

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE
PRODUCCION MAS LIMPIA (PML) PARA LAS FINCAS PRODUCTORAS DE
FIQUE EN EL MUNICIPIO DE CALDONO DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



DANNA JURELY GOMEZ ORDOÑEZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARA
POPAYÁN, 2020**

DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCION MAS LIMPIA (PML) PARA LAS FINCAS PRODUCTORAS DE FIQUE EN EL MUNICIPIO DE CALDONO DEPARTAMENTO DEL CAUCA



DANNA JURELY GOMEZ ORDOÑEZ

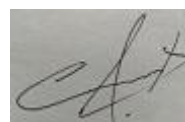
Trabajo de grado para optar por el título de ingeniera ambiental y sanitaria

**Director
Ingeniero ambiental
JULIAN MUÑOZ DE LA ROSA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARA
POPAYÁN, 2020**

NOTAS DE ACEPTACION DEL DIRECTOR

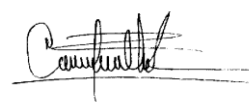
Hacemos constar que el presente documento de trabajo de grado y su respectiva sustentación ha sido aceptado por los jurados de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, como requisito para optar al título de Ingeniera



DIRECTOR JULIAN MUÑOZ



JURADO ARNOL ARIAS HOYOS



JURADO CARLOS FELIPE URIBE

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado primeramente a mis padres Elicenia de Jesús Ordoñez y Segundo Armando Gómez que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, por su apoyo incondicional lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, a mi hermano Miguel Ángel Gómez Ordoñez, por su amor y comprensión.

Igualmente a Dios, por todas las bendiciones recibidas, el que me ha dado sabiduría y fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; y permitirme realizar el sueño de ser una profesional.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta culminar esta etapa de formación profesional, A mi familia por todo su apoyo, paciencia, y hacer realidad este sueño anhelado.

También debo agradecerles al Director del proyecto y especialmente a los jurados, por el apoyo, experiencia, orientación, paciencia y su motivación que fue brindada para culminar este logro de mi carrera profesional.

A la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, y a los docentes que aportaron conocimientos importantes para nuestro crecimiento profesional, por su disposición, acompañamiento y orientación para el logro y culminación de nuestra carrera profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. CAPÍTULO I: PROBLEMA.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
2. CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	18
2.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	18
2.1.1. División Político – Administrativa del Municipio	19
2.1.2. Clima del municipio.....	19
2.2. ANTECEDENTES.....	20
2.2.1. El Plan de Desarrollo “Cauca, Territorio de Paz” plantea generar condiciones de riqueza colectiva en el producto de fique.	20
2.2.2. Máquina que extrae fibra, jugo y bagazo del fique recibe patente de utilidad por parte de la SIC.	21
2.2.3. Producción de bioetanol empleando fermentación tradicional y extractiva a partir de jugo de fique.....	21
2.3. BASES TEÓRICAS.....	22
2.3.1. Generalidades de las fibras naturales	22
2.3.2. Producción de fique	22
2.3.3. Proceso beneficio de la fibra de fique.....	22
2.3.4. Agroindustrialización los subproductos del fique.....	24
2.3.5. Producción y comercialización	25
2.3.6. Producción más limpia	25
2.3.7. Matriz de Leopold	25
2.3.8. Evaluación de impacto ambiental.....	26
2.3.9. Matriz de Vester	26
2.4. MARCO LEGAL	27
3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	29
3.1. FASE 1. Identificar los impactos ambientales en las fincas de Caldono Cauca	30

3.1.1.	Descripción socioambiental de las zonas de estudio Municipio de Caldono	30
3.1.2.	Determinación de los impactos ambientales en las fincas figueras	31
3.2.	FASE 2. Evaluación de los principales impactos ambientales por el proceso productivo de fique	32
3.2.1.	Método evaluación de impacto ambiental (EIA)	32
3.2.2.	Aplicación matriz de Vester	33
3.2.3.	Cuadrante del plano cartesiano	34
3.3.	FASE 3. Formulación de alternativas de producción más limpia para el sector productivo fique en las fincas de Caldono.	35
4.	CAPITULO IV. RESULTADOS	37
4.1.	DESCRIPCION SOCIOAMBIENTAL DE LAS FINCAS FIQUERAS	37
4.1.1.	Información de los propietarios de las fincas.....	44
4.1.2.	Características de los cultivos de fique.	45
4.1.3.	Producción de fique	48
4.2.	DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO AMBIENTAL	49
4.2.1.	Empleo lista de chequeo	49
4.2.2.	Datos relevantes lista de chequeo.....	52
4.2.3.	Desarrollo matriz de Leopold	53
4.2.4.	Desarrollo de la matriz de Vester	55
4.2.5.	Análisis de los resultados obtenidos en la matriz de Leopold y Vester	59
4.2.4.	Alternativas de producción más limpia para el proceso productivo de fique.....	66
5.	CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1.	CONCLUSIONES	72
5.2.	RECOMENDACIONES	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio	18
Figura 2. División política – localización geográfica del municipio de Caldon.	19
Figura 3. Proceso productivo de fique	24
Figura 4. Fases de la metodología	29
Figura 5. Cultivo de fique.....	37
Figura 6. Proceso de corte.	40
Figura 7. Proceso de desespinado.....	40
Figura 8. Desfibrado manual de fique.....	41
Figura 9. Desfibrado con máquina.	41
Figura 10. Fermentación de la fibra.....	42
Figura 11. Secado sobre superficie.....	43
Figura 12. Secado tendales alambre.....	44
Figura 13. Resultados plano cartesiano Vester.....	57
Figura 14. Generación de bagazo	60
Figura 15. Vertimientos líquidos de la fermentación y lavado.	61
Figura 16. Amarre de cabuya	62
Figura 17. Transporte en caballo.....	62
Figura 18. Transporte en carro.....	63
Figura 21. Manejo ambiental para la actividad de desfibrado.	70
Figura 22. Manejo ambiental para la actividad de fermentación-lavado.....	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad aplicable al proyecto beneficio de fique	27
Tabla 2. Fincas seleccionadas en el estudio.	30
Tabla 3. Lista de chequeo para el beneficio de fique	32
Tabla 4. Cuadrantes de interpretación	34
Tabla 5. Buenas prácticas agrícolas.	35
Tabla 6. Usos alternativos para subproductos.	35
Tabla 7. Ficha de manejo ambiental.	36
Tabla 8. Procesos productivos del cultivo de fique.....	38
Tabla 9. Proceso final.....	38
Tabla 10. Información de los fiqueros.....	45
Tabla 11. Características del cultivo de fique.....	45
Tabla 12. Composición hoja de fique.	46
Tabla 13. Manejo del cultivo de fique	47
Tabla 14: Áreas cultivadas y producción de fique	48
Tabla 15. Lista de chequeo sector productivo de fique.	50
Tabla 16. Resumen matriz de Leopold evaluación de impactos ambientales en las fincas productoras de fique en el municipio de Caldonio departamento del Cauca.....	54
Tabla 17. Matriz Vester priorización de problemáticas de impactos.....	56
Tabla 18. Verificación matriz Vester.....	57
Tabla 19. Clasificación de problemas Vester.	58
Tabla 20. Análisis de los problemas Vester.....	63
Tabla 21. Manejo adecuado del cultivo de fique.	67
Tabla 22. Usos alternativos de los subproductos del fique.....	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de la población a 2011.....	79
Anexo 2. Presión por demanda de agua por Micro cuenca.....	80
Anexo 3. Aplicación matriz de Leopold.....	81
Anexo 4. Modelo de encuesta.	82
Anexo 5. Fibra de fique.	84
Anexo 6. Nudillos de fibra.....	84
Anexo 7. Comercialización fibra	85
Anexo 8. Animales de tracción.	85
Anexo 9. Tejidos de fibra.....	86
Anexo 10. Entrega tanques para fermentación	86
Anexo 11. Aplicación encuestas.....	87
Anexo 12. Socialización	87

RESUMEN

Aunque en términos ambientales la fibra de fique cuenta con ventajas comparativas frente a las fibras plásticas, no está exenta de problemáticas ambientales propias del proceso de extracción y transformación de la fibra en sus diferentes fases, dentro del proyecto se determinó los principales problemas ocasionados por la planta de fique tipo ceniza cultivada en el Municipio de Caldono Cauca. La contaminación hídrica ocasionada durante la fase de extracción es una de las más conflictivas del proceso; ya que en las zonas productoras el lavado del fique lo realizan los cultivadores en afluentes cercanos contaminando el agua. Otro problema ambiental representativo es el proceso de desfibrado, en el cual se producen altos volúmenes de residuos orgánicos generando malos olores y lixiviación debido alto contenido de líquidos.

Por ultimo también fueron contempladas la falta de capacitación, acompañamiento y continuidad en el mejoramiento tecnológico, debido a que los cultivadores manejan prácticas convencionales en las cuales se hace aprovechamiento de solo de una pequeña parte de la hoja, generando una actividad poco lucrativa.

El trabajo se llevó acabo en el municipio de Caldono Cauca, después de haber colaborado en el convenio No. 00347 (Elaboración de una agenda ambiental para el cultivo de fique en el departamento del Cauca. El desarrollo de este consistió en realizar un diagnóstico ambiental y formulación de alternativas de producción más limpia (PML), en las fincas figueras con el fin de determinar los impactos ambientales ocasionados por los procesos productivos de fique.

Este estudio se llevó a cabo mediante información recopilada por encuestas de carácter socioambiental para los cultivadores y para determinar los impactos ambientales se aplicó la matriz de Leopold, como instrumento de organización e identificación de impactos generados en los factores biótico, abiótico y social; y como instrumento complementario se realizó la matriz de Vester con el fin de priorizar los principales impactos ambientales. Lo anterior, llevo a la formulación de conclusiones y recomendaciones, las cuales permitirán favorecer el cultivo adoptando buenas prácticas y usos alternativos de los subproductos, dando una entrada económica extra a los cultivadores, al comercializarlos con entidades o universidades especializadas en realizar investigaciones para utilidad a estos residuos.

Palabras clave: Fique, alternativas, producción más limpia, impacto ambiental.

ABSTRACT

Although in environmental terms the fiber of fique has comparative advantages compared to plastic fibers, it is not exempt from environmental problems typical of the process of extraction and transformation of the fiber in its different phases, within the project the main problems caused by the ash type fique plant grown in the Municipality. The water pollution caused during the extraction phase is one of the most conflictive in the process; since in the producing areas the fique is washed by growers in nearby tributaries contaminating the water. Another representative environmental problem is the defibration process, in which high volumes of organic waste are produced, generating bad odors and leaching due to high liquid content.

Lastly, the lack of training, accompaniment and continuity in technological improvement were also contemplated, because the growers use conventional practices in which only a small part of the leaf is used, generating a non-profit activity.

The work was carried out in the municipality of Caldono Cauca, after having collaborated in agreement No. 00347 (Elaboration of an environmental agenda for the cultivation of fique in the department of Cauca. The development of this consisted of carrying out an environmental diagnosis and formulation of cleaner production alternatives (PML), in the figueras farms in order to determine the environmental impacts caused by the fique production processes.

This study was carried out using information collected by socio-environmental surveys for growers and to determine the environmental impacts, the Leopold matrix was applied, as an organization and identification tool for impacts generated on biotic, abiotic and social factors; and as a complementary instrument, the Vester matrix was created in order to prioritize the main environmental impacts. The foregoing led to the formulation of conclusions and recommendations, which will allow cultivation to be favored by adopting good practices and alternative uses of by-products, giving extra economic input to growers, by marketing them to entities or universities specialized in conducting research for the benefit of these residues.

Key words: Fique, alternatives, cleaner production, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

La planta de fique se originó en Colombia conocida científicamente como *Furcraea* sp, la cual es procesada y comercializada como fibra natural, utilizada principalmente para la elaboración de costales, este cultivo se da principalmente en zonas donde las condiciones tropicales son relativamente estables, el clima óptimo está entre 1.500 msnm a 1.200 msnm. El Departamento del Cauca, es el productor de mayor producción en el país con un aproximado de 7.500 Ton/anuales, seguido por los departamentos de Nariño, Cundinamarca y Boyacá. [1]

El municipio de Caldono trabajada esta materia prima en forma manual y sin ninguna técnica ni proceso industrial adecuado, teniendo como resultado una deficiente producción y baja calidad en los géneros textiles elaborados, lo cual aísla a nuestro producto a competir dentro de un mercado con productos de mejor calidad. Por tanto da lugar a la sustitución del fique por otras fibras sintéticas, desconociendo sus cualidades textiles y naturales (biodegradables) que tiene esta fibra vegetal. [2]

Estas fibras vegetales también representan una amenaza para el medio ambiente al medio ambiente, tanto a fuentes hídricas cercanas, como al suelo, es así como surge el desarrollo de este trabajo al identificar, evaluar y realizar análisis de todas las actividades generadas en la cadena productiva de fique sobre los factores ambientales, aplicando por último estrategias de producción más limpia (PML), que al aplicarse refuercen la productividad y la prevención de impactos ambientales.

1. CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todas las actividades que el ser humano realiza diariamente, generan residuos plásticos, los cuales en la actualidad se han ido incrementado por crecimiento poblacional, evidenciando una problemática ambiental ante el manejo de dichos residuos. Por lo anterior es de gran importancia que exista un manejo adecuado de los residuos, aplicando técnicas idóneas para su recolección y tratamiento, ya que es una necesidad básica para mejorar la calidad de vida de las personas, y minimizar los impactos ambientales.[3] [4]

Por su parte Colombia apuesta en volver a antiguas tradiciones y economías para sustituir la fibra sintética, por fibra nacional natural, haciendo de este subsector agrícola uno de gran importancia para los próximos años dentro del mercado y economía del país. Ya que actualmente los Departamentos del Cauca, Nariño, Antioquia y Santander han optado por reemplazar el plástico con materiales biodegradables como el fique, siendo el Departamento del cauca el mayor representante con el 40% de la producción Nacional, en este departamento resaltan los municipios de Caldoño, Jámbalo, Silvia, Totoró y el Tambo con grandes extensiones en cultivos de fique, [5] por tanto el municipio de Caldoño fue el área de estudio elegida para llevar a cabo el diagnóstico ambiental y formulación de alternativas de producción más limpia dentro del sector productivo de fique.

Actualmente los principales problemas ambientales asociadas al cultivo de fique, es la contaminación hídrica originada durante una de las fases de extracción de la fibra, [6] desde el lavado de la fibra el cual es realizado por los cultivadores o artesanos en afluentes cercanas, y los jugos vertidos a fuentes hídricas pertenecientes en toda su extensión a la sub-cuenca del río Ovejas; esta subcuenca tiene un área total de 92.100 hectáreas, de las cuales el 40,6% corresponden al municipio y las Microcuencas corresponden a el Pescador, Mondomo, Salado, Cabuyal, Quichaya, Chindaco, Guicoche, Guasano, Puente Alto, Las Ánimas y El Pílon, las fuentes de agua más afectadas se encuentran en las microcuencas de los ríos Mondomo, Quichaya y Salado, siendo esta última la que más conflicto presenta y en su totalidad es por el lavado de fique. [7]

Otra problemática es presentada por los residuos como el bagazo los cuales son arrojados al suelo, sin un manejo adecuado, generando procesos de lixiviación y por consiguiente la acumulación de estos conlleva a malos olores. Esto se debe a que los procesos de desfibrado, provocan un alto contenido de líquidos específicamente sustancias tóxicas como sacarosa, glucosa y fructosa, saponinas y minerales[8]. Finalmente cabe mencionar que al realizar el proceso de tinturado los químicos consumen gran cantidad de agua siendo un valor de 28.25 L a 32.11 L por kilo de fibra, además estas sustancias también

causan contaminación por el vertimiento de las mismas con alto contenido químico y a altas temperaturas sobre el suelo y desagües. [6]

Debido a los anteriores factores problemáticos, es importante que dentro de una visión como ingeniera ambiental y sanitaria, se proponga el planteamiento de alternativas de producción más limpia (PML) lo cual ayudara a efectuar procesos más amigables con el medio ambiente disminuyendo los impactos generados de este subsector.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La producción más limpia ha adquirido gran importancia en la actualidad en los diferentes sectores industriales, en el caso del sector productivo de fique la producción más limpia tiene un papel muy importante porque lograría minimizar la generación de impactos ambientales y por ende optimizar el consumo de materias primas, reducir el consumo hídrico, aumentar la eficiencia en procesos y brindar condiciones de seguridad para trabajadores y el medio ambiente. [9] Surge la necesidad en este proyecto de intervenir en este sector, ya que el departamento del Cauca tiene la mayor área sembrada con fique; en el año 2017 De acuerdo con cifras de la Secretaria de Agricultura y desarrollo Rural del departamento del Cauca, las zonas de mayor área sembrada están en los departamentos de Cauca y Nariño.

Los municipios productores que corresponden al cauca, se estiman los siguientes; Caldon se cosecharon 1.580 ha, con un rendimiento por hectárea de 1.50 ha y se estima una producción de 2.385 toneladas en fibra, Jámbalo cosecha 390 ha, rendimiento 1.50 y producción 585 toneladas, Totoró cosecha 1.116 ha, rendimiento 1.50 y producción 1.674 toneladas y el tambo cosecha 1.712 ha, rendimiento 1.50 y producción 2.568 toneladas. Esta actividad beneficiara aproximadamente a 12.000 familias, en cuanto a la producción de fique, ya que esta actividad es desarrollada en un entorno económico para los diferentes campesinos[1].

Es evidente las desventajas que poseen estas fibras naturales ya que sin un buen manejo de los subproductos esta actividad ocasiona impactos ambientales negativos, sin embargo mediante alternativas productivas y con un manejo técnico del cultivo permitirá mostrar a esta fibra en un enfoque ambiental acorde. Para esto la Secretaria de Agricultura y desarrollo Rural del departamento del Cauca pretende en caminar la transformación de todos los subproductos y al contaminante de mayor afectación los (jugos), mediante la utilización de sapogenina y hecogenina, y por consiguiente lograr abrir un nuevo mercado obteniendo un sistema productivo más efectivo, dando mayores beneficios económicos a los fiqueros.[1] Por lo anteriormente mencionado para impactar al sector productivo de fique de manera positiva se requiere un análisis que permita conocer y caracterizar el municipio de Caldon Cauca y el sector productivo de fique. Para el presente trabajo se seleccionaron las comunidades, productoras del municipio, para identificar y evaluar los impactos ambientales, obteniendo una situación actual de este sector productivo, con el fin de formular alternativas de producción más limpia.

Este proyecto tiene su inicio en el municipio del tambo departamento del Cauca responsable de liderar el convenio entre la alcaldía del Tambo Cauca y la CRC (Corporación Autónoma Regional del Cauca), donde se creó la primera agenda ambiental de productores de fique en la región, contando con la inclusión del municipio de Caldon por ser uno de los municipios de mayor producción de fique y para el cual se realiza el diagnóstico ambiental y formulación de alternativas de producción más limpia en las tres fincas otorgadas por el convenio no. 00347 del año 2017. En definitiva quienes se verán beneficiados

serán los figueros del municipio de Caldono ya que podrán implementar esta propuesta a sus fincas, mejorando su producción y disminuyendo las afectaciones sobre el medio ambiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Identificar los impactos ambientales y formular alternativas de PML para las fincas productoras de fique en el municipio de Caldono Cauca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los impactos ambientales del sector productivo de fique en el municipio de Caldono Cauca.
- Evaluar los impactos ambientales del sector productivo de fique en el municipio de Caldono Cauca.
- Formular alternativas de producción más limpia.

2. CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

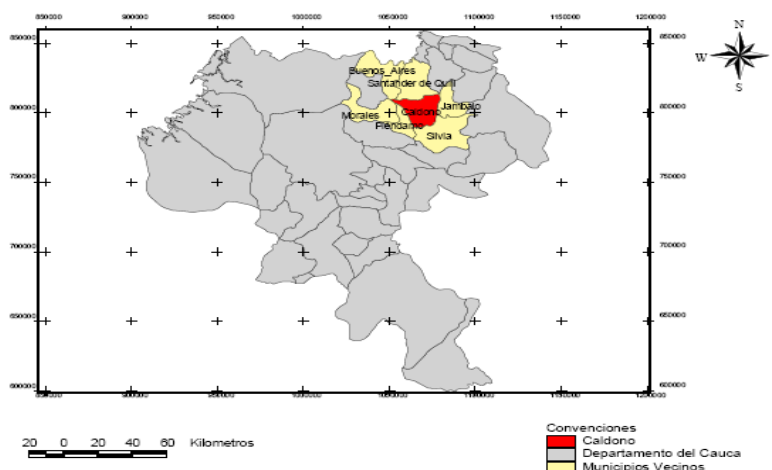
2.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Caldono Cauca, se encuentra ubicado en la zona Andina, en la vertiente occidental de la cordillera central a los 2° 48" y 3° 19" Latitud norte 76° 05" y 76° 50" Longitud oeste y en el sector oriental del departamento del Cauca. Su área es de 373.98 Km², limita por el Este con los municipios de Jambaló y Silvia al Oeste con los Municipios de Morales y Piendamó, al Sur con los Municipios de Silvia y Piendamó y al Norte con los Municipios de Santander de Quilichao y Buenos Aires. Su cabecera municipal se sitúa al Nor oriente del Departamento del Cauca a una distancia de 67 kilómetros de la ciudad de Popayán y a 92 Kilómetros de la ciudad de Cali [10].

En cuanto a la participación por sectores económicos para el 2013, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en la actividad agrícola reporta 7.529 hectáreas en cultivos permanentes, dentro de los que se destacan café (4.555 ha) y fique (2.700 ha); 146 hectáreas en cultivos transitorios, entre ellos fríjol (73 ha) y maíz (70 ha) y 280 hectáreas en cultivos anuales, donde predomina la yuca (280 ha) [11].

Las fincas se encuentran ubicadas en Santa Elena, Plan de Zuñiga, la Esmeralda y el Picacho, tres veredas diferentes para otorgar una mayor amplitud a la evaluación ambiental. La topografía del terreno es montañosa en su mayor parte y corresponde a la cordillera Central, en donde se destacan las cuchillas Asnega y Solapa y los altos Cresta de Gallo y Naranja, (ver figura 1) [11].

Figura 1. Mapa del área de estudio

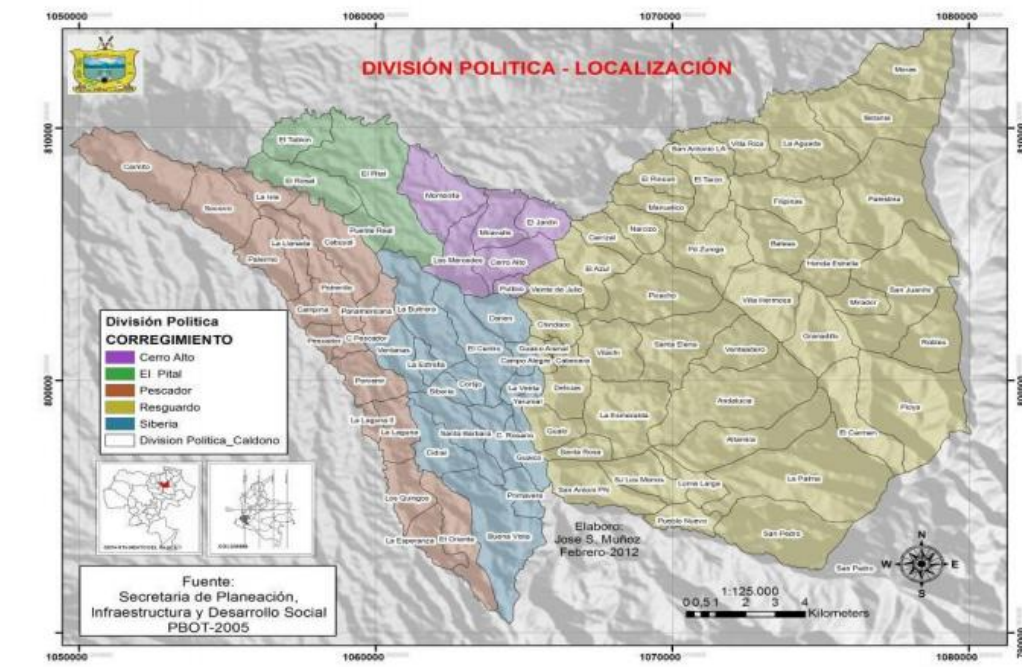


Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015

2.1.1. División Político – Administrativa del Municipio

El territorio está conformado por 86 veredas, 4 Corregimientos (ver figura 2) (Cerro Alto, Siberia, Pescador y Pital.), 6 resguardos Indígenas, (San Lorenzo de Caldon, Pioyá, Pueblo Nuevo, San Antonio - La Aguada, La Laguna - Siberia, Las Mercedes), el municipio es un territorio multiétnico y pluricultural, está habitado por pueblos de indígenas de las etnias Nasa, población mestiza y una minoría de población afro. El 48% de la población son mujeres, el 52% hombres, el 96% ubicada en zona rural, y el 4 % ubicada en zona urbana. Habitan 86 habitantes por Km² (Ficha Municipal DNP-2011) [10].

Figura 2. División política – localización geográfica del municipio de Caldon.



Fuente: Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015

2.1.2. Clima del municipio

Recorren el territorio los ríos Chindaco, Mondomo, Ovejas, Pescador y Salado, además de varias corrientes menores. Sus tierras se distribuyen entre los climas templado y frío, la temperatura promedio anual es de 19,2°C aproximadamente, siendo agosto el mes de mayor temperatura y noviembre el de menor. [11]

2.2. ANTECEDENTES

Es necesario contextualizar en este apartado contrastar estas fibras naturales frente a las investigaciones o proyectos que se han realizado en el municipio, dado que esta información puede ser de utilidad para el trabajo; sin embargo no se encontraron mayores investigaciones posteriores, por lo cual solo se mostrara importantes estudios sobre las fibras naturales de fique.

2.2.1. El Plan de Desarrollo “Cauca, Territorio de Paz” plantea generar condiciones de riqueza colectiva en el producto de fique.

Este proyecto está formulado para beneficiar a 600 productores en cinco municipios caucanos, cuyos cultivos de este producto, fueron afectados por el calentamiento global. Para la primera fase del proyecto “Apoyo a las familias fiqueras en el establecimiento de cultivos de fique asociados a los cultivos de frijol y maíz en el Departamento del Cauca”, los municipios escogidos son; el Tambo, Caldon, Silvia, Totoró y Jambaló, la razón de fundamenta en que son los mayores productores de fique en el departamento. Los componentes desarrollados en el proyecto específicamente son: Siembra de 600 hectáreas de fique tecnificadas, acompañadas de cultivos de frijol y de maíz, cumpliendo con el componente de seguridad alimentaria y teniendo en cuenta que el fique es un cultivo tardío el cual se produce a los dos o tres años; Asistencia Técnica, donde se les acompañará con personas profesionales que brindarán el apoyo necesario; Capacitaciones en temas como cambio climático, mitigación de cambio climático, fortalecimiento socio-empresarial, buenas prácticas agrícolas, cosecha de hoja de fique, entre otros y el último componente que es la Entrega de insumos y Herramientas, que les servirá para todo el proceso de siembra y cuidado de los cultivos. [12]

Por su parte el Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Carlos Alberto Vela, comentó que también se inició la formulación de un proyecto de Ciencia, Tecnología e Innovación junto a la Universidad del Cauca donde se quiere aprovechar todos los subproductos del fique, y se aprobó una alianza productiva denominada: “Fortalecimiento del sector fiquero en el resguardo indígena de Jambaló, dirigido a víctimas del conflicto armado, contribuyendo a la armonía y convivencia del pueblo Nasa”, beneficiando a 128 productores del dicho municipio. [12]

2.2.2. Máquina que extrae fibra, jugo y bagazo del fique recibe patente de utilidad por parte de la SIC.

Esta idea consistió en crear una máquina de extracción de fique con el fin de reemplazar la técnica tradicional, y así mismo, fortalecer los centros de beneficio con esquemas productivos, de tal modo que se logre garantizar la calidad del producto. Esta idea recibe una patente, que se encuentra en su fase de prototipo funcional, actualmente está en pruebas controladas en el Centro de Investigación de Tibaitatá de Corpoica, en Mosquera (Cundinamarca). En este año 2020 se espera tener finalizado el sistema y hacer la prueba del prototipo en una planta piloto, que cuente con las condiciones reales de la industria. Por ende la información que allí se obtendrá permitirá obtener los datos definitivos de cómo debería ser el modelo de producción, de cara a su réplica en diferentes regiones del país. Esta propuesta busca la automatización en la extracción de los tres subproductos del fique, de tal manera que el operario solo tenga que ingresar las hojas, y al finalizar el proceso, recoger la fibra, el jugo y el bagazo por separado. El sistema de desfibrado tradicional se hace con motores diésel, pero el de la patente es completamente eléctrico, lo cual garantiza la eficiencia ambiental. [13]

2.2.3. Producción de bioetanol empleando fermentación tradicional y extractiva a partir de jugo de fique.

La producción de bioetanol es buena, ya que es uno de los combustibles renovables más importantes que contribuye con la reducción de los impactos ambientales negativos generados en el mundo por la utilización de combustibles fósiles. El bioetanol es el producto de la fermentación anaerobia de azúcares provenientes de campos de cosecha, entre los que se destacan el maíz, la caña de azúcar, la papa, la yuca, la cebada, entre otros, productos empleados principalmente para el consumo humano, generando el incremento de los precios y la escasez de reservas alimenticias. Por lo tanto la realización de este trabajo es con el fin de proponer como alternativa la producción de bioetanol a partir de jugo de fique. Con esta propuesta se plantea ayudar a solventar las necesidades actuales en la industria de biocombustibles a partir de un residuo contaminante, que no es explotado en este campo y que no compite con la industria de alimentos ni la agricultura, debido a que no necesita de siembras en suelos para tal fin. Además se genera un valor agregado a un residuo industrial y el costo del producto sería mucho más económico.[14]

2.3. BASES TEÓRICAS

Este capítulo abordara conceptos generales de los enfoques e instrumentos y uso de los cultivos de fique responsable y conectado con las necesidades de las poblaciones humanas de implementar una producción más limpia.

2.3.1. Generalidades de las fibras naturales

En Colombia las plantas de fique pertenecen al género FURCRAEA abarca alrededor de 20 especies y algunas de ellas son utilizadas para extraer de sus hojas la fibra textil conocida coloquialmente, como cabuya. Esta es una planta rehabilitadora de suelos pobres y erosionados, su sistema radicular es rico en nitrógeno y sus raíces proporcionan materia orgánica, a medida que se acumulan y descomponen, al ser biodegradable se emplea como alimento y abono que se pueden transformar fácilmente en hilos para la fabricación de textiles". Según su origen, las fibras naturales pueden clasificarse en celulósicas (de origen vegetal), proteínicas (de origen animal), o minerales. [15] [16]

2.3.2. Producción de fique

La cadena productiva del fique en el Departamento del Cauca, actualmente se centra en la producción de Sacos, cordeles, biomantos y artesanías, cerca de 11.000 familias campesinas e indígenas se ocupan de la siembra, cultivo y beneficio de esta penca del fique. Además algunas de las mujeres de las zonas productoras, hilan y tiñen la fibra para realizar artesanías, con tejidos propios de la región y puedan ser comercializados en mercados Internacionales (ver figura 3). [17]

2.3.3. Proceso beneficio de la fibra de fique

En este proceso del beneficio de fique se desprende en las siguientes etapas:

- **Corte**

En la cosecha de las hojas se deja a la mata con un mínimo de 20 hojas, y se realizar el corte dejando dos dedos de base de la hoja, teniendo en cuenta de no herir o lastimar las hojas que queden en pie, pues se puede afectar la sanidad de la planta. Después se debe seleccionar los grupos de hoja de acuerdo con la calidad, teniendo en cuenta: tamaño o longitud, sanidad, y color. También es muy importante que se tenga en cuenta el tapar el arrume, pues el sol, al realizar un beneficio demorado, puede ocasionar daños al material a desfibrar. [2]

- **Desfibrado**

Este proceso consiste en separar la corteza de las hojas de las fibras de cabuya que están en su interior, el cual es realizado de dos formas por los agricultores una es manual y la otra con la maquina desfibradora, utilizando motor a gasolina o diésel, resultando ser con diésel una labor más económica. El método con máquina para desfibrar consiste en introducir la hoja por la base como es lo correcto, y voltearla para obtener un mayor desprendimiento de fibra. [2]

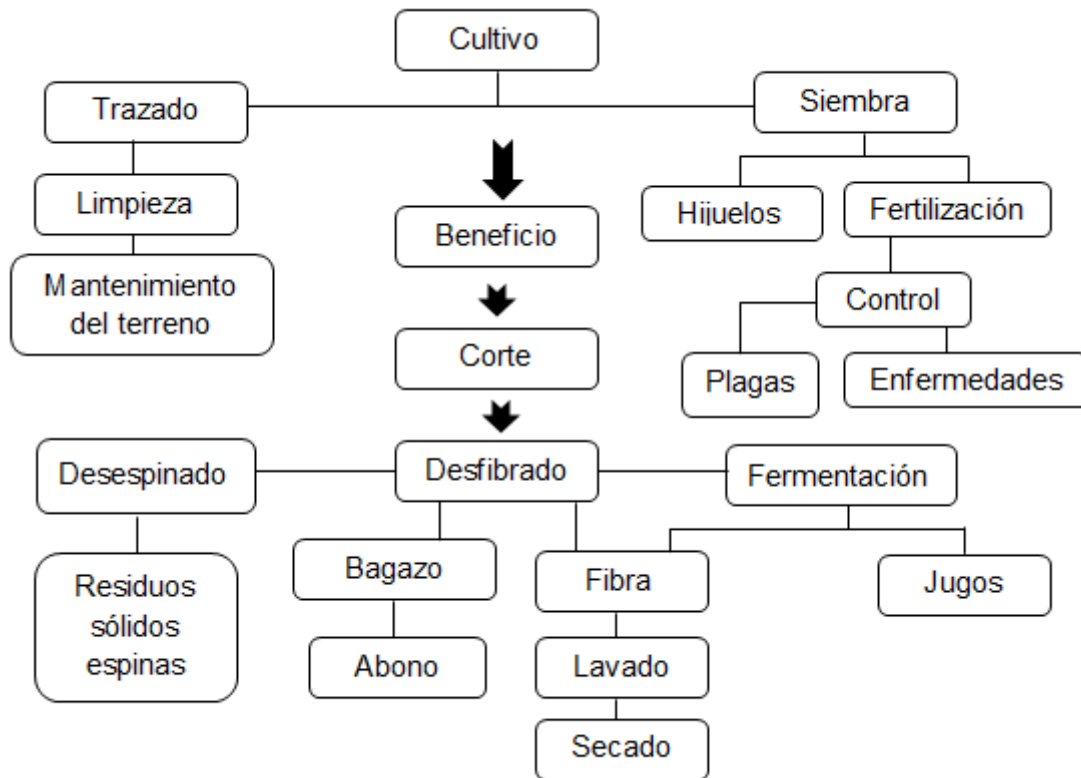
- **Fermentación y lavado**

En este proceso se destaca la importancia de realizar el fermentado ya que se obtendrá una fibra de mayor calidad, puesto que la acción de los microorganismos y levaduras aumenta la temperatura, y por ende descomponiendo orgánicamente la materia, es decir, soltando el ripio o chanda. Así mismo los compuestos químicos del fique hacen que se desprendan los restos de celulosa dejados entre las fibras. Para la correcta fermentación de la cabuya, se procede de la siguiente manera se debe llenar un tanque en seco con la cabuya, estirla a lo largo y ancho, para después echar agua cubriendo el límite de la cabuya, como recomendación se puede pisotear o macerar estos manojos de cabuya contribuye a que se desprenda mejor el ripio y por ultimo para el lavado se puede usar por lo menos dos veces el agua, está comprobado que las primeras aguas contienen mayor grado de fermentación, por esta razón el agua se recomienda reutilizarla.[2]

- **Secado y empaque**

El secado se hace en mangas o potreros, el hecho de que se realice en zonas sobre el suelo puede provocar inconvenientes como cuando se presentan en épocas de invierno la cabuya tiende a negrearse o se mohosea, también se dificulta alcanzar el grado de humedad máximo requerido del 12%. En cambio los secaderos aéreos o en alambre contribuyen a que la cabuya se seque con mayor rapidez, obteniendo una fibra más limpia, libre de todo residuo orgánico y con el porcentaje de humedad requerido. Para el siguiente paso que es el empaqueo de la fibra de fique, se aconseja separar la cabuya de acuerdo con las calidades obtenidas, no mezclar cabuyas cortas con largas, no hacer paquetes de cabuya húmeda (por encima del 12%), y hacer atados dobles de 1.5 a 2.0 kilogramos cada uno, por ultimo elaborar empaques en escoba para posterior prensado.[2]

Figura 3. Proceso productivo de fique



Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Agroindustrialización los subproductos del fique

El proceso de transformación del fique permite obtener la fibra que representa el 4% de la planta, derivado que es el único aprovechado en la actualidad, el restante 96% que se obtiene está compuesto por jugo y bagazo. Debido a sus altos contenidos de saponinas y fenoles, estos biosólidos ocasionan efectos negativos sobre fuentes de agua cercanas a los sitios de producción, ya que generan reacciones químicas que hacen desoxigenar las fuentes hídricas ocasionando graves daños a la fauna acuática y flora existente, además de atraer plagas como insectos. [18]

2.3.5. Producción y comercialización

Las condiciones climáticas óptimas para su plantación comercial son. Temperatura entre los 19 y 23 grados centígrados, altura entre 1.300 y 1.900 m.s.n.m.; humedad relativa entre el 50 y 70%; precipitación de 1.000 a 1.600 m.m anuales y una luminosidad promedio de 5 a 6 horas diarias [19]. Los tres principales departamento de mayor área son cauca, Nariño y Santander. Existen en el país cuatro empresas transformadoras del fique que constituyen el eslabón industrial de la cadena, en los departamentos de Antioquia (compañía de empaques S.A. – CESA), cauca (empaques de cauca S.A.-EMPACA), Santander (coohilados del fonce Ltda). [20]

2.3.6. Producción más limpia

La Producción Limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental que permite incrementar la eficiencia y la productividad de las empresas y reducir costos, al tiempo que minimiza los riesgos para la población humana y el medio ambiente. En Producción Limpia se considera la contaminación como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos y las tecnologías utilizadas al interior de las empresas. [21]

Igualmente la producción más limpia Se define la aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y a ambiente. En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. [22]

2.3.7. Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un cuadro de doble entrada de relación causa-efecto empleado en la evaluación del impacto ambiental. Esta matriz sistematiza la relación entre las acciones a implementar en la ejecución de un proyecto y su posible efecto en factores ambientales. Ampliamente utilizada como método de evaluación cualitativo y permite asignar un carácter al impacto (positivo o negativo). Por consiguiente también es necesario mencionar que entre sus principales ventajas están ser un método sencillo de implementar, de bajo costo y aplicable a todo tipo de proyectos. Como desventaja principal exhibe la carga subjetiva en las decisiones del investigador al asignar los órdenes de magnitud e importancia. [23]

La estructura de la matriz es de la siguiente forma, en la primera fila (parte superior) se colocan las acciones a ejecutar en el proyecto a evaluar. En el extremo izquierdo (primera columna) se anotan los factores ambientales que pueden ser afectados por cada acción. En las celdas formadas por la intersección entre filas y columnas se anotan la magnitud e importancia del

impacto. En las columnas finales se asientan los totales de número de afectaciones positivas, negativas y el impacto para cada factor ambiental. En las últimas filas se anotan afectaciones positivas, negativas y el impacto para cada acción. Por último, en la esquina inferior derecha se anota el resultado de la suma total de impactos de acciones y el de factores. Ambas cifras deben ser idénticas e indican el nivel y tipo de impacto (negativo o positivo). Teniendo en cuenta que esta matriz puede ser ajustada por el evaluador según las necesidades del proyecto, se mostrara en el siguiente apartado la matriz completamente ajustada a este proyecto. [23]

2.3.8. Evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento. Este estudio deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad. Por consiguiente la evaluación de impacto ambiental (EIA), es un instrumento de predicción y prevención de daños ambientales, para llevarla a cabo primero hace falta un Estudio de Impacto Ambiental, que es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que se producirán, entre otros[24].

2.3.9. Matriz de Vester

Es una herramienta que facilita la identificación y la determinación de las causas y consecuencias en una situación problemática. Técnica que fue desarrollada por el alemán Frederic Vester y aplicada con éxito en diversos campos. En términos generales una matriz es un arreglo de filas (O hileras) y columnas, que por convención toma a las primeras, a nivel horizontal y las segundas, lógicamente a nivel vertical. En la matriz se ubican los problemas detectados tanto por filas como por columnas en un mismo orden previamente identificados [25].

2.4. MARCO LEGAL

En este apartado se hace la descripción de la normatividad vigente sobre el cultivo de fique, la evaluación de impacto ambiental y la implementación de estrategias de producción más limpia, todo esto dentro del marco nacional ver en la tabla 1.

Tabla 1. Normatividad aplicable al proyecto beneficio de fique

NORMA	DESCRIPCIÓN		DETALLE
CODIGO 2811	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Libro primero. Del Ambiente.	Parte I .Definición y normas generales de política ambiental.
			Parte II. De los asuntos ambientales de ámbito o influencias internacionales.
			Parte III. Medios de desarrollo de la política ambiental.
			Parte IV. De las normas de preservación ambiental relativas a elementos ajenos a los recursos naturales.
			Parte V. De la salud humana y animal.
		Libro dos. De la propiedad uso e influencia ambiental de los recursos naturales renovables.	Parte I. Normas Comunes.
			Parte II. De la atmosfera y el espacio aéreo.
			Parte III. De las aguas no marítimas.
			Parte IV. Del mar y de su fondo.
			Parte VII. De la tierra y los suelos.
			Parte IV (sic). De la protección sanitaria de la flora y de la fauna.
			Parte V (sic).De los recursos del paisaje y su protección.
			Parte VI (sic).De los modos de manejo de los recursos naturales renovables.
CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA	Titulo II: capítulo 3. de los derechos colectivos y del ambiente		
	Artículo 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.		
	Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. [26]		
	Sistema nacional ambiental.		Título VIII: de las licencias ambientales

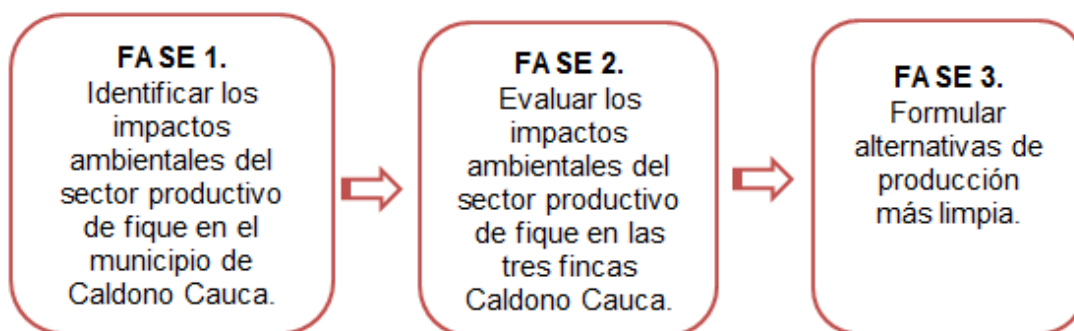
Ley 99 de 1993 Sistema Nacional Ambiental	Por la cual, se crea el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y se constituye el Sistema Nacional Ambiental.	Artículo 56: del diagnóstico ambiental de alternativas.
		Artículo 57: Del Estudio de Impacto Ambiental. [27]
Ley 1252 de 2008	Se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y la presente ley tendrá como objeto regular, dentro del marco de la gestión integral y velando por la protección de la salud humana y el ambiente, todo lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos en el territorio nacional, según lo establecido en el Convenio de Basilea y sus anexos, asumiendo la responsabilidad de minimizar la generación de residuos peligrosos en la fuente, optando por políticas de producción más limpia; proveyendo la disposición adecuada de los residuos peligrosos generados dentro del territorio nacional, así como la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. [28]	
Resolución 1083 de 4 octubre de 1996	Por la cual se reglamenta el uso de fibras naturales para la utilización en obras civiles, objeto de Licencia Ambiental debido a que las fibras naturales presentan ventajas ecológicas como la biodegradabilidad. [29]	
Resolución 1402 de 25 julio de 2018	Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales y se toman otras determinaciones. [30]	
decreto 1541 de 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973	Título IX: Conservación y preservación de las aguas y sus cauces
		Capítulo I: Principios generales
		Artículo 207: El estudio del impacto ambiental deberá contener, Información detallada sobre la naturaleza de los productos químicos, procesos químicos y físicos y formas de energía que se produzcan durante el desarrollo de la actividad, y que serán descargados en el medio acuático.[31]
Decreto 1594 de 1984	Por medio del cual se señalan los criterios de calidad para ser utilizados como base de decisión en el ordenamiento, asignación de usos al recurso y determinación de las características del agua para cada uso.	Capítulo IV; De los criterios de calidad para destinación del recurso.
		Artículos 38, 39, 40, 41, 42 y 45; Los valores asignados como referencia para calidad del recurso. [32]

Fuente: elaboración propia

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta las 3 fases (ver figura 4) que se llevaron a cabo para dar cumplimiento al diagnóstico ambiental de los impactos ambientales generados en el sector productivo de fique de Municipio de Caldono Cauca. Incluyendo en este proyecto como línea base la información socioambiental de los fiqueros de la zona y el diseño de los modelos de entrevistas ver anexo 3, recolectada en el convenio de la alcaldía del Tambo Cauca entre la CRC, donde se creó la primera guía ambiental del fique en la región.

Figura 4. Fases de la metodología



Fuente: propia

3.1. FASE 1. Identificar los impactos ambientales en las fincas de Caldono Cauca

3.1.1. Descripción socioambiental de las zonas de estudio Municipio de Caldono

En este campo para obtener la descripción socioambiental de las cuatro fincas en específico, se realizó un modelo de encuesta para los productores de fique en los municipios del Tambo, Totoró, Jámbalo, Silvia, y Caldono involucrados en el convenio mencionado anteriormente, estas encuestas fueron formuladas por funcionarios de la alcaldía del Municipio de el Tambo, las cuales contienen información de las unidades productoras de fique (áreas de fique sembradas, tipo de terreno, variedad, producción, entre otros), manejo del cultivo (fertilización, lavado, aprovechamiento de los subproductos, entre otros).

La aplicación de estas encuestas se da mediante 6 visitas de campo, realizadas a los líderes figueros, convocados a reunión en los resguardos donde se atendió una persona a la vez ya que la mayoría de los cultivadores no tenían un nivel de escolaridad básico y por ende los formatos debían ser diligenciados uno a uno.

3.1.1.1. Selección zonas de estudio

Se realizó una reunión previa con el grupo de trabajo conformado por cinco estudiantes de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca y los funcionarios del convenio del Tambo, donde se hizo una revisión de los Municipios implicados dentro del proyecto y es así como se asigna para el desarrollo de este trabajo al Municipio de Caldono Cauca y consecutivamente se seleccionan cuatro fincas ubicadas en veredas diferentes para lograr una mayor amplitud en el estudio (ver tabla 2).

Tabla 2. Fincas seleccionadas en el estudio.

No	Vereda	Nombre finca	Ha Finca	Ha Figue
1	Santa Elena	Naranjal	8	1
2	Plan de zuñiga	Cerro Picacho	2	1
3	La esmeralda	Primavera	1	1
4	Vereda el picacho	Naranjal	1	1

Fuente: elaboración propia

3.1.2. Determinación de los impactos ambientales en las fincas figueras

En esta etapa se determinó los impactos ambientales ocasionados en la etapa del beneficio de la fibra de fique en las cuatro fincas seleccionadas, para lo cual se desarrolló una lista de chequeo y la matriz de Leopold con el fin de establecer si estas fincas producen algún efecto adverso al medio ambiente.

3.1.2.1. Modelo lista de chequeo

Para la identificación de impactos ambientales fue utilizada la Lista de Verificación (chequeo). Este método es utilizado principalmente para revelar los impactos más importantes que puedan ocurrir como consecuencia de la ejecución de esta actividad. Sobre una lista de efectos y acciones específicas se marcan las interacciones más relevantes. Como se puede (ver tabla 3), en ella se identificó los problemas ambientales ocasionados en los siguientes componentes (biótico, abiótico y social) durante el beneficio de fique.

La estructura de la Lista de chequeo fue integrada con las etapas y actividades de extracción de la fibra y los impactos que se ocasionan a cada uno de los componentes ambientales y socioculturales. Aunque en el sector productivo de fique se realiza una amplia diversidad de actividades, solo fue considerada la etapa de beneficio con las siguientes actividades:

- corte-desespinado
- desfibrado
- fermentado
- lavado-secado

Tabla 3. Lista de chequeo para el beneficio de fique

Lista de chequeo para identificar impactos ambientales en el proceso del beneficio de fique											
Componente ambiental	Descripción	Corte desespinado		Desfibrado		fermentado		Lavado secado		Observaciones	
		si	no	si	no	si	no	si	no		
Biótico	Fauna										
	Flora										
	Microorganismos										
Abiótico	Suelo										
	Agua										
	Atmosfera										
Social	Riesgo laboral										

Fuente: elaboración propia

3.2. FASE 2. Evaluación de los principales impactos ambientales por el proceso productivo de fique

3.2.1. Método evaluación de impacto ambiental (EIA)

El término impacto no siempre implica negatividad, ya que puede ser positivo o negativo. Existe impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el ambiente o en alguno de sus componentes (aire, agua, suelo, rocas, relieve, paisaje, vegetación, animales) [33].

Para realizar el diagnóstico de impactos ambientales generados por la cadena productiva de fique en el Municipio de Caldono Cauca, se escogió la matriz de Leopold por los siguientes criterios; es una matriz global, es decir cubre las características geobiofísicas y socioeconómicas, además de que el método incluye características físicas, químicas y biológicas. Por lo cual se consideró la etapa del beneficio, teniendo en cuenta las siguientes actividades de este sector productivo (siembra, corte, desespinado, desfibrado, fermentación, lavado, secado, peinado, empaque y comercialización) Con esta matriz se exploran las interacciones que se generan entre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del escenario ambiental.

- En la matriz se disponen filas como factores ambientales que pueden ser afectados, y columnas donde se incluyen las acciones que se realizan en el beneficio de fique y que son causa de los posibles impactos. En esta se fijan 25 acciones posibles y 14 factores ambientales. usando el parámetro colorimétrico se identifican las interacciones positivas con azul y negativas con rojo, y por consiguiente también se indican los colores morado, verde y azul como impactos por componente y en menor tono los impactos por subcomponente de afectación.

Después de haber marcado todas las cuadrículas que representan impactos se procede a una evaluación individual de los más importantes. Cada celda admite los siguientes valores:

- **Magnitud:** se midió con numeración de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y 1 a la mínima. Estos valores de magnitud van precedidos con un signo (+) si son efectos positivos y con un signo (-) si son negativos sobre el medio ambiente.
- **Importancia:** se valoró con una numeración de 1 a 10, siendo el 10 un alto efecto provocado por la alteración y 1 el efecto bajo.

Una vez llenas las celdas, el siguiente paso consiste en evaluar o interpretar los números en ellas colocados que indicaran el grado de impacto, para lo cual se realizaran ponderaciones, por medio de sumas llevando el orden en filas y columnas, dando como resultado final las interacciones positivas, negativas, y el total del impacto ambiental del estudio.

3.2.2. Aplicación matriz de Vester

La aplicación de la Matriz Vester facilita la identificación y la determinación de las causas y consecuencias en una situación problemática. Inicialmente definimos una situación problemática y posteriormente identificamos las causas que provocaban la misma, luego continuamos con el desarrollo de los pasos de la metodología para la aplicación de la Matriz Vester y su posterior interpretación es la siguiente, una vez identificados todos los problemas actuantes se procederá a. [34]

- Asignación de una identificación alfabética o numérica sucesiva para facilitar el trabajo en la matriz.
- Conformar la matriz ubicando los problemas por filas y columnas siguiendo el mismo orden.

Asignar una valoración de orden categórico al grado de causalidad que merece cada problema con cada uno de los demás, siguiendo las siguientes pautas:

- Valor 0 si no es causa
- Valor 1 si es causa indirecta
- Valor 2 si es causa medianamente directa
- Valor 3 si es causa muy directa

3.2.3. Cuadrante del plano cartesiano

El siguiente cuadrante se tiene en cuenta para comprender cuales son los problemas pasivos, críticos, Indiferentes y activos del plano cartesiano de Vester ver (tabla 4). [35]

Tabla 4. Cuadrantes de interpretación

<p>CUADRANTE 2: PASIVOS.</p> <p>Problemas de total pasivo alto y total activo bajo.</p> <p>Se entienden como problemas sin gran influencia causal sobre los demás pero que son causados por la mayoría.</p> <p>Se utilizan como indicadores de cambio y de eficiencia de la intervención de problemas activos.</p>	<p>CUADRANTE 1: CRÍTICOS.</p> <p>Problemas de total activo total pasivo altos.</p> <p>Se entienden como problemas de gran causalidad que a su vez son causados por la mayoría de los demás.</p> <p>Requieren gran cuidado en su análisis y manejo ya que de su intervención dependen en gran medida lo resultados finales.</p>
<p>CUADRANTE: INDEFERENTES.</p> <p>Problemas de total activos y total pasivos bajos.</p> <p>Son problemas de baja influencia causal además que no son causados por la mayoría de los demás.</p> <p>Son problemas de baja prioridad dentro del sistema analizado.</p>	<p>CUADRANTE 4: ACTIVOS</p> <p>Problemas de total activos alto y total pasivo bajo.</p> <p>Son problemas de alta influencia sobre la mayoría de los restantes pero que no son causados por otros.</p> <p>Son problemas claves ya que son causa primaria del problema central y por ende requieren atención y manejo crucial.</p>

Fuente: elaboración propia

3.3. FASE 3. Formulación de alternativas de producción más limpia para el sector productivo fique en las fincas de Caldo.

Se entiende a la producción más limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, a los productos y a los servicios, para incrementar la eficiencia y reducir los riesgos relevantes de los seres humanos y el medio ambiente [36]. Las alternativas presentadas responden a niveles de priorización tras el análisis de las matrices y los problemas encontrados. La alternativa principal a implementar son buenas prácticas agrícolas para lograr el control en procesos. La segunda alternativa consiste en presentar los usos alternativos para los subproductos ver (tabla 6) y por último se realizarán dos fichas técnicas donde incluye objetivos, metas, acciones y medidas para las actividades más amenazantes de este sector productivo, (ver figura 5). [37]

Tabla 5. Buenas prácticas agrícolas.

ACTIVIDAD	PROPUESTA DE MANEJO	RESPONSABLE DE REALIZARLA

Tabla 6. Usos alternativos para subproductos.

FIBRA LARGA	BAGAZO		JUGO	AGENTES QUE INTERVIENEN
	FIBRA CORTA	RESIDUOS SOLIDOS		

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Ficha de manejo ambiental.

FICHA 1. ACTIVIDAD IMPACTANTE DESFIBRADO	
1. OBJETIVO	
2. IMPACTO AMBIENTAL	
❖	
3. TIPO DE MEDIDA	
Preventiva	Mitigación y control

Fuente: elaboración propia

Finalmente se realizó una socialización con los cultivadores de las fincas para darles a conocer los resultados del estudio y poderles compartir las alternativas propuestas y las fichas técnicas.

4. CAPITULO IV. RESULTADOS

En esta etapa se desarrolla las fases de la metodología propuesta (capítulo 3), por medio de un análisis descriptivo e interpretativo de los resultados obtenidos, mediante el trabajo de campo y revisión bibliográfica. Dando cumplimiento a los objetivos propuestos.

4.1. DESCRIPCION SOCIOAMBIENTAL DE LAS FINCAS FIQUERAS

- **Cultivo de fique**

El fique es una planta rustica con variedad conocida como blanca o ceniza (figura 5), esta planta se adapta a varias condiciones agroecológicas, crece casi en todos los climas, desde las llanuras costeras hasta los varios metros de altura sobre el nivel del mar, lo que al agricultor le da una ventaja disminuyendo los costos para la preparación del terreno (suelos de siembra). [38] Sin embargo como cualquier planta, logra su desarrollo y productividad a determinadas condiciones climáticas, óptimas para el cultivo del fique las cuales son: Temperatura entre los 19 y 23 grados centígrados, altura entre 1.300 y 1.900 m.s.n.m.; humedad relativa entre el 50 y 70%; precipitación de 1.000 a 1.600 m.m. anuales y una luminosidad promedio de 5 a 6 horas diarias.

Se ha comprobado teóricamente en el transcurso de los años que la cabuya es una planta protectora del suelo y rehabilitadora de las tierras, ya que esta planta tiene un sistema radical corto, pero muy rico en nitrógeno, de tal manera que el suelo atravesado por estas raíces se enriquecen de este elemento, si bien el fique tiene esta importante característica se observó en los cultivos que a medida en que se acumulan las raíces muertas; estas no son retiradas impidiendo la sanidad de la planta, además de no realizar el abonamiento de los suelos, lo que provocara la presencia de plagas conocidas como; macana, ceniza, y mal rosado las cuales ocasionan la muerte de las mismas.

Figura 5. Cultivo de fique.



Fuente: propia

Tabla 8. Procesos productivos del cultivo de fique.

N _o	Tiene maquina desfibrador	Apilamiento Fibra	Aprovecha Subproductos		Lugar de Lavado	Fermenta Fibra	Agua Residual
1	No	Sobre soporte	Si	Bagazo	Agua de Acueducto	Si	Vierte Al suelo
2	Si	Suelo	No		Pozo	Si	
3	No	Sobre soporte	Si	Bagazo	Rio		
4	No	Suelo	Si		Quebrada		

Fuente: elaboración propia

En el proceso productivo de fique (tabla 8), muestra que los agricultores hacen uso del bagazo como abono, más sin embargo no demuestran realizar esta actividad constantemente. Por otra parte el proceso de lavado es realizado en fuentes hídricas como ríos o quebradas, generando un impacto negativo a la vida acuática y por ende también el proceso de fermentación causa problemas ambientales ya que al verter al suelo estas aguas residuales, pueden causar lixiviación.

Tabla 9. Proceso final.

N _o	Secado Fibra	Peinado De fibra	Transporte	Transformación Fibra		comercialización	Conoce practicas PML
1	Tendales Alambre	No	Caballo	No		Compradores Independientes	No
2	Tendales Caña	Si				Agencia de compra	
3	Sobre suelo	No	Chiva				
4	Tendales Alambre	No	Caballo	Si	Mochilas Familiar	Compradores Independientes	

Fuente: elaboración propia

Según la (tabla 9) realizan el secado de la fibra sobre tendales de caña o comúnmente en alambre, lo que mejora la calidad de la fibra al no ser expuesta sobre la humedad de la superficie. También se analiza que solo la finca 2 no realiza el peinado de la fibra, esta actividad debería ser realiza debido a que ayuda a organizar de una manera más homogénea los manojos para ser transportados desde las fincas hasta el lugar de venta a caballo generando algo de sobre carga.

Se da por finalizado esta actividad al llegar al punto de venta de la fibra donde son comercializadas a compradores independientes, lo que en muchas ocasiones genera que el agricultor pierda en cierta medida el precio de la fibra; ya que estos compradores al ser intermediarios sacan algo de provecho entre el agricultor y las agencias de compra.

Por último es muy importante definir que los agricultores no poseen conocimiento sobre las prácticas de producción más limpia, ni la importancia y beneficios que podrían tener al implementarlas en sus cultivos, lo que muestra que es necesario capacitar y mostrar a estas personas las alternativas de producción más limpia y que en su situación actual requieren ser implementadas en este sector productivo.

- **Beneficio**

Esta fase es de vital importancia, al determinar la calidad de la fibra y el aprovechamiento de la planta garantizando su futura producción. Por otra parte realizando las visitas de campo se pudo evidenciar que es la fase donde se lleva a cabo las etapas de corte, desespinado, desfibrado, fermentado, lavado y secado, las cuales fueron elegidas para realizar la evaluación de los problemas ambientales ocasionados por este subsector como se presentara a continuación.

- **Corte-desespinado**

Según lo observado en el proceso de corte (ver figura 6) consiste en desprender la planta periódicamente un número determinado de pencas, para después hacer un corte en la base de la hoja para disminuir las motas y enredos, lo cual se realiza para facilitar el desfibrado. En el inicio de esta etapa se observa la acumulación de pocas cantidades de desechos; como raíces, y espinas generadas al realizar el desespinado de cada hoja como se puede evidenciar en la (figura 7), estos desechos son arrojados cerca de las plantas sin ningún tipo de uso aumentado, en poca medida, la proliferación de vectores y por ende una mala sanidad tanto de los suelos como de la planta.

Figura 6. Proceso de corte.



Fuente: propia

Figura 7. Proceso de desespinado.



Fuente: Propia

- **Desfibrado**

En este proceso solo la primera finca el naranjal aplica el método manual, debido a la falta de recursos para pagar el alquiler o compra de una máquina. El cual está conformado por 2 palos unidos en forma de “V” que se unen a un soporte anclado al suelo; las tiras sacadas de la penca se colocan entre los palos y simultáneamente se aprieta con una mano mientras se tira con la otra (ver figura 8). Este es uno de los trabajos rurales más agotadores, y según la información brindada por los agricultores; un trabajador en 9 horas de trabajo puede extraer de 10 a 15 libras de fibra.

En la (figura 9) se muestra que las tres fincas realizan esta etapa con maquina desfibadora portátil alquilada, este proceso implica introducir la hoja en la máquina, y esta mediante cuchillas va retirando las partes de la hoja que no poseen fibra, cabe mencionar que durante el desfibrado los agricultores no utilizan elementos de protección personal lo que puede ocasionar accidentes laborales. Ahora bien se observa que el implementar estas máquinas genera una ventaja con un mejor rendimiento para adquirir la fibra en cuanto a cantidad y calidad, más sin embargo también se genera mayor cantidad de residuos como el bagazo, generando un impacto negativo al entorno.

Figura 8. Desfibrado manual de fique.



Fuente: propia

Figura 9. Desfibrado con máquina.



Fuente: propia

- **Fermentado y lavado**

La fermentación es fundamental para la obtención de fibra de mayor calidad, se hace en las fincas de un día para otro, primeramente se realiza una sacudida para soltar el ripio o chanda. Según se miró en la (figura 10) este proceso es realizado por los cuatro agricultores utilizando un tanque plástico con capacidad de 500 L de agua, se hace énfasis en que este proceso contribuye a que la fibra blanquee mejor y sea menos agresiva, es decir pique menos, pero también genera gran cantidad de agua residual, la cual es arrojada directamente al suelo, sin ningún tipo de tratamiento causa impacto negativo.

Después la fibra fermentada pasa al lavado, donde se adiciona agua hasta el punto en que la fibra quede completamente cubierta de agua, se deja de un día para otro, para después sacudir y pasar al secado. Sin embargo solo la finca 1 realiza esta actividad en tanque, por lo cual se considera que este producto del lavado puede ser utilizado como abono líquido para los cultivos de las fincas dando beneficio tanto a medio ambiente como a sus cultivos.

Figura 10. Fermentación de la fibra.



Fuente: propia.

- **Secado**

El proceso de secado de las fibras es de forma natural, en las visitas de campo se pudo observar que la finca 3 el agricultor extiende las fibras sobre potreros (figura 11), siendo así se consideró que la fibra presenta una serie de inconvenientes que afectan la calidad de la fibra y contribuyen a su rechazo, por ejemplo como mencionaban los agricultores en épocas de invierno la cabuya tiende a negrearse, y a aumentar la cantidad de impurezas y enredos. Por el contrario en la (figura 12) se evidencia que las fincas 1,2, y 4 lo realizan mediante tendales de alambre conocidos comúnmente como secaderos aéreos, estos dan un mejor beneficio a la fibra, ya que se seca más rápido, es más limpia, libre de residuos orgánicos y el porcentaje de humedad máximo requerido del 12% se obtiene rápido y fácilmente. [39]

Figura 11. Secado sobre superficie.



Fuente: propia

Figura 12. Secado tendales alambre.



Fuente: propia

4.1.1. Información de los propietarios de las fincas

Dentro de la línea base del sector productivo de Caldono Cauca, se registran en el municipio 141 fincas productoras de fiqué reportadas en el año 2019 en los datos registrados en el desarrollo de la agenda ambiental del sector productivo de fiqué en el Tambo Cauca, las fincas del estudio generan una producción de 300@ anuales, cantidad que logra estar a un buen nivel. Al identificar las veredas de Caldono se aplicó el instrumento de caracterización socioambiental. En la (tabla 10) se muestran los agricultores que participaron en el estudio.

Para el desarrollo de la información proveniente de la encuesta (anexo 4) se organizaron varias tablas, con las preguntas más importantes a tener en cuenta, para lograr una descripción sociomambiental detallada de cada finca. Por ende cada pregunta fue empleada para cada finca con su correspondiente número para darle un orden a cada tabla de la siguiente manera:

1. Naranjal
2. Cerro picacho
3. Primavera
4. Naranjal

Tabla 10. Información de los fiqueros.

Nº	Propietario	Años	Nº Integrantes De familia	Nivel de Escolaridad	Vivienda
1	Manuel Antonio Campo Chocue	65	9	Básica primaria	Propia
2	Hilario Casso Baicue	62	6		
3	María Chocue Perdomo	51	6		
4	Luis Guillermo Puyo	31	7		

Fuente: elaboración propia

Actualmente son pocas las economías que conservan las prácticas ancestrales, pues son reemplazadas por tecnología moderna y de mayor demanda en el mercado. Es de estimar que en el Municipio de Caldoño se encuentran los cultivadores en un rango de edad entre 31 a 65 años, esto implica que son pocos los jóvenes que realizan esta práctica esto se debe a la drástica disminución que ha habido en la producción de fique, por lo cual han optado por otros cultivos más rentables, como la papa, y el plátano entre otros. [40] debido a que los cultivadores poseen un nivel de escolaridad básica primaria tampoco poseen las medidas, capacitaciones y recursos para implementar mejores tecnologías en los procesos de producción del fique.

4.1.2. Características de los cultivos de fique.

Tabla 11. Características del cultivo de fique.

No.	Variedad Fique	Edad año	Tipo Cultivo	Topografía Terreno
1	Furcraea Ceniza	46	Asociado con Yuca, caña	Ondulada
2		25	Monocultivo	
3		18		
4		8		

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la (tabla 11) que las cuatro fincas poseen una variedad de fique ceniza, con tronco grueso de menos de 1 m de alto, sus hojas carecen de espinas y son de color verde, son lisas por encima cada planta produce alrededor de 1 kilo por penca al año, por lo que beneficia a los cultivadores por ser la clase de fique preferida para elaborar artesanías, debido a que es liviana y de fibras fuertes.

Otra característica de los cultivos es el tipo de terreno ondulado que poseen las cuatro fincas. Este terreno beneficia a las plantas, ya que al ser suelos moderadamente profundos, son buenos en drenaje, rico en nutrientes y con fertilidad natural. Por consiguiente al observar el terreno se tuvo en cuenta que la finca 1 tiene asociado a su cultivo de fique; yuca y caña, por lo cual se deduce que tienen otra actividad económica a parte del fique dando de baja a su producción, por el contrario las otras fincas manejan sus tierras como monocultivo es decir es su única base económica, lo que implica que tienen siembra en sus tierras exclusivamente de fique, esto indica un beneficio, ya que su producción será mayor al tener más extensión de siembra; debido a esto se recomienda que sus tierras sean certificadas, para que sean tomadas en cuenta por el Municipio de Caldon en futuros proyectos para este sector productivo.

Tabla 12. Composición hoja de fique.

FIQUE (PENCA)	PORCENTAJE
Bagazo	45%
Jugo	51%
Fibra procesable	4%
Total	100

Fuente: el fique en Colombia [2]

En la siguiente (tabla 12) se hace muestra de la composición química de la hoja de fique, el porcentaje mayor es representativo con un 51% en jugos, indicando que está compuesto principalmente por agua, materia orgánica y minerales como potasio, calcio, fosforo, nitrógeno, celulosa, sacarosa, proteínas; y la existencia de saponinas, flavonoides, alcaloides, y esteroides.[41] A pesar de poseer componentes químicos que generan contaminación, de igual manera se han realizado investigaciones sobre diferentes productos de los jugos con el fin de dar respuesta a las expectativas de abarcar mercados verdes.

Ahora bien también es notable el 45% de bagazo el cual está compuesto por proteína, calcio, cenizas, potasio, saponinas, hierro, sodio y magnesio; según estos compuestos se puede concluir que el bagazo es una fuente potencial para el procesamiento biotecnológico y para obtener alta calidad de proteína.[42]

Tabla 13. Manejo del cultivo de fique

N ^o	Tiene semilleros	Fertilización Cultivos	Reconocen Plagas		n° plantas con Inflorescencia	
1	Si	No	Si	Macana	Si	30
2	Si		Si			100
3	No		No			50
4	Si	Orgánica bagazo	Si	Macana negra		30

Fuente: elaboración propia

Tres de las fincas en la (tabla 13) contestaron que manejan semilleros lo cual implica contar con bulbillos de mejor calidad para la siembra, por lo tanto tendrá mayor rentabilidad y buena producción. Por otra parte los cultivos de fique no son fertilizados, por la mayoría de agricultores ya que hacen alusión a que sus suelos son fértiles y no necesitan de muchos cuidados, más sin embargo aunque la planta de fique es resistente y se adapta a las diferentes condiciones del terreno, se hace énfasis en que como cualquier otra planta entre mejor sean sus cuidados mejor será su producción y calidad.

Por ende al realizar los cuidados de limpieza y fertilización es más probable que se controle el contagio y evite la presencia de plagas como la macana negra conocida comúnmente como rayadilla, se identifica por la aparición de manchas blanquecinas o amarillentas en hojas jóvenes, las cuales se tornan rojizas o negras por muerte del tejido afectado.[43] Una vez observados los primeros síntomas en la planta, todas las hojas nuevas presentan las características de la enfermedad; la muerte del tejido, a lo largo de la hoja dificulta el proceso de desfibrado mecánico, por lo que estas hojas no se cosechan y la planta es abandonada; esta enfermedad se presenta principalmente en los municipios de Caldone, Silvia, Totoró y en menor escala en el resto de municipios productores del departamento, hasta el momento no tiene control químico conocido su prevención debe hacerse fundamentalmente con el manejo se semilla sana y buenas labores culturales.[44]

Por consiguiente el implementar estas buenas prácticas de manejo con la planta también puede contribuir a que aumente la vida útil de las plantas, por lo tanto duren más de 10 años para presentar inflorescencia, [45] según se observa en la (tabla 13) la finca 2 presenta una cantidad de 100 plantas; lo que muestra una gran cantidad de pencas que mueren y deben ser removidas, generando pérdida en producción.

4.1.3. Producción de fique

Las fincas de cabuya que formaron parte del estudio producen aproximadamente 380 @ mensual, se estima que de la planta de fique se aprovecha en fibra el 4% aproximadamente del peso total de la hoja, los jugos con un 51% y el bagazo con 45%, estos últimos subproductos formarían un 96%, conformado el 100% de la hoja.[46]

Tabla 14: Áreas cultivadas y producción de fique

Nº	Producción mensual por @	Nº cosechas año	Presentación fibra Bultos por @	Siembra a futuro Ha	
1	260	1	3	Si	1Ha
2	250				
3	300				
4	20				

Fuente: elaboración propia

En la (tabla 14) la finca 4 tiene una producción mensual de 20@ respecto a las demás, que están entre 300 a 260@ una de las diferencia se debe a los más de 10 años de desarrollo que llevan la plantas, respecto a los 8 años de la finca 4, donde los cultivos de las fincas 1, 2, y 3 han tenido mayor tiempo de crecimiento, por lo tanto cada hoja de mayor tamaño genera más fibra. Otra diferencia es el estado económico del agricultor que al no tener absceso a una maquina desfibradora por alquiler realiza los métodos de desfibrar manualmente ocasionando un rendimiento bajo en la producción de fibra.

Ahora bien para tener una estimación de si esta actividad seguirá en un futuro se preguntó en la posibilidad de aumentar el área de siembra de fique arrojando como resultado que estarían dispuestos adquirir 1Ha, lo cual implica que sus expectativas sobre estos cultivos son bajas y prefieren la siembras de otros cultivos más competitivos en el mercado.

4.2. DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.2.1. Empleo lista de chequeo

En el desarrollo de la lista de chequeo se realizó una tabla compuesta por cuatro etapas de los procesos del fique mostrada en la (tabla 15), en ella se desglosan las siguientes actividades; 1 fase: corte-desespinado, 2 fase: desfibrado, 3 fase: fermentación, 4 fase: lavado-secado. Igualmente se describen los siguientes componentes ambientales; suelo, agua, atmosfera, flora, fauna, microorganismos, y riesgos laborales.

Tabla 15. Lista de chequeo sector productivo de fique.

Lista de chequeo para identificar impactos ambientales en el proceso del beneficio de fique										
Componente Ambiental	Descripción	Corte desespinado		Desfibrado		Fermentado Lavado		Secado empaque		Observaciones
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Biótico	Fauna		x		x	x		x		No aplica para las etapas de corte y desfibrado, en el caso de la fermentación y lavado se hace uso de animales de tracción para mover la fibra hasta los tanques y desplazar los bultos de amarre de fibra.
	Flora	x			x		x		x	La ocupación de terrenos para la acumulación de restos de espigas
	Microorganismos		x	x		x			x	El bagazo del desfibrado es depositado en el suelo y acumulado sin ningún tipo de uso, en la fermentación son importantes los microorganismos ya que limpian la fibra.
	Suelo		x	x		x		x		El residuo orgánico es desaprovechado y en la etapa de fermentado y lavado se genera contaminación por el agua residual. En el secado se hace uso de grandes extensiones para ubicar los tendales de alambre.

Abiótico	Agua	x		x		x			x	Contaminación por desechos orgánicos como los generados en el desespinado, en el desfibrado por escorrentía y por ende también en la fermentación y lavado en fuentes superficiales o subterráneas por el agua residual.
	Aire	x		x		x			x	Al presentarse plagas como la macana los cultivadores puede ocasionar un daño menor por aplicar la fumigación la cual libera tóxicos en el aire. Además del uso de combustible de las maquinas que alquilan. Leve afectación por la gran cantidad de vectores y por la polución generada al sacudir la fibra.
social	Riesgo laboral	x		x				x	x	En la práctica de realizar el corte y desespinado de las pencas se presentan accidentes y así mismo la mala postura ergonómica al realizar estas actividades y al no utilizar elementos de protección personal al desfibrar la fibra sea manual o maquina presentado accidentes de cortes

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Datos relevantes lista de chequeo.

Por lo cual se analizó que los componentes más afectados son; biótico y abiótico, donde las etapas de desfibrado, fermentación y lavado, presentaron mayores afectaciones al medio ambiente; siendo causado por el residuo orgánico como el bagazo que es arrojado al suelo provocando contaminación por infiltraciones y por el agua residual producida en la fermentación y lavado de a fibra, las cuales son vertidas directamente al suelo o a fuentes de agua cercanas sin ningún tipo de tratamiento ocasionando la muerte de la vida acuática y la contaminación de agua para abastecimiento de la región.

4.2.3. Desarrollo matriz de Leopold

Se empleó la matriz de Leopold (anexo 3), con la cual se dará valor a los impactos ambientales que se presentan en las cuatro fincas, en los procesos que se llevan a cabo en la obtención de la fibra esto implica que el alcance del proyecto se limita en el beneficio de la cabuya, lo que con lleva una serie de actividades realizadas por los agricultores tanto en la cosecha, como en la transformación de la fibra y su comercialización. A las cuales se les determinó las interacciones y las actividades descritas, basadas en la información bibliográfica y las encuestas realizadas, dicha matriz es presentada en la (tabla 16) donde se hizo el resumen de los resultados encontrados.

Tabla 16. Resumen matriz de Leopold evaluación de impactos ambientales en las fincas productoras de fique en el municipio de Caldo departamento del Cauca.

Acciones	Beneficio						Impacto por componente	Impacto total del proyecto
	Corte-desespinado-desfibrado		Fermentación-lavado		Secado-peinado-empaque			
Factores ambientales								
Físico	Contaminación del suelo (subproductos)	Lesiones por mala ergonomía	Vertimientos a fuentes hídricas o suelos	Lavado en efluentes	Polución contaminación atmosférica	Lesiones por mala ergonomía	-451	-135
Biológico							-16	
Socioeconómico							332	
Impacto por actividad							-71	

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Desarrollo de la matriz de Vester

Se empleó la matriz de Vester (tabla 17) como complemento para priorizar los impactos ambientales que se generan dentro de la fabricación de la cabuya, se debe tener en cuenta que al haber identificado los impactos por actividad del beneficio de fique en la matriz de Leopold no se hace necesario realizar el árbol de problemas para la tabla puesto que ya se han identificado anteriormente. Lo siguiente fue asignar una valoración del 1 a 3 de orden categórico al grado de causalidad que merece cada problema con cada uno de los demás y el cálculo de los totales por filas y columnas. Por último se llevó a cabo la realización del plano cartesiano de Vester en donde fueron fijados en los cuadrantes, los valores más altos de total de activos, siendo aquellos los problemas más relevantes de este estudio.

Tabla 17. Matriz Vester priorización de problemáticas de impactos.

No	Descripción de los problemas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P10	Total activos
P1	Vertimiento de residuos sólidos (bagazo).	-	0	0	0	3	3	3	3	3	18
P2	Vertimiento de líquidos (jugos de fique).	0	-	3	0	3	3	1	3	3	19
P3	Lavado de fibra efluentes cercanas y agua de acueducto.	0	2	-	3	0	3	0	3	3	14
P4	Alto consumo hídrico.	0	0	3	-	0	0	0	1	2	6
P5	Desaprovechamiento de subproductos.	2	2	0	0	-	2	2	2	2	15
P6	Falta implementar tanques para almacenamiento.	2	2	2	2	2	-	0	0	0	10
P7	Emisión de vectores.	3	2	0	0	0	0	-	0	0	5
P8	Falta de centros de beneficios.	3	3	1	0	2	0	0	-	2	11
P10	Falta de cultura en producción más limpia.	2	2	2	2	0	0	0	0	-	8
	Total de pasivos	12	13	11	7	10	11	6	9	15	-

Fuente: elaboración propia.

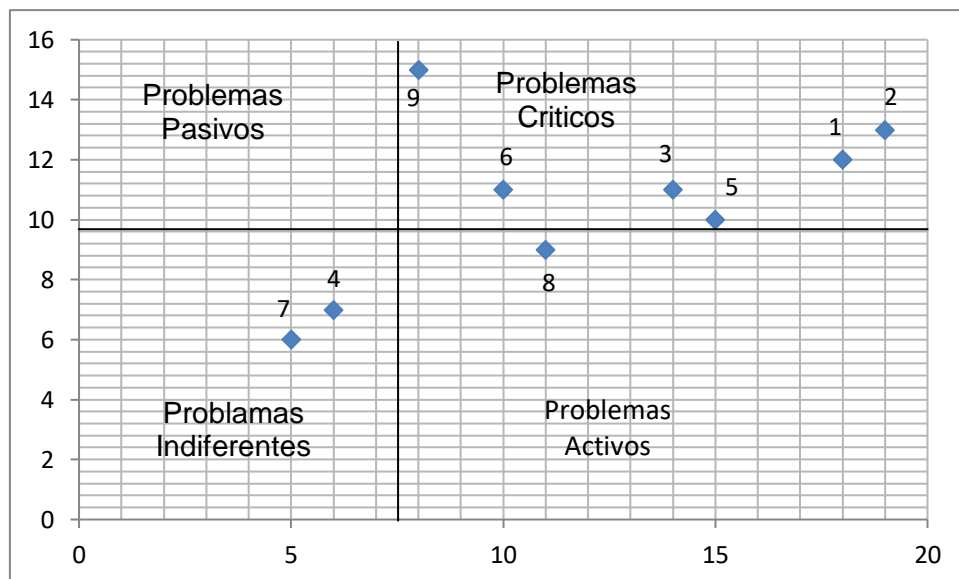
Finalmente según la matriz de Vester, se realizó la (tabla 18) donde se realiza el análisis de consistencia de los valores asignados, siendo de la siguiente forma; si da más del 30% de las ponderaciones correspondientes al valor 3, el sistema emitirá un aviso de inconsistencia, de lo contrario el sistema arrojará un aviso de consistencia, lo que implica el buen diligenciamiento de la matriz. Para tal efecto, se analizó los problemas en base a su nivel de influencia y dependencia. Sobre estos problemas se realizará la distinción planteada como se muestra a continuación:

Tabla 18. Verificación matriz Vester.

Total de ponderaciones asignadas	72
Nº ponderaciones con valor 3	18
Coefficiente obtenido %	25,00 %
Resultado	Consistente

Se presenta la información obtenida, en el plano cartesiano (figura 13) ubicando cada problema con las influencias y dependencias, tomando en cuenta las consideraciones de la (tabla 4) de cuadrantes de interpretación.

Figura 13. Resultados plano cartesiano Vester.



Fuente: elaboración propia.

Por último, se asignó el rol de los problemas, observados en la ubicación del plano cartesiano, donde se muestra las influencias y dependencias, tal como se muestra a continuación (tabla 19):

Tabla 19. Clasificación de problemas Vester.

No	problemas	Influencia (x)	Dependencia (y)	Rol del problema
P1	Vertimiento de residuos sólidos (bagazo).	18	12	Critico
P2	Vertimiento de líquidos (jugos verdes).	19	13	Critico
P3	Lavado de la fibra (agua de acueducto y en efluentes).	14	11	Critico
P4	Alto consumo hídrico.	6	7	Indiferente
P5	Desaprovechamiento de subproductos.	15	10	Critico
P6	Falta implementar tanques para almacenamiento.	10	11	Critico
P7	Emisión de vectores.	5	6	Indiferente
P8	Falta de centros de beneficios.	11	9	Activo
P9	Falta de cultura en producción más limpia.	8	15	Pasivo

Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Análisis de los resultados obtenidos en la matriz de Leopold y Vester.

Con base a la información obtenida en la matriz de Leopold, se puede deducir de manera analítica algunas de las relaciones encontradas con el proceso y los resultados de los impactos que fueron significativos. Para la cual se deberán aplicar cambios que mejoren estos impactos negativos generados en el medio ambiente.

Los impactos ambientales negativos más relevantes se presentan en el componente físico con una valoración de (-451), seguido del componente biológico con (-16), siendo el suelo y agua los más afectados durante los diferentes procesos del beneficio de fique, tales como corte-desfibrado, fermentación-lavado y secado-empaque. En estos procesos fueron destacadas las actividades más significativas según el mayor impacto por actividades presentadas en el proceso de fermentación-lavado, las cuales son; vertimientos a fuentes hídricas o suelos (-177), y el lavado en efluentes cercanas (-105). Actividades responsables de causar impacto al entorno.

En el cultivo de fique se desconoce la realización de prácticas de fumigación, aunque sí se sabe que estas plantas son atacadas por algunas plagas como conocida como macana, esta enfermedad se transmite fácilmente a través de la semilla (hijuelo o bulbillo), se identifica por la aparición de manchas blancas amarillentas en las hojas jóvenes que se unen a lo largo de la hoja formando bandas que luego se tornan rojizas o negras, [48] ocasionando la muerte del tejido a lo largo de la hoja dificultando el proceso de desfibrado, lo cual hace que estas pencas no se cosechen y se tenga que abandonar la planta originando una reducción significativa en la producción de fique.

Donde la generación de residuos orgánicos (figura 14) y líquidos (figura 15) que se producen durante el proceso de desfibrado y fermentación es alto, estos son acumulados en el suelo sin ningún tipo de aprovechamiento, generando altos niveles de biosólidos que causan contaminación en cuerpos de agua superficial por escorrentía o aguas subterráneas por filtración y lixiviación, la cual produce el desplazamiento de sustancias solubles (arcilla, sales, hierro, humus) causado por el movimiento de agua en el suelo, al presentarse la acumulación de bagazo propicia estos suelos húmedos provocando que algunas capas del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, se vuelvan más ácidas y a veces se origine toxicidad.[47]

Figura 14. Generación de bagazo



Fuente: propia.

La fermentación es básica para la obtención de una fibra de mayor calidad, esta práctica es muy común que la realicen, en este caso los cuatro cultivadores la realizan en sus fincas (figura 15), puesto que la acción de los microorganismos y levadura aumenta la temperatura, descomponiendo orgánicamente la materia, es decir, soltando el ripio o chanda con facilidad. Así mismo los compuestos químicos de fique hacen que se desprendan los restos de celulosa y cualquier resto de la hoja que se encuentre adherido a la misma, logrando que la fibra aclare, dentro de este proceso son los únicos beneficios que resultan. Solo uno de los cultivadores aprovecha para realizar el lavado en tanques permitiendo la reutilización de agua; disminuyendo la afectación de recursos hídricos, pero los demás agricultores realizan esta práctica lavando la fibra en quebradas o directamente con agua de acueducto, generando un gasto de agua y un impacto ambiental significativo. Ya que estos desechos contienen saponinas, sapogeninas, nitratos y sacarosa, lo que provoca una alteración en las concentraciones de oxígeno disuelto, color y pH, ocasionando toxicidad para las especies acuáticas y el deterioro de la calidad del agua de manera radical. Los jugos verdes también son arrojados al suelo, donde los microorganismos y animales que consumen el recurso se ven afectados.

Figura 15. Vertimientos líquidos de la fermentación y lavado.



Fuente: Propia.

La fibra es empacada, en atados (figura 16) conformados por fibras largas para lograr atados por arroba del mismo tamaño y peso. Al momento de transportar los amarres se presentan dificultades, debido a que las fincas se encuentran ubicadas en zonas rurales donde las vías de acceso son despavimentadas y en mal estado, se ven en la necesidad de utilizar animales de tracción (figura 17), ocasionando lesiones para el cultivador al cargar y descargar los bloques de la fibra y por ende también a los animales abuso por sobrecarga, ya que el trayecto hasta el lugar donde se realiza el descargue a los carros (figura 18) de los compradores independientes es bastante largo.

Figura 16. Amarre de cabuya



Fuente: propia

Figura 17. Transporte en caballo



Fuente: propia

Figura 18. Transporte en carro



Fuente: propia

Por ultimo según la clasificación de los problemas hallados en el plano cartesiano de Vester, se hizo el respectivo análisis de los problemas centrales, problemas que representan causas y problemas que representan afectos, los cuales se organizaron de la siguiente manera ver (tabla 20):

Tabla 20. Análisis de los problemas Vester.

No	problemas	Problema Central	Causas	Efectos
P1	Vertimiento de residuos sólidos (bagazo).	P1		
P2	Vertimiento de líquidos (jugos verdes).	P2		
P3	Lavado de la fibra (agua de acueducto y en efluentes).		P3	
P4	Alto consumo hídrico.			P4
P5	Desaprovechamiento de subproductos.		P5	
P6	Falta implementar tanques para almacenamiento.		P6	
P7	Emisión de vectores.			P7
P8	Falta de centros de beneficios.		P8	
P9	Falta de cultura en producción más limpia.			P9

Fuente: elaboración propia.

Según la clasificación de los problemas hallados, se hizo el respectivo análisis de los problemas, los cuales se organizaron de la siguiente manera:

Problemas críticos: Los problemas críticos identificados fueron P1, P2, P3, los cuales implican impactos negativos al medio ambiente directamente, sobre suelo y el agua; al verter bagazo, jugos y al lavar a fibra en quebradas y P5, P6 los cuales son críticos pero siendo la causa de los tres primeros problemas generando incidencias altas y dependencias altas, es decir los demás problemas influyen en los centrales aumentando su impacto al desaprovechar los subproductos y al no haber tanques para su almacenamiento, los agricultores generan contaminación al medio por no tener un manejo adecuado. Estos son:

- Vertimientos de residuos sólidos (bagazo)
- Vertimientos de líquidos (jugos verdes)
- Lavado de la fibra (acueducto – en efluentes)

Críticos causas:

- Desaprovechamiento de subproductos
- Falta implementar tanques para almacenamiento

Problemas activos: el problema activo es P8, lo cual significa que tiene gran influencia sobre los problemas P1, P2, P3 por ser la causa de ellos, al no tener centros de beneficio para los subproductos provenientes del fique, los agricultores no le dan ningún tipo de tratamiento y estos residuos son expuestos directamente al medio. Este problema identificado es:

- Falta centros de beneficio

Problemas Indiferentes: En este caso se presentan los problemas P4, P7; estos son efectos provocados por los demás problemas, es decir producen un impacto negativo menor, por la acumulación del bagazo que genera proliferación de mosquitos y por el lavado de la fibra donde se produce un alto consumo del recurso hídrico, sin embargo al ser indiferentes significa que son problemas sencillos, que además se pueden controlar rápidamente con algún tipo de solución ágil. Estos son:

- Alto consumo
- Proliferación de vectores

Problemas pasivos: El problema P9 se consideró como un efecto, ya que no influye de manera importante sobre otros problemas; pero es causado por la mayoría de los demás como P1, P2, P3, P5, P8; ya que estos representan

aspectos negativos y deficiencias que tiene este sector productivo, provocando que exista una producción poco amigable con el medio ambiente.

- Falta de cultura en producción más limpia

Los problemas encontrados confirman el respectivo resultado de la matriz de Leopold, además dieron una apertura en que se necesita mejorar, por cual se tuvieron en cuenta a la hora de presentar las alternativas de producción más limpia para este sector productivo.

Finalmente, respecto a la EIA realizada y a su respectivo análisis, se determinó que el impacto ambiental de este sector productivo es significativo pero reversible. Mediante los resultados expuestos anteriormente, este trabajo resulta ser factible para potencializar los procesos productivos de este sector incursionando en la implementación de alternativas de producción más limpia PPML, dando una precaución a los problemas que ahora son menores y pueden ser reversibles y no en unos años cuando estas afectaciones aumenten con el paso del tiempo y por no tomar conciencia, ni las medidas necesarias. Las alteraciones ocasionadas por los procesos de extracción de la fibra generan un daño directo, puesto que los impactos se producen de manera local y sus cambios en el medio ambiente son acumulativos, debido a que la mayoría de los problemas se generan a futuro.

4.2.4. Alternativas de producción más limpia para el proceso productivo de fique.

La aplicación continúa de producción más limpia no solo genera beneficios al medio ambiente y al control de consumo o gasto de recursos, sino que aporta rentabilidad económica en conformidad con el método de implementación de alternativas o iniciativas elegidas. Las alternativas de producción más limpia efectúan, a través del tiempo, una reducción considerable de costos provenientes en la eficiencia de los procesos y la calidad de estos, no solo se asegura una reducción representativa en disminución de consumos de recursos, sino que se garantiza calidad en la ejecución de procesos y dinamismo en competitividad. Las estrategias planteadas en el presente trabajo empieza por el manejo adecuado del cultivo (tabla 21), estas son presentadas como tentativas de análisis para la implementación de un programa de Producción más Limpia. La formulación de alternativas de PML conlleva a los agricultores del proyecto a determinar si pueden ser efectuadas tras la realización de este trabajo.[37]

Tabla 21. Manejo adecuado del cultivo de fique.

Actividad	Propuesta de Manejo	Responsable de Realizarla
1.Control y manejo de arvenses	Realizar limpieza, la cual Consiste en la eliminación del material de arbustos del terreno debe hacerse 2 o 3 desyerbas por año, esta limpieza debe ser realizada de forma manual. De esta manera se obtendrán colinos óptimos para sembrar. Es recomendable que mientras se hace esta labor, se observe la presencia de plagas y enfermedades en la plantación de fique.	Agricultor
2.Abonamiento	Los residuos del desfibrado (bagazo) constituyen una gran fuente de abono orgánico, ricos en calcio, potasio y magnesio. Debe ser distribuido directamente en el suelo o puede ser mezclado con gallinaza, esto compensara en parte la extracción de nutrientes. [49]	Agricultor Asociaciones de fiqueros
3.Control fitosanitario	Emplear semilla seleccionada y certificada. No transportar semillas de regiones en donde exista algún tipo enfermedad o plaga a regiones nuevas. En caso de que las pantas presenten enfermedad lo que se debe hacer es lo siguiente; destruir, quemar o enterrar fuera de la plantación todas las plantas afectadas.[37]	Agricultor
4.Época y corte	No se deben cosechar hojas jechas o sobre maduras, ni tiernas o biches, ya que en ambos casos desmejora la calidad o tenacidad de la fibra. Se debe seleccionar los grupos de hoja de acuerdo con la calidad, teniendo en cuenta; el tamaño o longitud, sanidad, y color. También es muy importante que se tenga en cuenta aspectos relacionados con el acopio de las hojas cortadas, pues es adecuado que el equipo de desfibrado se ubique en un sitio equidistante del cultivo y tapar el arrume, pues el sol, al realizar un beneficio demorado, puede ocasionar daños al material a desfibrar.[37]	Agricultor
5.Destune (Desespinado)	Se recomienda hacer el desespinado de las hojas de aquellas variedades que poseen espinas, para facilitar el transporte hasta el sitio de desfibrado.	Agricultor

6.Desfibrado	No se debe dejar pasar más de 12 a 15 horas entre el corte y el desfibrado, pues cuando esto ocurre, las hojas presentan un daño fisiológico que se denomina empalizada, es decir, se vinagra afectando la calidad de la fibra. Después de desfibrar se debe hacer manojos de doce hojas en verde, de esta manera se facilita las operaciones de transporte, fermentado, sacudido y secado, ya que si se forman manojos más grandes se dificultan dichas labores por el volumen de fibra. Por consiguiente al momento de desfibrar se deben usar elementos de protección personal (guantes, tapabocas, gafas, botas) y en el caso de utilizar maquina desfibradora se recomienda el motor a diésel una labor más económica. [16]	Agricultor Asociación figueros
7.Fermentado y lavado	Se recomienda usar por lo menos dos veces el agua, está comprobado que las primeras aguas contienen mayor grado de fermentación, por esta razón ese recomienda reutilizarla. Es Adecuado realizar las prácticas de fermentación en un tanque y dejar en fermento la cantidad máxima de hojas en verde desfibradas del día, de tal manera que al día siguiente se lave y sacuda; ya que el sereno contribuye a que la cabuya blanquee mejor y sea menos agresiva, [37] y por último el producto del lavado puede ser utilizado como abono líquido, facilitándose la conducción por gravedad hacia los potreros, huerta casera o diferentes cultivos.	Agricultor Artesanos
8.Secado y sacudido	Utilizar secaderos aéreos o en alambre no sólo contribuyen a que la cabuya se seque con mayor rapidez, obteniendo una fibra más limpia, sino que también esté libre de todo residuo orgánico y con el grado de 12% de humedad requerido.[37]	Agricultor
9.Empacado	Se aconseja seguir las siguientes recomendaciones, separar la cabuya de acuerdo con las calidades obtenidas, no mezclar cabuyas cortas con largas, no hacer paquetes de cabuya húmeda (por encima del 12%) y realizar atados dobles de 1.5 a 2.0 kilogramos cada uno.	Agricultor Asociación figueros

Fuente: elaboración propia.

4.2.4.1. Usos alternativos de los subproductos de fique

El trabajo también se centró en el hallazgo de alternativas, de tipo ambiental, en este apartado para el zumo extraído de la hoja de fique, entre otros subproductos. La fibra normalmente es utilizada para fabricar empaques de productos agrícolas (papa y café, principalmente) y artesanías que incluyen carteras, zapatos, cinturones. Pero desafortunadamente, en la actualidad los cultivadores no tienen conocimiento sobre la existencia otros usos para los subproductos que desechan. En la (tabla 22), se presenta la alternativa para el uso de residuos y los agentes que intervienen en la industrialización de los mismos.

Tabla 22. Usos alternativos de los subproductos del fique.

Fibra larga	Bagazo		Jugo	Agentes que intervienen
	Fibra corta	Residuos solidos		
Empaques Cordelería Artesanías Telas Marroquinería Hilos Sogas	Papel Aglomerados Relleno de colchones Ecomusgo	Abono orgánico Lombricultura Concentrado para animales Cultivo de hongos comestibles	Plaguicidas Insecticidas Fungicidas Herbicidas Detergentes Jabón Champú	Empaques del cauca S.A. Ecofibras Ltda. Universidad del valle Artesanos del cauca

Fuente: Guía ambiental del subsector fiquero.[37]

4.2.4.2. Presentación fichas tipo de manejo ambiental

Se presentan dos fichas de manejo ambiental para dos actividades ver (figura 21 y 22) debido a que son los procesos donde se observó mayores problemas, tanto en vertimientos sólidos, como líquidos (bagazo, jugos verdes), según la evaluación de EIA realizada en este sector productivo.

Figura 19. Manejo ambiental para la actividad de desfibrado.

FICHA 1. PROCESO DESFIBRADO	
4. OBJETIVO	
Informar y capacitar al cultivador, con el fin de promover una cultura de prevención y conservación de los recursos naturales afectados en la ejecución de las prácticas figueras.	
5. IMPACTO AMBIENTAL	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Generación de residuos sólidos. ❖ Emisión de gases de combustión. ❖ Vertimientos de residuos sólidos (bagazo) a la superficie del suelo. ❖ Emisión de olores. ❖ Emisión de vectores. ❖ Emisión de ruido por uso de maquina desfibradora. ❖ Problemas de salud ergonómicas. ❖ Desplazamiento de fauna nativa. 	
6. TIPO DE MEDIDA	
Preventiva	Mitigación y control
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diseñar centros de beneficio comunitario de fique, en donde se realice todo el proceso de beneficio de la fibra, para así, aprovechar los residuos sólidos y líquidos en mayor cantidad generados en dicho proceso. ❖ Diseñar en cada finca centros de recopilación de residuos líquidos y sólidos. ❖ Empleo de elementos de protección (guantes de seguridad, máscaras, tapa oídos y overol) sea para el desfibrado manual o en máquina. ❖ Jornadas de educación ambiental realizadas por la alcaldía municipal. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales. ❖ Realizar capacitaciones a los operarios del desfibrado manual y de máquinas en aspectos de funcionamiento, cuidado por lecciones.

Fuente: elaboración propia

Figura 20. Manejo ambiental para la actividad de fermentación-lavado.

FICHA 2. PROCESO FERMENTACIÓN-LAVADO	
1. OBJETIVO	
Informar y capacitar al cultivador, con el fin de promover una cultura de prevención y conservación de los recursos naturales afectados en la ejecución de las prácticas figueras.	
2. IMPACTO AMBIENTAL	
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vertimientos de residuos líquidos (jugos de fique) en las fuentes hídricas. ❖ Vertimientos de residuos sólidos (bagazo) en las fuentes hídricas. ❖ Aumento de DQO Y DBO₅. ❖ Disminución del pH y del oxígeno disuelto. ❖ Muerte de fauna y flora acuática. ❖ Consumo de agua. ❖ Problemas de salud ocupacional. 	
3. TIPO DE MEDIDA	
Preventiva	Mitigación y control
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Capacitación a los productores en uso de tanques de fermentado y los centros comunitarios de beneficio. ❖ Construcción de tanques de fermentación. ❖ Aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos. ❖ Lavado de la fibra en tanques de fermentación. ❖ Establecer convenios de producción más limpia y de competitividad con los productores y organizaciones para realizar seguimiento y monitoreo. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aprovechamiento de los subproductos y bagazo generados en el desfibrado. ❖ Implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales por lavado de la fibra de fique, diseñado por ECOFIBRAS LTDA, en el municipio de Mogotes, Santander.

Fuente: elaboración propia.

5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El cultivo de fique no necesita de climas ni suelos específicos lo que lo hace accesible para cualquier agricultor, además de ser una actividad que resulta ser económica, debido a que el cultivo no necesita de cuidados constantes. Sin embargo debe tenerse en cuenta que al realizar los cuidados de limpieza de herbáceas y abonamiento, el cultivo mejoraría en cuanto a producción y el avistamiento oportuno de plagas. Aunque actualmente por el poco aprovechamiento de los subproductos de la fibra, se contempla una actividad económica poco rentable.
- Según la recopilación de información en las fincas esta actividad ha disminuido en las últimas décadas, debido a la deficiencia en el uso de prácticas convencionales las cuales carecen de tecnificación para potencializar la extracción y producción de la fibra. Estas prácticas rudimentarias también generan problemas a los agricultores en cuanto a lesiones por mala ergonomía o lesiones laborales por falta de uso de elementos de protección personal.
- El fique es un significativo generador de empleo, puesto que las labores de corte, recolección y transporte de la hoja consumen tiempo dedicado en general de la plantación, en las fincas la mano de obra depende de una sola persona por lo cual el agricultor presenta problema al atender una sola desfibrado portátil se necesitan cortar entre 2.500 y 4.000 hojas al día, para lograr una buena producción de fibra.
- El estudio en Caldono demuestra que el proceso productivo de fique si causa una afectación baja al medio ambiente, siendo el desfibrado, fermentación y lavado de la fibra, los procesos que mayor impacto negativo generan, durante el beneficio de fique; ocasionando residuos orgánicos que al no ser tratados, se vuelven grandes contaminantes para el suelo y fuentes hídricas cercanas afectando a los organismos que viven en él.
- Los agricultores al Incorporar en sus cultivos, las alternativas de producción más limpia, lograra que los procesos productivos sean más eficientes y rentables, generando el menor daño posible al medio ambiente, y que por el contrario contribuya en aspectos positivos al entorno.

5.2. RECOMENDACIONES

- A partir de las universidades se lograra impulsar las investigaciones en este sector, donde se busquen alternativas de diversificación de uso de fibras naturales y se evalúe el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el proceso, como el bagazo, jugos y fibras cortas.
- El Municipio de Caldono debería desarrollar iniciativas de capacitación que permitan mejorar la tecnificación de los procesos de extracción y aplicación de manejos adecuados para los cultivos de fique, como limpieza, abonamiento otras, con el objetivo de mejorar su calidad y por ende darle valor agregado al producto.
- Para lograr que la producción sea eficiente y productiva es necesario capacitar constantemente a cada una de las artesanas en técnicas de producción y tendencias en diseño para mejorar el desarrollo de los productos y obtener una actividad más lucrativa.
- El sector fiquero debería emplear las alternativas de producción más limpia de manera que se logre sensibilizar a los cultivadores en procesos de extracción sostenible y por ende también dando a conocer y aplicar correctamente las normas de seguridad e higiene industrial con el objetivo de prevenir accidentes o enfermedades; haciendo uso de elementos de protección personal necesarios como: guantes de seguridad, mascara, tapa oídos que permitan el cuidado de la salud del persona
- El artesano podría aplicar nuevas técnicas y aplicarlas en la diversificación y elaboración de artesanías, las cuales reportan una excelente calidad y beneficio por ser una fibra natural biodegradable la cual atraiga al consumidor que esta consiente de los problemas ambientales que causan los materiales plásticos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación del Cauca, feb. 10, 2017. <https://cauca.gov.co/secretaria-de-desarrollo-agropecuario-y-fomento-economico/equipo-de-trabajo> (accedido ago. 29, 2018).
- [2] L, Franco, M, Gonzales, y R, Echeverri, Fique en Colombia. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), sello editorial: fondo editorial IMT, 2015.
- [3] G. J. Henao y L. M. Z. Márquez, Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia, Tesis para optar el título de Especialistas, Antioquia, Universidad de Antioquia, p. 116, 2008.
- [4] Redacción, “Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina”: la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha al nuestro planeta, BBC News Mundo, jul. 20, 2017.
- [5] Alcaldía de el Tambo Cauca; Secretaria de desarrollo agropecuario, ambiental minero y turístico & corporación regional Cauca - CRC. Agenda ambiental del subsector del fique para el Departamento del Cauca. 2018, Accedido: mar. 20, 2020. [En línea].
- [6] J. M. E. Espinoza y V. E. P. Cuellar, estrategia para el mejoramiento ambiental de las prácticas productivas y aumento de la competitividad del fique en mercados verdes. Caso de estudio provincias de Guavio (Cundinamarca) y Guanentá (Santander), p. 137, 2012.
- [7] Plan Municipal para la gestión del riesgo de desastres - PMGRD, Caldono Cauca. 2017, [En línea]. Disponible en: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28875/PMGRD_CaldonoCauca_2017.pdf?sequence=1.
- [8] R. D. E. Echeverri, L. M. F. Montoya, y M. R. G. Velásquez, Fique en Colombia. Instituto Tecnológico Metropolitano, 2015.
- [9] M. R. Gallego, Producción más Limpia en la Industria Alimentaria, vol. 1, no 1, p. 15, 2006.
- [10] Darío Jesús Sandoval Fernández y alcalde Municipal, plan de desarrollo municipio Caldono Cauca. 2015 2012, Accedido: jul. 05, 2019. [En línea]. Disponible en:

<http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/caldonocauca pd2012-2015.pdf>.

- [11] Instituto geográfico Agustín CODAZZI - IGAC Diccionario Geográfico de Colombia. jul. 05, 2016, Accedido: jul. 05, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/caldono-uno-de-los-municipios-del-cauca-donde-florece-la-paz>.
- [12] El Fique, un producto para generar condiciones de riqueza colectiva en el Cauca, Gobernación del Cauca, jun. 07, 2017. <http://www.cauca.gov.co/noticias/el-fique-un-producto-para-generar-condiciones-de-riqueza-colectiva-en-el-cauca> (accedido jul. 16, 2019).
- [13] Máquina que extrae fibra, jugo y bagazo del fique recibe patente de utilidad por parte de la SIC, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/destacadas/expeditio/264566/maquina-que-extrae-fibra-jugo-y-bagazo-del-fique-recibe-patente-de-utilidad-por-parte-de-la-sic> (accedido mayo 22, 2020).
- [14] M. Carmona, «Producción de bioetanol empleando fermentación tradicional y extractiva a partir de jugo de fique, Hechos Microbiológicos, vol. 4, pp. 91-97, jul. 2013.
- [15] El Fique - Conoce esta fibra natural y su trabajo artesanal, Vivo Boreal, dic. 06, 2018. <https://vivoboreal.com/el-fique-conoce-esta-fibra-natural-y-su-trabajo-artesanal/> (accedido mar. 20, 2020).
- [16] Fique y su proceso de transformación – eurofique.info, 2018. <http://eurofique.info/fique-y-su-proceso-de-transformacion/> (accedido mar. 20, 2020).
- [17] N. Studio, Red Clúster Colombia», Red Clúster Colombia, 2013. <http://redclustercolombia.com/clusters-en-colombia/iniciativa/57> (accedido mayo 15, 2018).
- [18] Agroindustrializan los subproductos del fique Diario del Sur, ene. 31, 2013. <http://diariodelsur.com.co/agroindustrializan-los-subproductos-del-fique-27647> (accedido ago. 30, 2018).
- [19] Deicy, agroindustria hoy: cadena productiva del fique, AGROINDUSTRIAHoy, mayo 31, 2009. <http://agroindustriahoy.blogspot.com.co/2009/05/cadena-productiva-del-fique.html> (accedido mar. 01, 2018).

- [20] Ing. Daniel Cruz Hermida, cadena agroindustrial del fique. Feb. 08, 2008, Accedido: abr. 19, 2018. [En línea]. Disponible en: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5260/1/2008519105_246_BULLETS_CADEFIQUE_2008.pdf.
- [21] P. admin, «Qué es Producción Limpia • BRISA». <http://www.brisa.cl/produccion-limpia/> (accedido jul. 17, 2019).
- [22] C. A. R. D. C.-C. CAUCA, «producción limpia y negocios ambientales para el Cauca». 2014, Accedido: abr. 19, 2018. [En línea]. Disponible en: http://crc.gov.co/files/produccion_limpia/CARTILLA_PROUCCION_LIMPIA.pdf.
- [23] V. Gómez, «Matriz de Leopold: para qué sirve, ventajas, ejemplos», Liferder, mar. 04, 2019. <https://www.liferder.com/matriz-de-leopold/> (accedido jul. 17, 2019).
- [24] J. Calderón, R. Martínez Prada, y G. Arrieta Loyo, «Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia», *Rev. Investig. Agrar. Ambient.*, vol. Volumen 4, pp. 43-53, mayo 2013, doi: 10.22490/21456453.990.
- [25] F. J. R. Oviedo y L. J. T. Rivera, «Implementación de un sistema integrado de gestión basado en ISO 9001:2008 Y OHSAS 18001:2007 para la empresa unión de tecnología electrónica – unitel LTDA.», p. 123.
- [26] «Constitucion-Politica-Colombia.pdf». Accedido: jul. 18, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Documents/Constitucion-Politica-Colombia.pdf>.
- [27] «dacn_ley_99_de_1993_0.pdf». Accedido: jul. 18, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/dacn_ley_99_de_1993_0.pdf.
- [28] «LEY 1252 DE 2008», Scribd, 2008. <https://es.scribd.com/document/329437043/LEY-1252-DE-2008> (accedido abr. 22, 2018).
- [29] «República de Colombia ministerio del medio ambiente». Accedido: abr. 22, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd38/Colombia/R1083-96.pdf>.

- [30] admin-consultoría, «Resolución 1402 del 25 de julio de 2018. Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.» <http://www.eiaconsultoria.com/index.php/blog/item/92-resolucion-1402-del-25-de-julio-de-2018-por-la-cual-se-adopta-la-metodologia-general-para-la-elaboracion-y-presentacion-de-estudios-ambientales> (accedido jul. 18, 2019).
- [31] «Decreto_1541_de_1978.pdf». Accedido: jul. 19, 2019. [En línea]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_1541_de_1978.pdf.
- [32] «Decreto No. 1594 de 1984», *Portal ANI*, mar. 10, 2013. <https://www.ani.gov.co/normatividad-inco/decreto-no-1594-de-1984-448> (accedido jul. 19, 2019).
- [33] B. C, «“CeTeMe la tragedia”: La “famosa” Matriz de Leopold...», *CeTeMe la tragedia*, mayo 17, 2016. <http://ceteme.blogspot.com/2016/05/la-famosa-matriz-de-leopold.html> (accedido ago. 02, 2019).
- [34] C. A. R. Carvajal, «Evaluación del impacto socioambiental de proyectos», vol. 38, p. 8, 2013.
- [35] «Herramientas de gestión», mayo 28, 2012. <https://clubdelmaestro.wordpress.com/herramientas-de-gestion-para-la-escuela/> (accedido mar. 22, 2020).
- [36] «Producción más limpia: una buena estrategia ambiental que reduce costos de producción», *Audaces*, mayo 21, 2018. <https://www.audaces.com/es/produccion-mas-limpia-una-buena-estrategia-ambiental-que-reduce-costos-de-produccion/> (accedido ago. 05, 2019).
- [37] Cadefique, Guía ambiental del subsector fiquero, Segunda Edición. 2006.
- [38] «Qué es la planta de fique?», *Productos de fique hechos a Mano*, ene. 25, 2012. <https://tejidotexturizado.wordpress.com/queeslaplantadefique/> (accedido oct. 17, 2019).
- [39] Corpocauca y corporación para el desarrollo del Cauca, «“alianza de los eslabones de la cadena productiva de fique para fortalecer el proyecto comunitario y empresarial del Municipio de Guaitarilla en el Departamento de Nariño”». Abr. 2007, [En línea]. Disponible en:

file:///C:/Users/Danna/Desktop/trabajo%20de%20grado%20modalidad%20pasantia/informacion%20agenda%20ambiental/Generalidades%20del%20cultivo%20de%20fique,%20siembra%20y%20enfermedades.pdf.

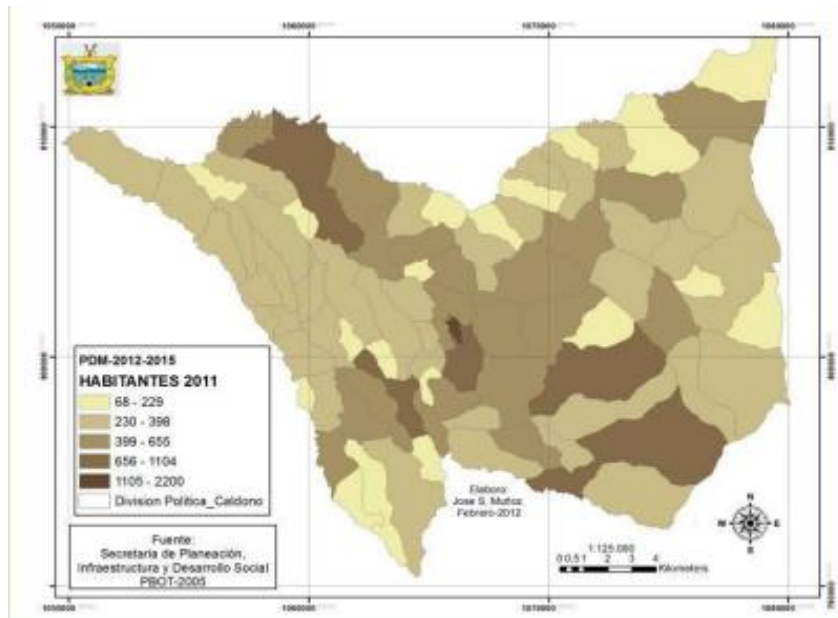
- [40] B. N. Ardila, «Fique cultura en extinción, en Mogotes Santander». 2017, Accedido: mar. 21, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=ab21f5520f71431284e177cb62201aa4>.
- [41] D. J. B. Erazo, «estudio fitoquímico del jugo de fique de las especies negra», LOS, p. 145.
- [42] C. M. Muñoz y J. U. Castrillón, «cambios generados en los suelos por la disposición del bagazo de fique», p. 69.
- [43] C. E. E. Tiempo, «virus amenaza el fique de cauca y Nariño», El Tiempo, jul. 09, 1991. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-117129> (accedido mayo 22, 2020).
- [44] «Fique. *Furcraea bedinghausii*», Engormix. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fique-furcraea-bedinghausii-t26858.htm> (accedido mayo 24, 2020).
- [45] «Agave», Wikipedia, la enciclopedia libre. mayo 10, 2020, Accedido: mayo 24, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agave&oldid=125939995>.
- [46] «<https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-electronicos/>». <https://fondoeditorial.itm.edu.co/libros-electronicos/Fique-en-colombia/mobile/index.html#p=90> (accedido sep. 18, 2019).
- [47] «Lixiviación - EcuRed». <https://www.ecured.cu/Lixiviaci%C3%B3n> (accedido mar. 24, 2020).
- [48] Compañía de Empaques, U. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, ARD/CAPP, e ISAGEN, Eds., *Manejo agroecológico del fique*. Medellín: Compañía de Empaques, 2005.
- [49] «CAR, Departamento de Cundinamarca y Cofibras. Consultoría para generación de alternativas de producción más limpia en el beneficio del cultivo de fique y transferencia de tecnología en el aprovechamiento integral de los subproductos del fique para mejorar las condiciones

ambientales, sociales y económicas de los productores y artesanos de fibra de fique de Cundinamarca, entrega de resultados». 2018, Accedido: mar. 23, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33805/29135.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

1. En la siguiente figura se mostrara la dimensión poblacional

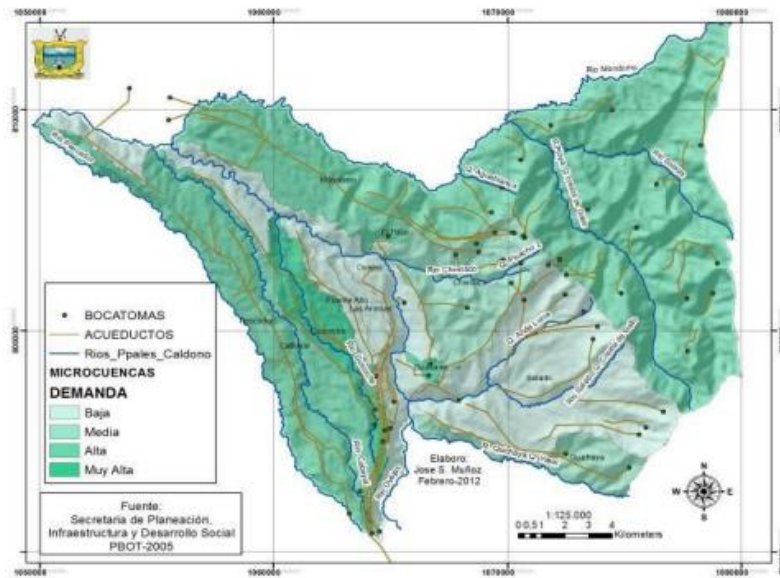
Anexo 1. Distribución de la población a 2011.



Fuente: PBOT – 2005-2015 a partir de Censo sisben y documentos de empalme 2011-2012.

2. Medio ambiente y recurso naturales renovables

Anexo 2. Presión por demanda de agua por Micro cuenca.



Fuente: Documento Actualización PBOT -2005, proyectada 2010

Anexo 3. Aplicación matriz de Leopold.

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES DEL PROYECTO		MATRIZ DE LEOPOLD: EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS FINCAS PRODUCTORAS DE FIQUE EN EL MUNICIPIO DE CALDONO DEPARTAMENTO DEL CAUCA																						INTERACCIONES POSITIVAS	INTERACCIONES NEGATIVAS	IMPACTO POR SUBCOMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO	
				BENEFICIO														COMERCIALIZACION													
				SIEMBRA				CORTE-DESESPINADO-DESFIBRADO							FERENTACION - LAVADO			SECADO-PENADO-EMPAQUE			ARTESANOS										
				Construccion de semilleros	riego consumo de agua	alteracion de la cobertura del suelo	Fertilizacion del suelo	limpieza del terreno	contaminacion del suelo (subproductos)	generacion de residuos aprovechables	Presencia de vectores	Emission de olores	Emission de gases por uso de combustibles	Accidentes y lesiones por mala ergonomia	uso de tanques para almacenamiento (bagazo)	Uso de tanques para fermentacion	Ventiladores a fuentes hidricas o suelos	Consumo de agua lavado en efluentes	Ocupacion de terreno (terdales)	Polucion contaminacion atmosferica	Tiempo de secado	Transporte de amarres por @	Lesiones por mala ergonomia	Beneficio socio-economico	Generacion de empelo						Recurso humano
FISCO	SUELO	Desertificacion	(-4) 6	(+5) 3	(+5) 6	(-3) 2	(+5) 7				(+1) 3	(+3) 5	(-1) 1	(-2) 8														4	51	-451	-135
		disposicion o Recuperacion			(+4) 5	(-4) 6						(-1) 2	(-5) 8	(-8) 10	(-3) 7	(-3) 5												3	-61		
	AGUA	Calidad de agua			(-3) 3	(-5) 6	(+3) 6					(+1) 5	(-2) 2	(-8) 10	(-8) 10	(-3) 7												1	-201		
		disposicion y uso	(-5) 6									(-2) 4	(-6) 10	(-5) 7	(-3) 7												0	-154			
	ATMOSFERA	calidad del aire			(-4) 3	(-2) 2	(-4) 2	(-1) 1	(-2) 1					(-3) 2	(-1) 3	(-2) 3	(-5) 4	(-4) 5	(-3) 4									1	-79		
PAISAJE	Calidad		(+6) 5	(-2) 5	(+1) 1	(-5) 4	(-4) 1	(-1) 1			(+1) 4	(-3) 2	(-1) 3	(-2) 3	(+2) 5	(+2) 5											2	-7			
BIOLOGICO	FLORA	Habitad			(+4) 5	(-1) 3	(+5) 7																				0	52	-16		
		Micro-organismos del suelo.			(+7) 6	(-6) 5							(+2) 5	(-2) 3												1	16				
	FAUNA	Bienestar	(-4) 4	(-3) 3								(+1) 3		(-2) 3				(+7) 8								1	-84				
SOCIO ECONOMICO	POBLACION	Bienestar					(-3) 1	(+1) 2	(-2) 1	(-5) 7						(-2) 7		(-5) 8	(+3) 5	(+4) 8	(+5) 7						3	-14	332		
		Gastos	(-6) 4							(-2) 4				(-4) 5	(-3) 5	(-2) 4												7		-75	
	ECONOMIA	Inversion	(-1) 2		(+4) 5		(+4) 6				(+1) 5	(+3) 6			(-4) 5				(-2) 4									7		37	
		Generacion de ingresos					(+1) 7				(+1) 4	(+1) 6						(+6) 8	(+4) 5	(+4) 8	(+5) 7	(+5) 7						187			
	CULTURA	Constumbres	(+1) 3								(+1) 5	(+7) 5															3	83			
	Produccion Mas Limpia	(+3) 4		(+5) 6	(+5) 6					(+5) 7	(+5) 7			(-4) 7													3	114			
		INTERACCIONES POSITIVAS	2	0	2	6	1	0	5	0	0	0	0	7	6	1	0	0	0	1	1	0	2	2	2	2	34				
		INTERACCIONES NEGATIVAS	1	4	1	2	3	5	1	3	2	3	2	1	2	5	4	7	3	3	1	2	2	0	0	0	57				
		PROMEDIOS ARITMETICOS	13	-94	36	141	-7	-71	99	-15	-3	-5	-43	59	100	-177	-151	-105	-36	-42	-10	-20	-48	35	64	70	75				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Modelo de encuesta.

ENTREVISTA FECHA (DD/MM/AAAA): _____	MUNICIPIO: _____
LUGAR: _____	

I. INFORMACION BASICA DEL PRODUCTOR

1. Nombre del productor: _____
Fecha de Nacimiento día _____ mes _____ año _____
2. Nombre de la finca: _____
Arrendada: _____ Ocupada: _____
3. Ubicación: _____
4. Nivel de escolaridad del productor
Sin escolaridad _____ básica primaria _____ básica secundaria _____ educación media _____
5. Número de integrantes de la familia _____ cónyuge _____ No. Hijos _____
Madre _____ Padre _____ otros parientes _____
6. Tiene vivienda propia si _____ no _____
7. ¿Usted pertenece a algún grupo asociativo de fique? si _____ no _____
¿Cuál? _____

II. INFORMACION DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FIQUERA

8. Número de hectáreas de la finca _____ Número de hectáreas en fique _____
Variedad de fique _____ otros cultivos _____
9. ¿Existe la posibilidad de sembrar en el futuro? si _____ no _____
¿Cuántas hectáreas? _____
10. ¿Cuál es la edad del cultivo de fique? _____
11. ¿Cuál es la producción máxima @ del cultivo? _____
12. ¿Tipo de cultivo? monocultivo _____ asociado _____ con _____
13. ¿El cultivo de fique es la base económica de su finca? si _____ no _____
14. ¿Conoce los procesos de certificación del cultivo de fique? si _____ no _____
¿Cuál? _____
15. ¿Su finca está certificada? si _____ no _____ en que _____
16. ¿Está certificado como productor? si _____ no _____ en que _____
17. ¿Usted está interesado en certificarse? si _____ no _____
18. ¿Ha recibido capacitaciones entorno al manejo del fique? si _____ no _____
¿Cuál? _____
¿Qué institución orientaba la capacitación? _____
19. ¿Cuántos empleos genera el cultivo de fique en su finca? _____

III. MANEJO DEL CULTIVO

20. ¿Realiza semillero para la siembra del cultivo de fique? si _____ no _____
¿Actualmente tiene semillero? Si _____ no _____
21. ¿Qué tipo de fertilización utiliza orgánica? si _____ no _____ ¿Cuál? _____
Química: si _____ no _____ cual _____

22. ¿Cuántas cosechas de fique realiza al año? _____
23. ¿Reconoce plagas y enfermedades del cultivo? si ___no ___
¿Cuál?_____
24. Ha presentado inflorescencia del cultivo de fique si ___no ___
¿Cuántas matas? _____
25. ¿Qué tipos y herramientas usa en el proceso de desfibrado?
Elementos de protección individual: si ___no ___
Cuales _____
26. ¿Ha presentado algún tipo de accidente en el proceso de desfibrado? si ___no ___
Cual _____
27. ¿Realiza aprovechamiento de los subproductos? si ___no ___
Cuales _____
28. ¿En dónde realiza el proceso de lavado? Rio ___quebrada ___pozo ___ agua de
acueducto ___ tanque ___tipo de tanque _____
¿Cuántos litros de agua por ciclo? _____
29. ¿Fermenta la fibra? Si___no ___
30. ¿Utiliza químicos para facilitar el proceso de lavado de la fibra del fique? Si___
no___ cual _____
31. ¿Qué hace con el agua residual del lavado de la fibra? Riega cultivos___deja
evaporar ___vierte al rio o quebrada ___vierte al suelo___lava animales___ otro ___
Cual _____
32. ¿Existen fuentes hídricas cercanas al cultivo de fique? Si ___no ___
Cuales _____
33. ¿En dónde realiza el proceso de secado de la fibra? Tendales de alambre___
piso ___ otro___ cual _____
34. ¿Realiza peinado de la fibra? Si___no ___
35. ¿Conoce los impactos ambientales del proceso productivo del fique? Si ___no ___
Cuales _____
36. ¿Cómo transporta la fibra de fique? _____
37. ¿En bultos de cuánto presenta la fibra de fique? 1@ ___2@ ___ 3@ ___4@___
38. ¿Realiza transformación de la fibra? Si ___no ___
Cual _____
39. ¿En dónde realiza la comercialización? Agencia de compra si ___no ___
Cual _____, o a la asociación de fiqueros Si ___no___
Cual _____ compradores independientes Si ___ no ___

IV. ARTICULACION DE LA CADENA DEL FIQUE

40. ¿Conoce la política de producción más limpia? Si___no ___
41. ¿Conoce sobre la cadena productiva del fique en el departamento? Si ___no ___
¿Cómo participa?_____
42. ¿Ha participado en algún evento relacionado con el fique? Si ___no ___
Cual _____
43. ¿Ha recibido apoyo institucional para su unidad productiva de fique? Si ___no___
De quien _____

4. Anexos fotográficos

Anexo 5. Fibra de fique.



Fuente: Propia.

Anexo 6. Nudillos de fibra.



Fuente: propia

Anexo 7. Comercialización fibra



Fuente: propia

Anexo 8. Animales de tracción.



Fuente: propia

Anexo 9. Tejidos de fibra



Fuente: propia

Anexo 10. Entrega tanques para fermentación



Fuente: propia

Anexo 11. Aplicación encuestas



Fuente: propia

Anexo 12. Socialización



Fuente: propia