeros, con quienes a través del tiempo fuimos fortaleciendo una amistad y creando una familia, muchas gracias por toda su colaboración, por convivir todo este tiempo con nosotros, por compartir experiencias, alegrías, frustraciones, luchas, tristezas, celebraciones y múltiples factores que ayudaron a que hoy seamos como una familia, por aportarnos confianza y por crecer juntos en este proyecto, muchas gracias.

Y por último y no menos importante, a los docentes del programa de Ingeniería Agropecuaria y demás programas de la Facultad de Ciencias Agrarias, que a través del desarrollo de nuestras carreras nos compartieron más que conocimiento, experiencias de vida, que inspiraron nuestros corazones logrando que día a día nos enamoráramos más esta hermosa carrera, convirtiéndose también en retos que permitieron probar nuestros límites y deseos de salir adelante, forjando nuestro carácter y perfil como profesionales.

¡Muchas gracias por todo!

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1 MARCO TEÓRICO	18
1.1.1 Investigación Acción Participativa (IAP)	18
1.1.2 Instituciones educativas	18
1.1.3 Educación Rural	19
1.1.4 Proyecto productivo pedagógico	19
1.1.5 Sistema integrado de producción	19
1.1.6 Caracterización de sistemas productivos	19
1.1.7 Indicadores de sustentabilidad	20
1.1.8 Evaluación de indicadores	20
1.1.9 Sistemas Silvopastoriles	20
1.1.10 Pastoreo Rotacional	21
1.1.11 Agroecología	21
1.1.12 Ruta de transición agroecológica	21
1.1.13 Soberanía Alimentaria	21
1.2 ANTECEDENTES	22
2. METODOLOGÍA	24
2.1 LOCALIZACIÓN	24
2.1.1 Ubicación de la Institución educativa Agroindustrial de Quilcacé	25
2.1.2 Ubicación del Instituto Técnico Agrícola y Forestal (ITAF)	26

	pág.
2.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN Y DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	27
2.2.1 Descripción General de la Finca	28
2.2.2 Mapa de uso actual del suelo en el predio	28
2.2.3 Resumen uso actual de la tierra	28
2.2.4 Historia y evolución de la finca	28
2.2.5 Principales actividades agropecuarias y culturales	28
2.2.6 Análisis de suelos	28
2.2.7 Evaluación con indicadores	29
2.3 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL QUE PERMITEN REALIZAR EL DISEÑO PARA LAS DOS INSTITUCIONES EDUCATIVAS	29
2.3.1 Identificación de especies y sus características	29
2.3.2 Diseño y socialización del sistema silvopastoril	29
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRODUCTIVA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LOS SUB SISTEMAS GANADEROS. INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ	31
3.1.1 Descripción general de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé	31
3.1.1.1 Identificación y ubicación de la unidad productiva	31
3.1.1.2 Historia y Evolución de la Institución Educativa	31
3.1.1.3 Principales actividades agropecuarias y culturales	32
3.1.1.4 Resumen de uso actual de la tierra, descripción de subsistemas	33
3.2 EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	38
3.2.1 Consolidado de los indicadores I.E Agroindustrial de Quilcacé	38
3.3 RUTA DE TRANSICIÓN PARA LA IE. AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ	40

	pág.
3.3.1 Dimensión ambiental	40
3.3.2 Dimensión económica	42
3.3.3 Dimensión sociocultural	43
3.3.4 Dimensión técnico pecuaria	44
3.3.5 Dimensión técnico agrícola	44
3.4 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL	45
3.4.1 Diseño de sistema silvopastoril para la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé	45
3.4.1.1 Renovación de praderas	45
3.4.1.2 Época para la siembra	45
3.4.1.3 Preparación del terreno	46
3.4.1.4 Aplicación de enmiendas	46
3.4.1.5 Recomendaciones para el sistema silvopastoril	46
3.4.1.6 Siembra y cantidad de semilla	46
3.4.1.7 Pastoreo	46
3.4.1.8 Plan de fertilización	46
3.4.1.9 Arbustos Forrajeros	47
3.4.1.10 Maderables	47
3.4.1.11 Rotación para el sistema silvopastoril	48
3.4.1.12 Acueducto ganadero	49
3.4.1.13 Costos para la implementación del SSP en la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé	50
3.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRODUCTIVA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LOS SUB SISTEMAS GANADEROS. INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL DE FONDAS (ITAF)	50

	pág.
3.5.1 Descripción general del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas	50
3.5.1.1 Identificación y ubicación de la Institución Educativa	50
3.5.1.2 Historia y Evolución del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas	50
3.5.1.3 Principales actividades agropecuarias y culturales	51
3.5.1.4 Resumen de uso actual de la tierra, descripción de subsistemas	52
3.6 EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	60
3.6.1 Consolidado de los indicadores	60
3.7 RUTA DE TRANSICIÓN PARA EL INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL	62
3.7.1 Dimensión ambiental	62
3.7.2 Dimensión económica	63
3.7.3 Dimensión sociocultural	64
3.7.4 Dimensión técnico pecuaria	64
3.7.5 Dimensión técnico agrícola	64
3.8 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL	65
3.8.1 Diseño de sistema silvopastoril para el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas	65
3.8.1.1 Renovación de praderas	65
3.8.1.2 Época para la siembra	66
3.8.1.3 Preparación del terreno	66
3.8.1.4 Aplicación de enmiendas	66
3.8.1.5 Recomendaciones para el sistema silvopastoril	67
3.8.1.6 Siembra y cantidad de semilla	67

	pág.
3.8.1.7 Pastoreo	67
3.8.1.8 Plan de fertilización	67
3.8.1.9 Arbustos Forrajeros	67
3.8.1.10 Maderable	67
3.8.1.11 Rotación del sistema silvopastoril	68
3.8.1.12 Acueducto Ganadero	69
3.8.1.13 Costos para la posible implementación del SSP en el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF)	69
3.9 PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DEL SSP PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ Y EL INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL DE FONDAS	70
4. CONCLUSIONES	72
5. RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	79

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Convenciones I.E. Agroindustrial de Quilcacé	33
Cuadro 2. Costos para posible implementación de SSP IE. Agroindustrial de Quilcacé	50
Cuadro 3. Convenciones ITAF	52
Cuadro 4. Costos para posible implementación de SSP ITAF	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de El Tambo y los corregimientos de Fondas y Quilcacé	24
Figura 2. Mapa de ubicación de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé	25
Figura 3. Mapa de ubicación del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF) Fondas	26
Figura 4. Socialización del proyecto a) Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas b) Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé	27
Figura 5. Socialización del taller teórico práctico para estudiar las fases para la posible implementación del SSP. a) Estudiantes en la I.E Agroindustrial de Quilcacé. b) Estudiantes en el I.T Agropecuario y Forestal Fondas	30
Figura 6. Actividades agropecuarias IE. Agroindustrial de Quilcacé	32
Figura 7. Actividades culturales IE. Agroindustrial de Quilcacé	32
Figura 8. Mapa uso actual de la tierra	33
Figura 9. Ganado Bovino IE. Agroindustrial de Quilcacé	36
Figura 10. Galpón pollos de engorde	37
Figura 11. Infraestructura educativa	38
Figura 12. Consolidado de Indicadores IE Agroindustrial de Quilcacé	39
Figura 13. Diseño de perfil de barreras vivas para perímetro de fuentes hídricas	41
Figura 14. Plano vivero	41
Figura 15. Esquema Biofábrica	42
Figura 16. Casa de semillas	43
Figura 17. Diseño en planta del sistema silvopastoril	47
Figura 18. Perfil para los linderos del sistema silvopastoril	48
Figura 19. Mapa rotación para el sistema silvopastoril	49
Figura 20. Mapa de la red de acueducto ganadero	49

	pág.
Figura 21. Estudiantes del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal	51
Figura 22. Actividades Agropecuarias ITAF	52
Figura 23. Actividades culturales. a) CAUCANITAF. b) Bingo ITAF	52
Figura 24. Mapa uso actual de la tierra ITAF	53
Figura 25. Bosque Natural ITAF	55
Figura 26. Vivero ITAF	56
Figura 27. Proyecto Ganadero	57
Figura 28. Proyecto avícola	57
Figura 29. Proyecto porcícola	58
Figura 30. Área de compostaje	59
Figura 31. Infraestructura educativa	59
Figura 32. Consolidado de Indicadores ITAF	60
Figura 33. Bosque de roble	62
Figura 34. Banco de forraje	63
Figura 35. <i>Brachiaria brizantha</i> cv Toledo	66
Figura 36. Diseño de perfil de linderos del sistema silvopastoril	68
Figura 37. Diseño del sistema silvopastoril ITAF	68
Figura 38. Rotación del sistema silvopastoril	69
Figura 39. Mapa de la red de acueducto ganadero	70
Figura 40. Poda de rejuvenecimiento del botón de oro <i>Tithonia diversifolia</i> . La descomposición de la hojarasca aporta nutrientes esenciales a los pastos asociados	71

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Historia y evolución de las Instituciones Educativas	79
Anexo B. Especies concertadas con los docentes de las instituciones educativas para la implementación de los sistemas silvopastoriles	85
Anexo C. Evaluación de indicadores de sustentabilidad de las instituciones educativas	98
Anexo D. Tabla manuales ganadería colombiana sostenible	114
Anexo E. Costos	115

RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en el diseño de una propuesta silvopastoril (SSP) con las Instituciones Educativas (IE) Agroindustrial de Quilcacé y Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas localizadas en el municipio de El Tambo, Cauca. La investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Plan Estratégico de Educación Superior Rural Sustentable e Intercultural". Específicamente, esta propuesta de investigación estuvo encaminada a fortalecer a los jóvenes rurales de décimo grado en el proceso de mejoramiento de sus competencias básica a través de la formulación de proyectos pedagógicos productivos articulados con el entorno, por lo que se definió como primera etapa el diseño de una propuesta silvopastoril, la cual corresponde a una necesidad relevante identificada por los estudiantes, docentes y padres de familia.

Una vez priorizado el proyecto a trabajar (diseño de una propuesta SSP), se procedió a caracterizar las dimensiones productiva, económica, social y ambiental de los sub sistemas ganaderos en las IE. A partir de la caracterización se realizó su respectivo análisis lo que posibilitó la elaboración de un diseño (SSP) en las dos instituciones educativas. Finalmente, se propuso un plan para la implementación del SSP teniendo en cuenta las labores culturales y las especies vegetales recomendadas para cada sistema mediante una ruta de transición para cada institución, donde se hicieron las recomendaciones pertinentes como implementación de casa de semillas, establecimiento de bancos de forraje, entre otros, con el fin de fortalecer algunos indicadores desde las particularidades de cada IE.

Palabras clave: Caracterización, Proyecto pedagógico productivo, Educación Rural, sustentabilidad, jóvenes rurales.

ABSTRACT

The research work consisted in the design of a silvopastoral proposal (SSP) with the Educational Institutions (IE) Agroindustrial of Quilcacé and Agricultural and Forestry Technician of Fondas located in the municipality of El Tambo, Cauca. The research was developed in the framework of the project "Strategic Plan for Sustainable Rural and Intercultural Higher Education." Specifically, this research proposal was aimed at strengthening tenth grade rural youth in the process of improving their basic skills through the formulation of productive pedagogical projects articulated with the environment, for which the design of a silvopastoral proposal was defined as the first stage, which corresponds to a relevant need identified by students, teachers and parents.

Once the project to be worked was prioritized (design of an SSP proposal), the productive, economic, social and environmental dimensions of the livestock systems in the EIs were characterized. Based on the characterization, the respective analysis was carried out and it was possible to prepare a design (SSP) in the two educational institutions. Finally, a plan was proposed for the possible implementation of the SSP taking into account the cultural tasks and the plant species recommended for each system through a transition route for each institution, where the pertinent recommendations were made, such as implementation of a seed house, establishment of forage banks, among others, in order to strengthen some indicators from the particularities of each IE.

Keywords: Characterization, Productive pedagogical project, Rural Education, sustainability, rural youth.

INTRODUCCIÓN

La investigación denominada “Diseño de sistema silvopastoril en dos Instituciones Educativas (IE) en el municipio El Tambo – Cauca”, se desarrolló en el marco del proyecto **“Plan estratégico de educación superior rural sustentable e intercultural”** implementado por la Universidad del Cauca y financiado por el Ministerio de Educación, cuyo propósito central consiste en fortalecer procesos de desarrollo rural con enfoque territorial e intercultural, que promuevan la permanencia de jóvenes y pobladores rurales, a través de procesos de formación y fomento de la producción agroecológica como aporte a la construcción del Plan. Esta investigación se constituye en la opción para optar el título de Ingenieros Agropecuarios.

En el desarrollo del proyecto de investigación **“Diseño de sistema silvopastoril en dos instituciones educativas en el municipio de El Tambo – Cauca”** se generaron procesos de participación con los estudiantes y docentes de las instituciones, lo que permitió integrar el saber local con el de los investigadores, logrando así interactuar en espacios comunes de pensamiento para la apropiación del conocimiento, priorizando el Sistema Silvopastoril (SSP) como herramienta para integrar la academia con la práctica.

Esto se logra enfatizando en los beneficios que tienen este tipo de sistemas, ya que el SSP ayuda a detener el deterioro ambiental, contribuyendo a la restauración de los ecosistemas y a la generación de servicios ambientales (Uribe *et al.*, 2011), de esta forma se diversifica la producción y se aprovechan otros recursos que pueden ser utilizados en la producción.

El trabajo planteó como objetivo principal el diseño de una propuesta silvopastoril, basado en el uso de tecnologías limpias que favorezcan prácticas de conservación, realizando el diseño de acuerdo con la vocación de los territorios y el manejo sustentable de los recursos de la región, teniendo en cuenta también el conocimiento tradicional en el manejo de la ganadería. Con lo que se logró caracterizar las dimensiones productivas, económicas, sociales y ambientales de las instituciones, permitiendo el análisis de las dimensiones implicadas en el SSP y generar una ruta de transición que permitirá la implementación de este sistema.

De tal forma, al realizar la caracterización de las granjas de las instituciones educativas y evaluando las diferentes dimensiones se identifican las fortalezas y debilidades de cada una de ellas, teniendo en cuenta todas las producciones existentes y las interacciones que en ellas se realizan, especialmente en el subsistema ganadero, mostrando una radiografía actual de la producción.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MARCO TEÓRICO

El presente trabajo pretende caracterizar las dimensiones socioeconómicas, productivas y ambientales de las dos instituciones educativas, con lo que se diseñó una ruta de transición que permita el paso de una ganadería convencional hacia una ganadería ecoeficiente, proponiendo al final un plan de implementación para el SSP que va a ser el modelo tecnificado al cual se pretende llegar. Para ello se cuenta con diferentes herramientas teóricas que permiten alcanzar estos propósitos.

Antes de definir específicamente el diseño de un sistema silvopastoril, es necesario señalar el concepto de los sistemas integrados de producción como uno de los elementos y ámbitos importantes para el diseño del mismo, teniendo en cuenta el uso de herramientas para la realización de las actividades como la caracterización general de las unidades productivas. Esto permite evaluar los aspectos socioculturales, económicos, ambientales, agrícolas y pecuarios en las instituciones, logrando recoger los datos necesarios para la obtención de las metas y objetivos del proyecto.

1.1.1 Investigación Acción Participativa (IAP). Este enfoque tiene como centro las personas que participan en el proceso metodológico, ellas construyen, recrean y se apropian del conocimiento, induciendo así a aproximaciones conceptuales y a generar actitudes que llevan a re-pensar y a tener una práctica social de construcción (Andrade, 2001).

Este modelo de investigación, permite diseñar y construir proyectos según las necesidades de una comunidad, por eso lo convierte en una opción a la hora de diseñar un sistema silvopastoril para las instituciones. Hay que tener en cuenta que a pesar de estar en el mismo municipio las condiciones medioambientales, sociales y la metodología de enseñanza de las dos instituciones son diferentes, por lo que es probable que los diseños de cada sistema sean diferentes para cada institución.

Por lo tanto, al realizarse la caracterización agropecuaria se recoge también información histórica de las experiencias con otros proyectos realizados previamente, brindando herramientas para la construcción de un diseño de sistema silvopastoril con una ruta de transición apropiada y ajustada a las capacidades de las instituciones.

1.1.2 Instituciones educativas. Las instituciones educativas requieren de estrategias que les permitan responder las continuas y cambiantes exigencias y necesidades de su entorno. No se trata solo de que las instituciones se adapten a los cambios sociales y ambientales, sino de que también sean capaces de anticiparse a ellos y de buscar alternativas. El desarrollo de estrategias de aprendizaje organizativo y gestión del conocimiento permite, precisamente, afrontar estos desafíos (Rodríguez y Sallán, 2015).

1.1.3 Educación Rural. El sector rural que constantemente se transforma y se mueve según las dinámicas sociales, la educación rural requiere ser repensada y actualizada, no en abstracto, sino que inserta en las particularidades del territorio en que opera y los vínculos que mantiene hacia afuera. La ruralidad es tan diversa cuanto diferentes son institucional y políticamente las regiones, los contextos ecológicos de biodiversidad, los pueblos, culturas o subculturas que la componen (Raczynski y Román, 2016).

Por otra parte, en materia educativa, el primer punto de los Acuerdos de Paz de la Habana propone crear un Plan de Educación Rural que posibilite la permanencia productiva de los jóvenes en el campo y logre que las instituciones educativas contribuyan al desarrollo rural (Martínez *et al.*, 2016), de esta forma el diseño de una propuesta productiva de un sistema silvopastoril posibilita a los estudiantes visibilizar las opciones de trabajo y desarrollo en su contexto, con el fin de hacer más eficientes sus unidades productivas o las de sus padres.

En cuanto al proceso pedagógico, es necesario contar con las estrategias de aprendizaje significativo ajustadas a las necesidades y particularidades de la educación rural, porque según Talero (2017) los conocimientos no se transmiten, sino que se construyen. Esto con el fin de entender los elementos que hacen parte del entorno, analizando problemáticas inherentes a la vereda y el municipio, facilitando realizar acciones que mejoren las competencias académicas básicas y la comprensión lectora a través de la lectura del territorio.

1.1.4 Proyecto productivo pedagógico. El proyecto pedagógico productivo (PPP) se plantea como una unidad de trabajo educativo en la cual los estudiantes, las familias y los docentes, así como otros interesados en la educación desde la sociedad civil y el gobierno, encuentran oportunidades concretas y directas para traducir en aplicaciones prácticas los contenidos conceptuales, teóricos, abstractos y formativos de las estructuras curriculares (Cano *et al.*, 2003).

1.1.5 Sistema integrado de producción. Un primer elemento es entender la producción agropecuaria como un sistema, para ello se recurre al planteamiento de Bertalanffy (1980) citado por Gutiérrez (2006), quien considera que “el todo es más que la suma de todas las partes”, en otros términos propone un enfoque teórico que permite analizar de manera global la situación dada, tomando en cuenta simultáneamente sus diversos aspectos, más que estudios específicos que limitan diferentes componentes de la actividad. Así, un sistema productivo involucraría varios componentes como el ecológico, cultural y socio económico, es decir un conjunto de prácticas y técnicas desempeñadas por el hombre, con el fin de obtener productos y/o servicios a partir de la cría de animales domésticos y siembra de cultivos en un contexto determinado, realizando intervenciones tecnológicas sobre componentes específicos, pero sin perder la visión integral del sistema productivo (interacciones) y los posibles impactos que esta pueda tener en la totalidad del sistema.

1.1.6 Caracterización de sistemas productivos. La caracterización y el análisis de las zonas productoras, constituyen métodos importantes para determinar su distribución y

cuantificar las características e interacciones que determinan su funcionamiento (Escobar *et al.*, 2016). Esta metodología consiste en realizar un diagnóstico a partir de información primaria recolectada en campo del estado actual del sistema productivo, de sus subsistemas y su relación con el territorio, teniendo en cuenta variables productivas, económicas, ambientales y socio-culturales, apoyadas en datos globales de instituciones públicas y privadas a cargo del sector agropecuario. La caracterización de los sistemas productivos requiere el levantamiento topográfico de la finca o predio, con el fin de conocer áreas, zonas productivas y distribución de los lotes, lo cual se representa en un mapa o croquis de la finca, siendo importante la participación del productor, unido a este, se debe analizar el estado de cada uno de los subsistemas que conforman la finca, las interrelaciones que se dan o pueden darse entre ellos y la proyección de los mismos hacia la sustentabilidad. El diagnóstico requiere realizar algunas pruebas complementarias como análisis de suelos, aguas y vegetación que refuercen la información recolectada en campo y ayuden en la elaboración de una propuesta final acertada, acorde con las capacidades técnicas y sociales con que cuenta el sistema .

1.1.7 Indicadores de sustentabilidad. El análisis de la sustentabilidad parte de la caracterización del sistema de producción, considerado en esta investigación como agroecosistema, permite evaluar a través de variables el estado de las dimensiones ambiental, socio cultural, económica y técnica, identificando las limitantes en cada una de ellas, con el fin de generar rutas de transición agroecológica que orienten a los agroecosistemas hacia la sustentabilidad. Concibiendo la sustentabilidad de manera dinámica, multifuncional, y específica a un determinado contexto socio ambiental y espacio temporal (Astier, Maser y Gálvan, 2008), en este caso los agroecosistemas estudiados. El objetivo de los indicadores de sustentabilidad es medir la distancia y el sentido de la variación de un sistema ambiental entre: el estado inicial del sistema (dato de la realidad) y el estado de transición del sistema (propuesta) hacia un desempeño sustentable del sistema productivo (Gutiérrez *et al.*, 2011).

1.1.8 Evaluación de indicadores. Iglesias (2004), afirma que los indicadores deben ser aceptados universalmente, fáciles de entender, sencillos de calcular, tener fundamento científico, utilizar la mejor información disponible, un bajo costo de cálculo y que permitan un monitoreo periódico. Estos son una herramienta que representa un conjunto de variables en un modelo simplificado del sistema en estudio, que permite la evaluación y posterior conducción u orientación hacia un sistema de sustentabilidad diseñado, con base en los principios de la agroecología. Permitiendo cuantificar, simplificar y ayudar a entender realidades complejas (Achkar, 1999).

1.1.9 Sistemas Silvopastoriles. Son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera en la finca. En este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de los mismos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo (IICA, 2016). Los sistemas silvopastoriles son una valiosa herramienta para mitigar el deterioro ambiental, así mismo contribuyen a la restauración de los ecosistemas y a la generación de los servicios ambientales, entre otros beneficios (Zuluaga *et al.*, 2011). La propuesta de diseño de un

SSP también debe tener en cuenta los principios de la agroecología, considerando que ésta emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales, además, son culturalmente sensibles, socialmente aceptados y económicamente viables (Altieri, 2001).

1.1.10 Pastoreo Rotacional. Es importante que en estos sistemas se maneje el pastoreo rotacional, donde los potreros se subdividen y se hace que el ganado utilice los mismos en forma rotacional, aprovechándolos por periodos cortos de tiempo y permitiéndoles el adecuado descanso para su recuperación, pretendiendo así que el sistema maximice la utilización de las pasturas en el momento adecuado que es cuando tienen el mayor porcentaje de nutrientes, y permitiéndole un adecuado periodo de recuperación para evitar así daños por parte de los animales a los rebrotes del pasto (Soto, 2014).

1.1.11 Agroecología. Gliessman *et al.* (2007) define agroecología como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles. Se presentan los argumentos principales que sostienen la validez, importancia y pertinencia del enfoque agroecológico, no solo para entender los procesos involucrados en la producción de alimentos, sino para proponer alternativas que conduzcan a esos procesos para operar en sistemas sostenibles. El concepto clave, que guía el razonamiento metodológico y epistemológico en este análisis, es el de sostenibilidad.

1.1.12 Ruta de transición agroecológica. La transición agroecológica es un proceso complejo en el que se articulan distintas escalas (finca, comunidad local, territorio) y que se ve afectada por factores sociales, económicos, tecnológicos, culturales, políticos y ecológicos. Para analizar un proceso de transición se requiere inicialmente de la comprensión de cómo funcionan los agroecosistemas (la estructura y procesos que ocurren en él) y los diferentes modos de intervención de los seres humanos, quienes toman la decisión de intervenir un ecosistema para transformarlo con fines productivos en un agroecosistema. Para ello, es necesario considerar, simultáneamente, al menos tres criterios claves de la compleja realidad con la que nos enfrentamos:

1. Las características estructurales internas del agroecosistema que emprende el proceso;
2. Las singularidades del productor o familia productora que toma las decisiones y gestiona el funcionamiento del sistema;
3. Los factores externos que condicionan las posibilidades de desarrollo de un proceso de transición (Marasas *et al.*, 2015).

1.1.13 Soberanía Alimentaria. Según Gordillo y Méndez, 2013. Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a suficientes alimentos, inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos, a fin de llevar una vida activa y sana.

Al implementar un Sistema Silvopastoril, las instituciones tendrán la oportunidad de mejorar la oferta de alimentos para los estudiantes, teniendo en cuenta que la intencionalidad de la alimentación escolar es la de ofrecer situaciones y oportunidades de aprendizaje, involucrando el activo del docente como mediador y orientador del estudiante, que permita adquirir las capacidades necesarias para favorecer una mejora del estado nutricional (Zambrano & Cedeño, 2017).

1.2 ANTECEDENTES

La caracterización y diagnóstico de las unidades productivas (fincas), permite determinar las fortalezas y falencias presentes en el manejo de los subsistemas, además de determinar uso actual del suelo y si corresponde a su vocación, llevando a medir la sostenibilidad del sistema por los procesos productivos que se realicen. Con esta metodología se pueden identificar problemáticas como erosión y compactación de suelo, pérdida de biodiversidad y contaminación de fuentes hídricas. Como solución a las problemáticas identificadas se diseña la propuesta de un sistema integrado de producción agropecuaria que haga uso eficiente de los recursos existentes, conocimientos propios complementados con técnicas modernas de manejo e interacción de los subsistemas existentes y propuestos.

En este sentido se tiene el trabajo de investigación titulado “Diseño de un sistema integrado de producción para la granja la colina de la Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN), vereda Cajete, municipio de Popayán” presentado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, en Noviembre de 2011 Gutiérrez y Ruíz (2011).

Esta investigación ayudó a la comprensión de los procesos de caracterización, permitiendo generar estrategias para el desarrollo del proyecto “**Diseño de sistema silvopastoril en dos instituciones educativas en el municipio El Tambo – Cauca**”, dando apoyo a todas las actividades de levantamiento de datos, orientando y ayudando a la elaboración de la ruta de transición y del diseño del sistema silvopastoril.

A partir del trabajo de grado Caracterización de los componentes sociodemográficos, culturales, ambientales y agroecológicos para promocionar la agricultura urbana en la comunidad invasión “La Carrilera” del municipio de Tuluá Valle del Cauca presentado en Noviembre de 2018, Hidalgo (2018), el cual tiene como objetivo exponer diferentes aspectos metodológicos de suficiente alcance, que puedan ser aplicados a distintas estructuras socio-económicas, ambientales y productivas presentes en nuestro medio rural, permitiendo disponer de una guía fundamentada en un conjunto de indicadores, generalmente empleados en el análisis de la información agropecuaria. Al mismo tiempo, se tienen en cuenta los diseños de trabajo más convenientes basados en criterios teóricos aplicados a la caracterización de unidades productivas (fincas).

En relación a este, se considera que puede aportar al desarrollo de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, los cuales están orientados hacia la definición de las

necesidades de información e indicadores socio-económicos, ambientales y productivos para el desarrollo agropecuario de las instituciones educativas. Permitiendo realizar estudios socio-económicos regionales, evaluación de los procesos agropecuarios, y estudios de comunidades. Por otra parte, permiten establecer la metodología estadística y aprovechar el diseño de instrumentos de investigación para la obtención de variables e indicadores.

El planteamiento anterior y la experiencia sobre el uso, análisis y obtención de datos en el área rural permitió el desarrollo de la investigación que sin lugar a dudas ofrece a los estudiosos del quehacer comunitario una fundamentación teórico-práctica que facilita la definición de variables, el uso de los instrumentos de recaudación de datos y el diseño de rutas de transición agroecológica para sistemas silvopastoriles.

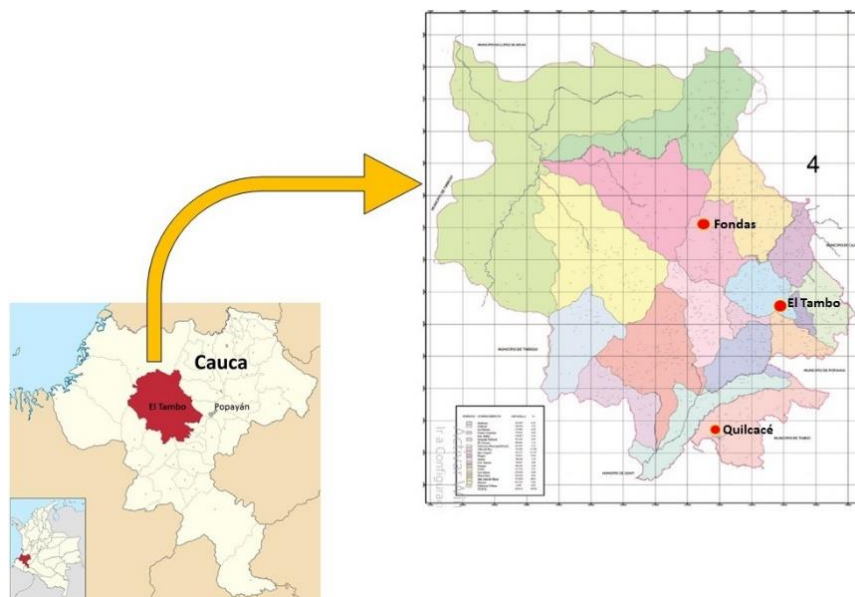
2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo con la comunidad educativa de los grados décimos de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé y el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal ITAF del municipio de El Tambo, departamento del Cauca.

El municipio de El Tambo limita al norte con el municipio de López de Micay al sur con los municipios de Patía, La Sierra y Argelia; al oriente con los municipios de Morales, Cajibío, Popayán, Timbío y Rosas; al occidente con el municipio de Guapi. Presenta tres pisos térmicos frío, medio y cálido que favorecen gran diversidad de cultivos y cuenta con importantes elevaciones: los cerros de Altamira Don Alfonso, Mechengue, Napi, Pan de Azúcar, Santana y Munchique donde se encuentran ubicadas las antenas de ayudas de aeronavegación (radar de la aeronáutica civil) y de transmisión de las señales de telecomunicaciones en el occidente colombiano (PDM 2016-2019), la figura 1 muestra la ubicación del municipio y los corregimientos donde se desarrolló la investigación.

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de El Tambo y los corregimientos de Fondas y Quilcacé



Fuente: PDM 2016-2019, adaptado por Gil D., Pedroza Y., 2018

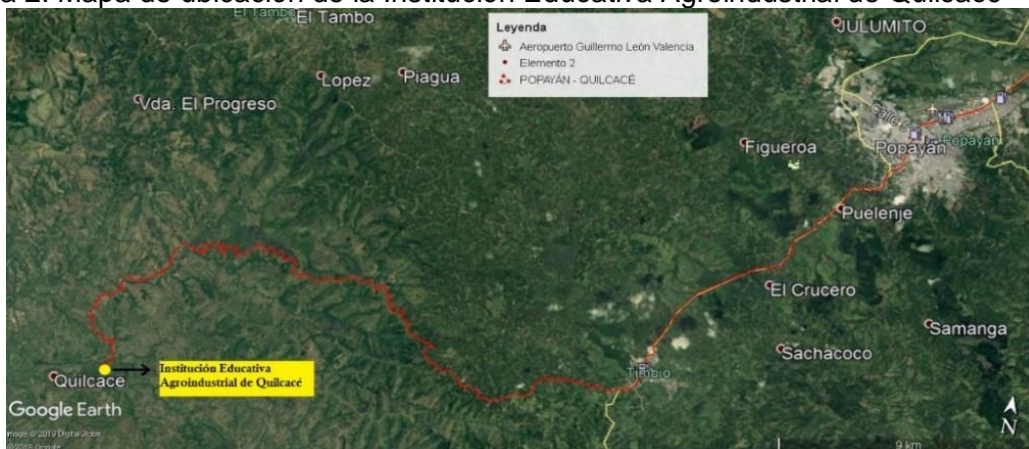
El municipio está ubicado en el departamento del Cauca, aproximadamente a 35 km de su capital, cuenta con una población aproximada de 47.818 habitantes. El 92,23% de la población se encuentra en el área rural y el 7,7% en la cabecera municipal. Una cantidad importante de la población se encuentra en las cohortes de edad de personas jóvenes y

adultas, la proporción de ancianos es baja. En cuanto al empleo el 71% de la población se ocupa de labores agrícolas (Alcaldía El Tambo, 2018). La población del municipio está conformada por mestizos 37.516, negros 5.543 y blancos 2.598. Los indígenas de la región se encuentran en bajo número de población localizados como comunidades Guambianas y Paéz en los sectores de Munchique y Playa Rica. La población de etnia negra se ubica en la región de clima cálido (Valle geográfico del Río Patía o depresión patiana) y en las veredas Las Botas y Chisquío. Un alto porcentaje de campesinos son de origen antioqueño, caldense, valluno, tolimense, huilense y nariñense, así como de otras zonas del Cauca, como Bolívar, Almaguer, Argelia y Balboa.

El Municipio de El Tambo, es considerado zona potencial de producción agropecuaria del Sur Occidente Colombiano, donde se destaca un aporte importante con las cadenas productivas que contribuyen a la economía local, regional, nacional, e internacional, entre los cuales se cuentan con aportes considerables a la producción determinados así: El Tambo es el primer productor a nivel nacional de chontaduro (*Bactris gasipaes*), primer productor nacional de granadilla de quijo (*Passiflora* sp), primer productor a nivel departamental de fique (*Furcraea* sp), primer productor en producción y área a nivel departamental de café (*Coffe arabiga*), primer productor de aguacate (*Persea americana*) a nivel departamental, primer productor en área y segundos en producción de Cacao (*Theobroma cacao*) y segundo productor de caña panelera (*Saccharum officinarum*) a nivel Departamental (PDM, 2016-2019).

2.1.1 Ubicación de la Institución educativa Agroindustrial de Quilcacé. La sede de la Institución Educativa (IE) Agroindustrial de Quilcacé está ubicada en el corregimiento del mismo nombre a 25 kilómetros de la cabecera Municipal, y a 62 km de la capital del Departamento. El área de influencia de IE es el municipio con impacto directo en los corregimientos de Quilcacé, Cuatro esquinas, Ciprés, Pueblo Nuevo, Mosquera y las veredas El Progreso, San Roque Oriente, La Senda, Magines, Palo Blanco, Guayacanal, El Retiro, Golondrinas, Peña Blanca y Bellavista. La figura 2 muestra la ruta desde Popayán hasta la institución.

Figura 2. Mapa de ubicación de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé



Fuente: Google Maps, 2018.

2.1.2 Ubicación del Instituto Técnico Agrícola y Forestal (ITAF). El Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF) ubicado en el corregimiento de Fondas a 28 kilómetros de la cabecera Municipal, distante de la capital del Departamento en 65 km.

La institución tiene impacto directo en las veredas de Aires de Occidente, Alto del Rey, Baraya, Boca del Monte, Calichares, Chapa, Chicueña, Chisquío, Costa Nueva, El Sauce, Fondas, Huisitó, Juntas Huisitó, La Laguna, La Paloma, La Romelia, La Venta, Limoncito Fondas, Lisboa Dajuando, Los Angeles, Munchique, Ojo de Agua, Pandiguando, Pan De Azúcar, Piedra Santa, Pinar del Rio, Playa Rica, Pueblo Nuevo, Rio Blanco, Sabanetas, Sabaletas, Santa Bárbara, Uribe y Yarumal, confluyendo estudiantes de estas zonas a la institución. En la medida que hay zonas alejadas, el ITAF ofrece el servicio de internado para 106 estudiantes, así como servicio de restaurante, póliza segura de accidente estudiantil, dos becas para educación superior, programa plan padrino y fondo rotatorio (ITAF, 2018). La figura 3 muestra la ruta desde Popayán hasta la institución.

Figura 3. Mapa de ubicación del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF) Fondas



Fuente: Google Maps, 2018.

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, donde se utilizaron herramientas de investigación acción participativa como entrevistas semiestructuradas (Andrade, 2001) y aplicación de guías de caracterización (Londoño *et al.*, 2015) que ya están validadas por el grupo de investigación TULL, los datos recogidos fueron analizados mediante una matriz de indicadores que permite realizar un análisis de los aspectos económicos, socio-culturales, ambientales, técnico agrícola y técnico pecuario.

Este proyecto "Diseño de sistema silvopastoril en dos instituciones educativas en el municipio El Tambo - Cauca", se ejecutó durante seis meses con los estudiantes de grado décimo en ambas instituciones. En el desarrollo del proyecto se realizaron talleres de caracterización obteniendo información socio-económica, ambiental y productiva que permitieron realizar el diseño de la ruta de transición y del sistema silvopastoril. Se inició con la socialización del proyecto con los estudiantes de grado décimo como se muestra en la figura 4, con el propósito de caracterizar, analizar y proponer estrategias que permitan

mejorar las condiciones de producción, brindando apoyo para fortalecer los procesos productivos ganaderos, para lo cual se contó con el acompañamiento de los docentes que en su momento tenía clases con ellos.

Figura 4. Socialización del proyecto a) Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas
b) Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé



Con las visitas de campo se inició el proceso de caracterización de las dimensiones productivas, económicas, sociales y ambientales de los subsistemas en las instituciones educativas, estas actividades dieron paso a realizar el análisis de las dimensiones implicadas en el sistema silvopastoril que permitieron realizar el diseño del mismo y así proponer el plan de manejo junto con la ruta de transición agroecológica; Estas actividades se realizan con el objeto de fortalecer procesos de desarrollo rural con enfoque territorial e intercultural, que promuevan la permanencia de jóvenes y pobladores rurales, a través de procesos de formación y fomento de la producción agroecológica, como aporte a la construcción del Plan Estratégico de Educación Rural para el Cauca.

2.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN Y DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

Para realizar la caracterización de las dimensiones ambiental, productiva, económica y social, se utilizaron los protocolos de caracterización: Guía general de sistemas cafeteros del departamento del Cauca (Londoño *et al.*, 2015) que contiene las guías necesarias para realizar la caracterización de las unidades productivas, entre ellas el protocolo para la caracterización del subsistema ganadería. El apoyo de docentes y granjeros en el desarrollo de estas actividades fue fundamental, porque permitieron conocer no solo la institución en su extensión, sino también en la historia del desarrollo de diferentes proyectos y momentos importantes en cada una de ellas.

El proceso de caracterización inició con la toma de puntos con GPS, el recorrido se realizó por toda la institución (Linderos, proyectos productivos). En el ITAF se realizó con la compañía del granjero Wilson Gutiérrez y en la I.E. Agroindustrial de Quilcacé se realizó el

recorrido con los docentes Ximena Tulande, Olver Hoyos, Ángela Montenegro y Alba Luz Hermosa.

2.2.1 Descripción General de la Finca. Mediante entrevista semiestructurada apoyada con la guía de caracterización general (Londoño *et al.*, 2015), con los docentes de las instituciones se registraron datos generales como la ubicación, la tenencia de la tierra, área, tiempo de funcionamiento de las instituciones, vías de acceso, composición educativa y otros aspectos relacionados con la georreferenciación y funcionamiento de las instituciones. En la I.E. Agroindustrial de Quilcacé se trabajó con los docentes quienes aportaron información específica sobre los cultivos y experiencias productivas.

En el ITAF se trabajó con el granjero Wilson Gutiérrez quien aportó datos importantes sobre los proyectos agropecuarios que se desarrollan en la institución, además por su trayectoria de 22 años de vinculación cuenta con un conocimiento amplio de los sistemas productivos que ha tenido la institución.

2.2.2 Mapa de uso actual del suelo en el predio. Se realizó con los estudiantes de los grados décimos de las dos instituciones un mapa a mano alzada, donde ellos ubicaron lo que conocían de la institución y realizaron un reconocimiento del territorio.

2.2.3 Resumen uso actual de la tierra. Mediante la guía de caracterización general se identificaron los diferentes componentes de los subsistemas de las instituciones, por medio de un recorrido, identificando los subsistemas productivos y las condiciones en que se encontraban.

2.2.4 Historia y evolución de la finca. Mediante una entrevista semiestructurada con participación de los docentes Cleodmiro Macías y José Libardo Collazos (Observación inédita, 2018), se registró la historia de las instituciones, actividades productivas y económicas, experiencias positivas y negativas presentadas, nivel de experiencia, conocimiento y formación de los docentes y granjeros con relación a las principales actividades productivas, apoyo de las diferentes Instituciones públicas y privadas y su vinculación en procesos de protección y conservación de recursos naturales.

2.2.5 Principales actividades agropecuarias y culturales. Con los docentes y estudiantes se identificaron las principales actividades realizadas en los sistemas agrícola, pecuario y forestal en cada institución, tales como periodos de siembra, cosecha y manejo cultural según las actividades académicas planeadas para el año escolar. También se identificaron mingas, fiestas institucionales y los cambios climáticos que se presentan a lo largo del año en cada territorio.

2.2.6 Análisis de suelos. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del Cauca. Con las directrices de los docentes

de cada institución, se eligieron los lotes donde se planea realizar la implementación del Sistema Silvopastoril. En la institución IEAQ se realizó la toma de muestras de suelo en área anteriormente definida con Alpina para su mejoramiento. En el ITAF, el criterio definido para la elección del lote fue el fácil acceso al agua para riego y suministro a animales.

2.2.7 Evaluación con indicadores. Mediante las guías de indicadores de evaluación se identificaron los componentes de los sistemas: económico, ambiental, sociocultural, técnico pecuario y técnico agrícola con sus respectivas variables, a los cuales se asignó una calificación de uno (1) a cinco (5), teniendo en cuenta que uno (1) es la calificación más baja, y cinco (5) la ideal. El promedio de estas corresponde a la calificación de cada componente, que se gráfica tipo telaraña y permite realizar la valoración del estado actual de cada sistema productivo.

2.3 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL QUE PERMITEN REALIZAR EL DISEÑO PARA LAS DOS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

El análisis de las dimensiones relacionadas en el sistema silvopastoril se realizó con los protocolos de caracterización y los manuales del Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (2011) dirigido por la Federación Colombiana de Ganaderos, para así proponer el diseño del SSP junto con la ruta de transición que permitirá su implementación.

Se realizaron talleres participativos con los estudiantes que sirvieron como espacios de construcción colectiva de conocimiento, complementándose con prácticas de campo que se desarrollaron en la institución.

2.3.1 Identificación de especies y sus características. Mediante recorridos por la granja de las instituciones y apoyados en la cartera de campo, se identificaron y concertaron con los docentes las especies vegetales (arbustivas, arbóreas y gramíneas) a establecer en cada institución de acuerdo a las características medioambientales de los territorios y a la adaptabilidad de las mismas.

2.3.2 Diseño y socialización del sistema silvopastoril. Se realizó una revisión bibliográfica de las especies identificadas, verificando su adaptación y usos para la propuesta del diseño del sistema silvopastoril, la cual se socializó en cada institución educativa recibiendo aportes para su respectiva validación y aprobación. Esta socialización se realizó a través de talleres con docentes y estudiantes en las dos instituciones educativas. Los talleres contaron con el apoyo de invitados especiales resolviendo inquietudes en temas específicos del manejo de frutales y mediciones del Diámetro Altura del Pecho y Altura de los árboles, así como relacionándolos con las asignaturas de física, matemática, geometría, biología y química. Como resultado de los talleres se realizó la planeación de la propuesta para la implementación del SSP, proponiendo fases a corto, mediano y largo plazo de acuerdo con los recursos disponibles.

Figura 5. Socialización del taller teórico práctico para estudiar las fases para la posible implementación del SSP. a) Estudiantes en la I.E Agroindustrial de Quilcacé. b) Estudiantes en el I.T Agropecuario y Forestal Fondas



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo de investigación, serán presentados de forma separada para cada Institución Educativa, buscando una mejor organización y comprensión de la información, ya que en ningún momento se pretende hacer una comparación entre ellas.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRODUCTIVA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LOS SUB SISTEMAS GANADEROS. INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ

3.1.1 Descripción general de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé.

3.1.1.1 Identificación y ubicación de la unidad productiva. La Institución Educativa agroindustrial Quilcacé está ubicada en el corregimiento de Quilcacé municipio de El Tambo a una altura de 903 msnm, ubicada en las coordenadas 2°19'40"N - 76°51'05"W, cuenta con dos vías de acceso, una es la vía por la cabecera municipal y cuatro esquinas, donde hay 25 km hasta la cabecera municipal. La otra vía es por Timbío con una distancia de 23 km a esta cabecera municipal. La institución tiene dos Microcuencas principales que son el río Quilcacé y la quebrada Casas Viejas. La institución según los docentes tiene un área de 13 hectáreas, pero al corroborar la información con el GPS en el levantamiento topográfico estas fueron 11,64 Has, las cuales fueron donadas por el INCODER en 1987. Como institución se formalizó en 1992, no cuenta con escrituras públicas. Pertenecen a la comunidad afrodescendiente, cuenta con 105 estudiantes, 12 docentes y administrativos y el rector es el profesor Helman Alirio Hurtado.

3.1.1.2 Historia y Evolución de la Institución Educativa. La Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé es una institución rural con vocación agroindustrial, enfocada en la transformación de productos lácteos principalmente, aunque según la época del año no descartan la transformación de los frutos que se encuentren en cosecha.

En 1987 un grupo de maestros para poder tomar posesión del terreno y sentar las bases, iniciaron labores académicas con estudiantes de primaria en la finca donde se encuentran hoy las instalaciones principales, luego fue legalmente constituido en 1992 como colegio satélite de la Institución Educativa Liborio Mejía. Aunque actualmente no tienen escrituras del terreno, tienen copias de un documento dado por el INCODER que les permite tener propiedad y hacer uso de la tierra. La gestión para legalizar las tierras la debe realizar el rector junto con el alcalde que se encuentre gobernando en su momento, pero no ha sido posible que algún mandatario se comprometa con la gestión.

Durante los años de funcionamiento de la institución se ha cultivado plátano, frijol, maíz y yuca, principales productos de la región. Actualmente la Institución le apunta a la ganadería como proyecto bandera para fortalecer los procesos agropecuarios y agroindustriales que ahí se han desarrollado por mucho tiempo (Macías, 2018) (Anexo A).

3.1.1.3 Principales actividades agropecuarias y culturales. Las actividades agropecuarias comienzan con fuerza al inicio del año lectivo, siendo la siembra de hortalizas una de las primeras actividades que se desarrollan en los meses de Febrero y Marzo, En este mismo tiempo se inicia con la producción de las aves de engorde cuyo ciclo es de 30 a 35 días, en el año realizan cuatro ciclos con pollos. Después de las vacaciones de mitad de año se realiza otra siembra de hortalizas entre Julio y Agosto. La ganadería se maneja constante durante todo el año como se observa en la figura 6.

Figura 6. Actividades agropecuarias IE. Agroindustrial de Quilcacé



En la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé se realizan diferentes actividades culturales durante el año (figura 7), una de las más importantes es El Día de la Afrocolombianidad donde realizan danzas, coplas, cantos, teatro, muestras gastronómicas y artesanías (esteras, canastos de iraca, bateas, cucharas de madera, escobas, aperos, tejidos y bordados).

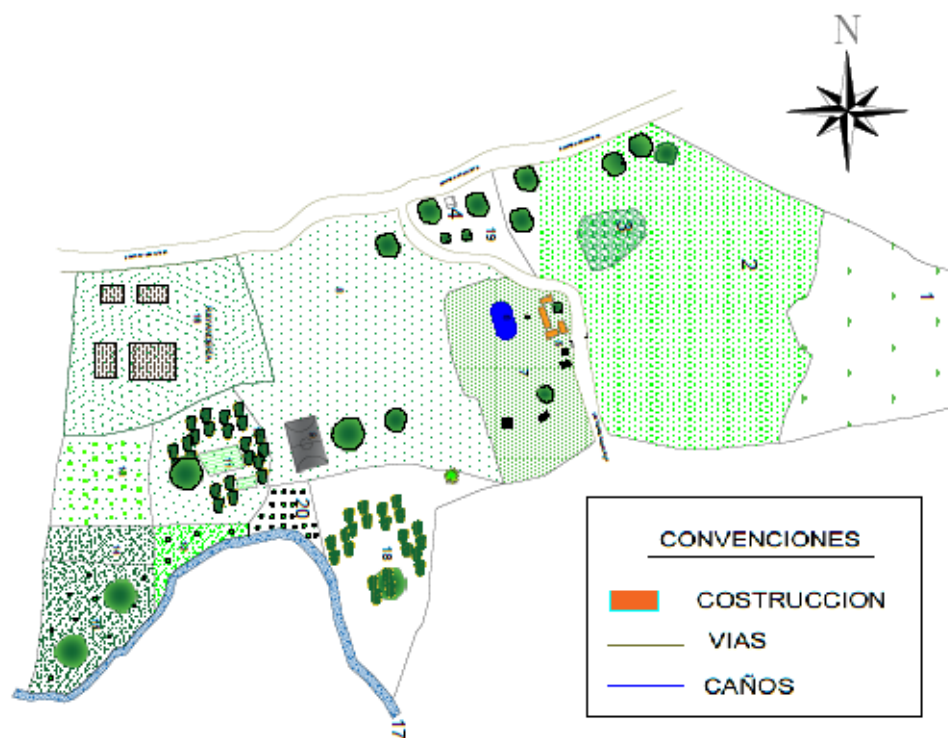
Figura 7. Actividades culturales IE. Agroindustrial de Quilcacé



Los estudiantes se preparan durante el año practicando danzas aprendidas a través de la tradición de sus ancestros, los estudiantes tienen conformado un grupo llamado **Candela Viva**, ellos a través de videos se apoyan para los ensayos y montan sus propias coreografías para participar de los eventos que se realizan en la institución y en la comunidad.

3.1.1.4 Resumen de uso actual de la tierra, descripción de subsistemas. Los subsistemas agropecuarios se detallan en la figura 8 y cuadro 1, que muestran la distribución espacial y la descripción de los lotes caracterizados.

Figura 8. Mapa uso actual de la tierra



Cuadro 1. Convenciones I.E. Agroindustrial de Quilcacé

Convenciones I.E. Agroindustrial de Quilcacé			
N°	Área (m ²)	Área (ha)	Descripción
1	11700	1,17	Destinado para la conservación, contiene rastrojo y algunos árboles grandes.
2	30100	3,01	Destinado para la implementación del SSP
3	1263	0,13	Reserva interna en el Lote 2. Función de reserva
4	42	0,0042	Establo
5	250	0,03	Planta física: Aulas de Clase, Cocina, Comedor, Dormitorios, Galpón y Porqueriza.
6	27	0,0027	Lago, no está en uso.
7	8733	0,87	Contiene el N°5 y el N°6, zona esparcimiento de estudiantes

Cuadro 1. (Continuación)

Convenciones I.E Agroindustrial de Quilcacé			
N°	Área (m ²)	Área (ha)	Descripción
8	21894	2,19	Gramma, posible extensión del SSP
9	638	0,06	Cancha múltiple
10	5636	0,56	Cacao y otros frutales
11	476	0,05	Hortalizas
12	1380	0,14	Rastrojo
13	3679	0,37	Lote cultivo de Plátano
14	1650	0,17	Potrero
15	4950	0,50	Rastrojo
16	11620	1,16	Rayandería
17	361	0,00	Quebrada (366 metros)
18	10124	1,01	Cacao viejo, Rastrojo
19	2472	0,25	Entrada - Rastrojo
20	1205	0,12	Limón Taití
Área Total	116384	11,64	Hectáreas
Perímetro	1796	-	Metros

A continuación se detallan los subsistemas que conforman la granja de la I.E. Agroindustrial de Quilcacé.

- **Subsistemas agrícolas.**

Cacao (*Theobroma cacao*): compuesto por 250 plantas obtenidas por injerto, establecidas a una distancia de 4m x 4m, para un área de 4000 m². Estas 250 plantas están divididas en 2 lotes. Uno es el lote N° 18 que tiene un área 10124 m² que colinda con la quebrada Casas Viejas (N°17), tiene sombrío con samanes (*Samanea saman*) y el resto del lote está en rastrojo; el segundo lote con cacao es el N° 10, cuenta con un área de 5636 m² y dentro del mismo se encuentra el lote N°11 que corresponde a la huerta, éste lote no tiene sombrío y carece de actividades de manejo (Podas, sombrío deficiente y falta riego). Se le hace labores culturales como deshierbas, el cultivo no cuenta con un sistema de riego. Por estas razones la producción de cacao es baja.

Limón (*Citrus × latifolia*): se encuentra ubicado en el lote N° 20, hay 50 plantas de variedad Tahití, establecidas a una distancia de 4m x 4m para un área total de 800 m². Se realiza labores culturales como deshierbas y controles fitosanitarios con insumos biológicos, el cultivo no cuenta con sistema de riego y aún no está en producción.

Plátano (*Musa paradisiaca var. Harton*): se encuentra ubicado en el lote N° 13, el plátano está asociado con chontaduro (*Bactris gasipaes*) y mandarina (*Citrus reticulata*), establecidas a una distancia de 8m x 8m y a 4m x 4m respectivamente. El plátano del que hay 100 plantas, se encuentra establecido a 4m x 4m, para un área total de 3679 m², se realizan labores de deshierbas con estudiantes y padres de familia.

Frutales nativos: conformado por árboles de Guanábana (*Annona muricata*), mango (*Mangifera indica*), guayaba común (*Psidium guajava*) y mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*), los cuales están distribuidos en las cercas de los potreros y zonas verdes de la Institución, en la cosecha la fruta se utiliza para transformación y vender a los estudiantes y así obtener un recurso económico para la misma institución.

Huerta: ubicado en el lote N° 11, tiene 8 eras de 1m x 8m las cuales están construidas en guadua y cuenta con sombrío proporcionado por una poli sombra, sólo tiene establecido *Aloe vera*, esto a razón no contar con sistema de riego adecuado que permita contrarrestar las dificultades del intenso verano para la producción de hortalizas.

Pastos: conformado por los lotes N°2 y N°8, siendo el lote principal N°2 con un área de 30100 m² y una capacidad de carga actual de 1.28, donde se realizaría el establecimiento del sistema silvopastoril. El lote está conformado en su mayoría por pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo, y también algunas zonas con grama (*Paspalum notatum*). Este lote cuenta con cercas vivas en parte de los linderos conformados por árboles de matarratón (*Gliricidia sepium*) y guayabos (*Psidium guajava*), en la parte de abajo del lote cerca de la carretera hay algunos samanes (*Samanea saman*) y plantas de piñuela (*Bromelia pinguin*), hacia la parte del centro algunos guayabos y guadua (*Guadua angustifolia*).

El lote N°8 cuenta con árboles de guanábana (*Annona muricata*), matarratón (*Gliricidia sepium*), samanes (*Samanea saman*), limón mandarino (*Citrus reticulata*), guayabos (*Psidium guajava*) y grama (*Paspalum notatum*), en estos dos lotes se rotan los bovinos con un sistema de pastoreo alterno.

El lote N°1 tiene función eco sistémica de conservación, cuenta con un área de 11700 m² y se encuentran arbustos de Juan Blanco (*Dioclea sericea*), árboles de matarratón y algunos guayabos. En este lote no se realiza ningún manejo debido a que se está dejando que se recupere como zona de conservación, pero para acelerar la recuperación de este lote se recomienda el establecimiento de *Canavalia brasiliensis*, esta leguminosa sirve para ser usada como abono verde, cobertura, control de erosión y en algunos momentos de abundante desarrollo sirve para corte y acarreo.

- **Subsistema bosques y biodiversidad.** El subsistema bosque no está definido en un área específica, debido a que en toda la finca se encuentran relictos con árboles de samán (*Samanea saman*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), arrayán (*Luma apiculata*) y guadua (*Guadua angustifolia*), la mayoría de estos árboles se encuentran como cercas vivas y otros distribuidos por los diferentes lotes.

Fuentes de agua: compuesto por tres fuentes, éstas son el río Quilcacé, donde los estudiantes y profesores realizan integraciones como el paseo de olla. La Quebrada Casas Viejas que pasa por un costado con un tramo de 366 metros y es lindero de los lotes N° 18, 20, 12 y 15. Tiene a sus orillas algunos árboles de matarratón (*Gliricidia sepium*) y guácimo

(*Guazuma ulmifolia*), de esta quebrada los estudiantes toman el agua con baldes para regar las hortalizas y de la laguna Diez de Abril que es de donde se toma el agua para el acueducto de la institución.

- **Subsistemas Pecuarios.**

Ganado bovino: está compuesto por 11 cabezas de ganado (figura 9), una vaca de ordeño de 360 kg, un ternero menor de un año de 100 kg, dos novillas de levante de 150 kg promedio cada una, cuatro vacas horras de 380 kg promedio y tres novillas entre dos y tres años de 220 kg promedio cada una, todos los animales pastorean juntos en el mismo potrero, se manejan bebederos portátiles y una canoa donde se le suministra el concentrado y la sal.

Figura 9. Ganado Bovino IE. Agroindustrial de Quilcacé



La alimentación está basada en pastoreo y se suplementa con 1 kg de concentrado Tulipán y 120 g de sal mineral al 6% para novillas, terneros y vacas horras, y 2kg de concentrado Campo Leche en relación de 1:5 y 120 g de sal mineral al 6% a las vacas en producción; en ambos casos la sal mineralizada es suministrada con melaza a diario.

La reproducción se realiza por medio de inseminación artificial; el ordeño se realiza de forma manual y con ternero una vez al día, con un promedio de producción de seis litros de leche por vaca, actividad a cargo de los estudiantes de grado décimo y el docente encargado del área pecuaria, la leche se comercializa a la empresa Alpina.

El sistema que se maneja es doble propósito, los terneros machos se engordan y se venden para así obtener recursos e invertir en el mismo sistema y las hembras se dejan para reemplazo, no se tiene una raza establecida, los animales que se manejan son mezclas no definidas de diferentes razas.

Avícola: compuesto por un galpón de pollos de engorde (Figura 10) con un área de 16 m², donde se engordan treinta pollos en un tiempo de 30 a 35 días, con un peso de cuatro a cinco libras, el cuidado es realizado por los estudiantes orientados por el docente; se obtienen dos producciones por año. La comercialización de los pollos se realiza entre estudiantes y padres de familia, para así tener un ingreso adicional para eventualidades a corto plazo. Además, tienen cinco aves de patio y los huevos obtenidos se utilizan en el restaurante, se les da un valor comercial y luego con ese dinero que es proporcionado por la administración se compra el maíz para las mismas.

Figura 10. Galpón pollos de engorde



Porcícola: esta zona tiene un área de 24m², está compuesto por dos cocheras para gestación y cuatro cocheras para levante, está construido en concreto y techo de zinc, está ubicado en el lote N° 5. Su sistema de producción será empleado posteriormente para la etapa de levante y engorde de los animales, actualmente la infraestructura no está en uso productivo.

- **Infraestructura de la institución educativa Agroindustrial de Quilcacé.** La institución (figura 11) cuenta con seis salones de clases, un salón compartido para las asignaturas de Informática y Agroindustria, tiene construido un segundo piso donde hay cuatro salones que aún están en obra gris, los cuales planean ser utilizados para laboratorio de física, química y sala de sistemas.

Cuentan con una cocina donde se preparan los alimentos para para los estudiantes y profesores, aparte tienen una caseta de zinc y guadua donde hay un fogón de leña que también se utiliza para cocinar alimentos; en el segundo piso de la cocina hay dos habitaciones, una femenina y otra masculina, funcionando como albergue para aquellos estudiantes que viven lejos, también se hospeda un docente encargado del albergue. En el mismo bloque se encuentra un salón que funciona como comedor y aula múltiple para reuniones.

Figura 11. Infraestructura educativa



Acueducto: la Institución cuenta con dos acueductos, uno de ellos proviene de la laguna Diez de Abril y llega a una planta potabilizadora, tiene dos salidas, una se dirige a tanques plásticos que tienen filtros donde se le adicionan 25g de cloro por cada dos litros de agua, lo que hace que sea potable y es llevada a la cocina y tres lavamanos; la otra salida llega a una llave para ser usada en servicios generales y en los baños; este acueducto fue construido y puesto en funcionamiento en el 2016. El segundo acueducto es el antiguo, este acueducto fue el que se instaló cuando se inició la construcción de la institución y del cual tomaron el agua por más de 20 años, actualmente se utiliza para el suministro de agua a los animales.

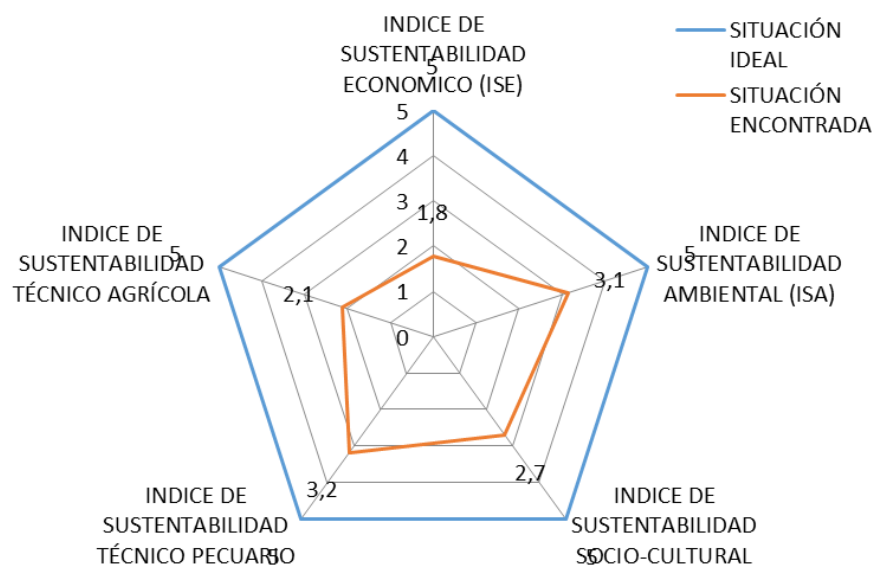
3.2 EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Según Geilfus 2002, sugiere que la mayoría de esfuerzos colaborativos exitosos han estado fundados en procesos participativos y en procedimientos democráticos por consiguiente la evaluación de las diferentes dimensiones se realizó de manera participativa con los profesores y estudiantes de la Institución Educativa, donde se evaluaron los indicadores económicos, socioculturales, ambientales, técnicos pecuarios y técnicos agrícolas (Anexo C).

3.2.1 Consolidado de los indicadores I.E Agroindustrial de Quilcacé. Este conglomerado de indicadores de las dimensiones ambientales, socio-cultural, económicas, técnicas agrícolas y pecuarias, permite visualizar de forma general las dinámicas que se están dando en la unidad productiva; el rescate de los sistemas tradicionales de manejo, en combinación con el uso de estrategias agroecológicas, puede representar la única ruta viable y sólida para incrementar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola (Altieri y Nicholls, 2013). La Figura 12 indica que en la granja de la Institución no se da una dinámica normal de manejo, pues los promedios de los indicadores se catalogan como bajos o regulares, ya que en su mayoría están por debajo de **3,0**. El índice económico muestra una calificación promedio general de 1.8 indicando que en la

institución hay limitaciones el funcionamiento de algunos proyectos productivos, entre ellos el porcícola, el ganadero y el avícola.

Figura 12. Consolidado de Indicadores IE Agroindustrial de Quilcacé



La dimensión socio-cultural muestra calificaciones bajas (2.7), relacionadas con el componente de seguridad y soberanía alimentaria debido a que las variables Producción de alimentos para el consumo y Prácticas alimentarias y de consumo tienen calificaciones de 1.0 y 2.0 respectivamente, esto se debe a fallas de organización y planeación por parte de los equipos de trabajo (docentes y estudiantes) que no les permite tener la huerta organizada y produciendo como desean en forma eficiente para satisfacer las necesidades alimentarias de la institución; otro inconveniente que poseen, es que los semovientes (vacas) de los vecinos dañan los cercos y llegan hasta la huerta, consumiendo lo que ahí está sembrado.

El índice ambiental muestra una calificación de 3.1 en promedio, según los docentes esto se debe a los problemas de contaminación de las fuentes hídricas a causa de la minería. Con respecto al suelo, este tiende a compactarse y encharcarse con facilidad. En el indicador de sostenibilidad bosques-biodiversidad, la institución realiza uso, aprovechamiento y extracción de materiales, productos, subproductos de los relictos de bosque, sin que ello represente un deterioro evidente, sin embargo, no se hace reforestación para aumentar el área forestal.

En el índice pecuario tiene una calificación de 3.2 en promedio, este valor se ve afectado por fallas en los índices ambiental, productivo y manejo. En contraste el indicador de nutrición tiene buena calificación, ya que respecto a la ganadería la alimentación es basada

principalmente en pastos, suplementado con concentrado para las vacas en ordeño, también se corta matarratón (*Gliricidia sepium*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*) que se encuentra en las cercas vivas junto con colinos de plátano para darle al ganado directamente al momento del ordeño.

El índice técnico-agrícola tiene debilidades en todos los ítems que lo componen, no solo por las calificaciones obtenidas que muestran las carencias en el manejo de este sector de la producción, sino también por la falta de gestión administrativa que no permite un normal desarrollo de las actividades agropecuarias integradas con la academia, dificultando una producción constante y afectando de la seguridad alimentaria como el apoyo al restaurante escolar.

3.3 RUTA DE TRANSICIÓN PARA LA IE. AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ

La evaluación con indicadores de sustentabilidad permite identificar los aspectos por mejorar en las unidades productivas de la I.E., para lograrlo se deberá hacer una planeación de las actividades a realizar a corto, mediano y largo plazo, guiados por la ruta de transición para mejorar las dimensiones que obtuvieron menor calificación a través de estrategias que permitan llegar a un modelo de producción sustentable y sostenible en la institución y que probablemente sirva de modelo para la región, teniendo en cuenta la sostenibilidad como indicador de desempeño de la actividad agropecuaria y a su relación con otros indicadores: la productividad, la estabilidad y la equidad, a la luz de la utilización de los recursos naturales renovables y el balance entre recursos internos y externos (Roa y Torres, 2002).

3.3.1 Dimensión ambiental.

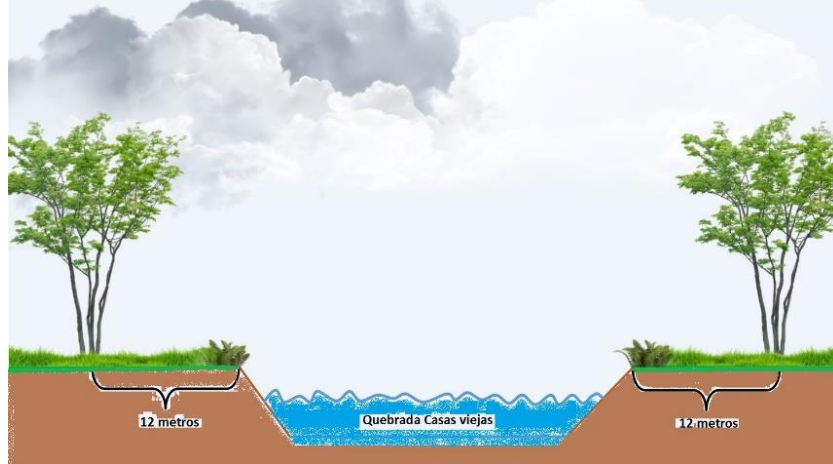
Indicador agua: Teniendo en cuenta que Las zonas forestales de captación del agua son vitales para el bienestar ambiental del mundo por lo que en ellas se albergan una enorme biodiversidad, y proporcionan alimento, forrajes y productos forestales (Rivas *et al.*, 2005).

Con lo antes mencionado y para fomentar prácticas de protección y conservación de las fuentes de agua y sus zonas aledañas se propone implementar especies arbóreas y arbustivas adaptadas a la región, con facilidad de propagación y priorizadas por la comunidad educativa, por ejemplo: nacedero (*Trichanthera gigantea*), guadua (*Guadua angustifolia*), con el fin de obtener material vegetal óptimo para plantarlos cerca de las fuentes hídricas, las especificaciones de siembra se detallan en la figura 13.

Indicador biodiversidad del agroecosistema, bosques, recursos forestales y fauna: se plantea construir el vivero como se describe en la figura 14, para el establecimiento y revegetalización de un área de bosque, con árboles como nogal (*Cordia alliodora*), cedro (*Cedrela odorata* L.), guayacán (*Tabebuia guayacan*), guamo (*Inga edulis*), *Tephrosia vogelii*, *Leucaena leucocephala*, botón de oro (*Tithonia diversifolia*), con el fin de diversificar

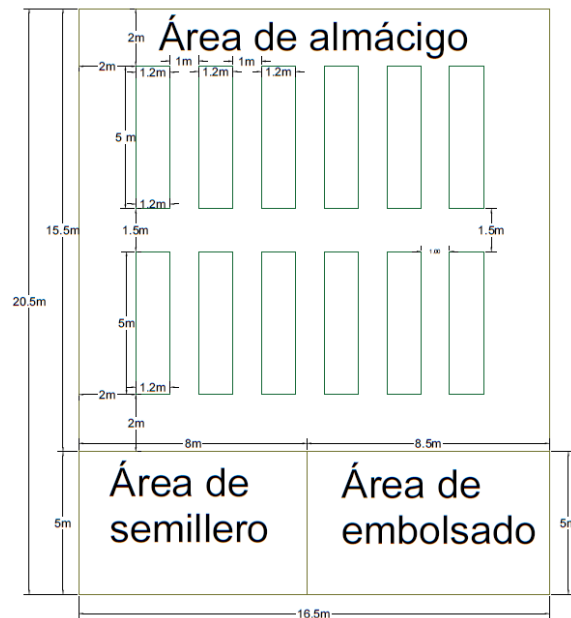
el agroecosistema y proteger las fuentes hídricas que permitirán a la institución realizar un aprovechamiento de este recurso y un ahorro económico a largo plazo con los maderables, favoreciendo los corredores biológicos y mejorando el paisaje de la institución como plantea Castellón 2018.

Figura 13. Diseño de perfil de barreras vivas para perímetro de fuentes hídricas



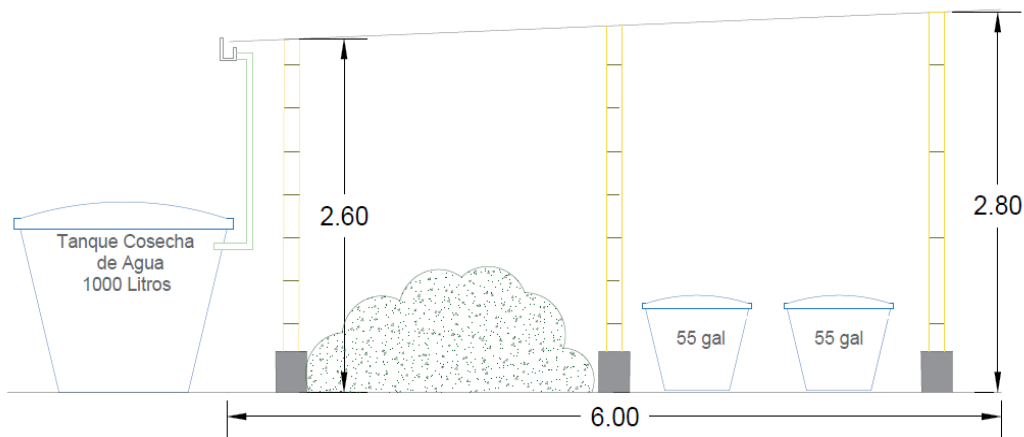
De cada una de las especies mencionadas se propone establecer en el vivero 50 de cada una de ellas, este vivero tendrá una capacidad para doce mil plantas en bolsas de 8cm x 16 cm. Los costos calculados para el establecimiento de este vivero son de \$1.348.450 éstos se detallan en el anexo E.

Figura 14. Plano vivero



Para establecer la producción de abonos orgánicos, se propone implementar una biofábrica (figura 15) en lote N°7, que permita a la institución obtener sus propios abonos orgánicos sólidos, líquidos, biocontroladores, abonos tipo bocashi y realizar la propagación de microorganismos eficientes.

Figura 15. Esquema Biofábrica



La aplicación de materia orgánica (MO) en un modelo de agricultura sostenible, se hace cada vez más necesaria, dado que dicho modelo englobaría y daría una solución integrada a la problemática, como: la disminución de la fertilidad de los suelos, el efecto de su degradación y contaminación por una errónea práctica agrícola, caracterizada por el uso excesivo de agroquímicos y productos fitosanitarios, entre otros (Soto y Muñoz, 2002 y DelVal, 2005 citado por Quispe 2015).

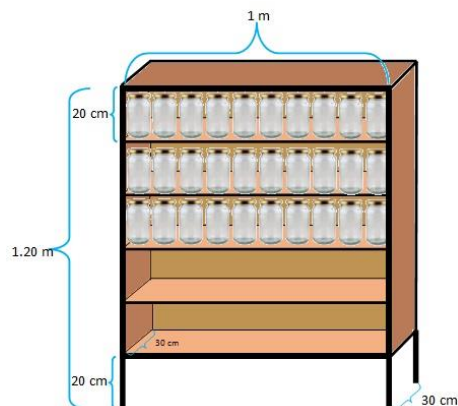
El área calculada para la construcción de la biofábrica es de 60 m² con un costo aproximado de \$3.354.000 para llevar a cabo su implementación, los detalles de los materiales se describen en el anexo E.

3.3.2 Dimensión económica.

Indicador financiero: los docentes proponen implementar un fondo rotatorio, inicialmente la base de este se obtendrá de realizar actividades como bazares, permitiendo una recolección inicial y la integración de la institución con la comunidad.

Indicador de autosuficiencia: para disminuir la dependencia de recursos externos se propone la implementación de una casa de semillas (figura 16) siendo el espacio en el que se recuperan las prácticas de guardianes y conservación de variedades y el intercambio de saberes a partir del dialogo socio-institucional hacia adentro de la comunidad y entre comunidades (Vera *et al.*, 2015).

Figura 16. Casa de semillas



El costo aproximado de la casa de semillas es de \$274.000 para llevar a cabo su implementación, los detalles de los materiales se describen en el anexo E. Para obtener una la producción constante de alimento para los animales se propone el establecimiento de un área específica 1600 m² de bancos de forraje (figura 34), donde se establezcan las siguientes especies:

- Pasto de corte: pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y caña forrajera (*Saccharum officinarum*), estas especies se adaptan fácilmente a las condiciones de la zona.
- Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichanthera gigantea*): estas especies se usan como alimento para bovinos rumiantes, pero también para cerdos y aves; además, se puede usar para peces por su alto contenido de proteína (15-28%) y altos porcentajes de digestibilidad (50-70%) (Peters *et al.*, 2010).

La implementación tendría un costo aproximado de \$2.349.000 los detalles de los materiales se describen en el anexo E.

3.3.3 Dimensión sociocultural.

Indicador participación y organización: se propone conformar un comité de gestión por los docentes y un representante de los estudiantes, para formular, coordinar y planificar los proyectos productivos y realizar un constante seguimiento durante el año escolar.

Indicador seguridad y soberanía alimentaria: es necesario que los docentes indaguen a los estudiantes sobre la preferencia de consumo de vegetales y animales que permita conocer los gustos de ellos y así planificar la producción agrícola y pecuaria (especies menores) escalonada para fortalecer el restaurante escolar permitiéndoles llevar una vida activa y sana (Gordillo y Méndez, 2013).

Indicador educación y conocimiento: se plantea fortalecer la escuela de padres, donde se permita un dialogo entre docentes, estudiantes y padres de familia en pro de mejorar la transferencia de conocimiento y que la comunidad recupere prácticas culturales que se están perdiendo. También se propone adoptar las estrategias del proyecto "Plan Estratégico de Educación Superior Rural Sustentable e Intercultural" que permita relacionar las diferentes asignaturas (matemáticas, biología, física, química, inglés, etc.) con las prácticas de las labores del campo y el desarrollo de diferentes proyectos agropecuarios.

3.3.4 Dimensión técnico pecuaria.

Indicador nutrición: El análisis tiene dos objetivos esenciales: a) Determinar si existen limitantes que impidan que el cultivo exprese todo su potencial de rendimiento y b) Conocer los niveles de disponibilidad de los nutrimentos, para decidir si se agregan estos elementos en la forma de fertilizantes, a qué dosis y con qué fuentes (Castellanos, 2015), por lo anterior se propone hacer un análisis de suelo cada seis meses en el lote del sistema silvopastoril, para realizar el plan de fertilización y las modificaciones pertinentes según los resultados y evolución del mismo. Realizar la división de lotes permitirá un pastoreo rotacional, considerando la carga animal, los periodos de ocupación y de descanso, para así obtener óptimas producciones, este se propone inicialmente en el lote N° 2, proyectándose realizar esta implementación a mediano plazo en los demás lotes de pastoreo.

Indicador sanidad: es necesario implementar los protocolos de bioseguridad que establece el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), que contempla las siguientes prácticas: Higiene en el ordeño, instalaciones y áreas de producción primaria, plan de saneamiento, sanidad animal identificación y bioseguridad, uso de medicamentos veterinarios, buenas prácticas en la alimentación animal y bienestar animal y personal. Esto con el fin de minimizar los riesgos sanitarios y mejorar la productividad.

Indicador productivo económico: en la institución pretenden realizar ferias donde hayan muestras gastronómicas de platos típicos de la región, realizar un mercado campesino, logrando así que la comunidad consuma productos elaborados por los estudiantes, generando un ingreso económico que contribuya al fortalecimiento del fondo rotatorio estudiantil. Se propone que se comercialicen los productos transformados en la tienda escolar de la institución y se fortalezca la huerta estableciendo variedad de hortalizas con el propósito de que se abastezca el restaurante escolar, mejorando así la dieta de los estudiantes con alimentos saludables.

3.3.5 Dimensión técnico agrícola.

Indicador fitosanidad: es necesario diseñar registros para llevar control de las labores culturales en cada cultivo, con el fin de identificar y eliminar posibles focos de plagas y enfermedades, de manera manual y localizada, implementando el manejo integrado de plagas (MIP) y las buenas prácticas agrícolas (BPA).

3.4 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL

La propuesta del diseño del sistema silvopastoril para la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé está basado en el proyecto ganadería colombiana sostenible, que tiene como propósito promover la adopción de sistemas de producción silvopastoriles amigables con el ambiente, para mejorar la gestión de los recursos naturales, incrementar la prestación de servicios ambientales (biodiversidad, suelo, agua y retención de carbono), y elevar la productividad (Uribe *et al.*, 2011).

3.4.1 Diseño de sistema silvopastoril para la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé. El sistema silvopastoril se diseñó de acuerdo a las características medio ambientales y según necesidades productivas de la institución.

Por lo tanto esta propuesta de manejo de los pastos va encaminada a establecer un sistema silvopastoril el cual reemplazará al sistema extensivo actual de la granja, correspondiente a los lotes 2, 8, 14 y 15 para un área total de 5,87 hectáreas, los cuales presentan una topografía ondulada con una pendiente de 15% en promedio, donde se desarrolla la producción ganadera de doble propósito.

Las especies vegetales propuestas para el SSP en la I.E. Agroindustrial de Quilcacé son matarratón - *Gliricidia sepium* y botón de oro - *Tithonia diversifolia*, asociado a pastos mejorados mombasa - *Megathyrus maximus* con una producción de 14 Ton/MS/Ha/año y proteína del 14% (Velasco *et al.*, 2016) y árboles maderables nogal cafetero - *Cordia alliodora* (Ospina *et al.*, 2010) y teca - *Tectona grandis* (Vinueza, 2012) (Anexo B).

Según el mapa de la institución el lote seleccionado es el N° 2, el cual cuenta con un área de 30.100 m², tiene suelo franco arcillo arenoso con un pH de 5.54; con una pendiente del 15% y una profundidad efectiva de 39 cm en promedio. El lote no cuenta con puntos permanentes de agua, pero está cerca del acueducto de la institución, que pasa por el lindero del mismo, lo que facilitaría la implementación del acueducto ganadero.

3.4.1.1 Renovación de praderas. Se recomienda el establecimiento de mombasa (*Megathyrus maximus*) como forraje principal, teniendo en cuenta las características del lote N° 2 anteriormente descritas, se refuerza el criterio de selección de esta gramínea ya que su rango de adaptación es de 4,5 a 7,5, teniendo su mejor desempeño en localidades con suelos de mediana a buena fertilidad como la que presenta este lote, además soporta periodos largos de sequía y rebrota vigorosamente con las lluvias después del periodo seco, también soporta temporalmente el encharcamiento (Peters *et al.*, 2010).

3.4.1.2 Época para la siembra. En el corregimiento de Quilcacé los periodos de lluvia son los meses de Noviembre a Mayo, por lo tanto si no se cuenta con riego en el lote, se recomienda sembrar a principio del periodo de lluvia, lo que permite que la semilla cuente

con las condiciones de humedad para que tenga un buen desarrollo y la plántula realice un mejor aprovechamiento de nutrientes.

3.4.1.3 Preparación del terreno. Se propone realizar preparación mecanizada, ya que la topografía permite la mecanización convencional, el cual consiste de una arada y dos rastrilladas al terreno dejándolo listo para realizar la siembra.

3.4.1.4 Aplicación de enmiendas. En concordancia con los resultados del análisis de suelo realizado en la Secretaría de Agricultura del Cauca recomendamos: 30 días antes de iniciar el plan de instalación de este sistema aplicar e incorporar bien al suelo 400 Kg/Ha de cal dolomítica más 200 Kg/Ha de roca fosfórica o calfos, con el fin de mejorar el pH ya que según los resultados se clasifica este suelo como muy ácido, mejorando la relación calcio:magnesio y facilitando la disponibilidad de los nutrientes nativos o los agregados.

3.4.1.5 Recomendaciones para el sistema silvopastoril. El día de la siembra o trasplante de los arbustos forrajeros y de los maderables suministrar por sitio o hueco 2 Kg de materia orgánica bien tratada y desinfectada más 40gr de urea. Treinta días después de la siembra aplicar en banda o corona 80 gr por planta de fertilizante 10-30-10 según los resultados del análisis de suelo.

Esta aplicación debe repetirse cada cuatro meses durante el primer año de vida del cultivo, incrementando gradualmente el fertilizante siendo la primer aplicación de 80 gr, la segunda de 110 gr, la tercera de 140 gr, hasta llegar en la cuarta aplicación a 170 gr por planta. Junto con el fertilizante en una de las últimas aplicaciones del año agregar 14 gr de bórax por planta.

3.4.1.6 Siembra y cantidad de semilla. Se recomienda usar 6 kg de semilla de mombasa por hectárea, en total serían 18 kg para las tres hectáreas, junto con campanilla (*Centrosema molle*), ya que esta es una leguminosa herbácea perenne, tolerante a la sequía, sombra e inundaciones moderadas, requiere de 4 – 5 kg de semilla/ha, para facilitar la siembra estas se mezclan con aserrín fino en una relación de 2 kg de semilla de la gramínea y 1 Kg de la leguminosa por bulto de aserrín, luego se procede a esparcir esta mezcla al voleo por todo el lote.

Para cubrir la semilla y protegerla de depredadores y del arrastre por la lluvia se debe pasar por el lote arrastrando ramas, esto mejora el contacto de las semillas con el suelo. Aplicar riego frecuente por quince días, luego de este tiempo se evalúa la germinación y se programa la resiembra localizada.

3.4.1.7 Pastoreo. Se recomienda realizar el primer pastoreo a los tres o cuatro meses de establecida la pradera, según el desarrollo de la gramínea, utilizando animales jóvenes para evitar la compactación del suelo, desgarres en el botón de oro y matarratón y daños en los

pastos jóvenes, se puede realizar los pastoreos siguientes cada 38 días, con períodos de ocupación entre medio día y máximo dos días (Gutiérrez *et al.*, 2011).

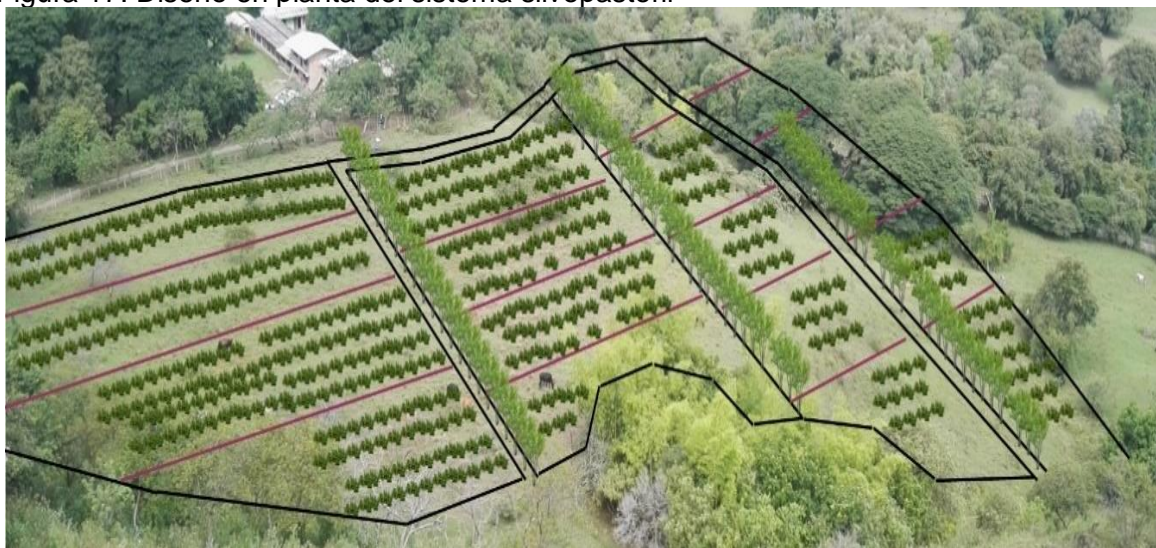
3.4.1.8 Plan de fertilización. En el establecimiento de la pradera, se recomienda aplicar 80-100 kg/ha de fósforo (P205), 80-100 kg/ha de potasio (K20) y 30-50 kg/ha de nitrógeno (N). Después de cada pastoreo, aplicar adicionalmente de 30-50 kg/ha de N.

3.4.1.9 Arbustos Forrajeros. Se proponen dos especies que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas en las que se encuentra la institución: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), la distancia de siembra es de 0.7 m entre plantas y 1m entre surcos; la cantidad de estacas estimada para obtener las plántulas necesarias es de 10.150, para establecerlo en franjas dobles en el sistema silvopastoril en las tres hectáreas. Matarraón (*Gliricidia sepium*), la distancia de siembra es de 2 m entre plantas, se puede establecer por semilla o por estacas, en caso de realizarse propagación asexual la cantidad de estacas estimadas para este lote es de 280, estos serán establecidos en la división de potreros.

Estas especies se pueden utilizar en ganado bovino y especies menores como suplemento en la dieta, usándolo como corte y acarreo, pero también es usado como barreras vivas, barbecho mejorado, banco de proteína y sombrío.

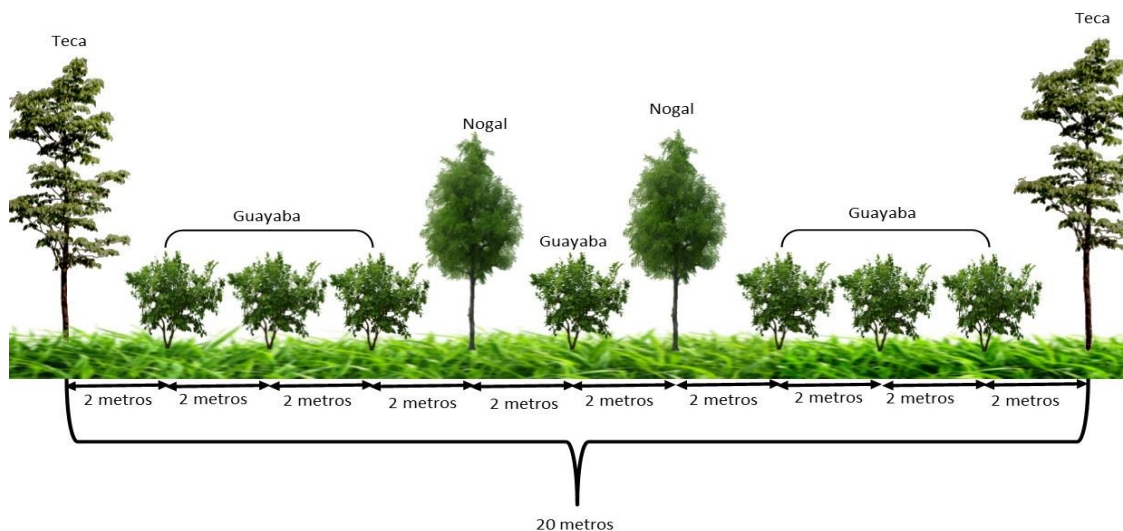
3.4.1.10 Maderables. Las especies maderables concertadas para el sistema silvopastoril es la teca (*Tectona grandis*) y nogal cafetero (*Cordia alliodora*). Se propone establecer en los linderos árboles maderables y frutales, la distancia de siembra recomendada es de 20m entre los árboles de teca (*Tectona grandis*), en el espacio que queda entre ellos se sugiere establecer guayaba variedad Corpoica Rosa-C (*Psidium guajava*) y nogal cafetero (*Cordia alliodora*) intercalados (Figura 17).

Figura 17. Diseño en planta del sistema silvopastoril



La guayaba se propone con el fin de fortalecer los procesos agroindustriales y para la seguridad alimentaria de la institución. La cantidad de plántulas de teca estimada es de 42 árboles, los guayabos propuestos son 292 plántulas y el nogal cafetero estimado es de 84 árboles (figura 18).

Figura 18. Perfil para los linderos del sistema silvopastoril

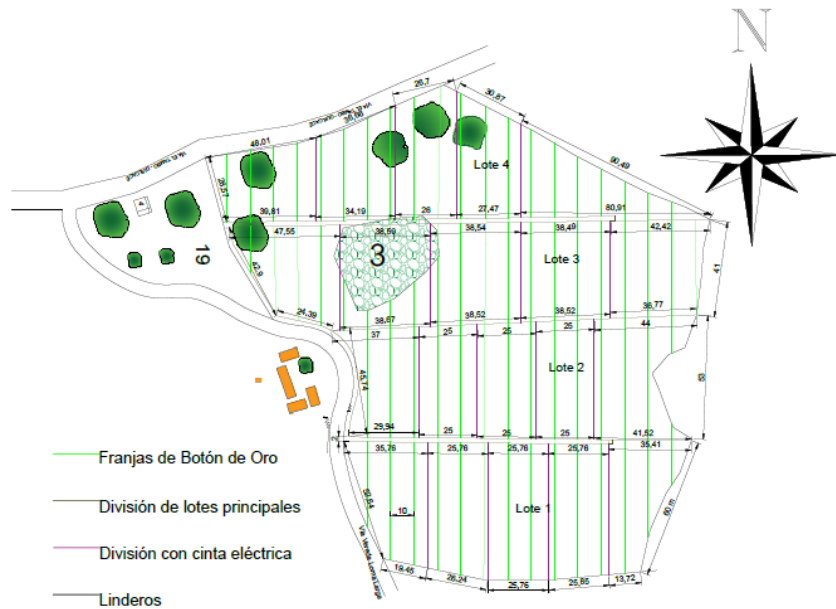


3.4.1.11 Rotación para el sistema silvopastoril. Consiste en dividir la pradera en lotes de igual o similar tamaño con periodos de ocupación cortos y periodos de descanso o recuperación más prolongados. En el sistema de manejo rotacional, estos periodos varían según el número de potreros. Este sistema de pastoreo permite ejercer un mejor control sobre la cantidad de forraje en oferta al animal en pastoreo, la composición botánica y 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).

Por lo anterior se concertó dividir el lote principal de 30.100 m² en cuatro lotes de 7.500 m², además cada lote de estos se subdivide con cinta eléctrica en cinco lotes de 1.500 m², esto se realiza teniendo en cuenta que el periodo de ocupación es dos días. Una vez esté listo el sistema, los pastoreos se iniciarán desde el lote N°1 hasta llegar al lote N°4, completando de esta forma la rotación y el periodo de descanso de la gramínea es de 38 días para cada lote como se muestra en la figura 19, para el botón de oro cuyo periodo de recuperación es de 70 días se recomienda protegerlo con cinta eléctrica alternando en cada pastoreo.

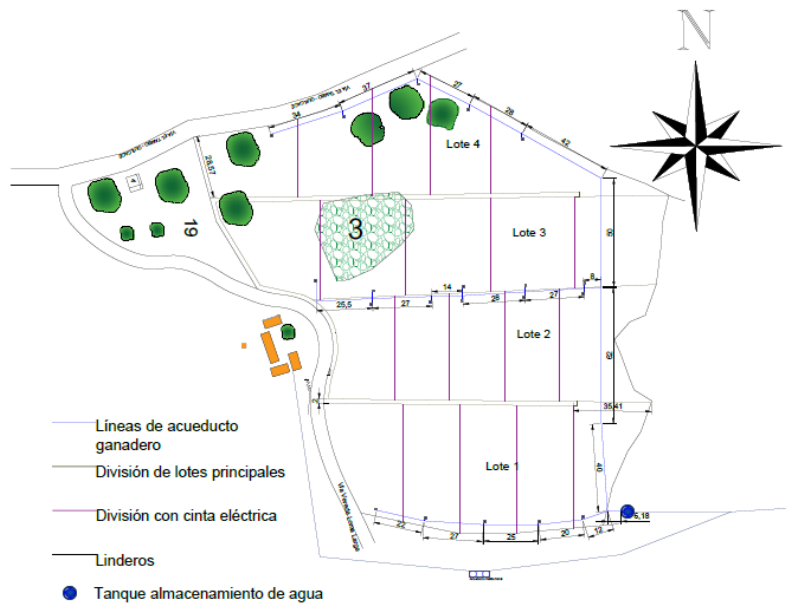
Con la implementación de esta propuesta productiva en el componente ganadero, se espera mejorar la capacidad de carga actual de 1,28 UGG, teniendo en cuenta que este sistema tendría la capacidad para soportar 2,56 UGG, mejorando la condición actual del sistema, garantizando la conservación de los recursos naturales y logrando una producción sostenible.

Figura 19. Mapa rotación para el sistema silvopastoril



3.4.1.12 Acueducto ganadero. El diseño del acueducto ganadero (figura 20) fue concertado con los docentes, la construcción de una red que permita el traslado del agua por todo el lote, el tanque principal se instalará en la parte más alta del mismo, esto para garantizar la distribución uniforme por gravedad. Los detalles de los materiales y costos se describen en el anexo E.

Figura 20. Mapa de la red de acueducto ganadero



3.4.1.13 Costos para la implementación del SSP en la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé. Los costos se calculan con base en precios comerciales generales, estos pueden diferir dependiendo de las variaciones comerciales que se pueden dar a través del tiempo (cuadro 2).

Cuadro 2. Costos para posible implementación de SSP IE. Agroindustrial de Quilcacé

Costos de Implementación del SSP IE. Agroindustrial de Quilcacé				
Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Preparación de suelo (Tractor)	ha	3	\$ 800.000	\$2.400.000
Semilla de pasto Mombasa	kg	24	\$ 42.300	\$1.015.200
Plántulas de Guayaba	Und	292	\$ 500	\$146.000
Estacas de Botón de oro	kg	560	\$ 600	\$336.000
Estacas de Matarratón	kg	12	\$ 600	\$7.200
Semilla de Teca	kg	1	\$ 162.000	\$162.000
Semilla de Nogal	kg	1	\$ 117.000	\$117.000
Acueducto Ganadero	Und	1	\$ 2.312.000	\$2.312.000
Cerca Eléctrica (anexo E)	Und	1	\$ 6.610.000	\$6.610.000
Mano de Obra	Jornal	100	\$ 35.000	\$3.500.000
Total				\$16.605.400

3.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRODUCTIVA, ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LOS SUB SISTEMAS GANADEROS. INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL DE FONDAS (ITAF)

3.5.1 Descripción general del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas.

3.5.1.1 Identificación y ubicación de la Institución Educativa. El Instituto Técnico Agropecuario y Forestal ITAF cuenta con un área de 11,5 hectáreas perteneciente a fundación de Smurfit Kappa, se empezó a construir en el año 1986 y empezó a funcionar como institución en 1987. Ubicado en el corregimiento de Villa al Mar Fondas municipio de El Tambo, a una altura de 2060 msnm, ubicado en las coordenadas 2°29'20"N, 76°55'40"W. Cuenta con una vía de acceso a una distancia de 18,5 km de la cabecera de El Tambo. La institución tiene una Microcuenca principal que es la Quebrada del Oso. Se ubica en zona de comunidad campesina, en la actualidad tiene 203 estudiantes (Figura 21), 15 docentes y administrativos y su rector es el Licenciado José Libardo Collazos.

3.5.1.2 Historia y Evolución del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas.

En Octubre de 1987, se da inicio a una nueva historia en el desarrollo social para la comunidad rural del corregimiento de Fondas y sus alrededores; el inicio del servicio educativo formal, por parte del entonces, llamado HOGAR JUVENIL CAMPESINO Centro educativo construido con el apoyo de la Fundación Smurfit Cartón de Colombia y la comunidad rural del Municipio El Tambo, albergando un total de 60 jóvenes, deseosos de continuar su desarrollo personal a través de la educación ; jóvenes venideros de distintas comunidades del municipio como: Fondas, Chicueña; Chisquio; Chapa; Limoncito, Sabanetas, Uribe, Los Anayes, Cauquita, Cuatro esquinas, Pueblo Nuevo, La Paz, La

Paloma y el Zarzal; con ellos, el centro educativo se abrió paso en este gran y muy complejo mundo de la educación, donde, desde su comienzo, ha tenido como propósito, contribuir al desarrollo social de la comunidad rural del municipio, formando jóvenes que se constituyan en líderes que propendan por el bienestar personal, familiar y comunitario (figura 21).

Figura 21. Estudiantes del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal



Fuente: Espinosa, 2018.

En todo este lapso de tiempo, han sido, muchas las dificultades que la institución ha tenido que sortear para sostenerse en esta comunidad y de esta manera seguir ofreciendo su servicio educativo; pero, igualmente son muchas más las satisfacciones y los logros que la institución ha alcanzado en estos 27 años de servicio educativo. Actualmente la Institución le apunta a la ganadería como proyecto bandera para fortalecer los procesos agropecuarios y agroindustriales que ahí se han desarrollado por mucho tiempo (Libardo Collazos, Docente I.E. Agroindustrial de Quilcacé, El Tambo, Cauca, Colombia, observación inédita, 2018) (Anexo A).

3.5.1.3 Principales actividades agropecuarias y culturales. Las actividades agropecuarias comienzan con fuerza al inicio del año lectivo, siendo la siembra de los cultivos transitorios y hortalizas (figura 22) se realizan al inicio del año escolar en Febrero y Marzo, después de las vacaciones de mitad de año se realiza otra siembra, entre Julio y Agosto.

La ganadería, la porcicultura y la avicultura son actividades que se desarrollan de forma constante durante el año, en periodo de vacaciones son los granjeros quienes se encargan de las labores pecuarias y agrícolas. En el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas se realizan diferentes actividades culturales durante el año, una de las más importantes es El CAUCANITAF donde realiza la Feria de la Ciencia, Tecnología y Cultura. Es un evento que se celebra cada año en las instalaciones de la institución, con la participación activa de estudiantes, padres de familia y comunidad en general de Fondas, en el año 2017 se creó el lema de la feria "Fortaleciendo la Identidad Tameña" (Figura 23). También se realiza un bingo bazar cada año, donde se desarrolla un campeonato de fútbol

interveredal y campeonato interclases desarrollado en un mes y finalizado con la integración en el bazar.

Figura 22. Actividades Agropecuarias ITAF



Foto: Espinosa, 2018.

Figura 23. Actividades culturales. a) CAUCANITAF. b) Bingo ITAF



Foto: ITAF, 2018

3.5.1.4 Resumen de uso actual de la tierra, descripción de subsistemas. Los subsistemas agropecuarios se detallan en el cuadro 3 y la figura 24, que muestran la distribución espacial y la descripción de los lotes caracterizados.

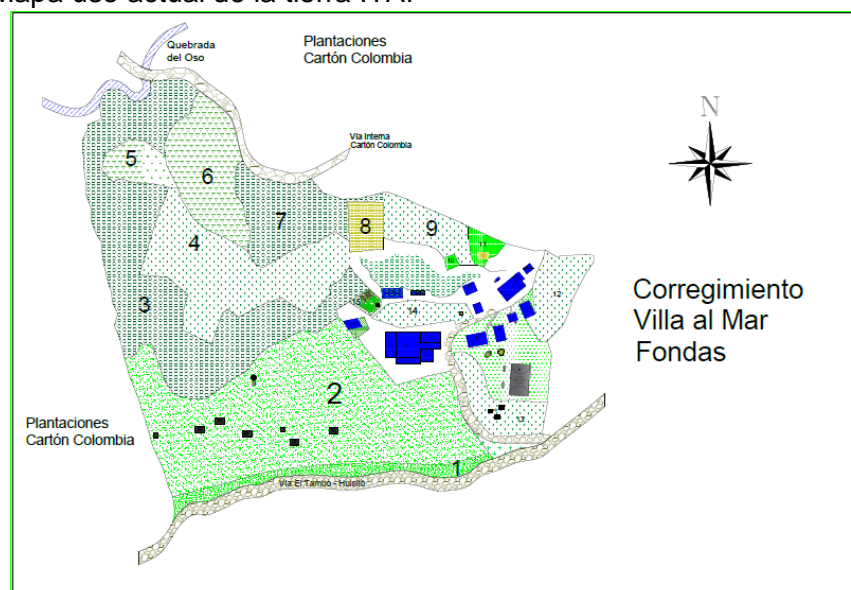
Cuadro 3. Convenciones ITAF

N°	Área (m ²)	Área (ha)	Convenciones ITAF	
			Descripción	
1	2950	0,30	Corredor Biológico	
2	30072	3,01	para implementación del Sistema Silvopastoril	
3	21537	2,15	Bosque Natural	
4	11986	1,20	Pastoreo	
5	2050	0,21	cultivo de café (400 plantas)	
6	6879	0,69	cultivo de café (2700 plantas)	
7	6004	0,60	Bosque Natural	

Cuadro 3. (Continuación)

Convenciones ITAF			
N°	Área (m ²)	Área (ha)	Descripción
8	1441	0,14	Transitorios
9	3211	0,32	pastoreo (antiguos lagos)
10	130	0,01	Vivero Institucional
11	711	0,07	Vivero Estudiantes Grado 11
12	2912	0,29	Pastoreo
13	3179	0,32	Pastoreo
14	1668	0,17	Pastoreo
15	406	0,04	Huerta
A			Galpón de Gallinas Ponedoras
B			Porqueriza - Cuarto de Herramientas
C			Beneficiadero - caseta reciclaje - cuarto de insumos
D			Biblioteca - Sala de sistemas - Laboratorio de física y química - cabañas masculinas - baños y duchas - Espacio múltiple
E			Aulas de clase 2, 3, 4.
F			Cabaña femenina 1
G			Cabaña de docentes
H			Cabaña femenina 2
I			Rectoría - Sala de Profesores
J			Comedor estudiantil - Cocina - Cuarto de servicios generales
K			Baños mixtos
L			Aula de clase 1
M			Casa del Granjero
N			Estación Meteorológica
O			Tienda escolar
P			Polideportivo
Q			PTAR (Planta de Tratamiento de aguas Residuales)
R			Tanques de Acueducto Piagua
S			Tanque Acueducto institución (Uso agropecuario)
Área total	114408	11,44	Hectáreas
Perímetro	1546	-	Metros

Figura 24. Mapa uso actual de la tierra ITAF



A continuación se detallan los subsistemas que conforman la granja de la I.E. Agropecuaria y Forestal Fondas.

- **Subsistemas agrícolas.**

Café: tiene un área de 8929m² en total, conformado por dos lotes, el lote No 6 donde se manejan 2700 árboles sembrados de la variedad supremo, establecidos a 1.40 m x 1.50 m; y el lote No 5 donde se tienen establecidos 1200 árboles de variedad Castillo y San Bernardo a una distancia de 1.40m x 1.50 m, este último se ubica en la parte alta de la finca colindando con la reserva del bosque natural. Se le realizan deshierbas cada tres meses y fertilizaciones 3 veces al año, se hizo renovación o se soqueo a los 13 años, cuenta con un beneficiadero ecológico (Becolsub) obtenido a través de un programa con el Comité de Cafeteros, también cuentan con un cuarto para reciclaje y un cuarto almacenamiento de agroquímicos. En el año 2016 la Institución participó en una feria de calidad de café en Piendamó, donde de 800 participantes quedaron en el puesto 30.

Huerta: tiene un área de 406m², ubicado en el lote N° 15, donde se cultiva arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), acelga (*Beta vulgaris*), repollo (*Brassica oleracea*), cilantro (*Coriandrum sativum*), cebolla (*Allium fistulosum*), zanahoria (*Daucus carota*), lechuga (*Lactuca sativa*), romero (*Rosmarinus officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*), hierbabuena (*Mentha spicata*) y tomillo (*Thymus sp*), este sub sistema se maneja en eras largas de 12 m x 1.20m y eras cortas de 5m x 1 m.

No se maneja sombrío, cuentan con un punto de agua para riego, las labores culturales son realizadas por los estudiantes y los granjeros. Toda su producción es para autoconsumo en el restaurante escolar.

Cultivos Transitorios: se ubica en el lote No 8, con un área de 1441m², se realizan 2 siembras al año, una es en Febrero-Marzo y la otra siembra se realiza en Agosto-Septiembre. Se cultiva frijol (*Phaseolus vulgaris*) arbustivo a una distancia de 60cm entre surco y 25cm entre planta; la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) se establece a 20cm entre plantas y entre surcos 1.20m; el maíz (*Zea maíz*) siembra a 40cm entre plantas y entre surcos a 1 m; la arveja (*Pisum sativum*) de 20cm entre planta y entre surco 1.20m y también se cultiva papa colorada (*Solanum tuberosum*) estableciéndola a 30cm entre planta y 70 cm entre surco.

Estos cultivos se rotan en cada semestre para favorecer la variedad de productos. Las labores como siembra, deshierbas, fertilizaciones y cosecha están a cargo de los estudiantes y granjeros. En este lote se maneja riego para así obtener buenas cosechas.

Pastos: tiene una capacidad de carga actual de 1,81 UGG, está compuesto por 6 lotes: El lote N° 2 tiene un área de 2,24 ha, donde están establecidos pasto estrella (*Cynodon*

nlemfluensis), gramas nativas (*Paspalum notatum*) y *Brachiaria brizantha*, además cuenta con árboles de eucalipto (*Eucalyptus sp*) y pino (*Pinus sp*).

El lote N°14 tiene un área de 0.17 ha, en este lote se encuentra ubicada la estación meteorológica, tiene establecido pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), grama (*Paspalum notatum*) y *brachiaria decumbens*; El lote N°13 tiene un área de 0.32 ha, cuenta con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y *brachiaria decumbens*; El lote es el N°12 tiene un área de 0.29 ha, está establecido con *Brachiaria decumbens*; el lote N°4 tiene un área de 1.2 ha, tiene *Brachiaria decumbens* y el lote N°9 con un área de 0.32 ha, donde se tiene *Brachiaria decumbens* y grama (*Paspalum notatum*). El área total dedicada a la ganadería es de 4.54 ha. En general el estado de los pastos no es el indicado, probablemente se debe a que para la época de seca no cuentan con un sistema de riego permanente y realizan un pastoreo alterno, muchas veces un sobrepastoreo, impidiendo su normal recuperación.

- **Subsistema bosques y biodiversidad.**

Bosque natural: tiene un área de 2.75 ha, se divide en dos lotes, el N° 3 ubicado en la parte alta de la finca y el lote N° 7 en la parte baja. Éstos bosques están compuestos principalmente por arboles de roble colombiano (*Quercus humboldtii*) figura 25, caspi (*Miconia sp*), arrayán (*Luma apiculata*), balso (*Ochroma pyramidale*) y yarumo (*Cecropia peltata*). Esta es una zona de reserva a la que la Institución no realiza un aprovechamiento de la madera porque tiene especies en protección como es el caso del roble, su beneficio es ambiental, de hábitat para fauna y flora y de embellecimiento paisajístico.

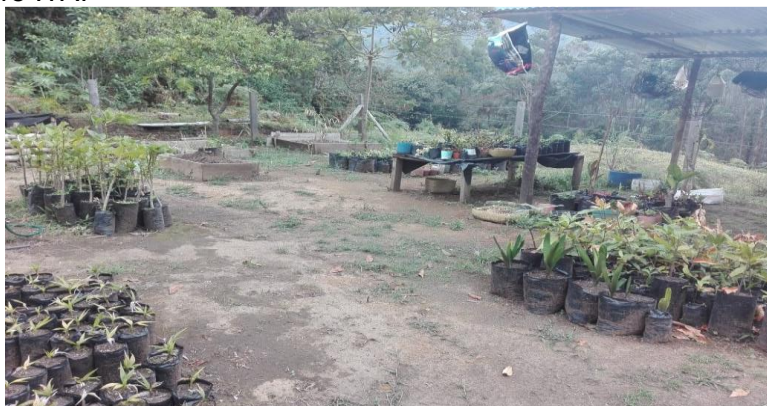
Figura 25. Bosque Natural ITAF



Fuentes de agua: la Institución colinda con la Quebrada del Oso, la cual se encuentra en un área protegida de bosque natural, la Institución no hace uso del agua de la quebrada, pero se protege y se cuida de no arrojar aguas servidas, porque brinda hábitat y refugio a muchas especies de animales nativas y migratorias.

Vivero: la institución cuenta con un espacio de 130m² (Lote N° 10), donde se propagan diferentes especies como nacedero (*Trichanthera gigantea*), plantas de ornamentación y árboles nativos (figura 26), la especies de árboles y plantas se manejan en almacigo organizados en eras que facilitan las labores culturales; el vivero está delimitado con alambre de púa, una parte está techada con plástico transparente y polisombra, en este lugar se hace el embolsado y la siembra.

Figura 26. Vivero ITAF



- **Subsistemas Pecuarios.**

Ganado Bovino: está compuesto por 6 UGG, de las cuales dos vacas son cruce entre Jersey x Pardo y las otras dos son de raza Jersey, de estas vacas, dos han sido inseminadas y dos están vacías; se ordeñan tres de forma manual por los estudiantes con ayuda de los granjeros. También se tiene dos novillas de levante de 15 meses de 230kg promedio, una de ellas es un cruce entre Jersey x Simental y la otra novilla es Jerhol. Cuentan con un toro llamado Zeus de tres años con un peso de 350kg cruce de Jersey x Pardo, también tienen tres terneros, dos machos de 40 y 120 kg respectivamente y una hembra de 80 kg (figura 27).

El ganado lo manejan en un sistema de pastoreo rotacional, compuesto por cinco lotes. Además la alimentación es suplementada con 1 kg de salvado junto con 2 kg de concentrado y 60 gr de sal mineral por día para las vacas de ordeño; para las novillas cada 3 días se les suministra 1 Kg de salvado, 1 kg de concentrado Manná y 30 gr de sal mineral. La producción promedio de leche es de 10 litros al día por vaca, comercializada en el corregimiento de Fondas; en el caso de los nacimientos cuando son machos el destete se realiza a los cuatro meses de edad con un peso de 130 kg y son puestos a la venta, en las

hembras el destete se realiza a los seis meses de edad con un peso de 150 kg las cuales son dejadas como reemplazo.

Figura 27. Proyecto Ganadero



Avícola: el galpón tiene un área de 43m², está compuesto por una bodega de 20m² y una zona de pastoreo de 12m², tienen 158 gallinas ponedoras de raza Lohmann Brown como se ve en la figura 28, la alimentación está basada en concentrado Ponedoras con 17.5% de proteína, suministrado a razón de 110 gr de alimento por gallina al día y teniendo en cuenta las prácticas de bienestar animal, las gallinas son llevadas a pastoreo una parte del día en un lote contiguo al galpón establecido con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

Figura 28. Proyecto avícola



Su producción de huevos está en el 91,13%, el panal es comercializado a \$7500 pero una parte de la producción (15 panales semanales) se deja para autoconsumo del restaurante escolar, estos huevos son pagados por la institución y el excedente de la producción se vende en la comunidad de Fondas. El ciclo de producción es completo, cuando las gallinas terminan la postura se venden y se deja en cuarentena el galpón por 1 mes para su desinfección. Las gallinas ponedoras se compran de 16-17 semanas.

Porcícola: la porqueriza tiene un área de 120m², la cual está compuesta por doce jaulas en hierro para hembras de reemplazo, dos jaulas de cría y una jaula para el macho.

El sistema de producción es de cría, se tienen ocho hembras de cruce Large white x Pietrain de las cuales cuatro están preñadas; también tienen tres hembras de cruce Landrace x Pietrain, de éstas, dos están lactantes, una con seis lechones y la segunda con siete lechones como se muestra en la figura 29. Cuentan con un cerdo macho de raza Pietrain para las montas.

Todos los lechones se venden a los 40 días con un peso de 10-12 Kg y si quedan algún cerdo que no tuvo un buen desarrollo se deja en la Institución para engorde y cuando tiene un peso entre 80 y 100 kg se sacrifica para autoconsumo en el restaurante escolar. Los cerdos se alimentan sólo con concentrado, a las cerdas vacías se les suministra 2kg de concentrado diario y a las hembras lactantes 500 g adicionales máximo por lechón según la etapa de desarrollo, el suministro de la alimentación está a cargo de los granjeros como también el lavado de las cocheras.

Figura 29. Proyecto porcícola



El estiércol de los cerdos se lleva a la compostera y lo que queda del lavado va a un biodigestor que por medio de fermentación anaeróbica produce gas que es usado para la calefacción de los lechones recién nacidos, también se realizan labores de descolmillado, corte de cola, castración y aplicación de hierro.

Compostera: está compuesto por un área destinada para almacenar los residuos de cocina, de cosecha y el estiércol de bovinos y cerdos. Por medio de un proceso de degradación de la materia orgánica vegetal y animal, produciendo 1200 Kg de abono orgánico cada cuatro meses, que es utilizado en la huerta y en el lote de transitorios. La compostera está construida en guadua y el techo es de zinc como se muestra en la figura 30.

Figura 30. Área de compostaje



También producen lombricompost, está ubicado en una caseta independiente de la compostera, fabricada en madera, guadua y tiene un techo de plástico rodeado con malla para que las aves no causen daños a las lombrices. La especie con la que trabajan es *Eisenia foetida* conocida como lombriz roja californiana, el lombricompost producido se utiliza en la huerta.

- **Infraestructura de la institución educativa.** La institución está conformada por dos cabañas femeninas ,dos cabañas masculinas, una cabaña de profesores , una biblioteca, una sala de sistemas, un laboratorio de física y química, una tienda escolar , una casa para el granjero y una cancha múltiple para basquetbol, microfútbol y voleibol (figura 31).

Figura 31. Infraestructura educativa



La planta docente está conformada por ocho docentes, dos personas a cargo de la preparación de alimentos y servicios varios y dos granjeros. Los estudiantes tienen un overol para desarrollar las labores agropecuarias y un uniforme para diario y educación física.

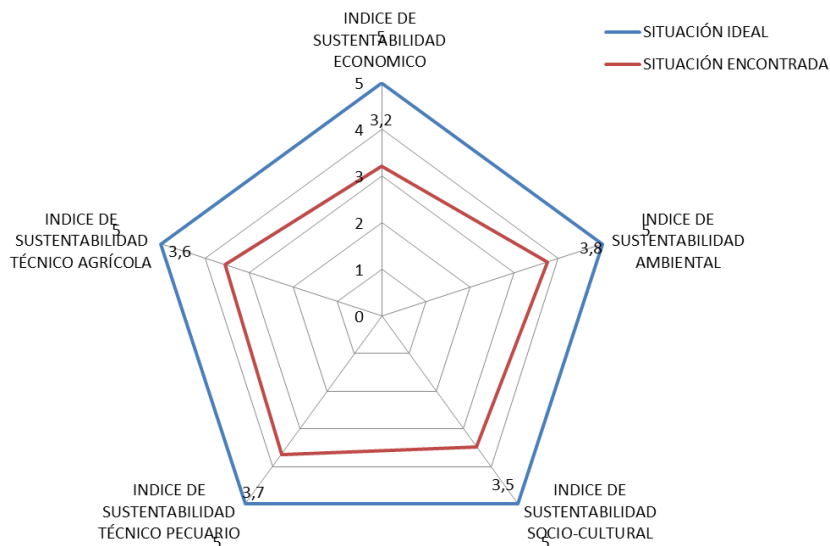
Acueducto: La Institución cuenta con dos acueductos, uno de ellos se dirige a Piagua, ésta agua es tomada de Ríosucio y es el que surte la vereda de Fondas y Piagua, esta agua es utilizada para la cocina, baños y duchas y cuenta con un tanque de almacenamiento de 22 m³ aproximadamente. El otro acueducto es propio de la Institución, el agua llega a un tanque plástico de capacidad de 2000 litros, no recibe ningún tratamiento, es utilizada para las unidades pecuarias y agrícolas y el agua es tomada de la finca Mirador propiedad de Cartón de Colombia, además se tiene una PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) donde llegan las aguas servidas de la cocina, baño, lavadero y lavamanos.

3.6 EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Se evaluaron los indicadores: económico, sociocultural, ambiental, técnico pecuario y técnico agrícola, lo que permitió realizar el diagnóstico de la institución.

3.6.1 Consolidado de los indicadores. Este consolidado presenta el análisis de los resultados de la evaluación de las dimensiones, donde se evidencia una adecuada dinámica de manejo administrativo, reflejado en los promedios de los indicadores que están por encima de 3, aunque hay indicadores que se deben mejorar como se puede apreciar en la figura 32.

Figura 32. Consolidado de Indicadores ITAF



El índice de sustentabilidad económico obtuvo una calificación promedio general de 3.2 lo que indica que en la institución se genera una dinámica adecuada en el movimiento de los recursos económicos según la visión del rector, esto soportado en el sostenimiento de los proyectos productivos de la institución. En el aspecto socio cultural, la institución realiza actividades que incentivan la participación de los padres de familia a través de mingas con

el fin de fortalecer los proyectos productivos y realizar transferencia de tecnología, logrando la integración entre padres, docentes y estudiantes, fortaleciendo los procesos pedagógicos.

En la evaluación de la dimensión ambiental se encontró que este componente es de 3.8 por la fortaleza que tienen en el componente agua, ya que por la quebrada fluye un volumen de 14 l/s y por medio del acueducto reciben 3.8 l/s. el componente suelo con una calificación de 3.8 refleja el manejo que realizan en él, pues los lotes tienen siempre cobertura vegetal compuesta por arvenses a una altura no mayor de 30 cm en promedio, se realizan labores culturales que permiten un control continuo de estas.

También en la granja hay diversidad de subsistemas productivos que generan variedad de productos agrícolas y pecuarios que son de importancia en la canasta familiar educativa, lo que permite que se genere un apoyo al restaurante escolar con el uso de la producción en la alimentación de los estudiantes y profesores, aunque esta no supera el 6% del total de alimentos que allí se consumen. También vale la pena aclarar que el bosque no es intervenido, porque aproximadamente el 90% está compuesto por roble (*Quercus humboldtii*) especie que está protegida, por esta razón la institución no realiza un uso, aprovechamiento y extracción de materiales, productos, subproductos de bosques y del recurso arbóreo.

Las diferentes producciones pecuarias que hay en la institución permiten el desarrollo de las actividades teórico-prácticas de los estudiantes, logrando así cumplir con la modalidad de la institución. Estas unidades productivas dependen de insumos externos, especialmente los cerdos y las aves, ya que no tienen bancos de forraje para suplementarlos, lo que causa que los costos de producción sean altos y las ganancias mínimas, por eso el indicador productivo económico refleja una calificación de 3.2 indicando que se debe fortalecer este aspecto.

El indicador técnico agrícola con respecto a las variables de nutrición y propagación cuentan con una calificación de 3.0 y 3.1 respectivamente, en el caso de la nutrición, el cultivo de café cuenta con un plan de fertilización, la huerta se abona con el compostaje que se obtiene al igual que los cultivos transitorios, disminuyendo de esta manera los costos de producción, sin embargo las pasturas no cuentan con un plan de fertilización bien estructurado, lo que demuestra la baja producción de forraje evaluada en periodo seco en el lote N°2 donde se prevé implementar el sistema silvopastoril (41 g/m²).

Cabe resaltar que el modelo académico que se desarrolla en la I.E., denominado alternancia, consiste en que los estudiantes de los diferentes grados reciban clases por tres semanas y la cuarta semana se van a sus fincas a desarrollar guías agropecuarias diseñadas por los docentes, para los grados noveno y once es obligatorio tener proyectos productivos, para los grados sexto, séptimo, octavo y decimo solo desarrollan las guías y algunos estudiantes de estos cursos si lo desean pueden también desarrollar. Las guías y los proyectos los desarrollan con la ayuda de sus padres, logrando de esta forma realizar

un dialogo intergeneracional. Los profesores, en esta semana de alternancia hacen visitas a los estudiantes en las fincas para así llevar registros de las actividades. Este modelo de educación le ha permitido a la institución ser un referente en calidad educativa reconocida a nivel municipal y departamental.

3.7 RUTA DE TRANSICIÓN PARA EL INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL

Como resultado de la evaluación de sustentabilidad se logra trazar una ruta de transición que permitirá fortalecer las debilidades detectadas y mejorar los procesos en general de la granja de la institución, la ruta concertada se describe a continuación:

3.7.1 Dimensión ambiental.

Indicador biodiversidad del agro-ecosistema: es necesario introducir especies arbóreas que cumplan diversas funciones como fuentes de polen para los insectos, reguladores de poblaciones (antagonistas), fijadores de nitrógeno, sombrío y mejoradores de suelos como *Tephrosia vogelii* (Stevenson *et al.*, 2012), *Leucaena diversifolia* (Ferrari & Wall., 2015), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Jama *et al.*, 2000).

Indicador bosques, recursos forestales y fauna: con el propósito de que la institución cuente con maderables para uso interno se propone establecer un área específica diferente al bosque de roble - *Quercus humboldtii* (figura 33) o arboles comerciales (nogal, eucalipto, pino, cedro) en linderos que permitan a la institución hacer aprovechamiento de este recurso y un ahorro económico a largo plazo.

Figura 33. Bosque de roble

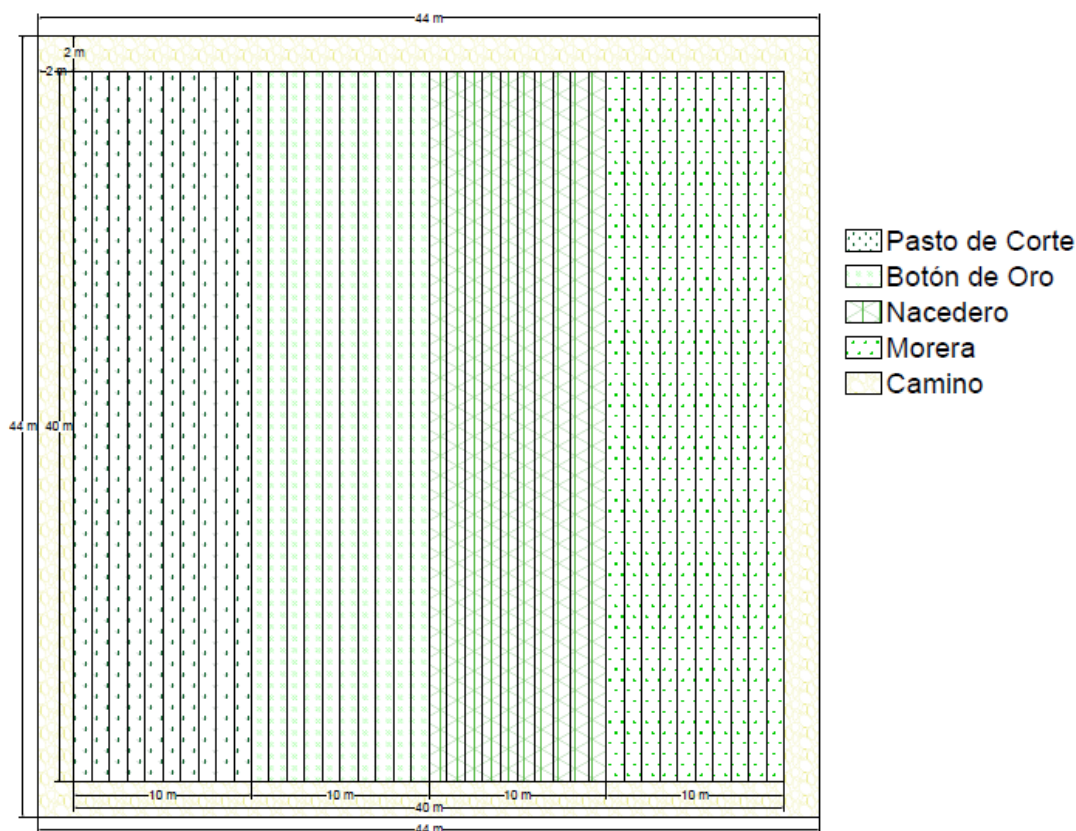


3.7.2 Dimensión económica.

Indicador de autosuficiencia: en busca de fortalecer procesos como la producción constante de alimento para los animales es necesario implementar bancos de forraje mixtos (pasto de corte, botón de oro, morera, nacedero). Los bancos de forraje mixtos son sistemas de corte y acarreo caracterizados por la inclusión de especies leñosas y herbáceas en altas densidades y con un manejo proteccionista de los suelos (Giraldo *et al.*, 2011).

Por eso el cambio de los monocultivos de pastos por vegetación mixta que combina en el mismo espacio, y al mismo tiempo, gramíneas, leguminosas rastreras, arvenses nobles y no tóxicas, palmas, arbustos y árboles, incrementa la fotosíntesis, mejora el ciclaje de nutrientes, recupera la biota y la fertilidad del suelo e incrementa la biodiversidad (Murgueitio *et al.*, 2011) Teniendo en cuenta las siguientes características de las especies y distribución como se muestra en la figura 34.

Figura 34. Banco de forraje



-Pasto de corte: Pasto elefante – *Pennisetum purpureum*, esta especie se adapta fácilmente a las condiciones de la zona, además de poseer una rápida recuperación que permite realizar cortes cada 30 días con una proteína de 9.77% (Álvarez *et al.*, 2015).

-Botón de oro - *Tithonia diversifolia*, morera – *Morus alba*: estas especies se usan como alimento para bovinos rumiantes, pero también para cerdos y aves; además, se puede usar para peces por su alto contenido de proteína (15-28%) (Gallego *et al.*, 2014).

La implementación tendría un costo aproximado de \$2.349.000 los detalles de los materiales se describen en el anexo E.

Considerando que en la huerta no se realiza un manejo adecuado de las plantas medicinales y no hay variedad de especies, los docentes proponen desarrollar actividades con los estudiantes para hacer labores culturales a estas, además de otras que permitan que los estudiantes aporten material vegetal disponible en sus fincas, logrando así tener diversidad en el huerto.

3.7.3 Dimensión sociocultural.

Indicador seguridad y soberanía alimentaria: los docentes proponen fortalecer los procesos de transformación de la leche con el fin de obtener variedad de productos (queso, yogurt, dulces), para el consumo de los estudiantes y la comercialización en la comunidad, logrando obtener productos de buena calidad y ser reconocidos en la región.

3.7.4 Dimensión técnico pecuaria.

Indicador nutrición: es necesario considerar a las pasturas como un cultivo, por lo tanto se debe realizar un análisis de suelo para tener un plan de fertilización adecuado y división de los demás lotes que se tienen para pastoreo según la capacidad de carga, tomando como referencia el lote N° 2 del diseño del SSP, esto permitiendo determinar periodos de ocupación y de descanso, para así obtener óptimas producciones.

Indicador manejo: se propone diseñar e implementar un establo que se ajuste a las necesidades de la producción facilitando el ordeño y los procedimientos para control sanitario, brindando comodidad y seguridad a los granjeros, docentes y estudiantes que hacen sus prácticas en esta unidad productiva.

3.7.5 Dimensión técnico agrícola.

Indicador manejo: los docentes proponen fortalecer el vivero con las siguientes especies: nacedero - *Trichanthera gigantea*, nogal cafetero - *Cordia alliodora*, *Leucaena diversifolia*, cachimbo - *Erythrina poeppigiana* y roble - *Quercus humboldtii*, para implementar en los cultivos como barreras vivas y árboles para sombrero, generando un microclima, que mejore las condiciones ambientales para obtener un buen desarrollo de los cultivos y favorezca los corredores biológicos.

3.8 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES IMPLICADAS EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL

El diseño del sistema silvopastoril propuesto para el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas está basado en los Modelos de franjas dobles propuestos por el proyecto ganadería colombiana sostenible (Uribe *et al.*, 2011). En investigaciones recientes Gallego *et al.*, 2014 concluyen que el uso de la *Tithonia diversifolia* (botón de oro) en la alimentación de vacas lecheras en el trópico alto colombiano puede tener un impacto positivo sobre los sistemas de ganadería lechera y puede incorporarse a suplementos alimenticios por su contenido de proteína, carbohidratos solubles.

3.8.1 Diseño de sistema silvopastoril para el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal de Fondas. La propuesta de manejo de los pastos va encaminada a establecer un sistema silvopastoril el cual reemplazará al sistema extensivo actual de la granja ubicado en los lotes 2, 4, 9, 12,13 y 14 con un área total de 5,31 hectáreas, los cuales presentan una topografía ondulada que permiten el desarrollo ganadería de leche.

Debido a que las gramíneas nativas y naturalizadas se caracterizan por su baja a mediana productividad y contenidos de proteína inferiores al 9%. Durante los periodos de sequía la disponibilidad de materia seca de estas pasturas disminuye drásticamente, dando como resultado erosión del suelo (pérdida de la cobertura) disminución en ganancia de peso y producción de leche (Velasco *et al.*, 2016), por lo que se propone un sistema silvopastoril - SSP para trópico alto (figura 37), las especies son: nacedero (*Trichanthera gigantea*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*), asociado a pastos mejorados (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo) con una producción de 25 a 33 Ton/MS/Ha/año con un contenido de proteína de 7 al 14% (Peters *et al.*, 2010) y árboles maderables y frutales (eucalipto - *Eucalyptus globulus*, guayaba - *Psidium guajava*). (Anexo B).

Según el diseño del mapa de la institución, se eligió el lote N° 2 para realizar la posible implementación del SSP, este lote cuenta con un área de 30.072 m², tiene suelo franco arenoso con un pH de 5.28; está dividido en dos zonas, una con una inclinación del 15% y una profundidad efectiva de 19 cm en promedio, la segunda zona del lote tiene una pendiente del 32% con una profundidad efectiva de 47 cm en promedio.

Cuenta con dos puntos permanentes de agua, lo que facilitaría la implementación del acueducto ganadero. En el momento está establecido con gramíneas como *Brachiaria brizantha* cv Toledo, grama (*Paspalum notatum*), *Brachiaria decumbens* y pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

3.8.1.1 Renovación de praderas. Esta renovación se plantea teniendo en cuenta que el ganado se va a manejar en los lotes 4, 9, 12, 13 y 14 que tienen alimento para sostenerlo, mientras se implementa el sistema silvopastoril en el lote N°2. Se recomienda el establecimiento de *Brachiaria brizantha* cv Toledo como forraje principal, ya que en la institución hay antecedentes de uso de esta gramínea con resultados satisfactorios, en

2004 la fundación Alpina apoyó el mejoramiento de una hectárea. Adicionalmente en la finca del señor Reinaldo Lame ubicada a 1 km de la institución tienen establecido *Brachiaria brizantha* cv Toledo como se observa en la figura 35, el productor manifiesta que se adapta bien a la zona y es muy productivo, lo que se corroboró con visita de campo a la finca y lotes establecidos con esta gramínea.

Figura 35. *Brachiaria brizantha* cv Toledo



Teniendo en cuenta esta gramínea se adapta a suelos ácidos de baja fertilidad, logrando su mejor desempeño en localidades con suelos de mediana a buena fertilidad, tolerando suelos arenosos y persistentes en suelos mal drenados (Peters *et al.*, 2010). Esta especie mejorada se adaptada a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio y es resistente a varias especies de salivazo.

3.8.1.2 Época para la siembra. La mejor época para la siembra en el corregimiento de Fondas son los meses de Septiembre a Diciembre debido a que en estos meses hay mayor precipitación, lo que permite contar con condiciones de humedad para que la semilla tenga un buen desarrollo y la plántula realice un mejor aprovechamiento de nutrientes.

3.8.1.3 Preparación del terreno. Para este lote se propone realizar arado con bueyes, ya que la topografía no permite la mecanización convencional.

3.8.1.4 Aplicación de enmiendas. De acuerdo a los resultados obtenidos con el análisis de suelo realizado en la Secretaría de Agricultura del Cauca recomendamos: con anterioridad a 30 días al iniciar el plan de instalación de este sistema y el lote esté preparado para la siembra aplicar e incorporar bien al suelo 400 Kg/Ha de cal dolomítica más 200 Kg/Ha de roca fosfórica o calfos con el fin de neutralizar el Aluminio presente, mejorar la relación Ca:Mg y facilitar la disponibilidad de los nutrientes nativos o los agregados, con el fin de mejorar el pH ya que según los resultados se clasifica este suelo como muy ácido.

3.8.1.5 Recomendaciones para el sistema silvopastoril. Transcurrido el tiempo recomendado (30 días) de la encalada, suministrar por sitio o hueco 1,5 Kg de materia orgánica bien tratada y desinfectada. Esta labor debe realizarse cinco a ocho días antes de la siembra o trasplante.

Treinta días después de la siembra agregar por planta 60 gr de fertilizante 10-30-10. Esta aplicación repetirla cada tres meses durante un año, incrementando gradualmente el fertilizante desde la primera aplicación, para la segunda aplicación utilizar 90 gr por planta hasta llegar a la tercera aplicación con 120 gr por planta. En una de las últimas aplicaciones del año junto con el fertilizante agregar por planta 15 gr de bórax.

3.8.1.6 Siembra y cantidad de semilla. Este lote tiene un área de 30.072 m², para el establecimiento se recomienda usar 8 kg de semilla por hectárea para un total de 24 Kg para las tres hectáreas del SSP. Para facilitar la siembra la semilla se mezcla con aserrín fino en una relación de 2 kg de semilla por bulto de aserrín, luego se procede a esparcir esta mezcla al voleo por todo el lote. Es necesario arrastrar unas ramas por el lote después de realizada la siembra para cubrir la semilla y protegerla de depredadores y del arrastre por la lluvia y el viento, esto mejora el contacto de las semillas con el suelo.

3.8.1.7 Pastoreo. Realizar el primer pastoreo a los tres o cuatro meses de establecido. Se deben utilizar animales jóvenes para evitar la compactación del suelo, desgarres en el botón de oro y nacedero y daños en los pastos jóvenes, los pastoreos siguientes se pueden hacer cada treinta cinco a cuarenta días, con períodos de ocupación entre medio día y máximo dos días.

3.8.1.8 Plan de fertilización. El manejo de las praderas con *Brachiaria brizantha* cv Toledo requiere una fertilización mínima (kg del elemento/ha/año) N: 50, P₂O₅: 45,8, K₂O: 18, MgO: 24,75, SO₄: 44,86 (Arce *et al.*, 2013). Esta gramínea responde bien a fertilización. Se puede manejar con rebrotes a treinta ocho días.

3.8.1.9 Arbustos Forrajeros. Se proponen dos especies que se adaptan a esta zona: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), a una distancia de siembra de 0.7 m entre plantas y 1m entre surcos; la cantidad de semilla estimada es de 11.000 plántulas, para establecer los surcos dobles y nacedero (*Trichanthera gigantea*), a una distancia de siembra de 1 m entre plantas, se recomienda establecerse en la división de potreros, la cantidad de semilla estimada para el establecimiento es de 362 plántulas. Estas especies se pueden utilizar en ganado bovino y especies menores como suplemento en la dieta, usándolo como corte y acarreo, barreras vivas, barbecho mejorado y fuente de néctar para las abejas.

3.8.1.10 Maderable. La especie maderable para el sistema silvopastoril es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bien difundida en la zona por los cultivos de Cartón de Colombia, al elegirla se pueden mostrar otros usos que tiene en otros sistemas productivos. El sistema estaría compuesto por franjas dobles de botón de oro en los lotes de pastoreo, en la división

de estos se propone establecer nacedero, el eucalipto se usará en parte de los linderos del lote donde no hay cobertura arbórea, esto le permitirá a la institución realizar un ahorro a largo plazo. La distancia de siembra es de 12m entre los árboles, en el espacio que queda entre ellos se sugiere establecer guayaba cada 2m para la seguridad alimentaria de la institución y fortalecer los procesos agroindustriales. La cantidad de eucaliptos estimados es de 48 plántulas y de 236 plántulas de guayaba, el diseño se muestra en la figuras 36 y 37.

Figura 36. Diseño de perfil de linderos del sistema silvopastoril

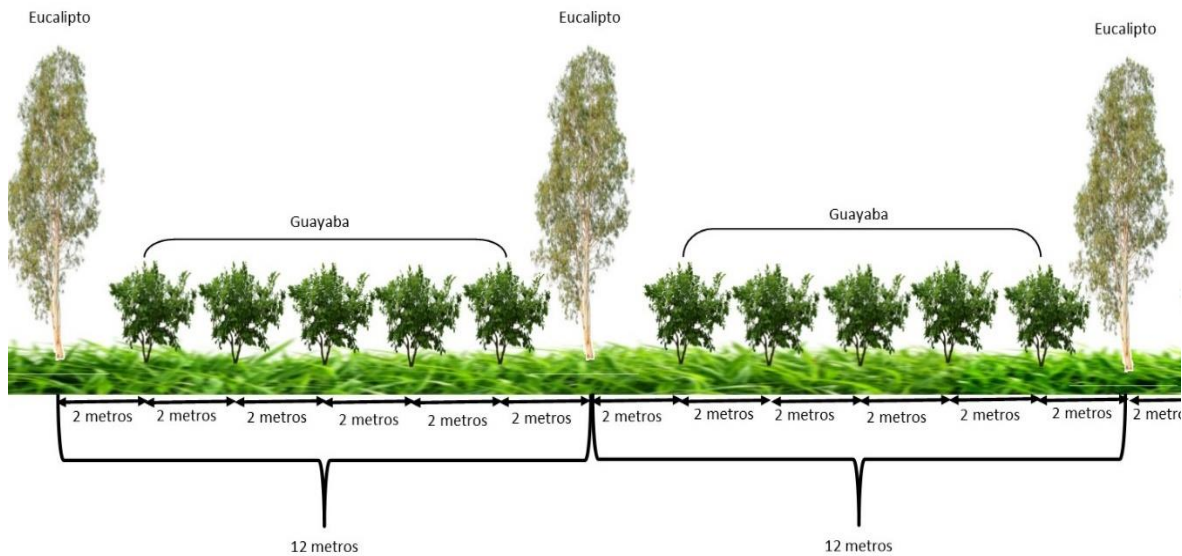
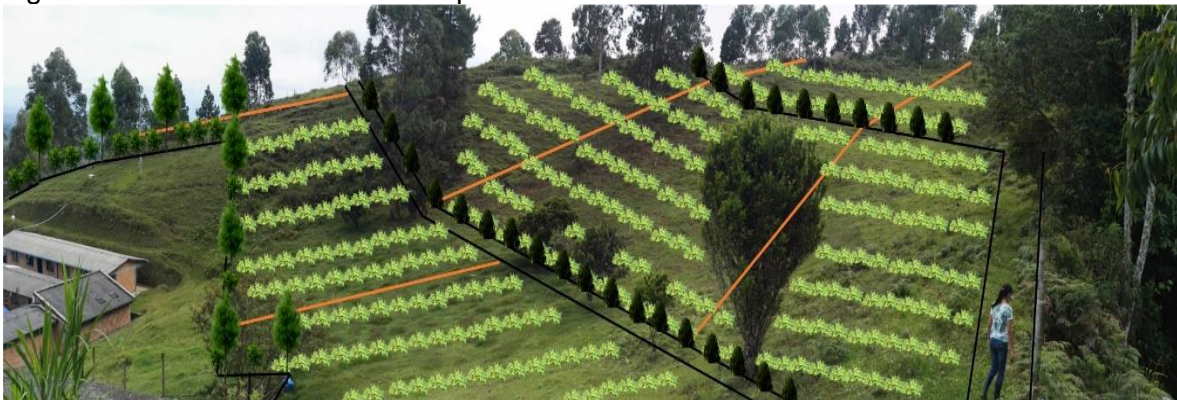


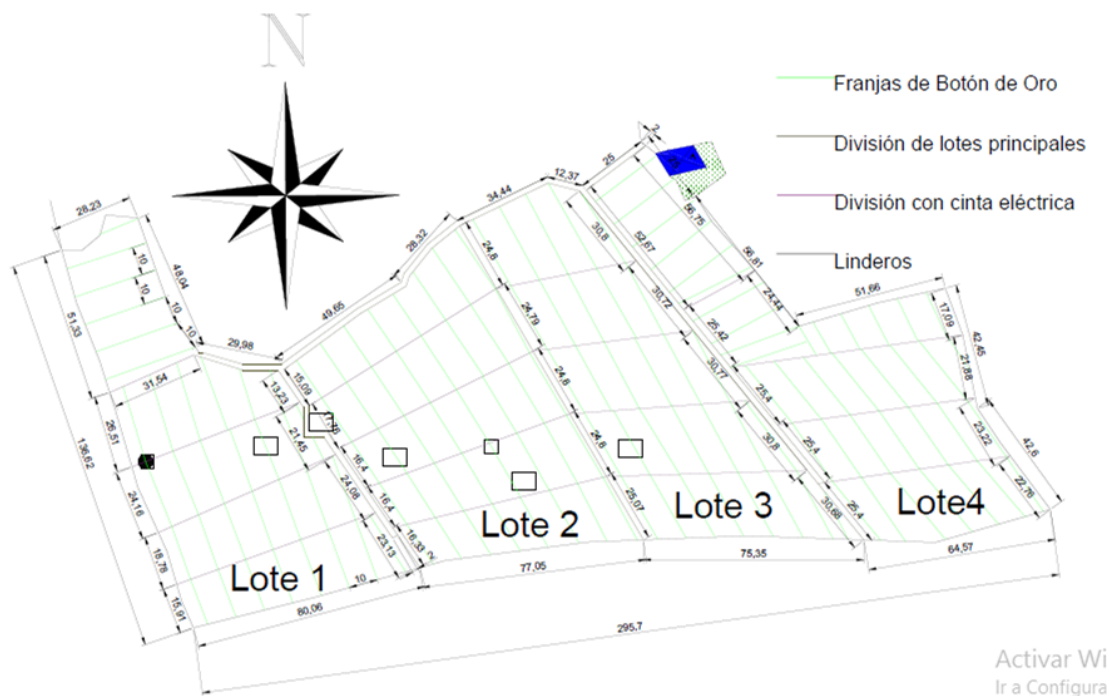
Figura 37. Diseño del sistema silvopastoril ITAF



3.8.1.1 Rotación del sistema silvopastoril. Teniendo en cuenta los periodos de recuperación y descanso, se propone el sistema de manejo rotacional, permitiendo ejercer un mejor control sobre la cantidad de forraje en oferta al animal en pastoreo, de esta forma el sistema rotacional es más eficiente en la utilización del pasto (Rúa, 2009), manteniendo una oferta constante del forraje. Por lo anterior se plantea dividir el lote principal de 30.072

m² en cuatro lotes de 7.500 m² cada uno, además cada uno de estos se subdivide con cinta eléctrica en cinco lotes de 1.500 m² cada uno, esto se realiza teniendo en cuenta que el periodo de ocupación propuesto es de dos días (figura 38).

Figura 38. Rotación del sistema silvopastoril

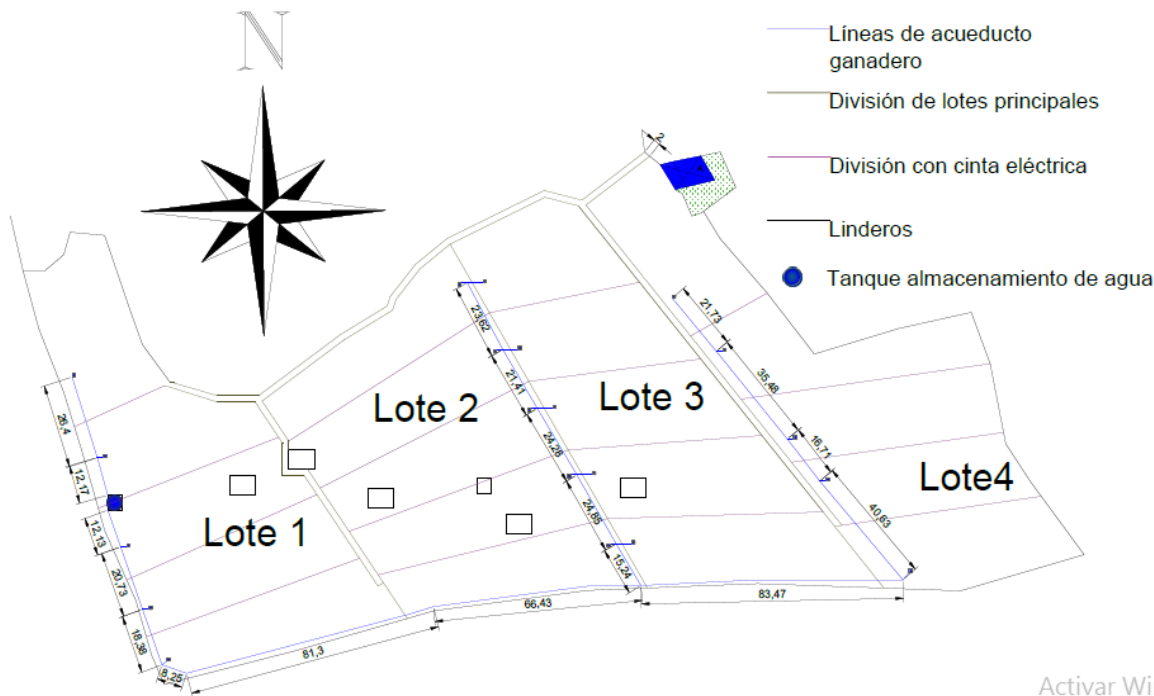


Una vez esté listo el sistema los pastoreos iniciarán desde el lote N°1 hasta llegar al lote N°4, completando de esta forma la rotación y el periodo de descanso es de 38 días para cada lote, teniendo en cuenta que el periodo de recuperación del botón de oro es mayor (70 días) se recomienda protegerlo con cinta eléctrica alternando en cada pastoreo su consumo. Con la implementación de esta propuesta productiva en el componente ganadero, se espera mejorar la capacidad de carga actual de 1,81 UGG, teniendo en cuenta que este sistema tendría la capacidad para sostener 2,56 UGG, garantizando de esta manera la conservación de los recursos naturales y logrando una producción sostenible.

3.8.1.12 Acueducto Ganadero. Se propone la construcción de una red que permita el traslado del agua por el sistema, el tanque principal se instalará en la parte más alta del mismo, esto para garantizar la distribución uniforme por gravedad (figura 39). Los detalles de los materiales y costos se describen en el anexo E.

3.8.1.13 Costos para la posible implementación del SSP en el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF). Los costos se calculan con base en precios comerciales generales, estos pueden diferir dependiendo de las variaciones comerciales que se pueden dar a través del tiempo.

Figura 39. Mapa de la red de acueducto ganadero



Cuadro 4. Costos para posible implementación de SSP ITAF

Costos de Implementación del SSP IT. Agropecuario y Forestal				
Ítem	unidad	cantidad	valor unitario	valor total
preparación de suelo (Buey)	ha	3	\$1.000.000	\$3.000.000
semilla de pasto Toledo	kg	18	\$39.600	\$712.800
semilla de Nacadero	kg	18	\$600	\$10.800
semilla de Botón de oro	kg	550	\$600	\$330.000
semilla de Eucalipto	gr	3	\$10.000	\$30.000
Plántulas de Guayaba	kg	236	\$500	\$118.000
Acueducto Ganadero	Und	1	\$2.312.000	\$2.312.000
Cerca Eléctrica (anexo E, tabla 6)	Und	1	\$6.860.000	\$6.860.000
Mano de Obra	Jornal	100	\$35.000	\$3.500.000
Total				\$16.873.600

3.9 PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DEL SSP PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AGROINDUSTRIAL DE QUILCACÉ Y EL INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL DE FONDAS

Es importante contar con un plan de manejo que facilitará realizar la implementación, de esto dependerá el éxito del sistema una vez inicie la producción. El manejo propuesto para pastoreo es igual en las 2 Instituciones Educativas descrito en los ítems 3.4.1.7 y 3.8.1.7; de igual forma la fertilización se describe en los puntos 3.4.1.8 y 3.8.1.8 para Quilcacé y Fondas respectivamente. Sin embargo se deben considerar unos manejos puntuales en

cuanto a podas en los arbustos forrajeros (botón de oro, nacedero, matarratón) y los maderables (eucalipto, teca, nogal cafetero) (Anexo D).

Pastoreo para los arbustos forrajeros: el primer pastoreo se debe realizar cuando el botón de oro tenga una altura entre 0,40 y 1,0 metros, dependiendo del estado de los pastos, para el matarratón y nacedero, de crecimiento más lento es necesario protegerlos con la cerca eléctrica mientras se robustecen, ya que al ser tan palatables el ganado los puede consumir y dañar fácilmente, como se va a establecer en la división de potreros como arboles de sombra, se le realizan podas de formación para que tengan un crecimiento uniforme (Uribe *et al.*, 2011). Para realizar las podas se debe utilizar machetes bien afilados haciendo cortes en forma de bisel siempre de abajo hacia arriba. No realizar esta práctica en verano prolongado.

La frecuencia y la altura de las podas para el botón de oro (figura 40) dependen de la presión de pastoreo y el comportamiento de los pastos, estas podas se pueden realizar al cuarto o quinto pastoreo para revitalizar el forraje y eliminar ramas.

Figura 40. Poda de rejuvenecimiento del botón de oro *Tithonia diversifolia*. La descomposición de la hojarasca aporta nutrientes esenciales a los pastos asociados



Fuente: Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.

Podas para los maderables: Para corregir defectos de formación y obtener finalmente buena cantidad de madera sin nudos, realice podas de formación haciendo el corte lo más cerca posible del tronco sin dejar muñones y sin dañar el cuello ni la corteza del arbolito; de esta manera obtiene una buena cicatriz e impide la entrada de enfermedades. Aplique cicatrizante en el corte luego de realizar las podas.

Control de arvenses: Realizar controles continuos mediante plateos de aproximadamente 50 a 80 cm alrededor de la base de cada arbolito. Haga dos controles durante los primeros seis meses de establecido el cultivo. Continúe con el control de arvenses hasta que el arbolito alcance una altura de 1,50 m.

4. CONCLUSIONES

La caracterización y evaluación de sustentabilidad de las dimensiones ambiental, social, económica y técnica permitió identificar las fortalezas y debilidades, considerando los sub sistemas e interacciones entre los mismos, para proponer rutas de transición con estrategias a corto y mediano plazo acorde a las condiciones existentes y requerimientos de cada una.

Con el análisis de las dimensiones implicadas en el sistema productivo se logró diseñar SSP y propuestas de manejo con las especies adaptadas a las condiciones de la región, con el propósito de fortalecer las iniciativas emprendidas por las IE e incorporar el manejo de tecnologías más sostenibles que ayuden a la conservación de los recursos naturales.

Los sistemas silvopastoriles fueron diseñados con cada institución educativa, a partir de las condiciones propias con la participación de estudiantes y docentes como parte de su proceso formativo y reconocimiento del entorno, promoviendo la conservación de los recursos existentes y el dialogo de saberes.

5. RECOMENDACIONES

Profundizar en las investigaciones que integren las áreas básicas del conocimiento de las instituciones educativas con énfasis en ciencias agrarias para el desarrollo y fortalecimiento de los proyectos productivos.

Difundir con los productores de la región el conocimiento adquirido acerca de la importancia de implementar sistemas silvopastoriles y los beneficios que se generan en pro de la conservación ambiental y la productividad de la región.

Realizar acompañamiento en la implementación de las estrategias propuestas en las instituciones educativas relacionadas con los sistemas silvopastoriles propuestos en el presente trabajo.

Se recomienda que una vez implementado el sistema silvopastoril se realice la evaluación de sustentabilidad de las granjas de las instituciones educativas para evaluar los cambios surgidos con el proceso de implementación en relación a la situación inicial, encontrada con el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ACHKAR, Marcel. Indicadores de sustentabilidad. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio [en línea]. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Departamento de Geografía Montevideo: 1999 [citado 10, noviembre, 2010]. Disponible en internet en: <http://tecrenat.fcien.edu.uy/Evaluacion%20de%20recursos%20naturales/Materiales/Indicadores.pdf>.

ALCALDÍA MUNICIPIO DE EL TAMBO. Plan de Desarrollo Municipal 2016 - 2019. El Tambo Cauca: 2016.

ALTIERI, M. Principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. 2001.

_____ y NICHOLLS, Clara I. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 2013, vol. 8, no 1, p. 7-20.

ÁLVAREZ, Alexandra Elizabeth Barrera, et al. Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. *Ciencia y Tecnología*, 2015, vol. 8, no 2, p. 13-27.

ANDRADE, H. La cartografía social para la planeación participativa: experiencias de planeación con grupos étnicos en Colombia. Cali: 2001.

ARCE BARBOZA, B.; PEÑA QUIÑONES, A. y CÁRDENAS ROCHA, E. Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2013.

ASTIER, Marta; MASERA, Omar R.; GALVÁN-MIYOSHI, Yankuic. Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional. Valencia: SEAE, 2008.

CANO GALLEGO, Jairo; RODRIGUEZ CLAVIJO, Ricardo; ARCILA ARANGO, Mónica. Lineamientos conceptuales y metodológicos sobre proyectos pedagógicos productivos. IICA, Bogotá (Colombia), 2003.

CASTELLANOS, J. Guía para la interpretación del análisis de suelo y agua. 2015.

CASTELLÓN, René Salvador. Condición de la unidad de experimentación y validación Las Mercedes, para el establecimiento de sistemas agroecológicos, basados en la gestión

educativa-formativa, sostenibilidad y Agroecoturismo. 2018. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Agraria.

COLOMBIA. INSTITUTO TÉCNICO AGROPECUARIO Y FORESTAL (ITAF). El Tambo – Cauca, 2018.

COLOMBIA. UPRA. Departamento del Cauca, suelos para ganadería. Bogotá: 2018.

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

ESCOBAR, Hernando Criollo, et al. Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 2016, vol. 19, no 1, p. 105-113.

FAO, GORDILLO Gustavo; MÉNDEZ, Obed. Seguridad y Soberanía Alimentaria. Documento base para discusión. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-ax736s.pdf>, 2013.

FERRARI, A. E.; WALL, Luis Gabriel. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 2015, vol. 105, no 2, p. 63-87.

GALLEGO-CASTRO, Luis Alberto; MACHENA-LEDESMA, Liliana; ANGULO, Joaquín. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Agronomía Mesoamericana, 2014, vol. 25, no 2, p. 393-403.

GEILFUS, Frans. 80 herramientas para el desarrollo participativo. IICA, 2002.

GIRALDO, JULIÁN; SINISTERRA, JUAN ARMANDO; MURGUEITIO, Enrique. Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. LEISA revista de agroecología, 2011, vol. 27, no 2.

GLIESSMAN, Stephen R., et al. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Revista Ecosistemas, 2007, vol. 16, no 1.

GUTIÉRREZ V., Braulio A., FIERRO G., Luis H. Diagnóstico y diseño participativo en sistemas agroforestales. Manual y guías de campo. CORPOICA. Tibaitatá, 2006.

GUTIERREZ, Leadith Alexandra, et al. Diseño de un sistema integrado de producción agropecuaria en el municipio de Popayán (Cauca). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, 2013, vol. 11, no 2, p. 164-172.

IGLESIAS SALVADO, Cristina. Gestión Compartida e integración de recursos y objetivos. Universidad de Buenos Aires, 2004.

JAMA, B., et al. Tithonia diversifolia como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo en el oeste de Kenia: una revisión. Sistemas agroforestales, 2000, vol. 49, no 2, p. 201-221.

LONDOÑO, Luis A., et al. Instrumento para la caracterización general de sistemas cafeteros del departamento del cauca. Popayán, 2015.

MARASAS, Mariana, et al. Transición agroecológica: características, criterios y estrategias. Dos casos emblemáticos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Agroecología, 2015, vol. 10, no 1, p. 49-60.

MARTÍNEZ RESTREPO, S.; PERTUZ, M.C. & RAMÍREZ, J.M. La situación de la educación rural en Colombia, los desafíos del posconflicto y la transformación del campo. Bogotá: 2016.

MURGUEITIO, Enrique, et al. Árboles nativos y arbustos para la rehabilitación productiva de tierras ganaderas tropicales. Ecología y Gestión Forestal, 2011, vol. 261, no 10, p. 1654-1663.

OSPINA P., C.M.; HERNÁNDEZ R., R.J.; SÁNCHEZ O., F.A.; RINCÓN, E.A.; RAMÍREZ C., C.A.; GODOY B., J.A.; MEDINA O., J.A; OBNADO B., D. El nogal cafetero Cordia alliodora (Ruiz y Pavón) Oken: Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona Andina colombiana. Chinchiná: FNC: CENICAFÉ, 2010. 48 p

PETERS, M., FRANCO, T., SCHMIDT, A., & HINCAPIÉ, B. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano. Cali, Colombia: 2010.

QUISPE LIMAYLLA, Aníbal. El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2015, vol. 6, no 1, p. 83-95.

RACZYNSKI, D. y ROMÁN, M. Evaluación de la educación rural. Chile: 2016.

REPÚBLICA DOMINICANA. Programa de apoyo al mejoramiento de la productividad y competitividad del sector agropecuario. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, 2016.

RIVAS, Silenia; OBALLOS, Jajaira; OCHOA, Guido y SANTIAGO, Jonny. Ensayo metodológico de evaluación de tierras para la captación de agua en dos microcuencas del Río Santo Domingo, Mérida, Venezuela. En: INCI, 2005, vol.30, no.6, pág. 46-55.

ROA, Elcy Corrales; TORRES, Luz Elba. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos. Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos, 2002.

RODRÍGUEZ-GÓMEZ, David; SALLÁN, Joaquín Gairín. Innovación, aprendizaje organizativo y gestión del conocimiento en las instituciones educativas. Educación, 2015, vol. 24, no 46, p. 73-90.

RÚA, M. Las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional. produccion-animal. com. ar. Recuperado el, 2009, vol. 20.

SOTO MONTOYA, Camilo. Establecimiento de un sistema de pastoreo Voisin y evaluación de la productividad forrajera en una finca de ceiba en Puerto Berrio Antioquia. 2014. Tesis Doctoral. Corporación Universitaria Lasallista.

STEVENSON, Philip C., et al. Quimiotipos distintos de *Tephrosia vogelii* e implicaciones para su uso en el control de plagas y el enriquecimiento del suelo. Fitoquímica, 2012, vol. 78, pág. 135-146.

TALERO, E. Modelo de educación Ambiental para la capacitación de docentes. Bogotá: 2017.

URIBE F. *et al.* Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. 2011. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78p.

VELASCO, Sandra; VIVAS QUILA, Nelson Jose; TERAN, Víctor Felipe. Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, 2016, vol. 14, no 1, p. 135-144.

VERA, Manuel; GALLARDO, Alejandra; BROCCOLI, Ana. Proceso de valorización de saberes y agregado de valor a la biodiversidad local: la Casa de Semillas de Quili Malal,

Argentina. En V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (La Plata, 2015). 2015.

VINUEZA, Marco. Teca. Ficha Técnica N°1. En: Ecuador Forestal, 2012.

ZAMBRANO BERMEJO, R.G., & CEDEÑO BRAVO, J.G. Alimentación sana en el rendimiento escolar de los estudiantes del subnivel elemental de la unidad educativa "Santa María" periodo lectivo 2017-2018 propuesta Talleres de sana nutrición. Quevedo: 2017.

HIDALGO ZAPATA, V.Y. Caracterización de los componentes sociodemográficos, culturales, ambientales y agroecológicos para promocionar la agricultura urbana en la comunidad invasión "La Carrilera" del Municipio de Tuluá Valle del Cauca. Universidad del Cauca, Popayán: 2018.

ZULUAGA A.F.; GIRALDO C. y CHARÁ J. 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: 2011, 36 p.

ANEXOS

ANEXO A. Historia y evolución de las Instituciones Educativas

Historia y evolución de la Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé

Mediante entrevista semiestructurada con el docente Cleodmiro Macías y los estudiantes de la Universidad del Cauca Alexander Gil y Yesika Pedroza, se desarrollaron una serie de preguntas que permitieron conocer la historia y evolución que ha tenido la institución desde su fundación, esto gracias a que el docente es uno de los fundadores de la misma y aún labora ahí. Esta trayectoria le permite brindar información de primera mano de los hechos que han ocurrido en todos estos años y los diferentes procesos por los que ha pasado la institución, también hace un reconocimiento de las generaciones que por ahí han pasado y de los logros que han alcanzado.

La Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé es una institución rural con vocación agroindustrial, enfocada principalmente en la transformación de productos lácteos; según la época del año en ocasiones realizan la transformación de los frutos de cosecha.

La institución educativa tuvo sus orígenes en 1987 cuando un grupo de maestros toman posesión del terreno, para sentar las bases del mismo colegio; iniciaron sus labores académicas con estudiantes de primaria, pero fue legalmente constituido como institución en 1992, como colegio satélite de la Institución Educativa Liborio Mejía. Aunque actualmente no tienen escrituras del terreno, tienen copias de un documento dado por el INCODER que les permite tener propiedad, Lo que les permitió desde 1992 ampliar la cobertura de primaria hasta el grado noveno.

La gestión para legalizar las tierras la debe realizar el rector junto con el alcalde que se encuentre gobernando en su momento, pero no ha sido posible que algún mandatario se comprometa con dicha gestión.

Lo anterior le ha impedido a la institución participar en convocatorias y programas realizados por diferentes entidades, limitando la capacidad de gestión y ejecución de recursos. Históricamente donde están ubicadas las aulas es donde se encontraba la casa antigua de la hacienda.

En sus inicios el colegio se cultivaba plátano, frijol, maíz y yuca, y como proyecto pecuario siempre se ha trabajado con ganado bovino y en algunos momentos porcinos.

Proyectando en el crecimiento de la institución los profesores y padres de familia pensaron en formas y proyectos para ejecutar en la institución y que les permitiera a los estudiantes

pensar en salir de la zona, de ahí surgió el proyecto de la rallandería que aún funciona en la actualidad, (aunque operado por terceros) y la conformación de una cooperativa con el fin de hacer préstamos a padres de familia, la cual por deficiencias en la administración de los recursos no funcionó por mucho tiempo. También se pensó en la construcción de un trapiche panelero, pero ese proyecto no se logró establecer porque no se lograron gestionar los recursos financieros suficientes para tal fin.

En la década de los 90' en la institución se cultivaba plátano y se comercializaba en El Tambo o en Timbío principalmente, actualmente no se cultiva por las difíciles condiciones ambientales, ya que los veranos ahora son más prolongados y fuertes sin olvidar los vendavales que destruyen las plantas y limitan en gran medida su producción.

En tema académico muchos de los primeros estudiantes aprovecharon bien el tiempo y hoy en día son grandes profesionales, para lograr esto los profesores de la época los motivaban y les hablaban sobre las posibilidades, ventajas y opciones para el futuro que podían llegar a tener si continuaban estudiando, por eso actualmente tienen egresados que trabajan fuera de la zona de origen pero que ocasionalmente regresan a la institución a dar charlas motivando a los estudiantes de las nuevas generaciones, algunos de estos egresados trabajan en diferentes carreras y hay otros tantos que decidieron continuar estudiando y están vinculados a la educación superior.

La institución cuenta con el servicio de albergue desde hace 20 años para los estudiantes que llegan de las zonas más lejanas, en esos años y apoyados por la curia, llegaron a albergar hasta 25 estudiantes, en ese entonces el albergue se ubicaba al lado del templo.

En ese tiempo cuando no había puente y llegaba el invierno los estudiantes tenían que pasar por el río Quilcacé para poder llegar a la institución a recibir las clases, era una actividad muy peligrosa, pero dado el compromiso de los estudiantes con su formación el Monseñor de ese tiempo inició la gestión para la construcción de un puente que en últimas benefició a toda la comunidad.

El albergue se encuentra funcionando en las instalaciones de la institución desde el 2012, el departamento los apoya con los alimentos y los mismos estudiantes se apoyan con las actividades de cuidado y mantenimiento del lugar, así mismo ellos preparan el alimento a su gusto. Actualmente viven ocho estudiantes y un profesor en el albergue, la convivencia entre ellos es buena, exaltando el buen comportamiento entre ellos. Antes en la parte productiva de los proyectos eran los estudiantes junto con los profesores quienes en su mayoría desarrollaban los proyectos productivos porque en los años 90' los estudiantes eran de mayor edad en el bachillerato, los estudiantes se graduaban en promedio con 20 años de edad, lo que les facilitaba realizar trabajos del campo. Ahora como la edad promedio en el bachillerato ha disminuido (17 años en grado once), es necesaria la intervención en algunos momentos de los padres de familia en el desarrollo de mingas para realizar algunas adecuaciones a la planta física o a los proyectos productivos.

Cuando se desarrollan las mingas, solamente trabajan los padres de familia, mientras que los estudiantes al ser pequeños siguen dedicados a las labores académicas. Las mingas son programadas por grados, de acuerdo a las asignaturas que tendrán en ese año, lo que les permite a los padres participar cada mes o cada dos meses, según las necesidades del proyecto que estén apoyando, de esta forma se integran más los padres de familia con la institución. En el ámbito social y de orden público las cosas en estos momentos se encuentran calmadas, ya que hace un tiempo hubo presencia de los Paramilitares "...el terror lo mata a uno, y máxime, cuando uno tiene que viajar cada semana, donde cada vez que salías te preguntaban de dónde vienes, hacia dónde vas, con palabras tan bravas para meterle terror..." de esos tiempos a ahora las cosas han cambiado considerablemente, la forma de pensar es diferente, pues hace muchos años lo prioritario era tener con qué defenderse, ahora lo prioritario para la comunidad es arreglar bien su vivienda y enviar a los muchachos a estudiar.

En estos momentos los docentes de la institución también están interesados en reforzar la parte agroindustrial que es la vocación principal de la institución. Esto con el fin de ofrecerles a los estudiantes alimentos transformados por ellos, y que les aporte a su dieta diaria tratando de disminuir el consumo de frituras. Con la transformación y venta de sus propios productos también se pretende mejorar los ingresos a los proyectos productivos con el fin de que sean más rentables y poder mejorarlos continuamente, por ahora, se hace la transformación de una parte de la leche producida en yogurt y arroz de leche, el excedente es llevado al tanque de acopio que recientemente fue instalado por Alpina.

La institución históricamente ha tenido en funcionamiento tres proyectos pecuarios (ganado bovino, cerdos y aves de engorde), a veces funcionaban bien y otras no tanto, pero lo importante es que han funcionado como un ahorro para algunos momentos de crisis o de necesidad de la institución como la adquisición de algunos implementos como balones o el mismo restaurante escolar. La mayor dificultad que han tenido con los proyectos ha sido la continuidad y el cuidado, ya que no cuentan con un granjero y son los mismos profesores y estudiantes que se encargan de manejarlos, los fines de semana y en las vacaciones los proyectos se ven afectados porque no hay quien esté pendiente de ellos y la producción se ve muy afectada.

Otro factor que afecta las producciones es el cambio climático tan fuerte que se ha visto últimamente, en la actualidad no es posible sembrar plátano por lo fuertes vendavales y la intensidad del verano, en los pecuarios aunque la disponibilidad del agua es permanente no tienen un sistema de riego establecido que permita la irrigación de las praderas y tener una oferta permanente de forraje para el ganado, Macías C., 2018.

Historia y evolución del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal ITAF

Mediante entrevista semiestructurada con el Rector José Libardo Collazos, el granjero Wilson Gutiérrez y los estudiantes de la Universidad del Cauca Alexander Gil y Yesika Pedroza, se desarrollaron una serie de preguntas que permitieron conocer la historia y

evolución que ha tenido la institución por su trayectoria de más de 20 años de labor en ella. Esta trayectoria les permite brindar información de primera mano de los hechos que han ocurrido en todos estos años y los diferentes procesos por los que ha pasado la institución, haciendo también un reconocimiento de las generaciones que por ahí han pasado y de los logros que han alcanzado.

Hace 20 años, Octubre de 1987, se da inicio a una nueva historia, en el desarrollo social, para la comunidad rural del corregimiento de Fondas Municipio de El Tambo y sus alrededores; el inicio del servicio educativo formal, por parte del entonces, llamado Hogar juvenil campesino, Centro educativo construido con el apoyo de la Fundación Smurfit Cartón de Colombia y la comunidad rural del municipio, albergando un total de 60 jóvenes, deseosos de continuar su desarrollo personal a través de la educación ; jóvenes venideros de distintas comunidades, tales como: Fondas, Chicueña; Chisquio; Chapa; Limoncito, Sabanetas, Uribe, Los Anayes, Cauquita, Cuatro esquinas, Pueblo Nuevo, La Paz, La Paloma y el Zarzal; con ellos, el centro educativo se abrió paso en este gran y muy complejo mundo de la educación, donde, desde su comienzo, ha tenido como propósito, contribuir al desarrollo social de la comunidad rural del municipio, formando jóvenes que se constituyan en líderes que propendan por el bienestar personal, familiar y comunitario.

En todo este lapso de tiempo, han sido, muchas las dificultades que la institución ha tenido que sortear para sostenerse en esta comunidad y de esta manera seguir ofreciendo su servicio educativo; pero, igualmente son muchas más las satisfacciones y los logros que la institución ha alcanzado en estos 27 años de servicio educativo. Los siguientes son los hitos históricos relevantes que la institución ha tenido en este lapso de tiempo:

Año de 1.987

Inicia sus labores educativas, con el nombre de Hogar juvenil campesino

El sistema pedagógico utilizado para el proceso de enseñanza – aprendizaje es el Sistema de Aprendizaje Tutorial (SAT) creado por la Fundación para la Aplicación y Enseñanza de las Ciencias (FUNDAEC)

La enseñanza es orientada por 4 tutores

Ofrece el servicio de Residencia o internado a todos los estudiantes

Año de 1.988

Cambia su razón social, llamándose a partir de este año Hogar agrícola y forestal El Tambo.

Año de 1.993

Finaliza e inicia a la vez una etapa importante en el desarrollo institucional, pues se dan cambios radicales, tanto en el aspecto académico como en el servicio ofrecido, los cambios fueron los siguientes:

Se modifica su razón social, denominándose a partir de este año Instituto técnico agropecuario y forestal Smurfit Cartón de Colombia El Tambo.

Se cambia el modelo pedagógico del SAT, por el Bachillerato Agropecuario Formal establecido por el Ministerio de Educación Nacional (M.E.N)

El bachillerato Agropecuario se inicia con los grados 6º, 7º, 8º; y un total de 54 estudiantes. Hoy se ofrece el servicio educativo desde grado 6º a grado 11º.

Se contratan docentes con título universitario: licenciados en las áreas académicas y profesionales en el campo agropecuario.

Se suspende el servicio de residencia o internado para los estudiantes

Año de 1997

El ITAF gradúa la primera promoción de Bachilleres Técnicos Agropecuarios (16 estudiantes)

Año 2003

Por factores relacionados con el bajo número de estudiantes con el que se finalizó el año 2002, la Fundación Smurfit Cartón de Colombia, decide, a partir de una evaluación interna y externa, implementar cambios en su estructura curricular, de tal manera que fortalecieran la calidad y pertinencia del servicio educativo ofrecido; en este sentido, el ITAF:

Implementó en el año 2003, el sistema pedagógico por ALTERNANCIA, con grado 6º, y gradualmente año por año en los otros grados (7º a 11º)

Ofrece nuevamente el servicio de residencia o internado para los estudiantes de veredas lejanas.

Año 2004

El Ayuntamiento de Madrid (España) con apoyo de la ONG UNEFA-definición, aprueban un proyecto por valor de 232.000 Euros, para fortalecer la implementación del sistema pedagógico por Alternancia

Año 2005-2006

Con recursos del proyecto, del ayuntamiento de Madrid y UNEFA, se construyen y se dotan: residencias para 32 niños, sala de informática, sala de lectura y biblioteca, laboratorio de ciencias naturales; se apoya la dotación del restaurante escolar; se compra una motocicleta, se adquiere una lavadora; se fortalece el capital semilla del fondo rotatorio con \$ 62.000.000; se ofrece una pasantía de 2 meses en las EFAS de España a un total de 6 docentes de los ITAF de El Tambo y Cajibío, para fortalecer el conocimiento sobre el modelo pedagógico de la Alternancia.

Año 2008

Se gradúa la primera promoción de estudiantes con la metodología de ALTERNANCIA, en total 31 estudiantes

El ITAF hace parte de la Unión Temporal en Alianza con la Fundación Universitaria Católica del Norte (FUCN) y otras Organizaciones productivas para fortalecer la educación técnica y tecnológica; apoyada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN)

Año 2009

Se da inicio al Técnico profesional en establecimiento y aprovechamiento de plantaciones forestales en alianza con la Fundación Universitaria Católica del Norte

Se ajusta el plan de estudios del Área Técnica, a normas por competencias laborales

Año 2011

El ITAF recibió el certificado que otorga la Fundación Cream Helado -Proyecto Educativo líderes Siglo XXI- por haber terminado y aprobado con éxito la capacitación sobre la Gestión Integral de la Calidad en el XI Congreso Nacional de Gestión Integral en la Educación, un aporte al País

El ITAF establece una alianza con la Fundación Colombia, para desarrollar el proyecto "Mejoramiento de Ambientes Pedagógico-productivos en el ITAF El Tambo", con el que se fortaleció el componente pedagógico (proyecto de vida; elaboración de módulos por competencias para el Área Técnica), el productivo (mejoramiento de la pira y compra pie de cría bovino) y el comunitario (apoyo a 7 escuelas con el proyecto de vida)

En alianza con el SENA, se desarrollan: el Técnico en Primera Infancia y Técnico en Sistemas, beneficiando un total de 55 personas de la comunidad

Mejoramiento de la TICs, a través de la conectividad (Internet)

Año 2012

Se finaliza y colocan en uso los cuadernos y normas por competencias laborales de las asignaturas: Agrícola, Pecuaria y Forestal de los grados 6º a 11º

El ITAF obtuvo el mejor promedio de las pruebas Saber 11, de entre las 20 Instituciones educativas del Municipio de El Tambo

El ITAF, obtiene la matrícula para acceder al suministro de agua potable del acueducto Pandiguando- Piagua

Conformación y puesta en marcha de la escuela de padres como complemento al desarrollo de la estrategia Proyecto de Vida

Año 2015

Inicia la alianza con el SENA en el proceso de articulación de la Media con la Técnica para desarrollar el Técnico en Sistemas Agropecuarios Ecológicos

El ITAF es admitido como miembro de la Asociación Internacional de Movimientos Familiares de Formación Rural por Alternancia (AIMFR), en asamblea desarrollada en el marco del X Congreso Internacional de la AIMFR, realizado en Paris (Francia)

Otros resultados importantes:

Ampliar la cobertura educativa: se pasó de 60 estudiantes en el 2002 a 200 actualmente Graduar 17 promociones con un total de 300 estudiantes, como bachilleres Técnicos Agropecuarios y Forestales.

En el año 2003 se Implementa un Fondo rotatorio con un capital semilla de \$ 10.000.000 donado por la Fundación Smurfit Cartón de Colombia; para apoyar las iniciativas productivas de los estudiantes y sus familias. Su principal objetivo: contribuir con la formación personal del joven para lograr cambios trascendentales en su calidad de vida a nivel personal, familiar y comunitario, Collazos J., 2018.

ANEXO B. Especies concertadas con los docentes de las instituciones educativas para la implementación de los sistemas silvopastoriles

Nombre científico: *Tithonia diversifolia*

Nombre común: Botón de oro, mirasol, margarita y quil amargo.

Figura 1. Botón de oro



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano.

Utilización: Corte, acarreo, barreras vivas, barbecho mejorado, fuente de néctar para las abejas y medicina (árnica).

Descripción: Planta herbácea de 1.5 a 4 m de altura, a menudo glabra, hojas alternas de 7 a 20 cm de largo de bordes aserrados, inflorescencia en capítulos con pétalos amarillos.

Adaptación: Crece en diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2500 m; precipitaciones desde 800 a 5000 mm y en un amplio rango de suelos desde ácidos hasta neutros y de suelos pobres hasta fértiles.

Establecimiento: Su establecimiento se hace con semilla o por estaca que es la forma más efectiva, utilizando material vegetativo proveniente de plantas jóvenes, tomando tallos de 50 cm de largo y 2 a 3.5 cm de diámetro y que posean 3 a 4 yemas. Los tallos se siembran en forma horizontal o inclinada sin taparlos totalmente.

Manejo: No se conoce requerimientos de esta especie, pero se ha notado disminución de la producción cuando se realizan cortes sucesivos; si es utilizada para consumo animal se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte. La altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm cada 7 semanas.

Valor nutritivo: Su contenido de proteína bruta 138 varía de 28.5% a los 30 días de rebrote hasta 14.8% a los 89 días. La DIVMS (harina) es de 63 – 65.

Producción de semilla: Produce semilla pero ha presentado problemas de viabilidad, su propagación se hace por estacas siendo fácil y efectivo

Nombre científico: *Cratylia argentea*
Nombre común: Cratylia

Figura 2. Cratylia



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano.

Utilización: Corte, acarreo, suplemento en sequía, banco de proteína, concentrado, pastoreo, barrera viva, heno y ensilaje.

Descripción: Arbustiva perenne, erecta y algunas rastreras, altura normalmente entre 1.5 a 3 m, raíces profundas, hojas trifoliadas; flores de color lila y en raros casos blanco, Vainas dehiscentes de 20 cm de largo, con 4 a 8 semillas circulares de color amarillo oscuro a marrón.

Adaptación: Se adapta bien a diferentes suelos pero necesita buen drenaje; pH de 3.8 a 6.0, adaptada a suelos de baja fertilidad. Crece desde el nivel del mar hasta 1200 m con precipitaciones de 1000 a 4000 mm. Tiene alta tolerancia a sequía, permanece verde, rebrota en sequías prolongadas de 6 a 7 meses y tolera fuego.

Establecimiento: Se siembra en líneas, con distancias de 1.5 m entre surcos y 1m entre plantas. Se puede sembrar en forma directa con dos semillas por sitio a una profundidad 1 a 2 cm, o a través de viveros. Se recomienda hacer viveros si es necesario resembrar; para semilleros se siembra a 3 x 3 m; es una planta que mejora las condiciones físicas y químicas del suelo.

Manejo: La *Cratylia* se puede cortar por primera vez cuatro meses después de la siembra y cuando ésta tenga 1 m de altura; es tolerante a cortes frecuentes con intervalos de 50 a 90 días, inclusive en época seca. Se corta a 30 – 90 cm sobre el nivel del suelo.

Valor nutritivo: Tiene un valor nutritivo alto, siendo uno de los mejores para arbustivas adaptadas a suelos ácidos e infértiles. La PC se encuentra de 18 – 30% y la digestibilidad de 60 – 65%.

Producción de semilla: Los rendimientos están entre 500 – 700 kg/ha/año. La producción de semilla no es uniforme y tiene una duración de varios meses (2 a 3)

Nombre científico: *Centrosema molle* Mart. ex Benth.

Nombre común: Centro, Campanilla, choreque, patito, pin-pin y gallinita.

Figura 3. Centrosema molle



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Utilización: Banco de proteína, cobertura, abono verde, barbecho mejorado, heno, ensilaje y pastoreo.

Descripción: Leguminosa herbácea perenne, postrada a enredadera, de 40 – 50 cm de altura, raíces pivotantes y vigorosas. Tallos delgados, rastreros; Flores grandes y vistosas de color lila y las vainas, de color castaño oscuro, semillas de forma oblonga y de color castaño-negro.

Adaptación: Crece hasta 1700 m.s.n.m., precipitación de 1000 – 1750 mm/año. Se adapta a suelos con baja a mediana fertilidad, niveles bajos de P, con pH de 4.5 – 7.0 y a un rango amplio de textura del suelo, desde arenoso-franco a arcillo-limoso, permanece verde durante 4 a 5 meses de sequía.

Establecimiento: Se siembra al voleo o en surcos a una distancia de 0.5 a 1 m entre surcos y 5 cm entre plantas, utilizando de 4 – 5 kg de semilla/ha y a una profundidad de siembra de 2 – 3 cm con semillas escarificadas. Se establece moderadamente rápido.

Manejo: Se debe controlar las malezas durante su establecimiento. No tolera pastoreo intensivo y continuo, para garantizar su persistencia las asociaciones deben pastorearse en forma rotacional con un período de descanso que permita la recuperación de la leguminosa. Para heno y ensilaje se corta antes de floración.

Valor nutritivo: la PC es de 15 – 25% y digestibilidad de 50 – 65%.

Producción de semilla: Produce de 200 – 500 kg/ha con 60% de semilla pura.

Nombre científico: *Trichanthera gigantea* Nees

Nombre común: Quiebra barrigo, nacedero, madre de agua, palo de agua, naranjillo, tuno y trichantera

Figura 4. Nacedero.



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Utilización: Corte, acarreo, barreras vivas, barbecho mejorado, alimento para monogástricos, pigmento, conservación de fuentes de agua, sombrío, usos medicinales en humanos y animales.

Descripción: Planta arbórea mediana de más de 5 m de altura, produce muchas ramas, de hojas ovales a oblongas; flores pequeñas de color amarillo ocre, con la corola roja y anteras pubescentes. El fruto es pequeño con 30 a 40 semillas, también muy pequeñas.

Adaptación: Está distribuida en muchos países del trópico americano. Crece en diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2000 m; con precipitaciones desde 1000 a 3000 mm y no tolera heladas. Bien adaptado a suelos ácidos (pH 4.5) e infértiles y tolera sombra.

Establecimiento: Su establecimiento se hace principalmente utilizando material vegetativo, por estaca que es la forma más efectiva, tomando tallos de 30 a 50 cm de largo y 2 a 3.5 cm de diámetro y que posean más de dos yemas. Las estacas se siembran en forma horizontal o inclinada sin tapar totalmente. Puede hacerse en forma directa o en invernadero para después trasplantar al campo utilizando un patrón de 1 x 1.

Manejo: No se conoce requerimientos de esta especie pero se ha notado disminución de la producción cuando se realizan cortes sucesivos; para consumo animal se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte. La altura de corte se puede realizar a 1 m cada 3 meses.

Valor nutritivo: El contenido de PC está entre 12 a 22% y una digestibilidad entre 50 y 70%.

Producción de semilla: Produce semilla pero ha presentado problemas de viabilidad y su propagación se hace por estacas, siendo fácil y efectivo.

Nombre científico: *Morus alba*.
Nombre común: Morera

Figura 5. Morera



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Utilización: En América Latina se usa como alimento de alta calidad para bovinos rumiantes, pero también para cerdos y aves; además, se puede usar para peces.

Descripción: Morus es un árbol, el cual puede alcanzar 10 a 25 m de altura. Presenta hojas alternas, ovales, de color verde brillante. Tiene flores pequeñas, los frutos compuestos son de color blanco a rojo o negro.

Adaptación: Crece bien desde 0–4000 msnm, desde sitios húmedos hasta semi-áridos (con irrigación). Tolera algo de sequía y frío. Se adapta bien a suelos neutros con pH de 6.0 a 7.5, bien drenados y profundos. No tolera sombra.

Establecimiento: La propagación más común es con estacas pero en algunos sitios también se usan semillas. Para producir frutos la distancia de siembra entre plantas es 3 a 4 m, para uso como forraje a 75 cm.

Manejo: Morera no fija N y requiere fertilización para crecer bien, dependiendo del análisis de suelo y el uso. Combina bien con gramíneas y otras arbustivas como *Gliricidia sepium*. El primer corte se hace a los 12 meses después de establecida con cortes cada 3 meses en lluvias y 4 meses en sequía a una altura de 0.3 m a 1.5 m. Cada 3 años se debe realizar una poda a 25 cm de altura para mejorar rebrotes.

Valor nutritivo: su contenido de proteína es de 15 a 28%, dependiendo de la variedad, edad y condiciones ambientales. Tiene alto contenido de minerales y muy alta digestibilidad de las hojas de 75 a 89%.

Producción de semilla: Se pueden cosechar semillas a mano, pero se le debe quitar la pulpa a las semillas lo más pronto posible. No hay producción comercial de semilla.

Nombre científico: *Cordia alliodora*

Nombre común: Nogal o nogal cafetero, moho, solera o canaleta, pardillo móncoro, vara de humo

Figura 6. Nogal cafetero



Fuente: Tomado y modificado de la web: www.cenicafe.org/es/publications/nogal.pdf

Utilidad: La madera se emplea en la fabricación de muebles finos, chapas decorativas y en la construcción además de que brinda Sombrío y Restauración ecológica.

Descripción: Es un árbol que crece hasta 45 m de altura y alcanza 90 cm de diámetro. Su tallo es cilíndrico, corteza externa gris a pardo e interna de color amarillo claro, que se oxida y emana un olor “dulce” cuando se corta. A medida que el árbol crece las ramas inferiores se van secando y caen, quedando cicatrices visibles; esto se conoce como poda natural. El sistema radical es amplio y profundo, con raíces laterales bien desarrolladas y una raíz principal grande y profunda, la cual comúnmente se bifurca después de los 2 m de profundidad en el suelo. Las hojas son simples, alternas, de 5 a 18 cm de largo y 4,5 a 9 cm de ancho. Las flores son blancas, pequeñas, de forma tubular, de 1,2 a 1,5 cm de ancho y largo.

La madera tiene una densidad básica de 0,39 g/ cm³ y propiedades físico-mecánicas medias a altas. Es blanda y se considera de muy buena calidad, fácil de trabajar y de pulir, con albura de color amarillento a café- pálido y duramen (corazón) de color marrón con rayas oscuras.

Adaptación: El nogal se comporta bien en suelos profundos y con buen drenaje. Es una especie que exige luz, por ello debe sembrarse en espacios abiertos; aunque en sus primeros estados tolera sombra parcialmente. Es sensible a las variaciones en las condiciones edáficas y presenta diferencias notables de crecimiento en un mismo lote. Si bien la especie es ampliamente usada en la zona cafetera, su comportamiento comparativo es mejor en la medida que se planta a menores altitudes. No es recomendable sembrarlo por encima de los 1.900 msnm.

Establecimiento: En las fincas, el nogal puede sembrarse al interior de los lotes con café o cacao (sistema agroforestal), en los linderos (cercas vivas) o en lotes independientes (plantaciones homogéneas).

Los frutos deben cosecharse una vez garantizada su madurez, lo cual ocurre cuando el fruto presenta una coloración marrón oscura. Existe una semilla por fruto, el número de semillas por kilogramo está entre 30.000 y 40.000, con unas 25.000 semillas viables.

Para una correcta propagación de las semillas deben adecuarse germinadores, para posterior trasplante a bolsas o contenedores plásticos. La altura y diseño de los germinadores depende del tiempo en el vivero; se pueden instalar desde el nivel del suelo, en sitios de buen drenaje, hasta 1,3 m, altura que facilita las actividades de manejo de las plántulas. El ancho del germinador no debe ser superior a 1 m, para facilitar las labores de resiembra y repique de plántulas, y su longitud depende de los requerimientos de producción de plántulas. En condiciones normales de desarrollo, se obtienen plantas listas para la siembra en el campo entre los 90 y 120 días después del trasplante, cuando las plántulas tengan 25 cm de altura en bolsa cafetera y 15 cm en contenedor plástico.

Nombre científico: *Tectona grandis*
Nombre común: Teca

Figura 7. Teca



Fuente: Tomado y modificado de Sociedad Española de Ácidos Húmicos

Utilización: La teca es una especie de madera de bonito aspecto, con colores que van desde el dorado hasta el marrón oscuro, conocida como la reina de las maderas por sus características de dureza y resistencia pasando por los tonos rojizos. Se usa en muebles, Carpintería, ebanistería, durmientes, pisos, partes para vehículos, instrumentos musicales, artículos deportivos, juguetes, embalajes, tanques, tonelería, cajonería, chapas decorativas, postes para construcción, transmisión y cercas, cabos para implementos, tornería, artesanías, pilotes para puentes, leña y carbón, implementos agrícolas, carrocerías.

Descripción: Árbol que alcanza alturas mayores a 30 m de altura y 80 cm de DAP. Su Tronco recto, con tendencia a bifurcarse o ramificarse en exceso si crece aislado, corteza externa castaño claro, escamosa y agrietada; corteza interna blanquecina. Su Copa angosta cuando joven, y medianamente amplia cuando adulta. Las hojas simples opuestas, ovales, grandes, verde oscuro y ásperas en el haz, blanquecinas y tomentosas en el envés, deciduas. Sus flores blanquecinas, pequeñas, agrupadas en grandes panículas terminales erectas y el fruto drupa café cuadrilobulada con una semilla pequeña, oleaginosa bastante dura.

Adaptación: crece bien desde en nivel del mar hasta los 800 msnm, con una precipitación de 1.000 – 2.200 mm y una temperatura de 22 – 28°C. Se adapta en suelos franco-arcilloso-arenosos, con pH de 5.0 a 8.5 pero se desarrolla mejor con pH de 6.5 a 7.5. Prefiere suelos con un metro de profundidad para desarrollar sus raíces; no tolera el agua estancada, ni la arcilla anaeróbica. En suelos poco fértiles presenta menor crecimiento y altura.

Establecimiento: Esta especie se utiliza principalmente en plantaciones industriales, requiere de mucha luz, por lo que se recomienda realizar plantaciones a campo abierto.

Listo y preparado el terreno, se realiza la plantación a espaciamientos de 4x4 m (densidad de 625 plantas/ha) o de 4x3 m (densidad de 833 plantas/ha).

Producción en vivero. Las plántulas se producen en bancales semilleros empleando una distancia de 5x5 cm, la germinación se inicia a los 10 días después de la siembra. El trasplante se realiza inmediatamente después de la germinación cuando las plantas tienen unos 3 cm de altura a fundas de polietileno o macetas (bandejas). Estas pueden permanecer de 3 – 4 meses, donde adquieren tamaños de 20 a 25 cm de altura.

Tratamiento Pre germinativo: Dependen de si la semilla tiene exocarpo (cubierta tipo corcho) o es escarificada; con exocarpo hay varios tratamientos, el mejor consiste en la inmersión en agua durante la noche, y en el día exponerla al sol sobre una lona, repitiendo el procedimiento durante 12 días. La semilla escarificada sólo requiere remojo 24 horas. En la actualidad se usa semilla escarificada y mejorada genéticamente procedente de Costa Rica, y germina entre 5 y 15 días, con mucho mayor rendimiento.

Manejo: Buscando estimular al árbol en el crecimiento en altura y en diámetro y un tallo comercial libre de ramas y de nudos, se realiza la poda de ramas en el segundo año hasta del 40% del número de ramas de abajo hacia arriba. Se deben realizar podas de formación y deschuponado hasta el año. Se debe procurar realizar la primera poda antes de que el diámetro de los árboles sea mayor de 10 cm. con el fin de evitar la formación de nudos en la madera. Se aplican 3 entresacas, la primera promedia un 50% al año 5, la segunda de 180 árboles al año 12, si se parte de 1.110 árboles/ha, finaliza con 370 árboles, recomendando los raleos, cuando el área basal pasa de 25 m².

Productividad: Los rendimientos son muy variables dependiendo de los suelos, 8 a 25 m³/ha/año.

Nombre científico: *Gliricidia sepium*
Nombre común: Mata ratón y madero negro

Figura 8. Matarratón



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Utilización: Cercas vivas, barreras vivas, banco de proteína, soporte, sombrío, melífera, rodenticida, medicinal, madera, sistemas agroforestales, corte, acarreo y pigmento en aves (huevos).

Descripción: Leguminosa arbórea perenne, con raíces profundas; crece de 10 – 15 m de altura y 40 cm de diámetro en el tallo y produce muchas ramificaciones. Hojas compuestas de 2 – 6 cm de largo, de forma elípticas y de color verde en la superficie. Flores en racimos de 2 cm de largo, color entre rosa y púrpura claro, aparecen en forma abundante cuando se presenta defoliación. Vainas dehiscentes y aplanadas, con 3 – 10 semillas lenticulares de color amarillo ocre.

Adaptación: Crece hasta 1600 m.s.n.m., precipitación entre 800 – 2300 mm/año y temperatura de 22 – 30C. Se adapta a una amplia gama de suelos, incluidos ácidos y erosionados. No crece bien en suelos pesados, húmedos y mal drenados, prefiere los livianos y profundos con pH 5.0 – 8.0. No tolera competencia por luz y soporta bien la sequía.

Establecimiento: Se establece por semillas o por estaca. La distancia entre plantas depende del fin y del uso. Por semilla, se puede establecer directa o en vivero, a una profundidad de siembra de 2 cm. En vivero se deja crecer hasta 20 – 30 cm antes de trasplantar al campo. Se usa distancias de 0.5 – 1 m entre plantas; para siembra directa se utiliza dos semillas por sitio, con este sistema se necesita de mucho tiempo para obtener árboles.

El establecimiento por estacas es más rápido, éstas deben tener más de 5 a 6 meses (no utilizar estacas viejas) y deben tener 1.5 m de largo y de 3.5 a 4 cm de diámetro; si hay buena humedad los rebrotes salen a las 4 semanas. Para cerca viva se usa estacas de 1.5 a 2.5 m de longitud, con diámetros de 5 a 10 cm separadas entre 1.5 – 5 m y enterradas 20 cm. Para banco de proteína se utiliza estacas de 50 cm, las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses de edad). Se pueden usar diferentes arreglos de surcos (doble surco, triángulo o sencillo). En total, se recomienda 10.000 plantas/ha y se debe tomar en cuenta la orientación del sol, preferiblemente se siembra de oriente a occidente por la exigencia de luminosidad.

Manejo: La cosecha depende del objetivo, si es para forraje, leña o una combinación de los dos. El primer corte se hace a los 8 – 12 meses después de la siembra, dependiendo del desarrollo de la planta. La altura de corte es de 0.5 a 1 m, a intervalos de 2 a 3 meses y dependiendo del crecimiento. Para evitar la caída de hojas en la época seca es necesario cortar al final de invierno.

Valor nutritivo: contiene PC entre 20 – 30% y digestibilidad de 50 – 75%. La semilla y follaje son tóxicos para animales monogástricos.

Nombre científico: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo
Nombre común: Brizantha, Toledo

Figura 9. *Brachiaria brizantha* cv. Toledo



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Utilización: Pastoreo, corte y acarreo, barrera viva.

Descripción: Planta herbácea perenne, semi-erecta a erecta, forma macollas y produce raíces en los entrenudos. Las hojas son lanceoladas con poca o nada pubescencia. La inflorescencia es una panícula racimosa.

Adaptación: Tiene amplio rango de adaptación a clima y suelo. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un rango amplio de pH y textura, mejora los parámetros físicos del suelo, tolera sequías prolongadas y sombra, pero no aguanta encharcamiento mayor a 30 días. Buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas y algunas accesiones son aptas para corte y acarreo. Se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Pueraria* y *Centrosema*. En zonas tropicales crece desde el nivel del mar hasta 1800 m y con precipitaciones entre 1000 y 3500 mm al año.

Establecimiento: Por semilla sexual o en forma vegetativa, estableciéndose rápidamente y los estolones enraízan bien. Se utilizan 4 kg de semilla/ha y es necesario escarificar las semillas mecánica o químicamente antes de sembrar.

Manejo: Responde bien a niveles de fertilización moderados. Tiene buena tasa de crecimiento durante la época seca y se debe pastorear bien, bajo pastoreo continuo o rotacional, evitando el sobrepastoreo. Forma asociaciones con leguminosas persistentes y productivas y soporta cargas altas.

Valor nutritivo: Los contenidos de proteína en praderas bien manejadas están entre 7 a 14% y la digestibilidad entre 55 a 70%. La producción de leche en praderas de cv. Toledo

es de 8 y 9 l/vaca/día; asociado con leguminosa y bajo pastoreo alterno y con cargas de 3 animales/ha produce ganancias de 500 a 750 g/animal/día, tanto en invierno como en verano.

Producción de semilla: Los rendimientos varían entre 50 y 150 kg/ha de semilla pura. Las semillas tienen una latencia de corta duración, con buen almacenamiento y escarificación puede llegar a 80% de germinación a los ocho meses después de cosecha.

Nombre científico: *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa

Nombre común: Mombasa

Figura 10. *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa



Fuente: Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del Trópico Americano

Origen y descripción morfológica: Gramínea perenne de porte erecto originaria de África, crece en macollas con una altura promedio de 1.5 m, sus hojas son largas, anchas, toscas y de color verde oscuro. Este cultivar tiene como característica su alta tasa de rebrote y la mayor relación hoja-tallo.

Adaptación y producción de forraje: Crece en alturas desde el nivel del mar hasta los 2000 m y con precipitaciones superiores a 800 mm. Se adapta a un rango amplio de suelos, prefiere los suelos fértiles, soporta períodos largos de sequía y rebrota vigorosamente con las primeras lluvias después del período seco. Tiene buena producción de forraje con alto contenido de hojas, alcanza rendimientos mayores a 25 t/ha/año, soporta encharcamientos temporales y tolera medianamente el frío y la quema.

Tolerancia a plagas y enfermedades: Es tolerante a mión y no se conocen plagas o enfermedades que limiten su rendimiento.

Establecimiento: Se establece preferiblemente por semilla sexual y ocasionalmente en forma vegetativa. Cuando se utiliza semilla sexual para su establecimiento la cantidad

recomendada es de 6 kg/ha de semilla pero ésta depende del sistema de siembra y de su calidad de pureza, germinación y viabilidad. Se recomienda sembrar en líneas separadas 0.7 m y la semilla, por su tamaño, no debe quedar a más de 1 cm de profundidad; también se puede sembrar al voleo pero se requiere más semilla. Cubre rápidamente el suelo, tiene buena persistencia y productividad. En el establecimiento, dependiendo del análisis de suelo, es necesario hacer una aplicación de 20 kg/ha de P y 25 kg/ha de N. Cuando el pasto está en monocultivo es necesario aplicar 20 kg/ha de K, cuando éste alcance una altura de 20 a 30 cm.

Producción y calidad de semillas: Florece abundantemente, la inflorescencia es en forma de panícula y sus semillas son pequeñas. Los rendimientos de semilla viables son altos.

Valor nutritivo y producción animal: Presenta alta calidad y palatabilidad, con contenidos de PC altos que van de 10 a 14% y digestibilidad de 60 a 65%, dependiendo de la edad, del suelo y condiciones climáticas. En sistemas de rotación se reportan producciones de 3 t de carne/ha/año y cargas de 4 a 5 animales/ha/año.

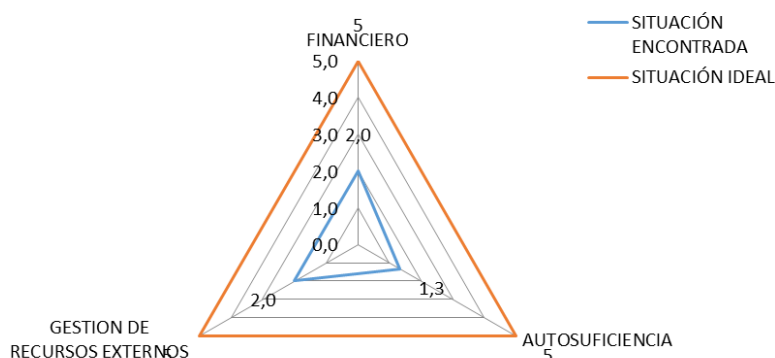
Utilización y manejo: El primer pastoreo se hace después de 4 meses de sembrado. Se asocia bien con leguminosas herbáceas y arbustivas; bajo pastoreo rotacional, pero se puede también pastorear en forma continua con un período de descanso. Rebrotan bien después del pastoreo y para mantener su productividad se recomienda hacer, según su uso, fertilizaciones de mantenimiento.

ANEXO C. Evaluación de indicadores de sustentabilidad de las instituciones educativas

Evaluación de indicadores de sustentabilidad Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé

Indicador económico: Los indicadores económicos que se miden en la institución se relacionan con la sustentabilidad, autosuficiencia y la gestión de recursos, con lo que se determina el índice de sustentabilidad económico general de la institución como unidad productiva.

Figura 1. Índice Económico



La calificación del índice de sustentabilidad económico se obtuvo a través de una entrevista semiestructurada con los docentes del área técnica Olver Hoyos, Ximena Tulande y Angela Montenegro.

El índice financiero obtiene una calificación de 2.0 debido a que los proyectos productivos no generan ingresos suficientes para el sostenimiento de la granja, en el momento está funcionando de forma constante el proyecto ganadero. El proyecto de aves de engorde es de producción temporal, ya que no producen todo el año y en cuanto al componente agrícola, los cultivos no tienen una producción constante o esperada.

La calificación del nivel de autosuficiencia o dependencia de recursos externos fue de 1.3, esto corresponde a una alta dependencia de recursos externos de los proyectos en insumos y concentrados, adicional la granja no produce constantemente alimentos para autoconsumo o insumos necesarios en la unidad productiva.

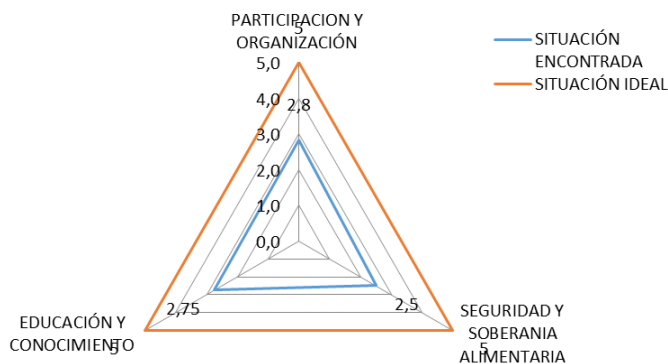
La calificación del índice de gestión de recursos externos fue de 2.0, porque se han presentado fallas en el manejo administrativo, lo que les ha impedido el ingreso y ejecución

de recursos en la institución, adicional a esto, al no tener escrituras del predio tampoco pueden participar de convocatorias con la alcaldía para la ejecución de proyectos agropecuarios que los podrían beneficiar. Con los datos anteriores se obtiene una calificación promedio general en los indicadores económicos de 1.8, lo que indica que en la institución se genera una dinámica inadecuada en el movimiento de los recursos económicos según la visión los docentes.

Indicadores socio-culturales: Estos indicadores, entre otras cosas nos permiten medir los niveles de participación e integración de la comunidad educativa, la seguridad y soberanía alimentaria en la institución, en este se encontraron calificaciones bajas, relacionadas con todos los ítems, cabe aclarar que en la institución se realizan integraciones y se participa de las fiestas comunitarias, también en ocasiones asisten a las reuniones de la junta de acción comunal.

Esta debilidad se presenta por la falta de gestión ante entidades del sector público y privado por parte de la administración, ya que las únicas relaciones que tiene en este momento la institución es con la Fundación Alpina, el Programa PANES (Programa de alimentación y nutrición escolar) de la Gobernación del Cauca y con la Universidad del Cauca a través del proyecto “Plan Estratégico de Educación Superior Rural Sustentable e Intercultural para el Cauca”.

Figura 2. Índice Sociocultural



Respecto a la seguridad alimentaria, esta obtuvo una calificación de 2.5, porque la institución no tiene producción de alimentos diversos, suficientes y de forma permanente para su consumo durante el año porque no se hace planeación y/o gestión administrativa, además cuando se cultiva en la huerta los animales de los vecinos invaden, consumen y dañan lo sembrado.

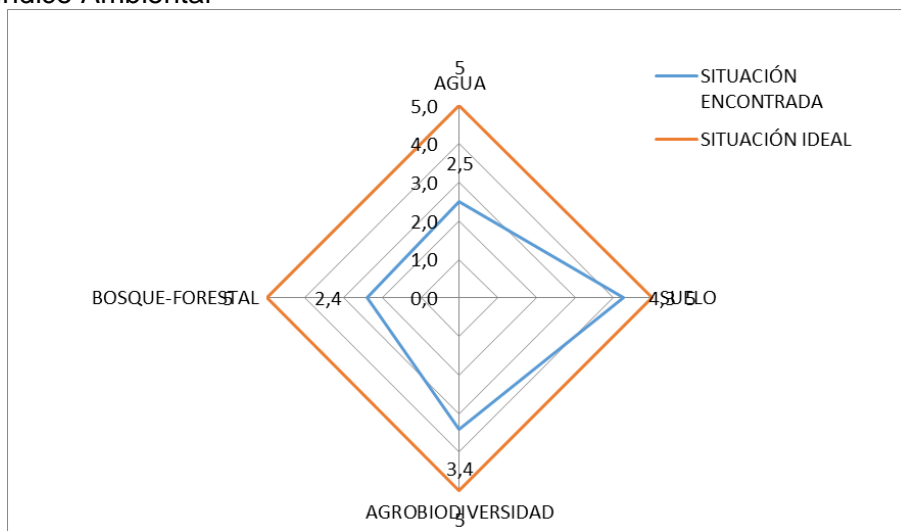
En cuanto al proceso de agroindustria rural la profesora encargada del área Ángela Montenegro junto con los estudiantes de diferentes grados realiza prácticas de transformación de la leche (arequipe, dulce cortado, panelitas, yogur) y con las frutas en

cosecha se transforman en mermeladas (guayabas, mangos y guanábana), estos productos son comercializados en la misma institución en la tienda escolar.

Indicador ambiental: El índice agua muestra una calificación de 2.5, resultado de los problemas de contaminación de las fuentes a causa de la minería por extracción de oro, residuos del procesamiento de la hoja de coca y los desagües sanitarios de las fincas que se encuentran aguas arriba de la boca toma.

El agua que llega a la institución es de mala calidad porque no cuenta con un proceso de potabilización, sólo una parte de ésta recibe tratamiento tipo A2 (Tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección), la que llega a la cocina y a tres llaves del lavamanos, para el tratamiento tienen dos tanques donde se potabiliza el agua de consumo.

Figura 3. Índice Ambiental



Adicional la institución cuenta con un acueducto antiguo donde se toma agua para consumo de animales. Para riego de cultivos llevan el agua a través de motobomba, usan como fuente la quebrada Casas Viejas. En cuanto a las aguas servidas solo las residuales del baño van a un pozo séptico, de resto, no reciben hacen ningún tratamiento. Adicional a esto las fuentes hídricas carecen de protección.

El índice suelo presenta una calificación de 4.3 debido a que se tienen buenas prácticas de manejo. Actualmente el uso del suelo está en relación a su vocación y potencial según la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA Colombia, 2018) de acuerdo al mapa de suelos aptos para la ganadería. No hay contaminación física ni química, tampoco realizan quemas en los terrenos productivos, y a excepción del lote de las hortalizas los lotes siempre tienen cobertura permanente.

En cuanto a características físicas el suelo tiende a compactarse y encharcarse con facilidad, lo cual lo define como un suelo arcilloso. En los linderos tienen mataratón, tachuelo y guayabo que se usan como cercas vivas.

En la institución hay poca diversidad de subsistemas productivos, aunque existe infraestructura que está subutilizada como el galpón para pollos de engorde, la porqueriza y un lago que no se están en funcionamiento actualmente, aunque están listas para su uso. Esto causa que no generen variedad de productos agrícolas y pecuarios que son de gran importancia para generar recursos a la institución. En la institución aprovechan todo los frutos de temporada de la región que hayan en cosecha y se desarrolla una agroindustria primaria o de nivel de transformación 0 a 1.

Con respecto al índice de sustentabilidad bosques-forestal la institución realiza un uso, aprovechamiento y extracción de materiales, productos, subproductos de bosques y del recurso arbóreo, sin que ello represente un deterioro evidente, sin embargo no se hace reforestación para aumentar el área forestal. Es posible encontrar aves, ardillas, venados, conejos, patos migratorios y variedad de insectos, es de aclarar que aunque en el colegio no se realiza prácticas de cacería la comunidad si las realiza lo que afecta la diversidad.

Indicador técnico-pecuario: Este índice permite medir las interacciones que se dan en la producción pecuaria de acuerdo al manejo dado, teniendo en cuenta factores como la sanidad, la nutrición, la etología, entre otros. Este índice permite realizar un diagnóstico general de la producción pecuaria.

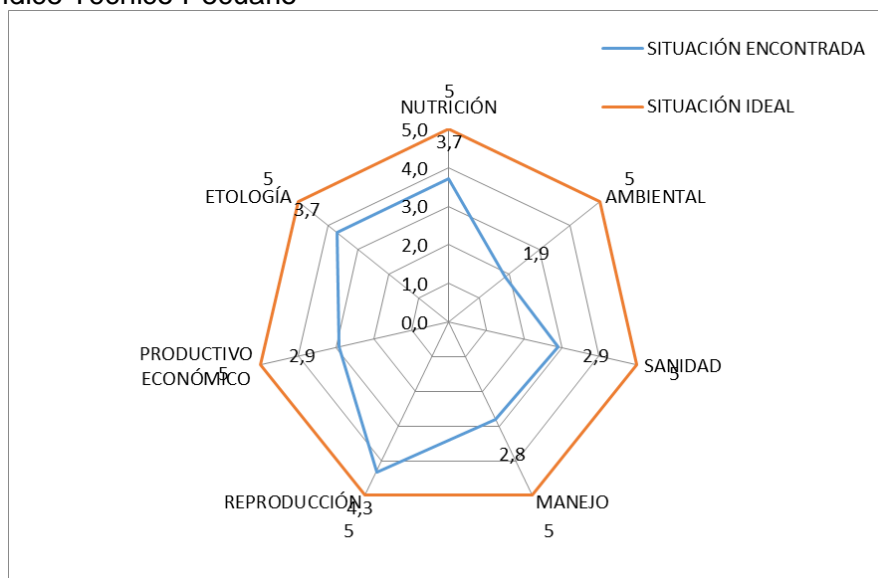
La principal especie que maneja la institución es ganado bovino, y de manera esporádica trabajan con pollos de engorde.

Está en desarrollo el proyecto de porcicultura, la institución ya cuenta con las instalaciones principales (corrales y parideras), se ha planeado la construcción del biodigestor para complementar estas instalaciones, previo a la adquisición de los cerdos con el fin de contrarrestar los efectos ambientales negativos.

La alimentación en ganadería es basada principalmente en pastos, suplementado con concentrado para las vacas en ordeño, en algunos casos se corta mataratón (*Gliricidia sepium*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*) que se encuentra en las cercas vivas junto con colinos de plátano para darle al ganado directamente al momento del ordeño.

Los potreros se manejan con un sistema de pastoreo alterno lo que causa un sobrepastoreo de las praderas y con ello una inapropiada recuperación de los pastos, además no se maneja un plan de fertilización adecuado porque no se cuenta con un análisis de suelo, se carece además de un sistema de riego lo que hace que en épocas de verano la oferta forrajera disminuya en producción y en contenido nutricional.

Figura 4. Índice Técnico Pecuario



Además de las deficiencias mencionadas, los potreros no cuentan con árboles para la sombra de animales y el ramoneo. Como no existen arreglos espaciales o temporales en el sistema ganadero este es un punto que el proyecto pretende mejorar al diseñar un sistema silvopastoril para la institución.

El índice de sanidad tiene en cuenta el manejo que se le dan a los residuos sólidos, vacunas, control de parásitos, bioseguridad y mortalidad, teniendo en cuenta el diagnóstico se encontró debilidades en cuanto a bioseguridad, esto porque no se toman medidas para evitar el ingreso o dispersión de enfermedades, no se cuenta con diferenciación de zonas (limpias o sucias), ni se controla la entrada de personal, lo que puede causar la diseminación de enfermedades a nivel regional.

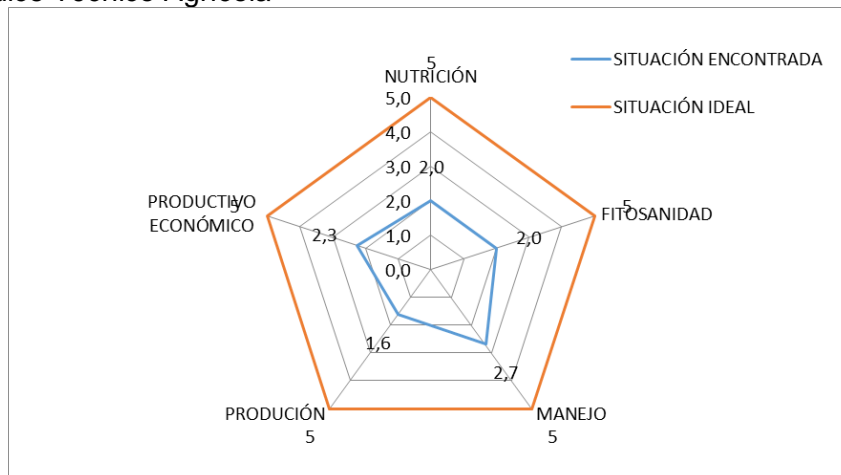
La institución por el momento no cuenta con instalaciones como corral para el ordeño ni apretadero para prácticas de vacunación, estas prácticas las realizan en campo, lo que representa un peligro potencial para los estudiantes y los docentes, a pesar de que los animales que tienen son de temperamento dócil.

La institución busca aumentar la producción de leche debido a que en el corregimiento de Quilcacé la empresa Alpina instaló un tanque de frío, facilitando el acopio de la leche, lo que hace que su venta sea directa a la empresa sin representar un riesgo por el posible daño del producto, permitiendo a la institución mejorar los ingresos y su capacidad productiva.

Indicador técnico-agrícola: este presenta problemas en la I.E., no solo por las calificaciones obtenidas que muestran las debilidades en el manejo de este sector de la

producción, sino también por la falta de gestión administrativa que no permite un normal desarrollo de las actividades agropecuarias integradas con la academia.

Figura 5. Índice Técnico Agrícola



El índice de nutrición obtuvo una calificación de 2.0, porque no se cuenta con análisis de suelo ni plan de fertilización para los cultivos y las praderas, por lo tanto no se suople de forma adecuada las necesidades nutricionales de estos.

Se aplica abono orgánico a partir del compostaje de la cascarilla de yuca lo que permite una disminución en la dependencia de fertilizantes de síntesis química. Con todo y lo anterior los cultivos existentes en los diferentes subsistemas no presentan una apariencia saludable, por lo que no expresan el vigor normal de la especie tanto en el desarrollo como en la producción.

El índice de fitosanidad obtuvo una calificación de 2.0 debido a que la institución no se realiza el manejo integrado de plagas y las prácticas de monitoreo no son constantes para permitir realizar una evaluación de los cultivos con el fin de eliminar posibles focos de diseminación de plagas y enfermedades. El efecto de esto es por ejemplo que el cultivo de cacao no alcance la producción estimada y las hortalizas no se lleguen a la cosecha.

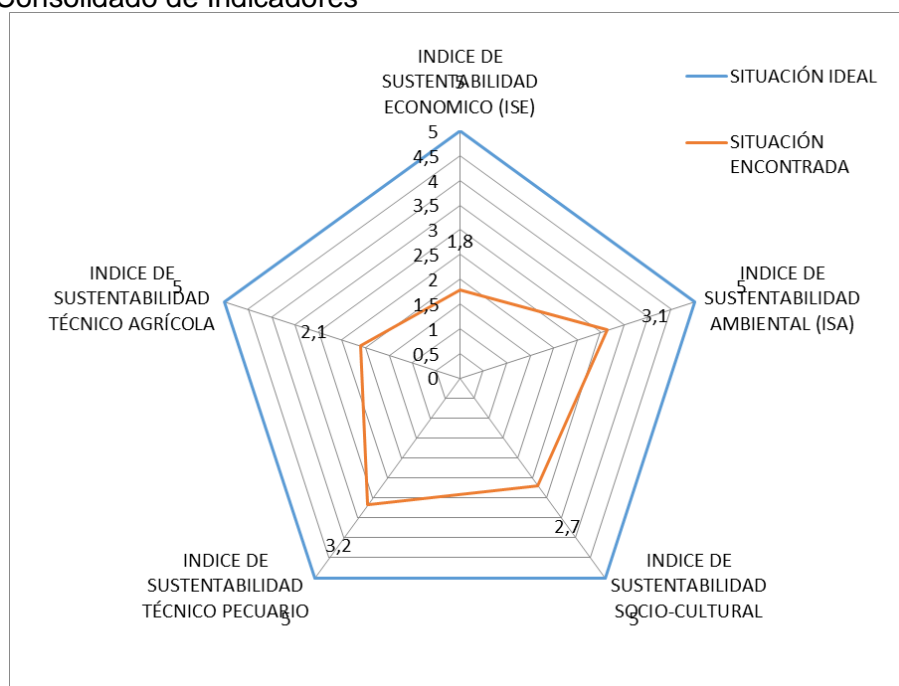
Este indicador en general es uno de los más bajos que se obtiene en la institución debido a que no existe un sistema de riego, que permitiría a los cultivos tener agua permanente para su crecimiento y producción dando como resultado a que el estado de los cultivos no sean muy buenos y se observe un marchitamiento, en este momento debido a la época de verano no se ha sembrado en la huerta casera lo que ha llevado a que todo se deba comprar para el restaurante, hay que mencionar que lo que se cultiva en la huerta es para autoconsumo en la institución. Otra condición que imposibilita la producción es que cuando los estudiantes salen a vacaciones no hay un mayordomo o granjero que se quede a cargo de los cultivos, por lo que los cultivos de ciclo corto solo se trabajan en tiempo de estudio y

los cultivos de ciclo largo sufren afectaciones por la falta de cuidado en el periodo vacacional.

Consolidado de los indicadores IE. Agroindustrial de Quilcacé

Éste conglomerado de los indicadores nos permite visualizar de forma general todas las dinámicas que se están dando en la unidad productiva. En la finca de la Institución Agroindustrial de Quilcacé no se da una dinámica normal de manejo, pues los promedios de todos los indicadores se catalogan como bajos o regulares ya que en su mayoría están por debajo de 3,0 lo que indica que se está fallando en el manejo.

Figura 6. Consolidado de Indicadores



Cuadro 1. Ruta de Transición IE. Agroindustrial de Quilcacé

Ambiental		
Variable	Problemas identificados	Propuesta concertada
Agua	No se protegen y no se conservan las fuentes	Implementar vivero Realizar con los estudiantes y padres de familia mingas de trabajo
Suelo	El suelo presenta compactación y encharcamiento	Una pasada con cincel y dos con arado para descompactar el suelo
Biodiversidad del Agro-ecosistema	No hay arreglos espaciales en los subsistemas productivos	Introducir especies arbóreas que cumplan diversas funciones
	La institución no cuenta con una compostera	Elegir un sitio adecuado para la implementación de la compostera

Cuadro 1. (Continuación)

Ambiental		
Variable	Problemas identificados	Propuesta concertada
Biodiversidad del Agro-ecosistema	Los subsistemas agrícolas y pecuarios no se complementan	Realizar compostaje con los residuos agrícolas y pecuarios
Bosques, recursos forestales y fauna	La institución no tiene área importante de bosque	Establecer un área específica de bosque y árboles en los linderos
Económico		
Indicador Financiero	los ingreso generado en la Institución no son suficiente	Implementar un fondo rotatorio Realizar actividades como un bazar
Indicador de autosuficiencia	Existe dependencia de recursos externos	Planificar y organizar las actividades productivas de la finca
Socio- culturales		
Indicador de Participación y organización	En la Institución no cuenta Capacidad de gestión y administración interna.	Conformar un comité de gestión
Indicador seguridad y soberanía alimentaria	La institución no Produce alimentos diversos, ni suficientes	Delegar a cada curso un cultivo Planificar que cultivos y en qué cantidad se necesita
Indicador Educación y conocimiento	Fortalecer la trasferencia de conocimiento	Fortalecer la escuela de padres
Técnicos-pecuario		
Indicador nutrición	El forraje de los potreros no es suficiente	A las pasturas es necesario que se les considere como un cultivo
Indicador de Manejo	No se cuenta con un establo	Diseñar e implementar un establo
Indicador de Sanidad	En la institución no se toman medidas sanitarias	Implementar protocolos de bioseguridad
Indicador productivo económico	En la Institución no se realizan procesos de comercializan	Realizar ferias de muestras gastronómicas
Técnico agrícola		
Indicador de nutrición	La institución no cuenta con análisis de suelo	Realizar análisis de suelo completo
Indicador de Fitosanidad	No se hace un Manejo Integrado de Plagas (MIP)	Construir un cronograma de actividades y de labores culturales

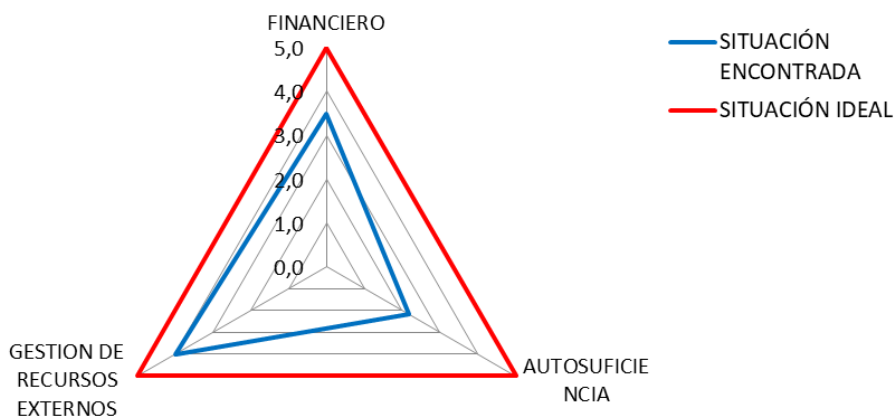
Evaluación de indicadores de sustentabilidad del Instituto Técnico Agropecuario y Forestal ITAF

Indicadores económicos: Los indicadores económicos son valores estadísticos que muestran el comportamiento de la economía, por lo tanto, es un índice que permite representar una realidad económica de manera cuantitativa y directa.

Los indicadores económicos que se miden en la institución, se relacionan con la sustentabilidad, autosuficiencia y la gestión de recursos, con lo que se mide el índice de sustentabilidad económico general de la institución de la institución como unidad productiva.

La calificación del índice de sustentabilidad económico se obtuvo a través de una entrevista semiestructurada con el rector José Libardo Collazos, quien administra los recursos de la institución, se obtuvo una calificación promedio general en los indicadores económicos de 3.2 lo que indica que en la institución se genera una dinámica regular en el movimiento de los recursos económicos según la visión del rector, pues en las situaciones encontradas el factor que se vio más afectado fue el de nivel de autosuficiencia de la finca en general, debido a que las unidades productivas pecuarias y agrícolas dependen en su mayoría de insumos externos en un 95%, además estas unidades se mantienen y generan una ganancia mínima a la institución, cabe aclarar que el abono orgánico que se obtiene a partir de los residuos de cosecha y de residuos de cocina se utiliza para la huerta y los cultivos transitorios, para los demás proyectos se deben comprar los insumos.

Figura 7. Indicador Económico

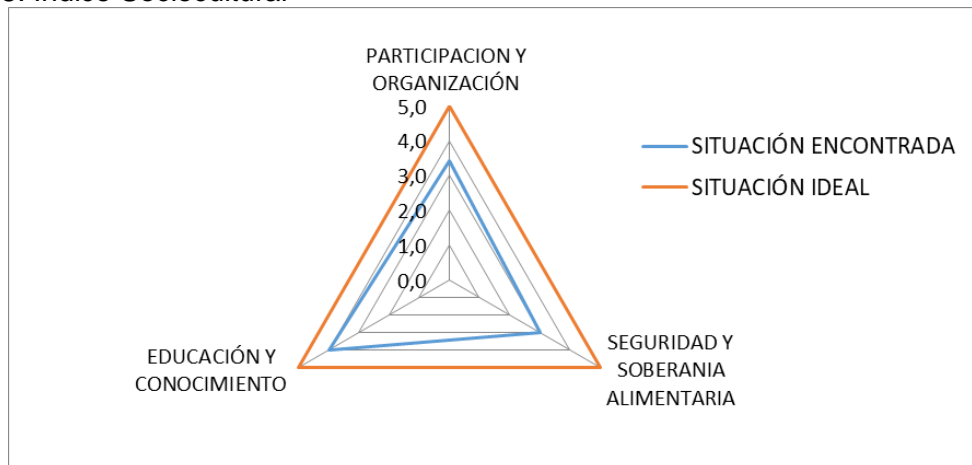


El tener diversidad de unidades productivas ha permitido a la institución manejar un flujo de caja menor que es constante para el sostenimiento de necesidades a corto plazo de los proyectos productivos, además la institución hace una buena gestión de recursos lo que le ha permitido avanzar en los proyectos productivos. Además la institución cuenta con un fondo rotatorio, con el que prestan dinero a los estudiantes y padres de familia con un bajo interés para el desarrollo de proyectos productivos en sus fincas, para así incentivar a los estudiantes a tener sus propios proyectos.

Indicadores socio-culturales: Estos indicadores, entre otras cosas nos permiten medir el conocimiento de la planta docente y operativa, el nivel de participación de la comunidad, la seguridad y soberanía alimentaria en la unidad productiva de la institución. Cabe destacar que la institución pertenece a una asociación llamada ASPROVAN conformada por padres de familia, también la institución hace parte del proyecto de conservación del oso andino,

lo que le permite participar en reuniones con la comunidad como ente formador, mediador y dinamizador de este proyecto, fomentando la conservación de la fauna.

Figura 8. Índice Sociocultural



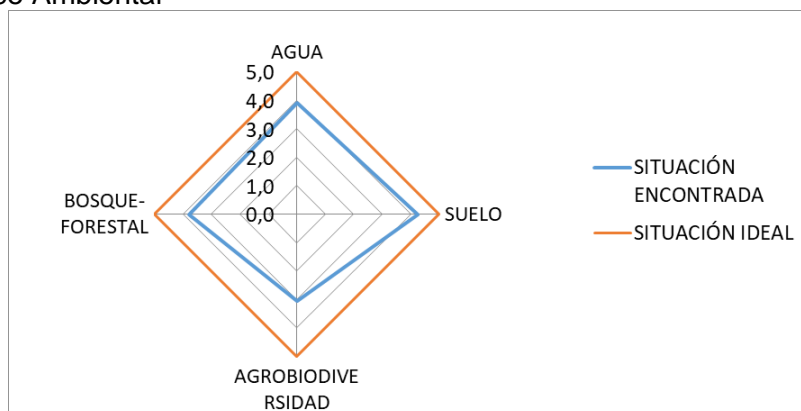
La institución realiza actividades que incentivan la participación de los padres de familia a través de mingas con el fin de fortalecer los proyectos productivos y realizar transferencia de tecnología, logrando la integración entre los padres, docentes y estudiantes fortaleciendo los procesos pedagógicos.

La institución tiene datos e información recopilada a través del tiempo por los registros que se llevan de los proyectos productivos, lo que les permite tomar decisiones administrativas por medio de la planeación que se hace para el año lectivo, permitiendo fijar metas educativas, productivas y económicas.

El índice de seguridad alimentaria obtuvo una calificación de 3.0 debido a que la institución a pesar de que produce alimentos diversos, suficientes y de forma permanente para su consumo durante el año como son los productos pecuarios (leche, carne y huevos) y agrícolas (hortalizas, maíz, frijol, arveja), estos productos se consumen en fresco y no realizan prácticas de agroindustria para su transformación y conservación, al restaurante llegan de la huerta y de la producción pecuaria sólo lo necesario para consumir en el día, donde se prepara para los estudiantes de diversas formas para su consumo, teniendo en cuenta un adecuado suministro nutricional diario, en cantidad y frecuencia que le han permitido apoyar la seguridad alimentaria de la institución.

Indicadores ambientales: Los indicadores ambientales son valores estadísticos que permite medir las dinámicas con las que se evalúan los diferentes índices (agua, suelo, agrobiodiversidad, bosque forestal). Por lo tanto, es un indicador con el que se logra representar una realidad ambiental de manera cuantitativa y cualitativa.

Figura 9. Índice Ambiental



El índice Agua tiene una calificación de 3.9 puesto que el recurso es abundante y de buena calidad. El agua llega por medio del acueducto veredal, al cual se le realiza tratamiento para potabilizarla para el consumo humano; para las unidades agropecuarias se toma de otra fuente, la cual llega a un tanque plástico de almacenamiento y de ahí se distribuye para las unidades agropecuarias y para unos surtidores móviles en los potreros, la finca colinda con la quebrada del Oso la cual está protegida con árboles nativos de la región, la institución ejecuta estrategias para no contaminarla, haciendo tratamiento a las aguas mieles del café, también cuentan con un sistema de recolección PTAR donde se reciben las aguas servidas y residuales de la institución donde son filtradas, en tanto las aguas residuales de la unidad porcícola llegan a un biodigestor, donde se procesan con microorganismos eficientes produciendo gas para la calefacción de los mismos lechones.

En la evaluación del índice suelo con una calificación de 4.3 se encuentra que presenta buena fertilidad y buenas características físicas, información que fue corroborada con análisis de suelo. Los lotes tienen cobertura vegetal compuesta por arvenses a una altura no mayor a la altura de la rodilla, en los linderos se encuentran árboles que marcan los linderos, se realizan labores culturales que permiten un control continuo de las arvenses.

En el caso de los lotes de café, se guadaña sin dejar totalmente limpio el suelo para evitar la erosión. Los potreros para ganadería siempre tienen cobertura permanente, sólo los lotes de la huerta y de transitorios están desprotegidos.

En cuanto al uso apropiado del suelo el lote del café no está bien ubicado, está en una zona con abundante sombra y con poca circulación de aire causada no sólo por el bosque natural y las plantaciones forestales de Cartón de Colombia sino también por las montañas que rodean el lote; los demás sistemas están bien ubicados y distribuidos y no hay presencia evidente de erosión. El índice de Agrobiodiversidad obtuvo una calificación de 3.1 dado que en la institución aunque hay diversidad de subsistemas productivos que generan variedad de productos agrícolas y pecuarios que son de gran importancia en la canasta familiar educativa, esto permite que se genere un apoyo al restaurante escolar con el uso de una

parte de la producción en la alimentación de los estudiantes y profesores, es necesario adquirir la mayoría de los alimentos en el mercado local.

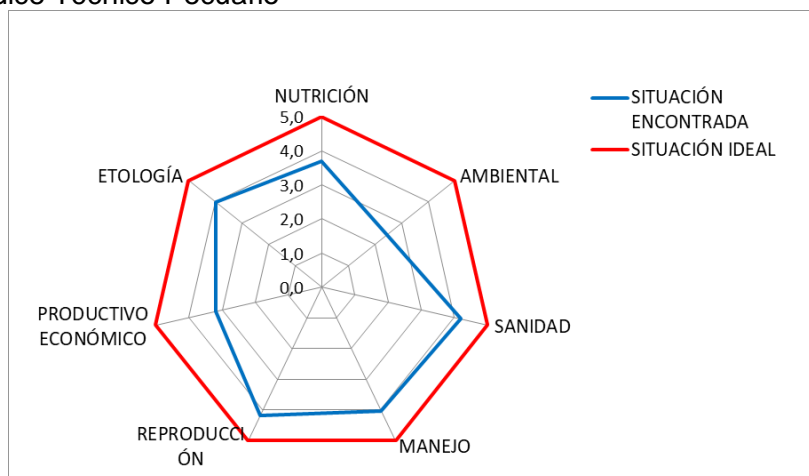
También hay que tener en cuenta que los subsistemas funcionan de forma independiente y no se realizan interacciones entre ellos a manera de arreglos espaciales, funcionales y temporales como policultivos, agroforestería o multiestratos.

Con respecto al índice Bosque-Forestal, este obtuvo una calificación de 3.8, vale la pena aclarar que el bosque no es intervenido, porque en su mayoría está compuesto por Roble (*Quercus humboldtii*) especie que está protegida, por esta razón la institución no realiza un uso, aprovechamiento y extracción de materiales, productos, subproductos de bosques y del recurso arbóreo.

Si se necesita madera para postes u otras necesidades de construcción la adquieren de productores externos. Cabe anotar que aunque el bosque no es aprovechado por su madera, el beneficio ambiental que genera a la institución y a la zona es alto. Es compromiso de la institución por pertenecer a la fundación Smurfit Kappa conservar zonas de reservas, donde se puede encontrar una variada fauna como armadillos, venados, aves nativas y migratorias, adicional no se realizan ni se permiten prácticas de cacería.

Indicador técnico-pecuario: El índice técnico pecuario evalúa componentes como sanidad, manejo, reproducción, el indicador productivo económico, la etología, la nutrición y el componente ambiental que en este caso es el que obtuvo la calificación más baja.

Figura 10. Índice Técnico Pecuario



Las especies con las que trabaja la institución son gallinas de postura, cerdos y ganado bovino. Estas especies permiten el desarrollo de las actividades teórico-prácticas de los estudiantes, logrando así cumplir con la modalidad de la institución. Estas unidades

productivas dependen mucho de insumos externos, especialmente los cerdos y las aves, ya que no tienen bancos de forraje para suplementarles, lo que causa que los costos de producción sean altos y las ganancias mínimas, por eso el indicador productivo económico refleja una baja calificación. Adicional a eso, no realizan procesos de transformación a la hora de comercializar, lo que no le genera ingresos por agregación de valor a los productos, especialmente a la leche que es vendida en crudo.

El componente ambiental es el que reflejó la menor calificación porque no se tiene arreglos forestales en los potreros, aunque en los mismos existen algunos árboles de pino y eucalipto pero no son suficientes para considerarlo un sistema silvopastoril ni para generar confort al ganado en tiempo de verano.

Dentro de las prácticas de manejo sanitario, en algunas ocasiones las heces del ganado se recogen para complementar el compost. La porcícola se mantiene limpia con el lavado que se realiza a diario, las heces secas van al compost y lo que sale del lavado de los pisos se procesa en el biodigestor para producir gas para las jaulas de cría.

El galpón de las gallinas se hace mantenimiento periódico a los equipos, procuran que esté libre de humedad para evitar presencia de enfermedades y sus heces se compostan cuando se termina el ciclo productivo, además se manejan planes de vacunación según la especie y se realiza la respectiva desparasitación.

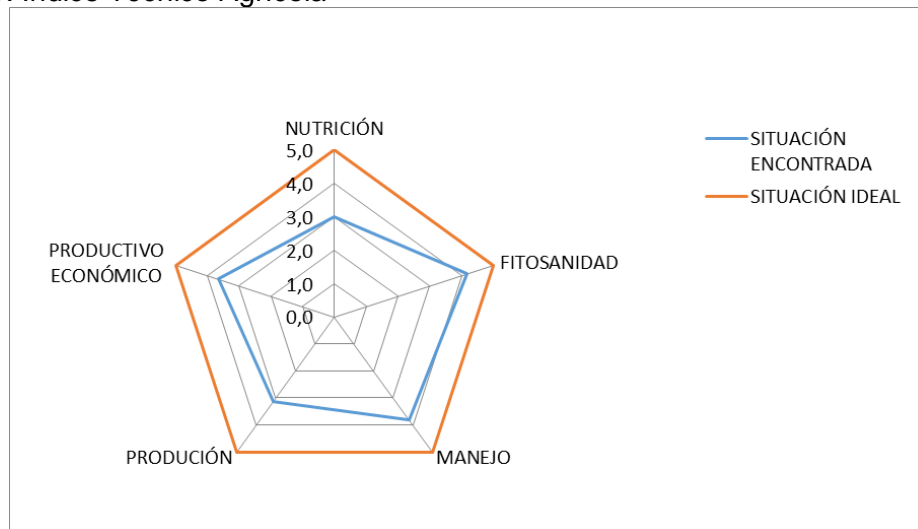
En la institución realizan buenas prácticas de manejo, llevando registros, se tienen instalaciones para aves y porcinos, el sub sistema ganadería no cuenta con establo, el ordeño se hace en campo por lo que algunas actividades como vacunación y vermifugación se dificultan. Sin embargo los animales que se tienen en ganadería son muy dóciles. Las gallinas, además del galpón y como práctica de bienestar animal se les permite que pastorear en un lote cercado dedicado sólo para ellas, en general cada especie tiene un espacio cómodo y seguro donde puede expresar su comportamiento natural.

Indicador técnico-agrícola: Las variables de nutrición y propagación cuentan con una calificación baja, en el caso de la nutrición, el cultivo de café cuenta con un plan de fertilización, la huerta se fertiliza con el abono orgánico que se obtiene de la compostera y a los cultivos transitorios se les aplica abono orgánico como apoyo a la fertilización de síntesis química, disminuyendo de esta forma los costos de producción, sin embargo las pasturas no cuentan con un plan de fertilización bien estructurado, lo que demuestra la baja producción de forraje (41 gr por metro cuadrado). En la institución no se lleva a cabo un plan de propagación de especies nativas, así como de conservación e intercambio de éstas y tampoco se selecciona de cada cosecha las semillas para las próximas siembras, solo se hace con el cultivo de maíz.

El indicador de fitosanidad obtuvo la calificación más alta porque se realizan constantes monitoreos en los cultivos, permitiendo así realizar control preventivo de las plagas y

enfermedades, como en el caso del cultivo de café que se realiza el ReRe para medir los niveles de infestación de broca y tomar las medidas de manejo correspondientes.

Figura 11. Índice Técnico Agrícola



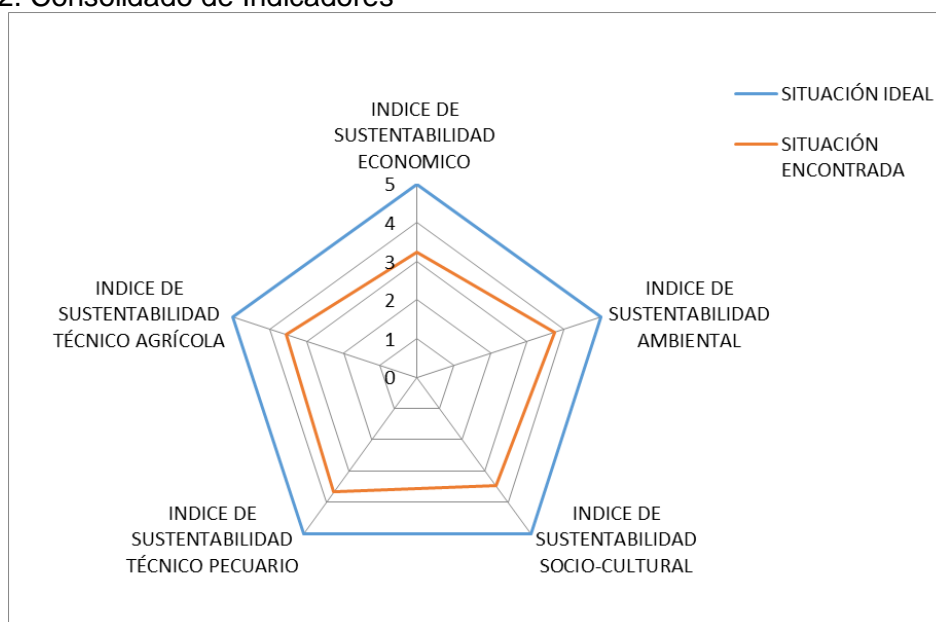
A nivel de producción no se alcanza a llegar a la estimada, sin embargo es una producción importante debido a que se usa para autoconsumo del restaurante escolar, por lo que no se le hace ningún proceso de agro transformación o agregación de valor para comercio, pero se les da un precio antes de ingresar al restaurante, lo que les permite llevar registros de costos de producción y ganancias.

Consolidado de los indicadores

Este consolidado de indicadores permite visualizar de forma más práctica todas las dinámicas que se están dando en la institución, se presenta una buena dinámica de manejo, pues los promedios de todos los indicadores están por encima de 3 aunque hay indicadores que se deben mejorar. Esta calificación ha sido dada por el granjero Wilson Gutiérrez para los indicadores ambiental, pecuario y agrícola y para los indicadores económicos y socio cultural fue dada por el rector José Libardo Collazos de acuerdo a lo que ellos ven en la institución, al manejo y a las interacciones que ahí se están dando.

Algo muy importante que se debe resaltar en la institución es el modelo académico que están aplicando. Este modelo se llama Alternancia el cual consiste en que los estudiantes de los diferentes grados reciben clases por tres semanas y la cuarta semana se van a sus fincas a desarrollar unas guías agropecuarias diseñadas por los docentes, para los grados 9° y 11° es obligatorio tener proyectos productivos, para los grados 6°, 7°, 8° y 10° solo desarrollan las guías y algunos estudiantes de estos cursos si lo desean pueden también desarrollar proyectos productivos.

Figura 12. Consolidado de Indicadores



Las guías y los proyectos los desarrollan con la ayuda de sus padres, logrando de esta forma realizar una transferencia de conocimientos entre generaciones. Los profesores, en esta semana de alternancia hacen visitas a los estudiantes en las fincas para así llevar registros de las actividades. Este modelo de educación ha permitido la institución ser un referente en calidad educativa permitiéndoles ser reconocido a nivel municipal y departamental.

Cuadro 2. Ruta de transición IT. Agropecuario y Forestal ITAF

Ambiental		
Variable	Problemas identificados	Propuesta concertada
Agua	No se tienen un sistema de riego bien distribuido	Diseñar e implementar un sistema de riego para cada cultivo
Biodiversidad del Agro-ecosistema	No hay arreglos espaciales en los subsistemas productivos	Introducir especies arbóreas que cumplan diversas funciones
	Los subsistemas agrícolas y pecuarios no se complementan	Ampliar la compostera
Bosques, recursos forestales y fauna	La institución no tiene un área para aprovechamiento de los maderables	Establecer un área específica o en linderos con árboles comerciales
Indicador de autosuficiencia	Existe dependencia de recursos externos	Planificar y organizar las actividades productivas de la finca
	Planificar y organizar las actividades productivas de la finca	Desarrollar actividades con los estudiantes para realizar labores culturales a las plantas medicinales
	Existe dependencia de recursos externos	Planificar y organizar las actividades productivas de la finca
	Planificar y organizar las actividades productivas de la finca	Desarrollar actividades con los estudiantes para realizar labores culturales a las plantas medicinales

Cuadro 2. (Continuación)

Económico		
Variable	Problemas identificados	Propuesta concertada
Socio- culturales		
Indicador seguridad y soberanía alimentaria	En la institución no se desarrollan acciones de transformación de la leche	Realizar procesos de transformación de la leche con el fin de obtener variedad de productos
Técnicos-pecuario		
Indicador nutrición	El forraje de los potreros no es suficiente	A las pasturas es necesario que se les considere como un cultivo
Indicador Manejo de	No se cuenta con un establo	Diseñar e implementar un establo
Técnico agrícola		
Indicador de nutrición	La institución no cuenta con análisis de suelo	Realizar análisis de suelo completo
Indicador de Fitosanidad	Los cultivos no cuentan con asociaciones y sistemas silvoagrícolas)	Fortalecer el vivero con más especies

ANEXO D. Tabla manuales ganadería colombiana sostenible

Nombre	Disponible en
Manual 1: Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles	https://www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manejo.de.SSP.pdf
Manual 2: Manejo integrado de artrópodos y parásitos en Sistemas Silvopastoriles Intensivos	https://www.cipav.org.co/pdf/2.Manejo.Integrado.de.Plagas.pdf
Manual 3: Buenas prácticas ganaderas	https://www.cipav.org.co/pdf/3.Buenas.Practicas.Ganaderas.pdf
Manual 4: Servicios ambientales que proveen los Sistemas Silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad	https://www.cipav.org.co/pdf/4.Servicios.Ambientales.pdf
Evaluación Ambiental	http://www.cipav.org.co/pdf/noticias/EvaluacionAmbientaIGCS130709.pdf

Anexo E. Costos

Cuadro 1. Costos vivero

Vivero				
Ítem	Unidad	Cant	Vlr Unit	Vlr Tot
Canastillas plásticas	Unidad	10	\$ 16.000	\$ 160.000
Polisombra al 50% de 4mx100m	Rollo	1	\$ 470.000	\$ 470.000
Alambre galvanizado Cal 14	Kilo	15	\$ 6.000	\$ 90.000
Bolsas 8cmx16cm	Unidad	11300	\$ 14	\$ 158.200
Guadua x 2.5m	Unidad	16	\$ 5.000	\$ 80.000
Bandeja Forestal x18UP	Unidad	14	\$ 9.500	\$ 133.000
Semilla Cedro	Kilo	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Semilla Guayacan	Kilo	1	\$ 94.500	\$ 94.500
Semilla Guamo	Kilo	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Semilla Tephrosia	Kilo	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Semilla Leucaena	Kilo	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Estacas Nacedero	Estaca und	50	\$ 540	\$ 27.000
Chusquines Guadua	Unidad	50	\$ 675	\$ 33.750
Subtotal				\$ 1.348.450

Cuadro 2. Costos Biofábrica

Biofábrica básica				
Ítem	Unidad	Cant	Vlr Unit	Vlr Tot
Tanque plastico 1000 L Agroquímico Colempaques	Unidad	1	\$ 480.000	\$ 480.000
Tanques 55 galones con sello hermético	Unidad	5	\$ 80.000	\$ 400.000
Termómetro largo	Unidad	1	\$ 70.000	\$ 70.000
Peachimetro (cintas)	Caja	1	\$ 70.000	\$ 70.000
Bugy	Unidad	1	\$ 160.000	\$ 160.000
Pala plana	Unidad	4	\$ 50.000	\$ 200.000
Aspersora de espalda x 20 L	Unidad	1	\$ 240.000	\$ 240.000
Gramera digital	Unidad	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Kit biopreparados (Alofa, Bordeles y Sulfocalcico)	Paquete	4	\$ 70.000	\$ 280.000
Equipo de protección personal	Paquete	2	\$ 140.000	\$ 280.000
Zaranda grande	Unidad	1	\$ 40.000	\$ 40.000
Plastico negro c6 x 8m	Metro	4	\$ 10.000	\$ 40.000
Lamina de Zinc 3m	Unidad	20	\$ 18.000	\$ 360.000
Valdes plásticos de 12L	Unidad	4	\$ 12.000	\$ 48.000
Guadua x 4m	Unidad	41	\$ 8.000	\$ 328.000
Varilla roscada 1/2 x 1m	Unidad	20	\$ 10.900	\$ 218.000
Tuerca Hexagonal y Arandela Plana 1/2	Unidad	100	\$ 600	\$ 60.000
Subtotal				\$ 3.354.000

Cuadro 3. Costos Casa de Semillas

Casa de semillas				
Item	Unidad	Cant	Vlr Unit	Vlr Tot
Tablero de MDF de 10mm de 1mx1m	Unidad	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Tablas 1mt x 30 cm cepilladas y canteadas	Unidad	8	\$ 8.000	\$ 64.000
Bastidores cepillados y canteados 4cmx4cmx4m	Unidad	2	\$ 10.000	\$ 20.000
Tornillos DRY WALLS 2"	Unidad	100	\$ 100	\$ 10.000
Frascos de vidrio de 1L caja x 36	Unidad	1	\$ 160.000	\$ 160.000
Subtotal				\$ 274.000

Cuadro 4. Costos Banco de forraje

Banco de forraje				
Item	Unidad	Cant	V. unitario	V. Total
Preparación del terreno	Und	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Postes plásticos	Und	48	\$ 17.500	\$ 840.000
Alambre de púa cal14 x 200m	Rollo	3	\$ 90.000	\$ 270.000
Grapas	Kg	3	\$ 16.000	\$ 48.000
Pasto elefante	Kg	300	\$ 1.200	\$ 360.000
Boton de oro	Kg	30	\$ 600	\$ 18.000
Nacedero	Kg	30	\$ 600	\$ 18.000
Morera	Kg	60	\$ 2.000	\$ 120.000
Mano de obra	Jornal	15	\$ 35.000	\$ 525.000
Total				\$ 2.349.000

Cuadro 5. Costos de la cerca eléctrica Institución Educativa Agroindustrial de Quilcacé

Cerca Eléctrica IEAQ				
Item	Unidad	Cant	V. unitario	V. Total
Impulsor solar 60 km	Unidad	1	\$ 1.386.000	\$ 1.386.000
Varilla copperware 1.5m	Unidad	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Tensores	Unidad	50	\$ 3.500	\$ 175.000
Kit de manigueta	Unidad	29	\$ 24.000	\$ 696.000
Aisladores	Unidad	370	\$ 250	\$ 92.500
Alambre acerado x25kg	Rollo	5	\$ 145.000	\$ 725.000
Desviador de rayos	Unidad	6	\$ 32.000	\$ 192.000
cuchilla doble tiro	Unidad	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Manguera aisladora x50m	Rollo	1	\$ 24.000	\$ 24.000
Postes plásticos	Unidad	177	\$ 17.500	\$ 3.097.500
Cinta eléctrica x200m	Rollo	1	\$ 70.000	\$ 70.000
Total				\$ 6.610.000

Cuadro 6. Costos de la cerca eléctrica Instituto Técnico Agropecuario y Forestal

Cerca Eléctrica ITAF				
Item	Unidad	Cant	V. unitario	V. Total
Impulsor solar 60 km	Unidad	1	\$ 1.386.000	\$ 1.386.000
Varilla copperweld 1.5m	Unidad	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Tensores	Unidad	50	\$ 3.500	\$ 175.000
Kit de manigueta	Unidad	29	\$ 24.000	\$ 696.000
Aisladores	Unidad	370	\$ 250	\$ 92.500
Alambre acerado x25kg	Rollo	6	\$ 145.000	\$ 870.000
Desviador de rayos	Unidad	6	\$ 32.000	\$ 192.000
cuchilla doble tiro	Unidad	1	\$ 20.000	\$ 20.000
Manguera aisladora x50m	Rollo	1	\$ 24.000	\$ 24.000
Postes plásticos	Unidad	183	\$ 17.500	\$ 3.202.500
Cinta eléctrica x200m	Rollo	1	\$ 70.000	\$ 70.000
Total				\$ 6.860.000

Cuadro 7. Costos Acueducto Ganadero

Acueducto Ganadero				
Item	Unidad	Cant	V. unitario	V. Total
Manguera 1/2"	Rollo	10	\$ 25.000	\$ 250.000
Uniones Manguera 1/2"	Unidad	12	\$ 3.000	\$ 36.000
Tee Manguera 1/2"	Unidad	16	\$ 1.000	\$ 16.000
Llaves de paso 1/2"	Unidad	4	\$ 8.000	\$ 32.000
Hidrante	Unidad	20	\$ 10.000	\$ 200.000
Adaptador hembra	Rollo	20	\$ 3.000	\$ 60.000
Abrazadera metalica tipo cremallera	Unidad	100	\$ 300	\$ 30.000
Bebedero	Unidad	4	\$ 132.000	\$ 528.000
Saladero	Rollo	4	\$ 220.000	\$ 880.000
Tanque 1000 Litros	Unidad	1	\$ 280.000	\$ 280.000
Total				\$ 2.312.000