

DIAGNÓSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL USO Y  
MANEJO DE PLAGUICIDAS EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN EL  
MUNICIPIO DE EL CASTILLO – META



DAVID ALEJANDRO RUBIO TIBAQUIRA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO  
2019

DIAGNÓSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL USO Y  
MANEJO DE PLAGUICIDAS EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CACAO EN EL  
MUNICIPIO DE EL CASTILLO – META

DAVID ALEJANDRO RUBIO TIBAQUIRA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:

Ing. ANGÉLICA MARÍA BUSTAMANTE ZAPATA

Ingeniero Ambiental

Codirector:

Ing. CESAR AUGUSTO RIVEROS ROMERO

Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO

2019

**Autoridades Académicas**

**P. Juan Ubaldo LÓPEZ SALAMANCA, O.P.**

Rector General

**P. Mauricio Antonio CORTES GALLEGO, O.P.**

Vicerrector Académico General

**P. José Arturo RESTREPO RESTREPO, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Adm. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN**

Secretaria de División Sede Villavicencio

**Ing. YÉSSICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

**Nota De Aceptación**

---

---

---

---

---

**YESICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana de Facultad

---

**ANGÉLICA MARÍA BUSTAMANTE ZAPATA**

Director Trabajo de Grado

---

**MARIA ALEXANDRA MENDEZ LEAL**

Jurado

---

**JUDITH TERESA MEJIA LOZANO**

Jurado

Villavicencio, marzo 2019

## **Agradecimientos.**

*Dedico mi trabajo de grado a mis papás, Dora Tibaquirá y Omar Rubio por ser pacientes y permitirme alcanzar este gran logro, en memoria de mis abuelas Carmen Cruz e Isabel Vergaño, quienes siempre fueron parte de mi carrera universitaria. A la Docente; Angélica María Bustamante Zapata por permitir ser la directora del proyecto y así brindar su apoyo y conocimientos a este trabajo de grado, asimismo al profesor Cesar Augusto Riveros Romero por su amplio conocimiento en el tema.*

*Agradezco profundamente a mi alma mater la UNIVERSIDAD SANTO TÓMAS, SEDE VILLAVICENCIO, la cual ha aportado los conocimientos y valores a fin de construir profesionales íntegros.*

*A todos ustedes gracias, por ser fundamentales en mi vida y brindar su apoyo en momentos difíciles, aportando a lo que soy hoy, una persona íntegra con valores y principios.*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción .....	17
1. Planteamiento Del Problema .....	18
1.1. Descripción del problema.....	18
1.2. Formulación entorno al problema. ....	19
2. Objetivos.....	20
2.1. Objetivo General. ....	20
2.2. Objetivos Específicos.....	20
4. Justificación .....	21
5. Alcance del proyecto .....	22
6. Antecedentes.....	23
7. Marco de referencia .....	25
7.1. Marco teórico. ....	25
7.2. Marco legal.....	33
8. Metodología.....	37
8.1. Fase I. Recolección de información. ....	38
8.1.1. Técnicas de recolección de datos fase I. ....	38
8.2. Fase II. Identificación de los impactos ambientales y su valoración económica. ....	40
8.2.1. Técnicas de recolección de información fase II.....	41
8.3. Fase III. Construcción de lineamientos técnicos ambientales. ....	41
8.3.1. Técnicas de recolección de información fase III. ....	42
9. Resultados obtenidos .....	43
9.1. Características de la zona de estudio. ....	43
9.2. Prácticas agrícolas. ....	47
9.2.1. Predio No 1: Sistema Agroforestal. ....	48
9.2.2. Predio No 2: Sistema Monocultivo.....	54
9.2.3. Tipo de plaguicidas utilizados. ....	61
9.2.4. Frecuencia de aplicación de plaguicidas.....	66
9.2.5. Control de plagas. ....	69

9.2.6.	Criterio para la aplicación de plaguicidas. ....	70
9.2.7.	Elementos de protección individual (EPI). ....	70
9.2.8.	Almacenamiento de plaguicidas. ....	71
9.2.9.	Disposición de envases. ....	72
9.2.10.	Sistema de riego del cultivo. ....	73
9.3.	Evaluación de impactos ambientales de los casos de estudio. ....	73
9.4.	Valoración económica de impactos ambientales. ....	77
9.4.1.	Valoración participativa de impactos ambientales. ....	77
9.4.2.	Evaluación de la percepción económica de los impactos ambientales. ....	78
9.4.3.	Conclusiones del ejercicio de evaluación de impactos ambientales. ....	82
9.5.	Formulación de lineamientos ambientales. ....	83
9.5.1.	Socialización de resultados. ....	83
9.5.2.	Lineamientos ambientales para el manejo del cultivo productivo. ....	84
9.5.3.	Consolidación de lineamientos ambientales para el manejo del cultivo productivo. 84	
10.	Conclusiones y recomendaciones. ....	92
11.	Bibliografía. ....	94
12.	Anexos. ....	86

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de plaguicidas. ....	30
Tabla 2. Nivel toxicológico de plaguicidas y la descripción de riesgos asociados.....	31
Tabla 3. Variables utilizadas en la investigación.....	38
Tabla 4. Criterios de evaluación, metodología EPM. ....	40
Tabla 5. Parámetros técnicos de establecimiento de cultivos de cacao. ....	45
Tabla 6. Plaguicidas Más Vendidos Para Su Uso En Cacao, Según Las Ventas En Almacenes Agropecuarios En El Municipio De El Castillo Meta. ....	61
Tabla 7. ....	62
Tabla 8. Plaguicidas utilizados actualmente en predios de estudio. ....	63
Tabla 9. Aplicación y Uso de Plaguicidas en los Casos de Estudio. ....	51
Tabla 10. Frecuencia, época y número de aplicaciones de plaguicidas en los casos de estudio de El Castillo - Meta. ....	52
Tabla 11. Elementos de Protección Necesarios Para La Aplicación y Manejo De Plaguicidas. ..	71
Tabla 12. Condiciones de bodega para la seguridad de los productos y el medio ambiente. ....	72
Tabla 13. Tabla de correlación de variables cualitativas y cuantitativas. ....	74
Tabla 14. Ponderación de impactos ambientales. ....	74
Tabla 15. Evaluación de la percepción de impacto ambiental. ....	62
Tabla 16. Lineamientos ambientales propuestos por Rubio, 2019. Para la mitigación de los impactos ambientales encontrados. ....	85
Tabla 17. Manejo de plagas y enfermedades (Cacaoteros, 2013). ....	94
Tabla 18. Impactos ambientales encontrados en sistema agroforestal predio No 1. Sistema agroforestal. ....	95
Tabla 19. Impactos ambientales encontrado en sistema de monocultivo predio No 2. Sistema monocultivo. ....	98
Tabla 20. Ponderación de impactos ambientales. ....	101
Tabla 21. Valoración económica de la percepción de los productores. ....	103
Tabla 22. Registro de talleres de capacitación. ....	104

## Lista de fotografías

	Pág.
Fotografía 1. Envase Actual Del Herbicida Glifosato y Zona De Almacenamiento De Plaguicidas.. .....	50
Fotografía 2. Práctica de Realización de Bocashi Con La Alianza Productora Asoccuba.. .....	51
Fotografía 3. De Izquierda a Derecha: Moniliasis, Escoba De Bruja, Gusano Pasador.. .....	52
Fotografía 4. Productos Utilizados Predio No. 2.. .....	41
Fotografía 5. De izquierda a derecha: Moniliasis, Hormiga negra, Mazorca negra. ....	582
Fotografía 6. Productor predio 2 capacitación No.4. ....	104
Fotografía 7. Productor predio 2 capacitación No 4. ....	104
Fotografía 8 Productor predio 1 capacitación No3 .....	104
Fotografía 10. Productor predio 2 capacitación No 1 .....	104

## Lista de figuras

	Pág.
Gráfico 1. Grafica de acciones de control en el cultivo de cacao en 90 días predio no 1.....	53
Gráfico 2. Acciones de Control de Cultivo 90 días. ....	59
Ilustración 1. Sitio de Mezcla del Predio No 2. ....	61
Gráfico 3. Criterios para la aplicación de plaguicidas tomado de encuesta realizada a los casos de estudio.....	70
Ilustración 2. Valor monetario obtenido por los productores. ....	61
Gráfico 4. Representación gráfica de datos obtenidos en la valoración económica.....	62
Diagrama 13. Talleres de sensibilización e implementación de acciones de mitigación. Fuente Autor. ....	84
Diagrama 14. Componentes de una buena producción de cacao.....	85
Ilustración 3. Mapa de ubicación del municipio de El Castillo - Meta. Elaboración propia a partir del mapa cartográfico del IGAC. ....	86
Diagrama 3. Diagrama descriptivo del proyecto.. ....	87
Ilustración 4. Lista de chequeo.. ....	88
Ilustración 5. Encuesta pre diseñada por el autor para la recolección de la información. ....	88
Ilustración 6. Esquema de ordenamiento territorial, mapa uso de suelo fuente (Castillo, Consejo Municipal El Castillo, 2000).....	89
Ilustración 7. Esquema de ordenamiento territorial, uso de suelos fuente (Castillo, Consejo Municipal El Castillo, 2000).....	90
Ilustración 8. Mapa de isotermas Castillo Meta. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.) ....	91
Ilustración 9. Mapa de Isoyetas municipio El Castillo. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.).....	91
Ilustración 10. Ubicación de predios. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI). ....	92
Ilustración 11. Mapa fuentes hídricas El Castillo Meta. Fuente Instituto Colombiano Agustín Codazzi (IGAC). ....	92

Ilustración 12. Espacialización predio 1. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.). Modificado autor, 2019. ....	93
Ilustración 13. Espacialización predio No.2. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.) Modificado autor,2019. ....	93

## Lista de anexos

	Pág.
<b>ANEXO 1.</b> Mapa de ubicación del municipio de El Castillo - Meta. ....	86
<b>ANEXO 2.</b> Diagrama descriptivo del proyecto. Fuente autor, 2019.....	87
<b>ANEXO 3.</b> Listas de chequeo y encuesta para la recolección de la información. Fuente autor, 2019.....	88
<b>ANEXO 4.</b> Esquema de ordenamiento territorial, mapa uso de suelo fuente (Castillo, Consejo Municipal El Castillo, 2000). Editado por autor, 2019.....	89
<b>ANEXO 5.</b> Esquema de ordenamiento territorial, uso de suelos fuente (Castillo, Consejo Municipal El Castillo, 2000). Editado por autor, 2019.....	90
<b>ANEXO 6.</b> Mapa de isotermas Castillo Meta. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.). Modificado autor, 2019. ....	91
<b>ANEXO 7.</b> Mapa de Isoyetas municipio El Castillo. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.). Modificado autor, 2019.....	91
<b>ANEXO 8.</b> Ubicación de predios. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI. Modificado autor, 2019.....	92
<b>ANEXO 9.</b> Mapa fuentes hídricas El Castillo Meta. Fuente Instituto Colombiano Agustín Codazzi (IGAC). Modificado autor 2019. ....	92
<b>ANEXO 10.</b> Espacialización predio 1. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.). Modificado autor, 2019. ....	93
<b>ANEXO 11.</b> Espacialización predio No.2. Fuente (INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZI, s.f.) Modificado autor,2019. ....	93
<b>ANEXO 12.</b> Manejo de plagas y enfermedades (Cacaoteros, 2013). Modificado autor, 2019. ...	94
<b>ANEXO 13.</b> Impactos ambientales encontrados en los casos de estudio No 1. Sistema agroforestal. Fuente autor, 2019. ....	95
<b>ANEXO 14.</b> Impactos ambientales encontrado en sistema de monocultivo predio No 2. Sistema monocultivo. Fuente autor,2019. ....	98
<b>ANEXO 15.</b> Ponderación de impactos ambientales. Fuente autor, 2019.....	101
<b>ANEXO 16.</b> Valoración económica de la percepción de los productores. Fuente autor, 2019.	103

## Resumen

Se presenta de manera detallada el diagnóstico de los impactos ambientales asociados a las prácticas agrícolas por el uso y manejo de plaguicidas en dos predios cacaoteros del municipio de El Castillo – Meta, específicamente los utilizados en el cultivo para el control de plagas y enfermedades. Este estudio presenta la caracterización de la zona de estudio, con información obtenida de fuentes secundarias y otros estudios locales, la información de los predios se obtuvo con la técnica de observación directa en dos modelos para el manejo del cultivo (sistema agroforestal y sistema monocultivo).

Este estudio permite identificar que el sistema agroforestal presenta menor incidencia de impactos ambientales debido al manejo del cultivo y la baja aplicación de plaguicidas. De la misma manera se encontró que los impactos más representativos en ambos predios son el deterioro del suelo por la sobredosificación de plaguicidas y la afectación a la salud humana debido a la falta de uso de elementos de protección individual.

Los impactos se evaluaron según la metodología de EPM o Arboleda (Arboleda Gonzáles, 2008), determinando la relación de las prácticas actuales con los impactos ambientales ocasionadas por las mismas; adicionalmente se hizo una valoración económica de los impactos para conocer la percepción de los productores sobre la afectación de las prácticas actuales y a su vez sensibilizar y generar una serie de compromisos para su posterior mitigación, según la metodología de Ruiz Agudelo (Ruiz Agudelo, y otros, 2013). Estos resultados permitieron la consolidación de lineamientos técnicos ambientales para su futura aplicación y servirán como referente para futuras investigaciones.

Los resultados de la investigación sugieren el fortalecimiento de los productores en cuanto a la implementación de las técnicas para el manejo y uso de plaguicidas y la importancia del uso de los elementos de protección individual, pues se evidencia que han capacitados en diferentes procesos por diferentes medios sobre las buenas prácticas agrícolas, pero no son aplicadas debido a los grandes costos de mano de obra en el cultivo haciendo evidente el uso recurrente de

plaguicidas. Los costos de mano de obra son considerados un limitante económico para el manejo y las buenas prácticas agronómicas en el cultivo y restan importancia al beneficio que pueden dar la adopción de estas prácticas en cuanto al rendimiento y calidad del fruto de cacao.

Finalmente, el documento concluye con la presentación de unos lineamientos técnicos que recomiendan al productor diferentes prácticas para el manejo y uso de plaguicidas que mitigan los impactos ocasionados a los diferentes recursos ambientales y una bibliografía recomendada para el desarrollo de otras investigaciones en áreas similares.

**Palabras clave:** Diagnóstico de impacto ambiental, plaguicidas, prácticas agrícolas, evaluación ambiental, lineamientos ambientales.

### **Abstract**

Is presented in a detailed way the diagnosis of environmental impacts associated with agricultural practices for the use and handling of pesticides in two farms cocoa of the municipality of El Castillo - Meta, specifically those used in farming for the control of pests and diseases. This study presents the characterization of the study area, with information obtained from secondary sources and other local studies, information of the properties was obtained with the technique of direct observation in two models for the crop (System Management (agroforestry and monoculture system).

This study identifies the agroforestry system presents lower incidence of environmental impacts due to the management of cultivation and low application of pesticides. In the same way found that most representative impacts on both properties are the deterioration of the soil by overdosing of pesticides and impacting human health due to the lack of use of individual protection equipment.

Impacts were evaluated according to the methodology of EPM or Arboleda, determining the relationship of the practices current with environmental impacts caused by them; In addition an economic valuation of impacts was made to study the perceptions of the producers about the involvement of current practices and at the same time raise awareness and generate a series of commitments for further mitigation, according to the methodology of Ruiz Agudelo and others. These results allowed the consolidation of technical environmental guidelines for future application and will serve as a reference for future research.

The results of the investigation suggest the strengthening of the producers in the implementation of techniques for the management and use of pesticides and the importance of the use of individual protection elements, as evidenced that they have trained in different processes for different media on good agricultural practices, but are not implemented due to the high costs of labor in farming making evident the recurrent use of pesticides. Labor costs are considered a limiting economic management and the good agronomic practices in the cultivation and they

downplay the benefit that can give the adoption of these practices in terms of performance and quality of the fruit of cacao.

Finally, the paper concludes with the presentation of a few technical guidelines that recommend different practices for the management and use of pesticides that mitigate the impacts to environmental resources and a bibliography to the producer recommended for the development of other research in similar areas.

**Key words:** Diagnosis of environmental impact, pesticide, agricultural practices, environmental assessment and environmental guidelines.

## Introducción

En el departamento del Meta, actualmente la manufactura de cacao se desarrolla en 27 de los 29 municipios y se cuenta con cerca de 3.000 productores de cacao en 6800 hectáreas en producción, ubicando al Municipio de El Castillo en séptimo lugar con un total de 465 hectáreas, total de 6,98% del departamento y al año 2017 generadas unas 372 toneladas de cacao. (Meta S. d., 2017). La mayoría de estas en sistemas de producción tradicionales; según (Food and Agriculture Organization (of the United Nations), 2013) define a pequeños productores quienes manejan parcelas de hasta 10 hectáreas, cuya principal actividad económica depende de la producción del cultivo de cacao (Meta S. d., 2016). Esta cifra de productores va en aumento y genera interés por determinar las prácticas actuales de uso y manejo de plaguicidas, desarrollados por los productores de la zona y que puedan generar una serie de impactos ambientales afectando de una u otra manera el ecosistema y la salud de los productores y de los habitantes de la zona (Del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, & Palacio Estrada, 2014).

Los cultivos de cacao se establecen dentro del municipio de El Castillo - Meta, según (Castillo, Consejo Municipal El Castillo, 2000) además de otras actividades agrícolas como transitorias, semipermanentes y permanentes, por tal motivo la investigación toma validez en el diagnóstico de los impactos ambientales asociados al uso y manejo de plaguicidas en dos predios del municipio, que permitió conocer las prácticas actuales de los productores frente al manejo de sus cultivos de cacao, los impactos generados por estas prácticas y la evaluación económica de la percepción de estos impactos por parte de los productores, arrojando como resultado la formulación de lineamientos para mitigar los impactos ocasionados al ecosistema por estas prácticas asociadas uso y manejo de plaguicidas, logrando incidir en el conocimiento ambiental en la cual los productores reconozcan la importancia de las buenas prácticas del uso y manejo de plaguicidas en sus sistemas productivos. Igualmente, esta investigación aporta conocimiento bibliográfico con el fin de ser replicada y adaptada a futuros estudios en predios cacaoteros.

## 1. Planteamiento Del Problema

### 1.1. Descripción del problema.

El manejo de plagas y enfermedades mediante plaguicidas en los sistemas productivos de cacao, se hace de forma empírica<sup>1</sup>: altas dosis, frecuencias de aplicación, desconocimiento del nivel de toxicidad y del ingrediente activo, inadecuados criterios de aplicación, almacenamiento y disposición final; sin tener presente lineamientos técnicos presentados por la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao) o un manejo integrado de plagas y enfermedades, que permita reducir, alternar o sustituir el uso y manejo de plaguicidas que limitan el potencial productivo. (Corporacion Grupo Gestion Ltda, 2018)

Según el estudio de pre inversión del mejoramiento de la calidad del grano en el proceso de certificación de buenas prácticas en la asociación cacaotera Asociación Cacaotera de Cubarral sede El Castillo (Asoccuba), se encuentra que para el control de plagas y enfermedades realizan aplicaciones de oxiclورو de cobre o productos con clorotalonil, óxido de cobre o sulfato de cobre y para el control de hongos se utilizan fungicidas a base de cobre. En árboles afectados se utilizan herbicidas como picloram o glifosato, aunque este último esté prohibido en Colombia, se sigue utilizando en las fincas como una alternativa rápida para el control correctivo de estas afectaciones. (Coordesarrollo, 2016)

Según (Del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, & Palacio Estrada, 2014), resalta que las practicas actuales de uso y manejo de plaguicidas al entrar en contacto con el ambiente generan reacciones químicas directas o indirectas presentando cambios en los sistemas en general (Biótico, Aire, hídrico y suelo) , asimismo menciona que la intensificación de la producción de alimentos conduce generalmente en un abuso de plaguicidas que dan lugar a vectores perjudiciales a la salud humana y el ambiente.

---

<sup>1</sup> Según los datos obtenidos en la encuesta realizada en los casos de estudio.

Adicionalmente “*Los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud; se entiende por agudos aquellas intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos sistémicos o localizados, y por crónicos aquellas manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por largo tiempo*” (Asela M. del Puerto Rodríguez, 2014). A pesar de los documentos y prácticas que recomiendan el uso de productos con agentes químicos menos nocivos para la salud, se puede encontrar que muchos productores en el área de estudio no atienden estas recomendaciones y utilizan productos calificados como altamente tóxicos ((USAID), 2007), los cuales generan problemas directos al productor y al ambiente.

Por lo anterior, se hace evidente el desconocimiento de los productores de los beneficios potenciales de los ecosistemas bióticos en los que desarrollan sus actividades productivas y la afectación que pueden sufrir por el uso y manejo inadecuado de plaguicidas para el control de las plagas y enfermedades del cultivo.

## **1.2. Formulación entorno al problema.**

¿Cuáles son las prácticas actuales en el uso y manejo de plaguicidas que influyen en el desarrollo de impactos ambientales de dos sistemas productivos de cacao en el municipio de El Castillo – Meta durante un periodo de estudio de cuatro meses?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General.**

**1.** Diagnosticar los impactos ambientales asociados a las prácticas de uso y manejo de plaguicidas, que pueden ser generados, evaluarlos y formular medidas de manejo para dos sistemas productivos de cacao en el municipio de El Castillo – Meta.

### **2.2. Objetivos Específicos.**

**1.** Caracterizar las prácticas actuales del uso y manejo de plaguicidas en la zona de estudio teniendo en cuenta variables cuantitativas y cualitativas.

**2.** Identificar los impactos ambientales y su valoración económica en los sistemas productivos de cacao de la zona de estudio.

**3.** Formular lineamientos técnicos ambientales para las fincas productoras de los casos de estudio.

#### 4. Justificación

En el departamento del Meta al año 2011, 5.350 hectáreas de producción de cacao vinculaban a la actividad alrededor de 2000 familias campesinas, generándose unos 3700 puestos permanentes de trabajo (Marínez Guchuvo, 2015); al año 2017 se evidencia un crecimiento en las hectáreas de producción a un número de 6.800, han aumentado directamente las familias campesinas dedicadas a la actividad y los puestos permanentes de trabajo.

En la práctica de las actividades agrícolas o su opción tecnológica actual en la producción de cacao de pequeños, medianos o grandes productores; son los pequeños productores los mayores aportantes de cacao en el departamento del Meta, es frecuente identificar acciones de uso y manejo inadecuados de los plaguicidas ((CORDESARROLLO), 2016, pág. 33), lo cual genera una cresta de problemas ambientales debido a la excesiva dependencia de los insumos agro industriales, el desconocimiento de los potenciales tóxicos y la cantidad utilizada de los plaguicidas empleados; impactando negativamente el medio ambiente y la sociedad rural. (Altieri & Nicholls, 2000).

Esta investigación sirve de referente en la región para otros cultivadores de cacao, frente a los impactos ambientales que se pueden generar por el inadecuado uso y manejo de los plaguicidas y la formulación de lineamientos técnicos ambientales en los sistemas productivos, buscando encontrar pautas de manejo ambiental que promuevan el uso de alternativas amigables con el ambiente para el control de plagas y enfermedades y a su vez un uso racional y de manejo seguro de los plaguicidas a través de la formulación de un plan de manejo ambiental participativo.

La metodología utilizada en esta investigación a la hora de realizar el diagnóstico de los impactos ambientales, refleja una metodología armoniosa y de bajo costo, donde son incluidos todos los aspectos de las prácticas actuales de uso y manejo de plaguicidas, de manera tal que sean contextualizadas por los evaluados a fin de concientizar y aportar a los lineamientos ambientales.

Por estas razones la investigación aporta lineamientos técnicos para mitigar los impactos ambientales asociados a las prácticas de uso y manejo de plaguicidas, mediante la evaluación de impactos ambientales a fin de concientizar y sensibilizar, siendo evidente, mínima la preocupación de los productores por los efectos e impactos de los mismos, en los sistemas productivos.

## 5. Alcance del proyecto

Se caracterizaron las prácticas asociadas del uso y manejo de plaguicidas en el cultivo de cacao en dos fincas productoras nombradas La Secreta predio No.1 y La Isla predio No.2 del Municipio de El Castillo departamento del Meta donde se determinaron los impactos ambientales que son generados en el micro-ecosistema (finca) y su valoración económica de estos en el cultivo de cacao.

Los impactos ambientales se reflejaron en una matriz en la que se compararon los impactos generados por las prácticas del uso y manejo de plaguicidas, la valoración económica participativa obtuvo la percepción económica de los impactos presentes en los predios cacaoteros y finalmente se formularon lineamientos técnicos o acciones para la mitigar los impactos valorados.

La caracterización, la matriz de identificación de impactos ambientales, la valoración económica participativa de los impactos ambientales y los lineamientos de manejo se refiere específicamente a la producción de cacao, no incluye la revisión del uso de plaguicidas de otros cultivos en los predios.

La investigación fue dirigida a un grupo de productores que tuvieron la disposición de apoyar este estudio; en sus fincas hay un área similar sembrada de cultivo de cacao, lo que permite hacer un estudio comparativo de las fincas. Estas fincas son escogidas por pertenecer a la alianza productiva cacaotera Asoccuba Castillo y contar con el debido permiso de los tenedores actuales.

Lugar de ejecución del proyecto, ver el mapa en el **(anexo 1)**.

El municipio de El Castillo se encuentra ubicado en el suroccidente del departamento del Meta en los 3°33'52" latitud norte (N) y 73°47'40"07 Longitud oeste (O). En el piedemonte llanero, la distancia con la ciudad de Villavicencio es de 92.1 km, cruzando los municipios de Acacias, Guamal, Cubarral y El Dorado. Limita al Norte con los Municipios de El Dorado y Cubarral; al Sur con los Municipios de Lejanías y Granada; al Oeste con los Municipios de Cubarral y Lejanías y al Este con los Municipios de San Martín y Granada. Cuenta además con una extensión de 693 km<sup>2</sup>. Sus condiciones meteorológicas se ven reflejadas en una temporada húmeda de 8 meses y una seca de 4 meses ((CORDESARROLLO), 2016, pág. 41).

## 6. Antecedentes

Según el plan de manejo y recolección de envases vacíos de plaguicidas en Querétaro, México, se genera 90 toneladas de envases aproximadamente en un año; se encuentran diversos tipos de envases de plaguicidas, los más comunes los envases rígidos y flexibles. El plan de manejo y recolección busca “Incentivar la participación de los actores que intervienen en el plan con la obtención de productos terminados (madera plástica) a través de la molienda, prensado y pelletizado.” (Secretaría de Agricultura, 2012)

Otra investigación realizada en Chile sobre los plaguicidas organofosforados y su efecto neuropsicológico y motor en la región del Maule, Chile; expone que los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas organofosforados presentan un menor rendimiento cognitivo en las pruebas neuropsicológicas al ajustar por edad, sexo y años de estudio. (Muñoz Quezada, y otros, 2014)

En Colombia en el municipio de Pasto, muestra que el consumo de plaguicidas en la zona es alto para el cultivo de cebolla Junca *Allium fistulosum* en el corregimiento de Buesaquillo con una altitud comprendida entre 2500 a 2900 msnm; se presenta una amplia variedad de agroquímicos, destacándose el grupo de fungicidas con 42 ingredientes activos diferentes. Los agricultores no utilizan elementos de protección durante la aplicación y al momento de preparar los productos para las aplicaciones fitosanitarias; además, la disposición de los envases y las bolsas vacías de los productos se realiza de una manera inadecuada, encontrándolos dispersos en lugares que representan un aumento de riesgo ambiental y a la salud humana (Aracelly Arévalo, 2014).

En Colombia en el municipio de Saboya departamento de Boyacá, se desarrolló la caracterización de las prácticas agrícolas asociadas con el uso y manejo de plaguicidas en cultivos de papa establecidos en zonas de páramo, esta investigación demuestra los impactos ambientales ocasionados en la zona de estudio por las inadecuadas prácticas agrícolas, entre las más destacadas están el inadecuado uso y manejo de plaguicidas, la expansión de la frontera agrícola, la contaminación de las fuentes hídricas debido a la escorrentía del establecimiento de cultivos en zonas de páramo. Asimismo el autor propone una serie de lineamientos ambientales teniendo en

cuenta los actores principales y secundarios como lo son los productores, entidades gubernamentales y entidades privadas. (Monroy Cubides, 2009).

Según el informe de evaluación de plaguicidas y plan de acción para su uso más seguro (PERSUAP) 2003 (USAID), según el cultivo menciona el tipo de plaguicida requerido para el manejo, su ingrediente activo, además de mostrar el porcentaje de eficacia para la plaga a tratar. Este informe es una guía que indica la toxicología y promueve el uso de plaguicidas que generen menores efectos a la salud de los productores y el ambiente ((USAID), 2007).

En Colombia en el municipio de Pueblo Bello, departamento del Cesar según (Ramos Pérez, 2014) menciona la importancia de la implementación de modelos agronómicos sostenibles y concluye que el modelo productivo agroforestal implementado, resulta económicamente viable debido a los efectos directos de la conservación de los recursos naturales, este modelo agroforestal asocia el cacao con cultivos de ciclo corto, sombríos temporales y permanentes. Presentando de esta manera aspectos positivos entre ellos destaca la generación de hábitat favorable para la preservación de especies nativas de fauna y flora, sin embargo, menciona la importancia de la aplicación de las buenas prácticas en los cultivos de cacao y con estas prácticas la implementación de herramientas de conservación que permitan la reducción de los agroquímicos y plaguicidas.

Otra investigación realizada en Colombia en el municipio de Rionegro departamento de Santander por (Torres Morantes & Rodríguez Barrios, 2015) menciona que la adopción de tecnologías mejoradas para la producción de cacao son muy bajas debido a que la población cacaotera no cuenta con los recursos necesarios para la implementación de nuevas tecnologías en la siembra y adaptación de los cultivos de cacao de frutos híbridos a clones certificados para garantizar la producción de cacao, la aplicación de productos agronómicos y la mano de obra es el rubro de mayor costo en el mantenimiento del cultivo, este último aporte de los autores es fundamental en la investigación debido a la relación del costo beneficio de la aplicación de buenas prácticas agrícolas y la influencia de la economía en las practicas actuales de uso y manejo de plaguicidas.

## 7. Marco de referencia

### 7.1. Marco teórico.

Dado que este trabajo está centrado en el diagnóstico de los impactos ambientales por el uso y manejo de plaguicidas en dos sistemas productivos de cacao, resulta fundamental dar cuenta de las definiciones que enmarcan el proyecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define los plaguicidas como “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales.” (FAO, 2002); Asimismo, define la toxicidad como “propiedad fisiológica o biológica que determina la capacidad de una sustancia química para causar perjuicio o producir daños a un organismo vivo por medios no mecánicos” (FAO, 2002), la cual es expresada en  $DL_{50}^2$  (mg/kg) (Lacasaña, 2002) ; Fedecacao detalla la infección como “Establecimiento de un parásito en una planta hospedera” (Yeirme Jaimes Suárez, 2010).

Debido al inadecuado uso de los plaguicidas y la falta de conocimiento en el manejo de estos productos se generan una serie de impactos a la salud y al ambiente, además de considerarse como residuos peligrosos. Las Naciones Unidas precisan el riesgo como la “Capacidad de una sustancia, elemento o compuesto de producir efectos adversos en los organismos.” (United Nations Environment Programme); Fedecacao define la contaminación como la “Presencia o acción de los contaminantes ya sea por (duración, concentración o intensidad), que afecten la vida y la salud humana. Es la alteración directa o indirecta de las propiedades (radiactivas, biológicas, térmicas o físicas), de una parte del medio ambiente, que se puede crear un efecto nocivo o potencialmente nocivo para la salud, supervivencia o bienestar de cualquier especie viva” (Cacaoteros, 2013); Las malas prácticas del uso de plaguicidas ocasionan el no aprovechamiento del 100% del producto químico, ICONTEC define el producto químico como “Toda sustancia, sola o en forma de mezcla o preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza.” ((ICONTEC), 2009); Fedecacao define

---

<sup>2</sup> Es la dosis que produce una mortalidad del 50% en una población animal (Silbergeld)

los residuos de plaguicidas como “Residuos de estos productos, que permanecen después de su aplicación en la planta, en (aire, suelo y fuentes hídricas), debido a la fácil movilidad de los residuos y a su alto grado de permanencia en el ambiente se dificulta su desaparición y por ende su durabilidad en la naturaleza.” (Cacaoteros, 2013); FAO define al ingrediente activo como “la parte biológicamente activa del plaguicida” (FAO, 2002).

El sistema de administración ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional define que “impacto ambiental es toda aquella circunstancia o factor que conlleva la posibilidad de un daño para el ambiente” (SAA). Según la ISO 14001 de 2015 define los aspectos ambientales como posibilidades, que surgen según su materialización, dimensión temporal o manifestación física, además de manifestarse según su tipo ya sea incidente o accidente lo cual repercute directamente en el ambiente según la materialización del caso. (ISO, International Organization for Standardization, 2015)

En referencia al diagnóstico de los impactos ambientales las experiencias de investigación resaltan la caracterización de las prácticas agrícolas asociadas con el uso y manejo de plaguicidas como un elemento central para valorar los impactos ambientales en los sistemas productivos, según (Monroy Cubides, 2009) en su estudio “*Caracterización de las Prácticas Agrícolas Asociadas con el Uso y Manejo de Plaguicidas en Cultivos de Papa. Caso Vereda Mata de Mora, en el páramo de Merchán, Saboya, Boyacá.*” Desarrolla la caracterización de la zona de estudio con base en información secundaria y la caracterización de las prácticas agrícolas, aporta información referencial a los impactos obtenidos en esta zona de estudio y asimismo propone lineamientos técnicos ambientales que pueden ser ejecutados por los productores y las entidades privadas y gubernamentales para la mitigación de los impactos en la zona de estudio. De esta manera se tiene un referente sólido para la ejecución de esta investigación aportando una línea base en la formulación de encuestas para la recolección primaria de información y la relación que existe en el uso y manejo de plaguicidas en cultivos agrícolas con los impactos ambientales desarrollados en los casos de estudio, logrando de esta manera articular los lineamientos técnicos ambientales con la mitigación de los impactos ambientales

Otro estudio relevante es la investigación de Aracelly Arévalo, Tito Bacca y Alberto Soto llamado “*Diagnostico del Uso y Manejo de Plaguicidas en Fincas Productoras de Cebolla Junca*

*Allium fistulosum* En el Municipio de Pasto. En este estudio los investigadores relacionan a través de un análisis multivariado de correspondencia múltiple (ACM)<sup>3</sup>, en los que se analizan las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables: a) Uso de plaguicidas: productos más utilizados, frecuencia, dosis, criterio de aplicación y asistencia técnica, b): cultivo: área, plagas más frecuentes y alternativas de control, c): aspecto socio económico del productor, d): condiciones de aplicación segura: equipos de protección, lectura de etiquetas, conocimiento del nivel de toxicidad, manejo de envases vacíos y sobrantes de productos, mantenimiento de equipos de protección, y e): condiciones ambientales y la percepción del riesgo; que son evaluadas para finalmente agrupar características comunes y distantes de los plaguicidas usados y sus efectos en el ambiente. Concluyendo de esta manera las variables cualitativas y cuantitativas en información sólida que determina los riesgos al ambiente y a la salud humana por el excesivo uso y manejo de plaguicidas, lo cual evidencia que el desconocimiento de las inadecuadas prácticas y los ingredientes activos de los productos químicos utilizados en particular en el cultivo de cebolla afectan directamente a los productores y el ambiente. Para la investigación realizada en los cultivos de cacao aporta referentes de las variables cuantitativas y cualitativas a tener en cuenta para evaluar y generar los impactos ambientales asociados a las inadecuadas prácticas de uso y manejo de plaguicidas con el fin de generar lineamientos técnicos ambientales para la mitigación de estos impactos en la zona de estudio.

Finalmente, los estudios del uso y manejo de plaguicidas referenciados en este marco, indican que es necesario desarrollar acciones directamente con el productor, buscando que el uso adecuado de plaguicidas sea comprendido como la opción de protegerse de los impactos directos por el uso inadecuado y que es necesario vincular a todos los miembros del hogar y los trabajadores en el conocimiento de estos impactos, por exposición directa o indirecta, así como también identificar como este uso y manejo inadecuado afecta los sistemas productivos, disminuyendo su capacidad de producción e incrementando la resistencia de las plagas a los métodos de control tradicionales, debido a esto es necesaria la construcción participativa para la generación del plan de manejo ambiental del uso y manejo de plaguicidas para mitigar los impactos ambientales.

---

<sup>3</sup> Medida del grado de relación entre dos o más variables, según sus variables nominales se utiliza el termino asociación para indicar el grado de relación entre las variables. (Stadistix)

La metodología de identificación de variables según (Arboleda Gonzáles, 2008) desarrollada por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1986, a fin de evaluar proyectos de carácter ambiental teniendo en cuenta la calidad actual de los diferentes elementos ambientales y estima su afectación por la interacción de distintos actores. Esta metodología es significativa debido a que permite la calificación ambiental del impacto, evaluando los siguientes parámetros: Clase, presencia, duración, evolución y magnitud. La calificación ambiental está sujeta a un rango finito siendo de gran ayuda en cuanto a la estimación de un valor numérico por el impacto ambiental, los rangos de importancia de la calificación ambiental están sujetos a los siguientes: Poco significativo o irrelevante, Moderadamente significativo, significativo y muy significativo o grave. De esta manera la correlación de variables para este proyecto de investigación permite la distinción de los impactos ambientales presentes en los casos de estudio y generando de esta manera una matriz de impactos ambientales.

La planeación participativa según (Ruiz Agudelo, y otros, 2013), en su estudio denominado “Hacia una economía verde en Colombia: diseño e implementación de un esquema de pago por servicios ecosistémicos (PSE) en el marco de ordenamiento territorial”, los investigadores relacionan la metodología participativa como una manera de referente económico para determinar el pago por los servicios ecosistémicos de la cuenca del Río Ranchería, integrando los actores sociales que se benefician de estos servicios ecosistémicos, logrando garantizar niveles de claridad e incertidumbre a la hora de fijar metas ambientales para el esquema de ordenamiento territorial. Para esta investigación aporta la metodología participativa para la integración de los actores sociales presentes en esta investigación de dos predios productivos de cacao, de esta manera se permite la modificación de la metodología para asignar valores económicos a la percepción de los impactos ambientales en los casos de estudio, logrando unificar la percepción económica de los actores sociales con los impactos ambientales para la asignación de valores económicos generando de esta manera una sensibilización de los impactos asociados al uso y manejo de plaguicidas en sistemas productivos de cacao y generando una línea base para la construcción de lineamientos técnicos ambientales para la mitigación de impactos ambientales en la zona de estudio.

Según (Carrillo Correa, 2017), en su estudio denominado “Percepción de la Dimensión Ambiental de Productores de Cacao para el Desarrollo de una estrategia de mercado en la

Organización el Manantial de Coper (Boyacá)”. Concluye que la involucración de la norma ICA para BPA<sup>4</sup> en los cultivos de cacao, mejora la productividad anual de los cultivos de cacao, asimismo la implementación de las BPA proyecta garantizar a los productores una obtención de materia prima bajo criterios claros de producción más limpia, logrando de esta manera una percepción más clara de los horizontes a seguir en un cultivo productivo y los beneficios ambientales y productivos que genera la implementación de esta percepción ambiental para el desarrollo de estas prácticas adecuadas. Para esta investigación aporta lineamientos en cuanto a la generación de talleres de sensibilización a los productores sobre la implementación de las BPA, del mismo modo muestra ejemplos de incremento en la producción por la aplicación de estas prácticas adecuadas teniendo en cuenta la percepción ambiental de estos productores cacaoteros.

Según (Altieri & Nicholls, 2000), en su estudio denominado “La Agricultura Moderna: Impactos Ecológicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura Sustentable”. Concluye que, según las realidades del modelo económico dominante, las políticas actuales desalientan las prácticas conservadoras de recursos y en muchos casos estas políticas no son rentables para los agricultores, asimismo manifiesta que un cambio hacia la agricultura socialmente justa, económicamente viable y ambientalmente segura debe ser el resultado de movimientos sociales en el sector rural y su alianza con organizaciones urbanas. Para esta investigación aporta información de la gama de alternativas a la agricultura convencional con el fin de apropiar estos conceptos para la realización de los talleres de sensibilización donde los productores cacaoteros de los casos de estudio, entiendan el concepto actual de la agricultura frente a la economía actual y las alternativas para aplicar en sus predios productivos.

Según (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985) define los plaguicidas como sustancias o ingredientes activos, así como las formulaciones o preparados que contengan uno o varios de ellos. Cuya clasificación se puede apreciar en forma ordinal como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

---

<sup>4</sup> Buenas Prácticas Agrícolas.

Tabla 1. *Clasificación de plaguicidas.*

<b>Numero ordinal</b>	<b>Características</b>
<b>I</b>	Insecticidas.
<b>II</b>	Acaricidas.
<b>III</b>	Fungicidas.
<b>IV</b>	Nematocidas.
<b>V</b>	Herbicidas, desinfectantes y fumigantes en general.
<b>VI</b>	Fitorreguladores.
<b>VII</b>	Molusquicidas.
<b>VIII</b>	Rodenticidas y varios Específicos post cosecha y simientes.
<b>IX</b>	Protectores de maderas, fibras y derivados.
<b>X</b>	Plaguicidas específicos varios.

*Nota:* Clasificación de plaguicidas nombrados de forma ordinal. Fuente (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985), modificado por Rubio, 2018.

Desde el punto de vista de su constitución química, son clasificados en diversos grupos siendo más importantes los siguientes:

“Arsenicales, carbamatos, derivados de cumarina, derivados de urea, dinitrocompuestos, organoclorados, organofosforados, organometálicos, piretroides, tiocarbamatos, triazinas.” (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985).

Definen los ingredientes activos como productos orgánicos o inorgánicos, neutrales, sintéticos o biológicos, con determinada actividad plaguicida, con un grado de pureza establecido. Asimismo, define la clasificación el grado de toxicidad en las siguientes categorías tabla 2.

Tabla 2. Nivel toxicológico de plaguicidas y la descripción de riesgos asociados.

<b>Nivel Toxicológico</b>	<b>Tipo de peligro</b>	<b>Descripción</b>
<b>(V o IV)</b>	Baja peligrosidad	Los que, por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea no entrañan riesgos aplicables.
<b>III</b>	Nocivos	Los que, por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.
<b>II</b>	Tóxicos	Los que, por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.
<b>I</b>	Muy Tóxicos	Los que, por inhalación, ingestión y/o penetración cutánea puedan entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, e incluso la muerte.

*Nota:* Nivel toxicológico de plaguicidas con la descripción de los riesgos de exposición. Fuente (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985), modificado por Rubio, 2018.

Para la presente investigación se debe tener un referente en cuanto a la aplicación segura de plaguicidas, es por ello que según (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006) “Guía Para La Gestión Ambiental Responsable De Los Plaguicidas Químicos De Uso Agrícola En Colombia” manifiesta los pasos para una adecuada aspersión eficaz y segura de plaguicidas los cuales son los siguientes:

“Elección del plaguicida, en este paso manifiesta la importancia de comprar única y exclusivamente los plaguicidas en almacenes registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), para el cual se debe elegir un producto que siendo necesario para la protección del cultivo ofrezca el menor peligro en una determinada aplicación. Para lo cual es importante que el profesional que describa los plaguicidas tenga en cuenta los factores de selectividad química y alternativas o técnicas para controlar el riesgo manejando un problema fitosanitario.

Formulación, en este paso el profesional que formule los plaguicidas tenga en cuenta algunas formulaciones para reducir los riesgos al manejo de plaguicidas.

Empaques o envases, en este paso se selecciona la presentación adecuada para el control de plagas y enfermedades evitando el riesgo de contener o guardar remanentes, este paso es muy importante debido a que bajo condiciones naturales el plaguicida por su estructura química sea alterada ocasionando una pérdida de efectividad o efectos adversos a la funcionalidad del agente químico.

Para el tema de manejo de envases de plaguicidas se encontró la práctica de triple lavado, es la primera acción y se realiza inmediatamente después de finalizar el contenido, la práctica consiste en enjuagar con el solvente de la mezcla (por lo general agua) por tres veces, el envase o empaque vacío una vez finalizado el proceso se procede a perforar o hacer cortes garantizando la inutilización del envase para ser comercializado o re envasado. El enjuague del triple lavado se dispone a través de aspersion a un potrero o a una zona del predio poco afectada por las plagas y enfermedades” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

Según (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003) en su publicación de la guía ambiental para el subsector de plaguicidas, en esta guía está definido el concepto de nube de aspersion el cual asegura que la aspersion de un producto tienen características particulares que inciden tanto en el efecto biológico del producto aplicado, control y en efectos colaterales que pueden ser indeseables. A continuación, se definen las características que afectan la dispersion de plaguicidas.

“Toda aspersion se compone de gotas las cuales portan el ingrediente activo, entre estas características define que generalmente las gotas están compuestas de agua, plaguicida o plaguicidas según el caso de aplicación.

Las gotas de la aspersion varían de tamaño, esta característica define que la nube de aspersion nunca tiene gotas del mismo tamaño, asimismo, menciona que la nube de aspersion se compone de gotas de diversos tamaños.

De acuerdo con su tamaño las gotas tienen un comportamiento característico, debido a que están condicionadas por variables como (temperatura, humedad relativa, viento y gravedad).

Para un volumen de aplicación constante, el número de gotas varía cambiándoles su tamaño.” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003)

Según (Acosta Bonilla & Villarraga Rubio, 2006) define al cacao (*Theobroma cacao*) como perteneciente a la familia de Esterculiáceas y es originario del trópico húmedo del noreste de América del Sur, zona Amazónica. El cacao tiene una altura de cuatro a ocho metros de altitud, tarda entre dos y tres años en dar sus primeros frutos, el árbol de cacao tiene una vida longeva de casi 40 años, también, menciona los tipos de cacao cultivados a la fecha como lo son: Cacao criollo, con propiedades aromáticas y de agradable sabor. Cacao forastero con propiedades de menor calidad en cuanto a aroma y sabor, pero presentan fortalezas en cuanto al contenido de grasa y otras características deseables para la industria y finalmente el cacao híbrido, que es un cruzamiento sexual de dos árboles, a fin de modificar las propiedades de sabor y aromas con selecciones resistentes a las plagas y enfermedades.

La estacionalidad de la producción cacaotera define que los mayores volúmenes de grano se obtienen en los periodos de octubre a diciembre como cosecha mayor y de abril a junio como cosecha menor (Arvelo Sánchez, Gonzáles León, Maroto Arce, Delgado López, & Montoya Rodríguez, 2017).

## **7.2.Marco legal.**

En las gacetas de la asamblea constituyente de 1991 el artículo 7. Por el cual es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación, el artículo 79. Hace referencia al derecho de un ambiente sano. Actualmente en Colombia se cuenta de una amplia normativa relacionada con la protección del medio ambiente, ubicando desde su inicio hasta la actualidad:

La ley General Ambiental de Colombia Ley 99 de 1993, por la que se crea el Ministerio del Medio Ambiente, la cual reordena el sector público encargado de la conservación del medio ambiente, el establecimientos de objetivos del Medio ambiente contenidos en el Artículo 2; en el Artículo 4 se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), en el artículo 5 son establecidas las funciones del ministerio en cuanto a la formulación de planes de manejo ambiental, en al artículo 13 es organizado el consejo Nacional ambiental para la coordinación intersectorial a nivel público del ministro de agricultura; se encuentra la ley 101 de 1993 Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, la cual asigna al Instituto Colombiano Agropecuario las funciones del Ministerio de Agricultura sobre el control, vigilancia en el uso y manejo de plaguicidas, concepto toxicológico y expedición de licencia de venta de plaguicidas; igualmente se encuentra la ley 253 de 1996, referente a la aprobación en Colombia del convenio de Basilea, suscrito en las Naciones Unidas el 22 de marzo de 1989 y regula estrictamente el movimiento de desechos peligrosos y estipula las obligaciones a las partes para asegurar el manejo racional de los desechos, particularmente en la disposición final de residuos peligrosos; de la misma forma se encuentra la ley 1252 de 2008, por la cual dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referente a los residuos y desechos peligrosos); además se tiene la ley 491 de 1999, referente a la penalización de la contaminación ambiental e incluye suelos, subsuelos y aguas; Ley 979 de 1979 del Código Sanitario Nacional el cual incluye normas generales sobre la producción, formulación, almacenamiento, distribución, movilización y aplicación aérea de los plaguicidas del artículo 136 a 144 .

Para el marco normativo de nivel medio se encuentra el Decreto ley 1843 de 1991 Ministerio de salud, decreta el manejo y control de plaguicidas; también se encuentra el Decreto 2811 de 1974 artículo 3, el cual hace alusión al Código nacional de los recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente. Referente a la normatividad relacionada con el aire destaca el Decreto 1076 de 2015 el cual define las acciones y mecanismos administrativos de las Autoridades Ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, asimismo reducir el deterioro de los recursos naturales renovables y la salud humana ocasionados por contaminantes químicos o físicos al aire; asimismo el Decreto 2254 de 2017 en el cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones para incorporar ajustes progresivos de los niveles máximos

permisibles de contaminantes, incluir nuevos contaminantes y definir elementos técnicos integrales para mejorar la gestión de la calidad del aire; también se encuentra el Decreto 2041 de 2014, decreta en el Artículo 8, los casos en los cuales se requiere de licencias ambientales y en su numeral 10, especifica la obligatoriedad de una licencia ambiental para la producción, importación de plaguicidas y otras sustancias sujetas a convenios y protocolos internacionales; asimismo se encuentra la resolución 1023 de 2005 en el cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autogestión y regulación, específicamente en el artículo tercero para el sector agrícola y pecuario.

Para el marco normativo a nivel micro que hace alusión específicamente sobre plaguicidas; la Resolución 3079 de 1995 ICA<sup>5</sup>, determina las disposiciones sobre la industria, comercio, aplicación de productos plaguicidas y afines. Sobre el control técnico de los insumos agrícolas en el país resolviendo: La definición, registro, permisos, investigación y desarrollo, obligaciones, importación y exportación, almacenamiento, control, sanciones y la divulgación de los productores, vendedores y consumidores de plaguicidas y productos afines. La Resolución 3497 de 2014 artículo 4, determina las fases de reevaluación de plaguicidas de uso agrícola ubicados en las categorías toxicológicas I y II con el fin de realizar un análisis de riesgo beneficio. Asimismo, el acuerdo de integración subregional andino (ACUERDO DE CARTAGENA), según la resolución 630 de 2002 se crea el Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola con el objetivo de regular los productos a fin de la eficacia agronómica, salvaguardando la salud del hombre y el ambiente.

Para el marco normativo para la certificación de buenas prácticas agrícolas en la producción primaria de fruta y vegetales para consumo en fresco; la resolución 004174 del 6 de noviembre de 2009, considera que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), es responsable de formular programas dirigidos a garantizar la inocuidad de los productos de origen vegetal, bajo el enfoque preventivo de aplicación en la producción primaria, velando por la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad. Asimismo, manifiesta que esta certificación es solicitada voluntariamente por los titulares de los cultivos y así

---

<sup>5</sup> Instituto Técnico Colombiano. (Colombiano, s.f.)

contribuir a garantizar la inocuidad de las frutas y vegetales frescos destinados para consumo humano.

Para el marco normativo en el uso de elementos de protección personal; se encontró contemplado en la ley 9 de enero de 1979 (Titulo III, artículos 122 a 124) y en la resolución 2400 de mayo de 1979 (Titulo IV, Capitulo II, artículos 176 a 201). Los cuales disponen la identificación de elementos de protección personal para la prevención de los trabajadores expuestos a factores de riesgo durante el desarrollo de actividades laborales. Por el cual se establecen programas donde se establece su uso, manejo y mantenimiento de los mismos.

Para el marco normativo para el establecimiento de la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental; se encontró contemplado en la resolución número 627 del 07 de abril de 2006, en la cual se establece las unidades de medida (decibeles), para las zonas del territorio nacional, para la investigación se determina principalmente los niveles adecuados de ruido y ruido ambiental en la zona rural destinada para la explotación agronómica. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

## 8. Metodología

Para el desarrollo del trabajo de investigación, el cual se desarrolla sobre el diagnóstico de los impactos ambientales, contemplando aspectos sociales, económicos y ambientales, a fin de establecer el uso y manejo de plaguicidas en el manejo del cultivo de cacao, como principal actividad productiva de dos productores en el municipio de El Castillo – Meta, se realizó un proceso de investigación, mediante el desarrollo de una metodología descriptiva debido a la presentación de resultados de manera natural, sin la manipulación de variables cualitativas y cuantitativas, asimismo se trabajó con la realidad de los hechos, el tiempo de medición fue sincrónico debido a la realización de la investigación en una parte del ciclo del cacao de esta manera se ubica en cierto momento de tiempo (Alba Rodriguez, 1999).

Para el desarrollo del presente se establecieron tiempos de muestreo, los cuales son sujetos a cuatro meses de recolección de información de tipo mixto por tal razón se correlacionaron las variables cuantitativas (dosificación, frecuencia de aplicación, grado toxicológico) con las variables cualitativas (tipo de plaguicida, nombre comercial, tipo de formulación, ingrediente activo, alternativas de control, lugar de la mezcla, equipo de protección, lectura de etiquetas y manejo de envases vacíos).

La generación de la correlación de las variables anteriores generó una matriz de impactos ambientales, evaluada económicamente mediante la valoración participativa donde se evidencia la correlación de variables, identificando el nivel de impacto donde posteriormente se construyó los lineamientos técnicos ambientales para la mitigación de impactos asociados al uso y manejo de plaguicidas en dos sistemas productivos de cacao.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo aplicado en la investigación para dar seguimiento a las fases de ejecución. (**anexo 2**) que describe las fases y las actividades que se llevaron a cabo para cumplir con los objetivos establecidos.

### 8.1. Fase I. Recolección de información.

Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación mixta, cabe resaltar que para la caracterización de las prácticas actuales del uso y manejo de plaguicidas en dos cultivos productivos de cacao se utilizó la herramienta de encuesta directa y listas de chequeo (**ANEXO 3**) a los actores sociales presentes en la investigación. Los criterios de evaluación fueron los siguientes ver tabla 3. Para la recolección de información de fuentes secundarias se utilizó la consulta web, lo cual fue fundamental para caracterizar la zona de estudio. Así mismo el análisis de esta correlación de variables tuvo como enfoque permitir el análisis con datos más exactos.

Tabla 3. *Variables utilizadas en la investigación.*

<b>Variables cuantitativas</b>	<b>Variables cualitativas</b>
<b>Tipo de plaguicida</b>	Uso de plaguicidas
<b>Nivel de toxicidad</b>	Plagas más frecuentes
<b>Dosis utilizada</b>	Alternativas de control
<b>Frecuencia de aplicación</b>	Lugar de mezcla
	Equipos de protección
	Lectura de etiquetas
	Manejo de envases vacíos

*Nota:* Variables utilizadas en la investigación, modificado por Rubio, 2018.

#### 8.1.1. Técnicas de recolección de datos fase I.

Tabla de chequeo. Fue diseñada para la determinación de las variables cuantitativas asociadas al uso y manejo de plaguicidas (cantidad de envases de plaguicidas, contiene parámetros específicos para determinar el plaguicida utilizado, nivel de toxicidad, dosis utilizada, frecuencia de aplicación, cantidad de envases generados y precipitación) (**anexo 3**).

Las aplicaciones de las tablas de chequeo se realizaron de manera directa en campo con los productores con una frecuencia de aplicación mensual para determinar los plaguicidas utilizados en el ciclo productivo de cacao, se resolvieron de tal manera que los productores informaron concretamente acerca de las prácticas actuales asociadas al uso y manejo de plaguicidas en los cultivos de cacao. Las dificultades encontradas en la aplicación de este instrumento fueron la frecuencia de aplicación de los productos químicos debido a que los productores manifestaron en el tiempo de muestreo no realizaron más aplicaciones de plaguicidas obteniendo como resultado una sola frecuencia de aplicación, decidiendo continuar el curso de la investigación con los resultados obtenidos.

La aplicación de las tablas de chequeo de la comercialización de los plaguicidas en los sitios de expendio demostró que los productos comercializados son similares a los productos químicos que los productores manifiestan utilizar a lo largo del ciclo productivo de cacao, con lo cual se continuó el curso de la investigación.

Encuesta. La encuesta fue diseñada para obtener información complementaria a las tablas de chequeo en la cuales se consignó las respuestas dadas por los productores de las variables cuantitativas utilizadas en el ciclo productivo del cacao. Las variables cualitativas fueron las siguientes (uso de plaguicidas, plagas frecuentes, alternativas de control, lugar de la mezcla, equipo de protección, lectura de etiquetas y manejo de envases vacíos) (**anexo 3**).

Las aplicaciones de las encuestas se realizaron de manera directa en campo con los productores con una frecuencia de aplicación mensual para determinar las prácticas asociadas al uso y manejo de plaguicidas en los predios de estudio, se solventaron de tal manera que los productores contaran a manera de relato las prácticas realizadas en sus cultivos a manera de línea de tiempo, las cuales brindaron información fundamental para la caracterización de los predios productivos, no se encontraron dificultades en la aplicación de este instrumento, por lo cual se resolvió utilizar toda la información consignada en estas encuestas en el curso de la investigación.

## 8.2. Fase II. Identificación de los impactos ambientales y su valoración económica.

La identificación de los impactos ambientales se realizó bajo la metodología EPM (Arboleda Gonzáles, 2008) y se consolidó la información en tal instrumento permitiendo clasificar de manera oportuna los impactos presentados en la zona de estudio. Los criterios de evaluación fueron los siguientes:

Tabla 4. *Criterios de evaluación, metodología EPM.*

Clase (C)	Presencia (P)	Duración (D)	Evolución (E)	Magnitud (M)
<b>Impacto es positivo o negativo</b>	Califica la posibilidad de que el impacto pueda darse	Evalúa la existencia activa del impacto	Evalúa la rapidez de presentación del impacto	Califica la dimensión o cambio en el factor analizado

*Nota:* Criterios de evaluación de impactos ambientales. Fuente (Arboleda Gonzáles, 2008) modificado por Rubio, 2018.

La valoración económica se realizó bajo la modificación de la metodología utilizada por (Ruiz Agudelo, y otros, 2013) para el pago de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Ranchería, los criterios de aplicación que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes: referencia del valor representado en objeto de referencia del Impacto ambiental (IA) (VFia) , Valor representado en semillas de cacao para el objeto de referencia del IA (FO), valor monetario en pesos de las semillas de cacao (VO). Lo cual permitió obtener el valor total del IA (VTia). Lo cual tuvo como enfoque la identificación de la percepción económica del impacto ambiental generado en la zona de estudio.

### ***Ecuación 1. Calculo para la valoración económica.***

$$VTia = \left[ \left( \frac{VFia}{FO} \right) * (VO) \right]$$

**Fuente:** (Ruiz Agudelo, y otros, 2013).

### **8.2.1. Técnicas de recolección de información fase II.**

Matriz de impactos ambientales. Fue diseñada con el fin de correlacionar las variables cuantitativas y cualitativas obtenidas en las encuestas y tablas de chequeo mediante la metodología de (Arboleda Gonzáles, 2008).

La matriz de impactos ambientales, fue resuelta de manera exitosa conteniendo la información obtenida en campo, asimismo la generación de estos impactos se realizó de manera subjetiva según el tiempo de muestreo, por tal razón es específica en este ciclo productivo, la decisión a tomar fue continuar con el curso de la investigación con los resultados obtenidos previamente.

Valoración económica participativa. Fue diseñada bajo la modificación de la metodología utilizada por (Ruiz Agudelo, y otros, 2013) para el pago por de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Ranchería.

La aplicación de este instrumento fue realizada en campo con los productores de los predios de cacao de manera directa, no se encontraron dificultades en la aplicación de este instrumento, permite incorporar la percepción de los productores frente a los impactos ambientales ocasionados por el uso y manejo de plaguicidas. Así mismo fue un instrumento valioso de generar sensibilización en los productores frente a sus prácticas actuales, la decisión a tomar fue continuar con el curso de la investigación con los resultados obtenidos en los talleres de aplicación del instrumento.

### **8.3. Fase III. Construcción de lineamientos técnicos ambientales.**

Finalmente, la investigación mixta tuvo como enfoque relacionar las prácticas actuales de uso y manejo de plaguicidas con la valoración económica de los impactos ambientales para la generación de lineamientos técnicos ambientales. La correlación de la información obtenida anteriormente permitió la capacitación, sensibilización y generación de lineamientos técnicos ambientales para la mitigación de los impactos ambientales presentes en la zona de estudio. Esta propuesta se desarrolló mediante la siguiente serie de etapas.

### **8.3.1. Técnicas de recolección de información fase III.**

Lineamientos ambientales. Fueron diseñados teniendo en cuenta la información obtenida en la matriz de impactos ambientales y en la valoración participativa de los impactos ambientales.

El desarrollo de los lineamientos ambientales se realizó directamente con los productores en campo de manera directa, obteniendo información valiosa de los compromisos y acciones a evaluar de los productores para la mitigación de los impactos ambientales obtenidos en la zona de estudio. Se solventando de manera exitosa los talleres de sensibilización de la valoración económica de los impactos ambientales. La decisión tomada fue continuar con los resultados obtenidos en la investigación y generar las conclusiones pertinentes.

## 9. Resultados obtenidos

Considerando el objetivo general de esta investigación, así como considerando los objetivos específicos, en esta sección se muestran los resultados obtenidos en el desarrollo de las 3 fases metodológicas, dando respuesta a ellos de la siguiente manera: Primero se evidencia la recolección de fuentes bibliográficas sobre la zona de estudio, seguido se reconocen las practicas actuales de los productores frente al uso y manejo de plaguicidas, posteriormente se realiza la evaluación de impactos ambientales y su valoración perspectiva por parte de los productores y finalmente se construyen los lineamientos técnicos ambientales para la mitigación de los impactos encontrados en los predios cacaoteros.

### 9.1. Características de la zona de estudio.

A continuación, son presentadas las características de la zona de estudio según los lineamientos del EOT (Esquema de Organización Territorial), asimismo se incluye información procedente del instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y de fuentes meteorológicas del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) provenientes de las estaciones meteorológicas en un radio de 100 km a la zona de estudio, las variables meteorológicas son promedios de temperatura y precipitación en un histórico de 38 años. Además se presentan los factores climáticos esenciales para la producción de cacao según la guía ambiental de FEDECACAO. (Cacaoteros, 2013).

Según el **(anexo 4)** se puede apreciar que el uso de suelo según el EOT<sup>6</sup> del municipio de El Castillo para las veredas (Malabares y El Delirio) es utilizado para cultivos transitorios y área vulnerable para ganadería. Se puede apreciar que los predios de estudio cumplen con las condiciones de ordenamiento territorial para el establecimiento de sus cultivos perennes<sup>7</sup> de cacao.

---

<sup>6</sup> Esquema de Ordenamiento Territorial

<sup>7</sup> Refiere a los cultivos de ciclo largo, después de establecida la plantación, se obtienen varias cosechas.

Adicionalmente según el artículo 8 del EOT del municipio del castillo en el año 2000, manifiesta que la visión prospectiva del desarrollo municipal será agropecuaria en la búsqueda de oportunidades para desarrollar la vocación de tendencia miscelánea de predios productores. A la fecha no se encuentra información actualizada, pero el desarrollo de la caracterización de línea base muestra que el uso de suelo de estos dos predios se desarrolla la vocación miscelánea de producción de cacao. Referente a la visión prospectiva de la agricultura no manifiesta cambios según el plan de desarrollo municipal denominado “VOLUNTAD, FIRMEZA Y RESPETO PARA EL CAMBIO” periodo constitucional 2012 – 2015, capítulo 2, Artículo 7. (Consejo Municipal El Castillo, 2012).

Según el artículo 29 de la parte II del EOT del municipio de El Castillo del departamento del Meta, denominado Agricultura con Tecnología Apropiada, comprende las actividades agrícolas con cultivos transitorios, semipermanentes y permanentes con prácticas como la labranza mínima y otra que generen bajo impacto y contribuyen a la recuperación del suelo y demás recursos, en su gran mayoría son zonas productoras de café, plátano, cacao y maíz. En el **(anexo 5)** se puede apreciar el mapa denominado PL- R 10, el cual contiene información de la reglamentación y usos del suelo rural. Actualmente no se encuentra actualización del EOT, pero según la caracterización de la línea base a la fecha no ha evidenciado cambios en los predios de estudio.

Los elementos del clima según (Ministerio de educación Gobierno de Chile, s.f.) Influyen de manera importante sobre la producción de cacao, y siendo los de mayor relevancia para el establecimiento del cultivo de cacao los de precipitación, temperatura y humedad. A continuación, se describe la influencia de cada una de estas variables en el cultivo de cacao.

Tabla 5. *Parámetros técnicos de establecimiento de cultivos de cacao.*<sup>8</sup>

Característica		Requerida para el producto de la alianza	Zona de alianza
Topografía		Plana a ondulada	Plana a moderadamente escarpada (15 a 25°)
Rango de altitud		0 a 1200 m.s.n.m	380 a 955 m.s.n.m
Clima	Temperatura	(25° a 30°) promedio	18° a 30°
	variación anual	28°	
	Precipitación anual	1800 – 3500 mm	2800 a 3700 mm
	Distribución de periodos de lluvias	Constante en el año bien distribuidas a lo largo del año	Sistema mono modal (biestacional ) presenta una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo, siendo enero el mes más seco
	Humedad relativa	(75% a 80%)	75%
Agua	Requerimientos de la actividad productiva	Se requiere menos de 100 mm en los meses más secos del año	Dado el régimen de lluvias en la región el cultivo no contempla riego. El balance hídrico en la zona muestra una evapotranspiración que no supera la precipitación mínima de enero como el mes más seco

**Nota.** Fuente: Coordesarrollo 2016. Modificado por Rubio, 2019.

<sup>8</sup> Parámetros técnicos de establecimiento de cultivos de cacao según documento de pre inversión fuente ((CORDESARROLLO), 2016).

Según la tabla 5 se concluye que la zona cacaotera de la alianza Asocuba castillo, cumple con los parámetros de establecimiento de cultivo, asimismo con los parámetros recomendados establecidos en la guía técnica ambiental (Cacaoteros, 2013), los predios de estudio hacen parte de la alianza de cacaoteros, evidenciando de esta manera que las condiciones edafoclimáticas son favorables para el establecimiento de sus cultivos de cacao.

Dadas la variación de las características dentro del municipio de El Castillo, se empleó la información meteorológica de las estaciones cercanas al municipio de El Castillo departamento del Meta suministradas por el IDEAM. Con el fin de caracterizar específicamente el promedio de las condiciones ambientales de los últimos 38 años a las cuales se encuentran sometidos cada uno de los predios de la zona de estudio. En el **(anexo 6)**, **(anexo 7)** se encuentran los mapas de Isoyetas e isotermas. Los cuales sirven de referentes para la investigación.

La caracterización de isotermas según los datos obtenidos de la base meteorológica del IDEAM para las estaciones de servicio aledañas al municipio de El Castillo es de ayuda fundamental, para conocer el promedio de temperatura °C al cual está expuesto el cultivo, debido a la cercanía de los predios al centro poblado del municipio, se pudo concluir que ambos predios seleccionados para la investigación, presentan una temperatura similar, asumiendo de esta manera que el cultivo de cacao está en condiciones óptimas de desarrollo y producción (24 ° C ). (Cacaoteros, 2013, pág. 34).

La caracterización de Isoyetas según las bases meteorológicas del IDEAM para las estaciones meteorológicas aledañas al municipio de El Castillo – Meta, es de ayuda fundamental, para conocer el promedio de precipitación anual en mm al cual está expuesto el cultivo, se pudo concluir que ambos predios seleccionados para la investigación, presentan precipitaciones similares, asumiendo de esta manera que el cultivo de cacao está en condiciones óptimas de desarrollo y producción (3200 mm – 3400 mm) . (Cacaoteros, 2013, pág. 34). Adicionalmente se evidencia en tabla 1 que la zona de estudio cuenta con un sistema mono modal (biestacional), el cual presenta temporadas secas entre los meses de diciembre a marzo, siendo enero el mes con valores de menor precipitación. ((CORDESARROLLO), 2016). Durante la fase de muestreo en el ciclo productivo 3 meses y según la “Guía técnica de cacao” formulada por el ICA (Instituto Colombiano de Agricultura, 2012), evidencia antecedentes de diseminación de enfermedades del cultivo de cacao, las cuales pueden afectar hasta un 50 % de la producción y originan incrementos en los costos de

producción por las medidas de manejo debido al fenómeno del incremento de la ola invernal asociado al fenómeno de la Niña el cual ocasiona un régimen de lluvias excesivo que incrementa los contenidos de humedad. En el (**anexo 8**), se presenta el mapa de ubicación de los predios productivos de los casos de estudio.

Los predios en la investigación actual se encuentran cerca al centro poblado del municipio de El Castillo, teniendo una similitud en cuanto a la precipitación y temperatura media y máxima véase (**anexo 6**) y (**anexo 7**). Cabe resaltar que el manejo actual del cultivo de cacao en el predio 1 es agroforestal y el predio 2 es monocultivo. Adicionalmente el ciclo de evaluación de los cultivos se realizó en la época de lluvias observando un incremento proporcional en las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de cacao debido al fenómeno de la Niña.

Según el (**anexo 9**), se puede apreciar la distribución de las fuentes hídricas a lo largo del municipio de El Castillo departamento de la meta. Las distribuciones de las fuentes hídricas para los predios de estudio provienen del Rio Los Uruimes, cuyo paso por las zonas de estudio son aguas no visibles en los predios de estudio, por lo cual se presume que, si bien son aguas subterráneas, o cuyo caso son zonas de drenaje hídrico superficial.

## **9.2.Prácticas agrícolas.**

Dentro del proceso de caracterización de las prácticas agrícolas asociadas al uso y manejo de plaguicidas en el cultivo de cacao en los casos de estudio, utilizando las herramientas de recolección de información tales como las listas de chequeo y las encuestas directas. Se logró identificar las diferentes actividades desarrolladas en torno al uso y manejo de plaguicidas en el cultivo de cacao, asimismo la opinión de los productores sobre la espacialización y distribución de la finca, factor social, encuesta realizada, factor social, mantenimiento de cultivo, fertilización del cultivo, sistema de riego del cultivo, uso y manejo de plaguicidas, acciones de control del cultivo. Las cuales se describen a continuación.

### **9.2.1. Predio No 1: Sistema Agroforestal.**

A continuación, se describe la caracterización específica del predio No. 1 determinado con las herramientas de muestreo encuestas directas y tablas de chequeo.

#### ***9.2.1.1. Especialización y distribución de la finca.***

Se aprecia en el (ANEXO 10) la distribución actual del predio productivo y los lugares de realización de labores cotidianas en el predio con actividades agroforestales.

#### ***9.2.1.2. Encuesta realizada.***

En la encuesta directa realizada a la productora en la visita de campo en el predio no. 1 cuyo cultivo de cacao es un sistema agroforestal, manifiesta que el cultivo de cacao tiene 15 años de edad encontrándose en etapa productiva, la productora declara no conocer la clase de cacao sembrado debido a que su cultivo de cacao es heredado familiarmente. El establecimiento de su cultivo no es simétrico debido al producto de siembra a través de los años. Cuenta con árboles de sombrero permanente e incluye prácticas de cultivos temporales como lo son el plátano, no tiene sistema de riego para su cultivo productivo, aunque considera en años posteriores realizar la adecuación para la instalación de este sistema de riego. A la fecha se encuentra expuesto a las precipitaciones y se encuentra en proceso de renovación de cacao en semillero. La información anterior se puede evidenciar en el (anexo 10).

#### ***9.2.1.3. Factor social.***

Según la encuesta realizada para el predio No. 1 Sistema agroforestal, se encontró con un grupo familiar compuesto de cuatro personas (Abuela, Madre cabeza de hogar y dos hijos), roles familiares están definidos de la siguiente manera: Principal aportante productora cabeza de hogar quien trabaja cerca de 60 horas semanales en su cultivo de cacao, el tiempo semanal restante lo

dedica en la asociación de cacaoteros como gerente aprendiz cuyo tiempo se distribuye en reuniones laborales o capacitaciones. Los segundos aportantes al cultivo de cacao son los hijos de la productora de 14 y 12 años cuyo tiempo lo dividen entre sus labores escolares y el mantenimiento del cultivo cuyos roles en el cultivo de cacao están asociados a las prácticas de uso y manejo de plaguicidas y recolección de frutos enfermos, últimamente se encuentra la madre de la productora quien divide su tiempo en el hogar y en el mantenimiento del cultivo.

El grado de escolaridad de la madre productora y cabeza de hogar es de calidad bachiller, seguido de sus hijos quienes se encuentran actualmente cursando el bachillerato, por ultimo encontramos a la madre de la productora cuyo grado de escolaridad es de básica primaria. Según la tenencia de tierras el predio objeto de investigación en propio y actualmente se encuentra en sucesión.

#### ***9.2.1.4. Mantenimiento del cultivo.***

Debido al establecimiento del cultivo de cacao tiempo atrás, la productora manifiesta realizar el control de maleza de dos maneras; control manual y control químico. El control manual es realizado con utensilios comunes (machete, tijeras de poda y pala), complementario a este control se utilizan elementos electro mecánico como lo son la guadaña. El control químico se realiza con el herbicida glifosato (Roundup), no se conoce su origen debido a que es re envasado en un contenedor de plaguicidas como lo es el Regen sc y comercializado sin indicación alguna, este insumo utilizado por la productora manifiesto comprarlo a otro productor debido al precio ofrecido.

En la aplicación de herbicida utilizado en el tiempo de muestreo fue una cantidad de 150 cm<sup>3</sup> por bomba de 20 L para el control de maleza común y caminos aledaños al cultivo de cacao. Esta práctica está sujeta a consideración de la productora debido a que no manejan un tiempo establecido para la aplicación de este herbicida, aunque manifiesta utilizarlo 3 veces al año o menos según sea necesario.

La productora manifiesta no tener conocimiento de enfermedades leves o crónicas a la salud presentadas a la hora de aplicar este herbicida, así como malestares posteriores a la aplicación de

este herbicida, la misma respuesta fue recibida por los hijos de la productora y actores principales a la hora de realizar las aplicaciones en el tiempo de muestreo.

El remanente del producto utilizado se puede apreciar en la ilustración 1, es almacenado en una enramada de madera y teja de zinc.



**Fotografía 1.** Envase Actual Del Herbicida Glifosato y Zona De Almacenamiento De Plaguicidas. Fuente el Rubio, 2019.

#### **9.2.1.5. Fertilización del cultivo.**

La fertilización del cultivo se realiza de manera orgánica según la técnica de bocashi<sup>9</sup> en la cual el productor manifiesta utilizar la gallinaza sobrante del galpón y la cacota<sup>10</sup> del cacao en óptimo estado y sin presencia de plagas y enfermedades, asimismo se complementa con biopreparados<sup>11</sup> de elementos menores<sup>12</sup> los cuales son realizados cada dos o cuatro meses. El ciclo de fertilización es cada 6 meses, las preparaciones del abono orgánico se encuentran entre los 45 a 60 días en los cuales se realiza un volteo de dos veces al día en los primeros 15 días y posteriormente uno cada día hasta completar los 45 o 60 días. La preparación de biopreparados lleva consigo la incorporación de elementos menores a la mezcla, entre sus principales ingredientes se encuentran

<sup>9</sup> Abono orgánico sólido, cuya definición es materia orgánica fermentada.

<sup>10</sup> Nombre dado a la cubierta exterior contenedora de las semillas de cacao.

<sup>11</sup> Técnica que consiste en la elaboración de abonos orgánicos líquidos.

<sup>12</sup> Micro elementos u oligoelementos necesarios para la óptima fertilización de la planta.

la melaza, leche sin pasteurizar, elementos menores u oligoelementos como (Boro, Zinc, Hierro y manganeso), la fermentación de este caldo se realiza de manera anaerobia durante 45 o 60 días, el tiempo de agitación es de una vez por día.



**Fotografía 2.** Práctica de Realización de Bocashi Con La Alianza Productora Asoccuba. Fuente Rubio, 2019.

#### **9.2.1.6. Uso y manejo de plaguicidas.**

Se evidencia en este predio las distintas enfermedades e insectos que afectan el cultivo; no se tiene un patrón establecido a la aparición de estas plagas y enfermedades según los productores cacaoteros. Durante la caracterización se encontraron en las visitas de campo insectos como áfidos y barrenadores de tallo, asimismo se encontró la presencia de hongos patógenos según la sintomatología del fruto como la monilia (*Moniliophthora roeri*), la mazorca negra (*Phytophthora* sp.) y la escoba de bruja (*Moniliophthora pernisiosa*).

El control de estos hongos Fito patógenos se hace mediante la aplicación de fungicidas. Los cuales son aplicadas de forma manual principalmente en el predio uno por los hijos de la productora, aunque manifiesta a veces el pago a jornaleros para realizar esta aplicación de plaguicidas. Se realiza la aplicación de manera correctiva, es decir que se utiliza la técnica de la

observación y posteriormente la aplicación de estos agentes químicos (Organofosforados<sup>13</sup> y Oxicloruro de cobre<sup>14</sup>). La aplicación en el tiempo de muestreo de la investigación evidencia que se realiza de manera ocasional. Dando como registro una sola aplicación de herbicidas como lo es el glifosato.

En la visita a los predios se recorrió el total del predio observando la distribución de la finca y los problemas que el productor manifiesta tener en el predio, entre ellos están la proliferación de hongos e insectos que afectan directamente el cultivo de cacao. Entre estos problemas se encontró:



**Fotografía 3.** De Izquierda a Derecha: Moniliasis, Escoba De Bruja, Gusano Pasador. Fuente Rubio, 2019.

Las visitas fueron realizadas en los meses de agosto, septiembre y octubre. Se realizaron 6 visitas en total, se acompañó a los productores al momento de realizar el control de plagas y enfermedades, durante estas visitas se observó que se realiza de manera manual con elementos comunes y sin la presencia de elementos de protección personal.

La moniliasis (*Moniliophthora roreri*), es la principal enfermedad que ataca el cultivo, por ello según la guía ambiental de Fedecacao (Cacaoteros, 2013) recomienda utilizar la aplicación de Oxicloruro de cobre o sulfato de cobre cada 15 o 20 días, en dosis de un kilogramo por hectárea de cultivo, sin embargo, no se está realizando la aplicación de este fungicida y se realiza el control de

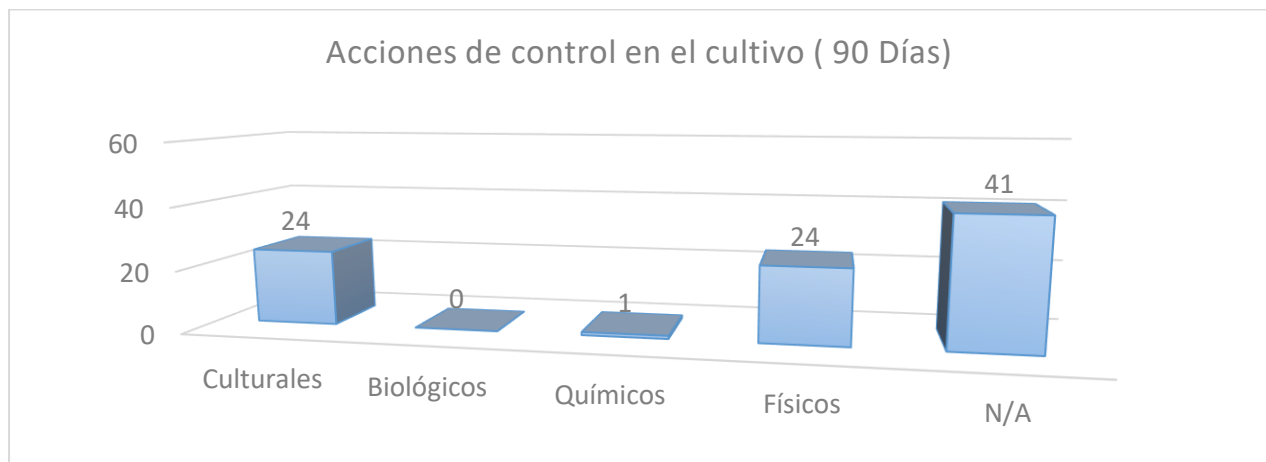
<sup>13</sup> Ingrediente activo del Glifosato, ver tabla 8.

<sup>14</sup> Ingrediente activo del fungicida Oxicloruro de cobre, ver tabla 8.

la moniliasis de manera manual efectuando la recolección de frutos enfermos 2 veces por semana. Los frutos enfermos son enterrados en el suelo del cacaotal con la cara afectada del fruto sobre el suelo (Federación Nacional de Cacaoteros, 2015).

Según los boletines climáticos desarrollados por el IDEAM (Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) muestra que en los meses de agosto a septiembre la precipitación total mensual va de los 300 a 400 mm y para el mes de septiembre con un incremento de 400 – 600 mm. Durante las visitas de campo no se registraron lluvias y se consultó al productor si en días pasados a la visita se presentaron lluvias a lo cual manifestaron que no se presentaron. Durante los periodos de lluvia o floración del fruto meses de desarrollo de la investigación, la frecuencia de aplicación de plaguicidas para el control de otras plagas, es mensual o trimestral. La aplicación de agentes químicos para el caso de estudio de predio No. 1 se realiza de manera correctiva, lo que conlleva a una dosificación dada por el productor para su cultivo o en su defecto la dosificación dada por el suministrador de agentes químicos en las agro-veterinarias de la zona de estudio, asimismo manifiesta que algunas veces se realiza la mezcla de estos productos para mejorar su eficacia y ser llamados multipropósitos.

#### ***9.2.1.7. Acciones de control del cultivo predio No. 1.***



**Gráfico 1.** Grafica de acciones de control en el cultivo de cacao en 90 días predio no 1, por Rubio, 2019.

Según la ilustración 4 se puede observar el tiempo utilizado por el productor para el manejo del cultivo en un lapso de 90 días, los cuales hacen referencia al tiempo de la caracterización. Los resultados de la encuesta nos direccionan a que no hay un adecuado manejo del cultivo debido a que el 45% del tiempo se destinó a distintas labores del productor dejando de lado la observación directa del cultivo, lo cual es causal de la proliferación de plagas y enfermedades. El productor manifiesta la presencia de controles físicos y culturales 2 veces a la semana destinados al plateo, la recolección de frutos enfermos y a la eliminación de escoba de bruja y mazorca negra, pero la falta de tiempo y personal hace lento este control, por lo tanto, no se solucionan definitivamente los problemas de plagas y enfermedades.

La utilización de plaguicidas en el cultivo se realizó una sola vez en el tiempo de muestreo con el herbicida Glifosato (organofosforado), no se conoce su origen ya que manifiesta que es re envasado y comercializado de esta manera, por lo cual no se puede conocer su procedencia ni su nivel toxicológico, lo cual hace evidente el desconocimiento del producto a manejar y de esta manera se evidencia la comercialización inadecuada del producto, la aplicación de este herbicida se realizó en horas de la mañana (08:00) am y tuvo fin alrededor de las (10:00) am, la mezcla utilizada fue 150 cm<sup>3</sup> por 20 litros de agua. Con el fin de realizar un control correctivo de las malezas presentes en el cultivo de cacao. La presentación del herbicida fue de tipo líquido, según la ficha técnica del herbicida comercial Roundup Clasic cuyo ingrediente activo es “Glifosato; N-(fosfometil) glicina en forma de sal isopropolamina” manifiesta que es estable durante un periodo de 5 años bajo condiciones normales de almacenamiento en depósito, no menciona la temperatura de volatilización y advierte no mezclar su contenido con otros productos. Los factores de riesgo del producto según la ficha técnica afectan las mucosas y vías aéreas durante la aplicación y a largo plazo por el contacto directo.

### **9.2.2. Predio No 2: Sistema Monocultivo.**

A continuación, se describe la caracterización específica del predio No. 2 determinado con las herramientas de muestreo encuestas directas y tablas de chequeo.

### ***9.2.2.1.Espacialización y distribución de la finca.***

Se aprecia en el (**anexo 11**) la distribución actual del predio productivo y los lugares de realización de labores cotidianas en el predio con actividades de monocultivo.

### ***9.2.2.2.Encuesta realizada.***

En la encuesta directa realizada al productor en la visita de campo en el predio No.2 cuyo cultivo de cacao es un sistema de monocultivo, el cual está establecido a una distancia de 300 metros a la casa del productor. El productor manifiesta que el cultivo de cacao se encuentra en una edad de 8 años de edad encontrándose en etapa productiva, no conoce la clasificación del fruto de cacao, pero manifiesta que es de tipo híbrido<sup>15</sup>. El establecimiento del cultivo tiene un orden simétrico, es decir filas y columnas, posee sombra limitada a lo largo del cultivo, esto se debe a que el productor no talo árboles a la hora de establecer su cultivo, no posee cultivos temporales, manifiesta no tener sistema de riego para su cultivo productivo, aunque manifiesta en un futuro hacer las adecuaciones para el sistema de riego. El cultivo productivo actualmente se encuentra expuesto a los factores climáticos y actualmente se encuentra el cultivo en fase de enjertación<sup>16</sup> de especies resistentes a plagas y enfermedades, con el fin de aumentar a futuro la productividad del cacao.

### ***9.2.2.3.Factor social.***

Según la encuesta realizada para el predio No. 2 Sistema de monocultivo, se encontró con un grupo compuesto por un solo integrante (Productor) cuyos roles familiares están definidos de la siguiente manera: El productor único aportante a la economía familiar quien trabaja cerca de 66 horas semanales en su cultivo de cacao, el tiempo restante manifiesta utilizarlo para el descanso y para las actividades como bombero voluntario en el municipio de El Castillo Meta. Sus roles en el

---

<sup>15</sup> Híbrido. Para el cultivo de cacao el término híbrido hace referencia a la planta que ha sido injertada con distintos tipos de especies de cacao.

<sup>16</sup> Enjertación. Para el cultivo de cacao el término enjertación hace referencia a la técnica usada para continuar el desarrollo del árbol con distintas especies de cacao.

cultivo de cacao están asociados a las prácticas de uso y manejo de plaguicidas, recolección de frutos enfermos, limpieza del cultivo, fertilización del cultivo.

El grado de escolaridad del productor es de básica primaria. Según la tenencia de tierras el predio objeto de investigación es propio.

#### ***9.2.2.4. Mantenimiento del cultivo.***

Debido al establecimiento del cultivo de cacao tiempo atrás, el productor manifiesta realizar el control de malezas de manera manual con utensilios comunes (machete, tijeras de poda y pala), asimismo utiliza elementos electro mecánico como lo son la guadaña y moto sierra. El control de plagas y enfermedades manifiesta realizarlo de dos maneras, manual con elementos cotidianos y química con el uso de plaguicidas para el control de insectos y hongos presentes en el cultivo. Los productos adquiridos son comprados en agro-veterinarias.

En la aplicación de plaguicidas utilizados en el tiempo de muestreo fue una cantidad de dos kilogramos de Lorsban Sp. polvo soluble diluidos en 120 litros de agua para el control de insectos como lo son la hormiga y el barrenador de tallo, asimismo la aplicación de este plaguicida fue adicionada con remanentes de coadyuvantes como Pegal y Mixel top, ver tabla 9. Estos coadyuvantes el productor declara tenerlo de aplicaciones pasadas y según él sirve para que el plaguicida no se evapore y quede adherido al follaje y al tronco de las plantas de cacao. Esta práctica está sujeta a consideración del productor debido a que no maneja tiempos específicos de aplicación, aunque manifiesta utilizarlo 3 veces al año o más según sea necesario.

El productor manifiesta no tener conocimiento de enfermedades leves o crónicas a la salud presentadas a la hora de aplicar estos plaguicidas, así como malestares posteriores a la aplicación. El producto utilizado y los remanentes se pueden apreciar en la fotografía 6, los productos son almacenados en la casa del productor.



*Fotografía 4.* Productos Utilizados Predio No. 2. Por Rubio, 2019.

#### ***9.2.2.5. Fertilización del cultivo.***

La fertilización del cultivo se realiza de manera química utilizando fertilizantes comunes como lo son el triple 15 y triple 18, asimismo realiza la aplicación de fertilizantes que contengan elementos menores, la utilización de estos fertilizantes es de 4 a 6 meses. Utilizando la aspersion del fertilizante granulado alrededor de la base de sombra del árbol. Según (Arvelo Sánchez, González León, Maroto Arce, Delgado López, & Montoya Rodríguez, 2017) menciona que la aplicación de fertilizantes inorgánicos los primeros dos años se debe realizar cada 6 meses aumentando la dosis en un 20%. A partir del tercer año se debe aumentar la dosis un 10% anual y se debe reformular una vez completados los 5 primeros años después de un análisis de suelo. A lo que el productor manifiesta no tener conocimiento del soporte técnico.

#### ***9.2.2.6. Uso y manejo de plaguicidas.***

Se evidencia en este predio las distintas enfermedades e insectos que afectan el cultivo; no se tiene un patrón establecido a la aparición de estas plagas y enfermedades según el productor. Durante la caracterización se encontraron en las visitas de campo insectos como hormigas y barrenadores de tallo, asimismo se encontró la presencia de hongos patógenos según la sintomatología del fruto

como la monilia (*Moniliophthora roeri*), la mazorca negra (*Phytophthora SP.*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora pernisiosa*).

El control de estas plagas y enfermedades se realiza mediante la aplicación de plaguicidas y fungicidas. Los cuales son aplicados de forma manual principalmente por el productor, aunque manifiesta a veces contratar jornaleros para la realización de estas aplicaciones. Las aplicaciones son de manera correctiva, es decir que se utiliza la técnica de observación directa de los problemas del cacaotal y posteriormente la aplicación de estos agentes químicos (Clorpirifos<sup>17</sup> y Tebuconazole<sup>18</sup>). La aplicación en el tiempo de muestreo de la investigación muestra que se realiza de manera ocasional. Dando como registro una sola aplicación de plaguicidas y coadyuvantes.

En la visita a los predios se recorrió el total del predio observando la distribución de la finca y los problemas que el productor manifiesta tener en el predio, entre ellos están la proliferación de hongos e insectos que afectan directamente el cultivo de cacao. Entre estos problemas se encontró:



**Fotografía 5.** De izquierda a derecha: Moniliasis, Hormiga negra, Mazorca negra. Por Rubio, 2019.

Las visitas fueron realizadas en los meses de agosto, septiembre y octubre. Se realizaron 6 visitas en total, se acompañó a los productores al momento de realizar el control de plagas y enfermedades, durante estas visitas se observó que se realiza de manera manual con elementos comunes y sin la presencia de elementos de protección personal.

---

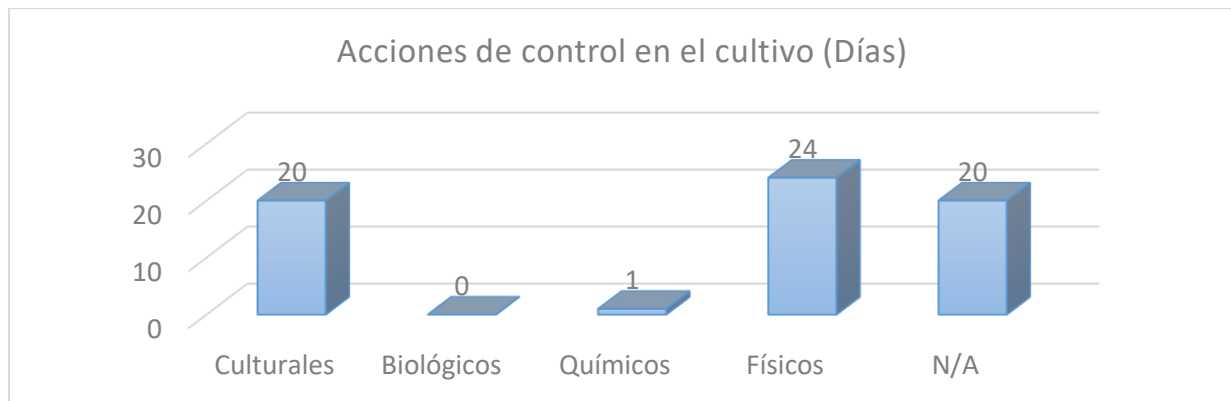
<sup>17</sup> Ingrediente activo del plaguicida Lorsban Sp, ver tabla 8.

<sup>18</sup> Ingrediente activo del Fungicida Nativo Sc, ver tabla 8.

La moniliasis (*Moniliophthora roreri*), es la principal enfermedad que ataca el cultivo, por ello según la guía ambiental de Fedecacao (Cacaoteros, 2013) recomienda utilizar la aplicación de Oxiclورو de cobre o sulfato de cobre cada 15 o 20 días, en dosis de un kilogramo por hectárea de cultivo, sin embargo, no se está realizando la aplicación de este fungicida y se realiza el control de la moniliasis de manera manual efectuando la recolección de frutos enfermos 2 veces por semana. Los frutos enfermos son enterrados en el suelo del cacaotal con la cara afectada del fruto sobre el suelo (Federación Nacional de Cacaoteros, 2015).

Según los boletines climáticos desarrollados por el IDEAM (Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) muestra que en los meses de agosto a septiembre la precipitación total mensual va de los 300 a 400 mm y para el mes de septiembre con un incremento de 400 – 600 mm. Durante las visitas de campo no se registraron lluvias y se consultó al productor si en días pasados a la visita se presentaron lluvias a lo cual manifestaron que no se presentaron. Durante el periodo de lluvias o floración del fruto meses de desarrollo de la investigación, la frecuencia de aplicación es mensual o trimestral. La aplicación de plaguicidas para el caso de estudio No. 2 se realiza de manera correctiva, lo que conlleva a una dosificación dada por el productor para su cultivo o en su defecto la dosificación dada por el suministrador de plaguicidas y fungicidas en las-agro veterinarias de la zona de estudio, asimismo manifiesta que algunas veces se realiza la mezcla de estos productos para mejorar su eficacia y ser llamados multi propósitos.

**9.2.2.7. Acciones de control del cultivo predio dos (2)**



**Gráfico 2.** Acciones de Control de Cultivo 90 días. Por Rubio, 2019.

Según el gráfico 7 el tiempo utilizado por el productor para el manejo del cultivo en un lapso de 90 días, los cuales hacen referencia al tiempo de la caracterización. Los resultados de la encuesta direccionan a que no hay un adecuado manejo del cultivo debido a que el 20% del tiempo se destinó a distintas labores del productor dejando de lado la observación directa del cultivo, lo cual es causal de proliferación de plagas y enfermedades. El productor manifiesta la presencia de controles físicos y culturales dos veces a la semana destinados al plateo y a la recolección de frutos enfermos y a la eliminación de escoba de bruja y mazorca negra, pero la falta de tiempo y personal hace lento este control y por lo tanto no se solucionan definitivamente los problemas de plagas y enfermedades.

La utilización de plaguicidas en el cultivo se realizó una sola vez en el tiempo de muestreo con el insecticida Lorsban 2.5% DP, insecticida agrícola en presentación de polvo soluble, la aplicación de este plaguicida se realizó en horas de la mañana (08:00) am, la duración del tiempo de aplicación fue de dos horas, la presentación de este plaguicida fue de polvo soluble, en una dilución de 2 kilogramos por 120 litros de agua, adicionalmente se utilizaron remanentes de coadyuvantes Pegal y Mixel Top en cantidades de 250 ml cada uno. Con el fin de eliminar las hormigas presentes en el cultivo de cacao, actualmente el productor realiza la mezcla de plaguicidas y agroquímicos en el centro del cultivo debido a que manifiesta que trabaja solo, de esta manera lo realiza con el fin de evitar recorrer grandes distancias para la realización de la fumigación.

Según la ficha técnica del plaguicida Lorsban 2.5 DP cuyo ingrediente activo es “Clorpirifos etil” manifiesta que el punto de ebullición es igual a 160° C y su solubilidad en agua es igual a 0.4 mg/l a 23° C, lo cual indica que no hay riesgo de presentar vapores tóxicos que pongan en riesgo la salud del productor, asimismo menciona que en exposición intensa o prolongada sin los elementos de seguridad personal genera irritaciones graves a las mucosas y vías respiratorias, la persistencia de este plaguicida es moderada debido a que es persistente en el ambiente (hasta 1 año), en suelos persiste de 60 y 120 días, cuyos procesos de eliminación son ocasionados en sistemas aerobios eliminando la posibilidad de contaminación de fuentes hídricas, adicionalmente presenta poca movilidad en el suelo lo que previene el traslado del ingrediente activo más allá de la zona de aplicación.

En la ilustración 8 se puede apreciar el momento de mezcla del plaguicida utilizado en el predio No. 2.



*Ilustración 1.* Sitio de Mezcla del Predio No 2. Por Rubio, 2019.

### 9.2.3. Tipo de plaguicidas utilizados.

El resultado de las encuestas y el trabajo de campo muestran cual es la distribución de los plaguicidas más vendidos para su uso en cacao, según el registro de ventas en los almacenes agropecuarios del municipio de El Castillo Meta en la siguiente tabla:

*Tabla 6. Plaguicidas Más Vendidos Para Su Uso En Cacao, Según Las Ventas En Almacenes Agropecuarios En El Municipio De El Castillo Meta.*

INSUMO	FUNCION O TIPO	PRESENTACION	TOXICIDAD	ING. ACT	PRESENTACION	PRECIO
Round Up Full II	Herbicida Agrícola	Re envasado	II	Glifosato (organofosforado)	Líquido 1 L	40.000
Eltra 48	Insecticida Agrícola	Concentrado emulsionable	I	Methyl carbamate (Carbamato)	Líquido 1 L	75.000

Lorsban Sp	Insecticida Agrícola	Polvo soluble en agua	III	Clorpirifos (Organofosforado)	Polvo soluble 1 kg	60.000
Malathion 57	Insecticida Agrícola	Concentrado emulsionable	III	Malathion (Organofosforados)	Líquido 1 L	70.000
Nativo sc	Fungicida agrícola	Suspensión concentrada	III	Tebuconazole Trifloxystrobin	Líquido 1 L	120.000
Oxicloruro de cobre	Fungicida agrícola	Granulado Dispersable	III	Oxicloruro de cobre 58.8 % Wp	Polvo soluble 1 kg	30.000

*Nota:* Datos obtenidos de la encuesta directa a los vendedores de plaguicidas del municipio de El Castillo - Meta. Por Rubio, 2019.

Información obtenida según la encuesta aplicada a las agro-veterinarias comercializadoras de productos agroquímicos. Fue realizada a través de observación directa preguntando cuales eran los productos comercializados para el manejo de cacao y referentes a la investigación.

Tabla 7. *Distribución de plaguicidas utilizados por los agricultores en el cultivo de cacao, según encuesta realizada en los casos de estudio del municipio de El Castillo Meta.*

INSUM O	FUNCION O TIPO	PRESENTACION	TOXICIDAD	ING. ACT	PRESENTACION
Glifosato	Herbicida Agrícola	Re envasado	I	Glifosato (organofosforado)	Líquido 1 L

Continuación tabla 7.

Lorsban Sp	Insecticida Agrícola	Polvo soluble en agua	III	Clorpirifos (Organofosforado)	Polvo soluble 2 kg
Malathion 57	Insecticida Agrícola	Concentrado emulsionable	III	Malathion (Organofosforados)	Líquido 1 L
Nativo sc	Fungicida agrícola	Suspensión concentrada	III	Tebuconazole Trifloxystrobin	Líquido 1 L
Oxicloruro de cobre	Fungicida agrícola	Granulado Dispersable	III	Oxicloruro de cobre 58.8 % Wp	Polvo soluble 1 kg

**Nota:** Datos obtenidos de la encuesta directa a los productores cacaoteros del municipio de El Castillo - Meta. Por Rubio, 2019.

Según la encuesta aplicada a los productores de los predios productivos de la investigación, manifiestan que utilizan los productos descritos en la tabla 7, la frecuencia de aplicación varía según su uso o práctica correctiva, mencionan realizar la aplicación de estos productos con una frecuencia de tres a seis meses.

Tabla 8. *Plaguicidas utilizados actualmente en predios de estudio.*

<b>INSUMO</b>	<b>FUNCION O TIPO</b>	<b>PRESENTACION</b>	<b>TOXICIDAD</b>	<b>ING. ACT</b>
PEGAL	Coadyuvante agrícola	Concentrado Soluble	IV	Nonil fenol polietoxietanol Alkil Fenol Políglicol éter
Mixel Top	Coadyuvante agrícola	Líquido Soluble	III	Alkil Aril Polieter alcohol

Continuación Tabla 8.

Lorsban Sp	Insecticida Agrícola	Polvo para espolvoreo	III	Clorpirifos 0,0 - Dietil -0-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato
Malathion 57	Insecticida Agrícola	Concentrado emulsionable	III	Diethyl succinate (Dimethoxyphosphinothioylthia)
Glifosato	Herbicida Agrícola	Re envasado	I	-----
Eltra 48	Insecticida Agrícola	Concentrado emulsionable	I	2,3dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl(dibutylaminothio)methylcarbamate
Nativo Sc	Fungicida agrícola	Suspensión concentrada	III	Tebuconazole Trifloxystrobin
Oxicloruro de cobre	Fungicida agrícola	Granulado Dispersable	III	Copper oxychloride.

*Nota:* Datos obtenidos de la encuesta directa a los productores cacaoteros del municipio de El Castillo - Meta. Por Rubio, 2019.

Según los resultados anteriores contenidos en las tablas 7 y 8, es evidente que no existe variación en los productos ofrecidos en los almacenes expendedores de agro insumos y la información recolectada en campo a los casos de estudio, lo más importante es evidenciar que los tres plaguicidas más utilizados son de categoría III, es decir medianamente tóxicos, lo cual supone un moderado riesgo alto para la salud humana, dado los estándares de aplicación de estos productos puede ser causal de enfermedades crónicas, así como se puede apreciar en la tabla 8.

Según los datos obtenidos en la tabla 8. Plaguicidas utilizados actualmente en los predios de estudio, se puede apreciar los riesgos principales a la salud según su estructura química de tal

manera que los mecanismos de acción de los pesticidas sobre el organismo presentan entre si grandes diferencias. Como se evidencia a continuación.

Organofosforados, Organoclorados y Carbamatos. Compuestos organoclorados afectan el sistema nervioso central ocasionando (depresión, narcosis), así como al hígado y al riñón. Adicionalmente tiene propiedades de acumulación en tejidos grasos, donde son eliminados de forma gradual, los compuestos organofosforados y carbamatos afectan el sistema nervioso central a través del proceso de inhibición de la enzima colinesterasa. (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985)

La acción fisiológica y la toxicidad varían en función a la estructura química, los efectos primarios son manifestados en el sistema hepático, renal o pulmonar. Pudiendo presentar variaciones como lo son los efectos secundarios, en algunas ocasiones no se presentan, ya que dependen de variables de exposición, dosis utilizada e ingrediente activo. (Bartual Sánchez & Berenguer Sublis, 1985).

Nonilfenol y etoxilatos de nonilfenol. Sustancias absorbidas a través de inhalación, por contacto o ingestión, las exposiciones de corta duración son corrosivas para los ojos, mucosas y vías respiratorias. La inhalación continua puede originar edema pulmonar, que a menudo se manifiesta horas después de la exposición y son agravadas por el esfuerzo físico, adicionalmente puede ocasionar alteración del sistema endocrino. (European Chemicals Agency).

Alkil Aril Polieter alcohol. No está clasificado como producto peligroso para la salud humana, de rápida descomposición por los microorganismos del suelo, presenta toxicidad en fuentes acuáticas. (Insecticidas Internacionales, C.A.)

Malathion. La acción fisiológica del Malathion está asociada a la disfunción del sistema nervioso, la exposición a altas cantidades de este producto puede causar dificultad al respirar, opresión en el pecho, vómitos, calambres estomacales, diarrea, secreción de lágrimas, visión borrosa, salivación, sudor excesivo, dolor de cabeza, mareo, pérdida de conocimiento o la muerte. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de enfermedades). Ocasiona neuropatía retardada, presenta en altas exposiciones carcinogenicidad, párkinson, asociado a la neuropatía periférica y cambios conductuales. Tiene antecedentes fijos como 1975 en Pakistán donde se envenenaron 5000

trabajadores de la salud y hay reporte de 5 muertos, alta residualidad en alimentos 9 meses después de ser tratadas. (Universidad Nacional de Costa Rica).

Tebuconazole. La acción fisiológica del tebuconazole está asociada al riego durante la gestación humana con efectos adversos para el feto, adicionalmente presenta irritación a los ojos durante su aplicación. (Universidad Nacional de Costa Rica).

#### **9.2.4. Frecuencia de aplicación de plaguicidas.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, mediante las encuestas y la verificación de campo, la frecuencia de aplicación de plaguicidas varía considerablemente, dependiendo del tipo de producto utilizado, se evidenció que se aplica el herbicida (glifosato) con una frecuencia de 45 días, siendo este herbicida de categoría tóxica I, extremadamente tóxico, mientras que insecticidas como (Lorsban Sp y Malathion 57) se aplican con una frecuencia de 30 días, siendo ambos organofosforados de categoría toxicológica III, medianamente tóxicos y finalmente la aplicación de fungicidas como (Nativo sc y Oxiclورو de cobre) se aplican con una frecuencia de 60 días, siendo ambos de categoría toxicológica III, medianamente tóxicos, como lo evidencia la tabla 5.

Se evidencia que el desconocimiento de los productores frente a los productos utilizados en los cultivos de cacao conlleva a un uso de plaguicidas de nivel toxicológico I, II y III lo que supone riesgos a la salud bastante perjudiciales, este uso se debe a la aplicación de medidas correctivas y no preventivas lo que genera una sobre dosificación de productos e impactos perjudiciales para el ambiente. Otro factor importante es la asesoría a la hora de compra y usos de los plaguicidas incrementando el costo asociado a las prácticas de uso y manejo de plaguicidas.

Tabla 9. *Aplicación y Uso de Plaguicidas en los Casos de Estudio.*

Insumo	Principio activo	Toxicidad	Frecuencia de aplicación	Uso recomendado	Uso dado	Dosis recomendada	Dosis utilizada
Glifosato*	Glifosato Organofosforado	I	45 días	Roselinia o llaga estrellada, control de malezas.	Control de malezas	10 cc <sup>3</sup> inyectados por árbol enfermo	150 cm <sup>3</sup> /20 l de agua
Lorsban Sp	Clorpirifos Organofosforado	III	30 días	Pulgones, hormigas, chinche negra.	Pulgones, hormigas, chinche negra.	500cm <sup>3</sup> /200 l agua	1 kg/200 l de agua
Malathion n 57*	Malathion Organofosforados	III	30 días	Trips, chinche amarilla y roja, polilla de cacao almacenado.	Trips, chinche amarilla y roja, polilla de cacao almacenado.	50 – 150 cm <sup>3</sup> / 100 l de agua	150 cm <sup>3</sup> /20 l de agua
Nativo sc	Tebuconazole Trifloxystrobin	III	60 días	Mazorca negra o cáncer de tronco, mal rosado.	Mazorca negra o cáncer de tronco, mal rosado.	1 L / Ha 30 días	N/A
Oxicloruro de cobre	Oxicloruro de cobre 58% Wp	III	60 días	Moniliasis, mal de machete, pasador del tronco.	Moniliasis, mal de machete, pasador del tronco.	1 Kg / Ha Cada 15 – 20 días	N/A

**Nota:** Aplicación y uso de plaguicidas en los predios cacaoteros de estudio. Basado en la información obtenida en los resultados de la encuesta, visitas de campo y las etiquetas de los productos. Los plaguicidas con \* pertenecen al predio No. 1. Por Rubio, 2019.

En la tabla 9 se observan los plaguicidas utilizados en el cultivo de cacao por los productores, según (Cacaoteros, 2013) en su guía técnica para el control de plagas y enfermedades en cultivos de cacao, muestra las acciones recomendadas para combatir estas plagas, sin embargo se observa en la tabla 5 una sobre dosificación de plaguicidas por parte de los productores.

A continuación, se muestra en la tabla 10 la frecuencia, época y número de aplicaciones de plaguicidas en los casos de estudio según la realización de las encuestas directas realizadas a los productores.

Tabla 10. *Frecuencia, época y número de aplicaciones de plaguicidas en los casos de estudio de El Castillo - Meta.*

Época y número de aplicaciones de plaguicidas año 2018.						
Insumo	Glifosato	Lorsban	Malathion	Nativo	Oxicloruro de	Total
Fase de aplicación		Sp	57	sc	cobre	
Germinación del pepino.	1	-	1	-	-	2
Floración de la planta.	-	1	-	-	-	1
Crecimiento de la mazorca.	1	-	1	1	1	4
Maduración de la mazorca.	-	1	-	-	1	2
Cosecha de Cacao.	-	-	-	-	-	0
Total.	2	2	2	1	2	9

**Nota:** Basado en la información obtenida en los resultados de la encuesta, visitas de campo. Por Rubio, 2019.

La frecuencia de aplicación mencionada en la tabla 10, hace referencia a la encuesta realizada a los productores sobre las aplicaciones de los productos químicos en el ciclo de cacao, según las declaraciones dadas por los productores manifiestan que el ciclo de cacao tiene una duración de 5 meses y tienen relación con las variables meteorológicas debido a que los productores realizan la aplicación de estos productos días después de las lluvias con el fin de evitar la pérdida del producto a aplicar.

Como resultado de la investigación, se puede apreciar la forma en la cual los productores de los casos de estudio aplican los plaguicidas, en la mayoría de los casos no se realizan de acuerdo a las dosis y frecuencias recomendadas por los fabricantes del producto mediante la información adjunta en los envases de los productos, pues se evidencia una sobre concentración del producto a aplicar para el control de diversas plagas. En algunos casos esta aplicación compensa la frecuencia de uso y manejo de estos productos como se puede apreciar en la tabla 9 y 10. De esta forma, se evidencia la falta de unificación de criterios en los agricultores y la falta de conciencia frente al uso racional y manejo seguro de plaguicidas, según los pasos contenidos en la “guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003).

#### **9.2.5. Control de plagas.**

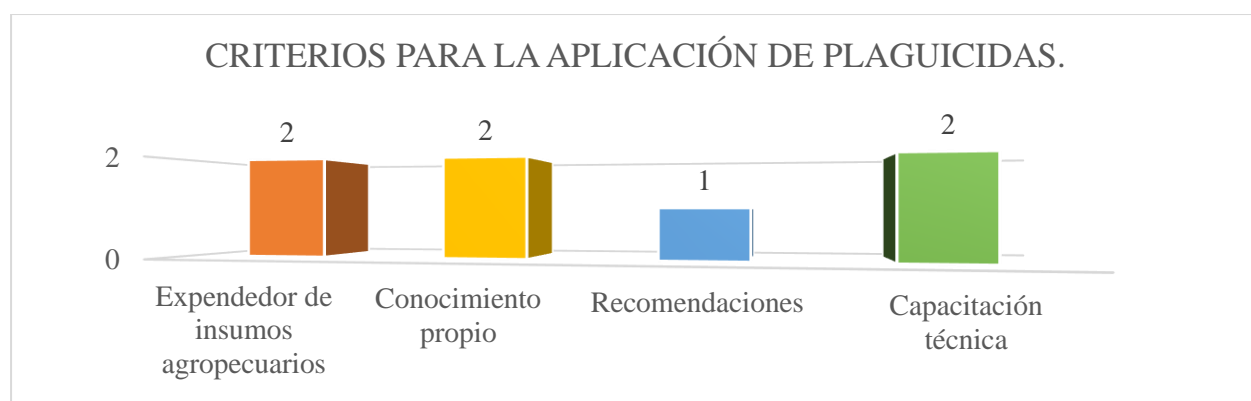
Sobre este tema se demuestra el desconocimiento de los productores, en cuanto a distintos tipos de control de plagas, sin incurrir directamente al uso y manejo de plaguicidas químicos. Observando así una dependencia directa de estos productos químicos frente a controles biológicos o de biopreparados.

El uso óptimo del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), integra el control cultural, biológico y químico logrando un óptimo establecimiento del cultivo, sin embargo, los productores manifiestan tener conocimiento de estas prácticas, pero por costos operacionales o de personal optan por el uso de químicos en el cultivo ya que según ellos brinda mayor garantía en términos de eficacia y efectividad. A continuación, se presentan lineamientos extraídos de la guía

ambiental para el cultivo de cacao (Cacaoteros, 2013), sobre el manejo de enfermedades y plagas del cacao (**anexo 12**).

### 9.2.6. Criterio para la aplicación de plaguicidas.

Los productores manifiestan llevar más de 8 años en el uso y manejo de plaguicidas debido a que el establecimiento de su cultivo cacaotero se realizó varios años atrás. La decisión de optar por la aplicación de un producto determinado obedece a los siguientes criterios:



**Gráfico 3.** Criterios para la aplicación de plaguicidas tomado de encuesta realizada a los casos de estudio. Rubio, 2019.

Según el gráfico 9, son similares los criterios de aplicación de productos químicos en el cultivo de cacao, sin embargo, un productor declaró que ha acatado las recomendaciones realizadas por un vecino debido al funcionamiento de un producto químico en su cultivo. Asimismo, la similitud en la hora de aplicación de los productos químicos ya que ambos manifiestan realizar las aplicaciones en horas de la mañana no superior a las 10 am.

### 9.2.7. Elementos de protección individual (EPI).

No se emplean barreras de seguridad industrial durante la aplicación de plaguicidas y fungicidas. Según (Asociación Chilena de Seguridad (ACHS)) “trabajadores y plaguicidas seguros”, dispone que los elementos de protección a la hora de realizar aplicaciones de plaguicidas son los siguientes.

Tabla 11. *Elementos de Protección Necesarios Para La Aplicación y Manejo De Plaguicidas.*

<b>Cuerpo</b>	<b>Ropa impermeable para protección de cuerpo y cabeza, en materiales empleados como lo son PVC, hule y Tyvec.</b>
Ojos	Lentes de protección sellados que impidan la penetración de plaguicidas hacia los ojos, asimismo, se recomiendan pantallas o máscaras que cubran todo el rostro.
Manos	Guantes de puño largo de goma, nitrilo, neopreno o látex.
Pies	Botas de goma o PVC con suela antideslizante y de caña larga o media.

*Nota:* Fuente (Asociación Chilena de Seguridad (ACHS)). Modificado por Rubio, 2019.

La falta de barreras de protección personal presenta un aumento del riesgo a la salud humana debido al contacto directo con los agentes químicos de los plaguicidas, según (Asociación Chilena de Seguridad (ACHS)) la manipulación de plaguicidas sin los elementos de seguridad personal es considerada una tarea peligrosa que puede contaminar al manipulador de plaguicidas, medio ambiente y de esta manera alterar los ecosistemas.

### **9.2.8. Almacenamiento de plaguicidas.**

Actualmente el almacenamiento de los plaguicidas no es el adecuado debido a que se depositan en ramadas de teja de zinc y piso sin alistar, cabe resaltar que el inadecuado almacenamiento de los plaguicidas hace que estos al momento de elevar sus temperaturas alteren las propiedades del ingrediente activo ocasionando ineficiencia o descomposición del mismo en escamas, cristales o fangos. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)). Asimismo, manifiestan no haber experimentado intoxicaciones o enfermedades a causa de los plaguicidas utilizados en el cultivo de cacao. A la fecha los productores manifiestan encontrarse bien de salud y no presentan enfermedades diagnosticadas.

Según (Numa Castro, Salcedo Salazar, Duarte Cifuentes, & Guerrero, 2007), en la “Guía para el almacenamiento de los insumos agrícolas”, manifiesta que se deben considerar las siguientes condiciones que deben cumplir las bodegas de almacenamiento para garantizar la seguridad de los productos y del medio ambiente.

Tabla 12. *Condiciones de bodega para la seguridad de los productos y el medio ambiente.*

- 1 El lugar de almacenamiento no debe estar ubicado cerca a zonas densamente pobladas ni a cuerpos de agua.
- 2 La capacidad de bodega debe ser suficiente para almacenar todos los plaguicidas.
- 3 La bodega debe tener ventilación adecuada.
- 4 Pisos hechos en concreto e impermeables.
- 5 Rampas en el acceso o barreras en caso de que puedan confinar cualquier derrame.
- 6 Indicación de zonas de almacenamiento y tránsito.
- 7 Los envases deben estar sobre estibas o a una altura prudente del suelo.
- 8 Las bodegas deben ser utilizadas únicamente con el fin de almacenar plaguicidas.
- 9 Los productos deben estar separados entre sí (herbicidas, plaguicidas, fungicidas etc.)
- 10 Se deben contar con los elementos de seguridad personal y con kit para el manejo de derrames accidentales.

*Nota:* Fuente (Numa Castro, Salcedo Salazar, Duarte Cifuentes, & Guerrero, 2007). Modificado por Rubio, 2019..

### **9.2.9. Disposición de envases.**

En las encuestas realizadas a los productores sobre el manejo de los envases y empaques de plaguicidas arrojó que los dos productores realizan la recolección de los envases vacíos y realizan el procedimiento de triple lavado<sup>19</sup>, teniendo en cuentas las indicaciones de utilizar en campos abiertos los remanentes del triple lavado, adicionalmente los productores realizan la calibración y el lavado de sus equipos después de su uso y manifiestan que han recibido capacitación de varias

---

<sup>19</sup> Triple lavado, ver marco referencial página 17.

entidades (Fedecacao, USAID, Grupo Gestión Ltda.) sobre el manejo y disposición adecuada de los envases. Después de la limpieza y recolección, los productores los almacenan en su predio en lonas y posteriormente los recoge la empresa Campo limpio en convenio con la alcaldía para su disposición final.

#### **9.2.10. Sistema de riego del cultivo.**

En la zona de estudio ninguno de los dos productores cuenta con sistema de riego y dependen exclusivamente de las aguas lluvias, sin embargo, ambos declaran que a futuro desean incorporar un sistema de riego por medio de gravedad para el riego del cultivo de cacao suministrado por el acueducto municipal.

### **9.3. Evaluación de impactos ambientales de los casos de estudio.**

La metodología utilizada para la obtención de los impactos ambientales fue EPM según Jorge Arboleda (Arboleda Gonzáles, 2008).

Los impactos ambientales encontrados son similares. Las siguientes tablas arrojan los siguientes resultados debido a que no hay un monitoreo continuo, por tal razón no se realizó un análisis diferencial de los predios. Las tablas con la evaluación obtenida se pueden visualizar en el (**anexo 13**) predio No.1 y (**anexo 14**) predio No. 2. Asimismo, se puede encontrar la ponderación de los impactos ambientales de los dos predios en el (**anexo 15**).

A continuación, se observa el resultado final de la correlación de variables cualitativas y cuantitativas tabla 13 y la ponderación de impactos ambientales tabla 14 (**anexo 15**).

Tabla 13. *Tabla de correlación de variables cualitativas y cuantitativas.*

Variables Cuantitativas							
	Tipo de plaguicida		Nivel de toxicidad	Dosis utilizada		Frecuencia de aplicación	
<b>PREDI O 1</b>	Glifosato.		I	150 cm x 20 l de agua		1 vez en el tiempo de muestreo	
<b>PREDI O 2</b>	Lorsban Sp.		II	2 kg x 200 l de agua		1 Vez en el tiempo de muestreo	
Variables cualitativas							
	Uso de plaguicidas	Plagas más frecuentes	Alternativas de control	Lugar de mezcla	Equipos de protección	Lectura de etiquetas	Manejo de envases vacíos
<b>PREDI O 1</b>	Control de malezas.	Hongos Fito patógenos	Se realiza recolección de frutos enfermos.	Casa productor	No se utilizan	No se realiza	Triple lavado y almacenado
<b>PREDIO 2</b>	Control de insectos.	Hongos Fito patógenos e insectos (Hormiga)	Se realiza recolección de frutos enfermos.	Mitad del predio productivo	No se utilizan	No se realiza	Triple lavado y almacenado

Nota: Correlación de variables cualitativas y cuantitativas del proyecto. Por Rubio, 2019.

Tabla 14. *Ponderación de impactos ambientales.*

Ponderación De Impactos Ambientales	
Sistema Agroforestal	Sistema Monocultivo
- 20	- 28,3

Nota: Ponderación de impactos ambientales. Por Rubio, 2019.

Según la tabla 14 se observa la ponderación definida para los predios de la zona de estudio, los impactos ambientales evaluados son los presentados actualmente según la caracterización de las prácticas asociadas al uso y manejo de plaguicidas. La comparación de los impactos ambientales arroja que el predio que actualmente genera más impactos ambientales es el sistema de monocultivo frente al sistema agroforestal. A continuación, se describen los impactos ambientales que más presentaron variación, así como los de mayor importancia.

- **Recurso hídrico.** Como se evidencia en la tabla 14 no es evidente un cambio en los impactos ambientales en este recurso, esto es debido a la similitud de características de los predios de la zona de estudio, los productores manifestaron no encontrar fuentes hídricas superficiales cercanas a su cultivo, otro aspecto importante en la evaluación fue la movilidad de los plaguicidas encontrados debido a que presentan una baja movilidad. Sin embargo, se asemejan las condiciones de impacto ambiental debido a que el abastecimiento hídrico de ambos predios depende del acueducto municipal.
- **Recurso aire.** Como se evidencia en la tabla 14 existe una variación en cuanto al deterioro de la calidad del aire, esto es debido a las prácticas de fumigación para el control de plagas y enfermedades, en cuanto al sistema de monocultivo presenta un incremento debido a la mezcla de plaguicidas y coadyuvantes para el control de plagas, asimismo el impacto ambiental en el sistema agroforestal es menor debido a que solamente hubo una aplicación de herbicida.

Los impactos generados por los niveles de ruido ambiental son similares debido a la duración de la aplicación de plaguicidas y herbicidas con bombas de espalda a motor de gasolina de dos tiempos.

- **Recurso suelo.** Se puede observar en la tabla 14 que se presentan diferencias en cuanto a la Modificación de las características físico químicas del suelo y es principalmente por las prácticas actuales de disposición de los residuos orgánicos, se considera positivo en el agroforestal debido al aprovechamiento de estos residuos y negativo para el sistema de monocultivo debido a que no se hace un aprovechamiento de esta materia orgánica.

- **Recurso flora.** Según la tabla 14 se evidencia que en ambos predios se considera el impacto ambiental positivo debido que hay unas prácticas de conservación de impactos ambientales. Para el sistema de manejo agroforestal el impacto positivo es mayor debido a la presencia de implementación de cultivos temporales y la presencia de sombra permanente para el cultivo de cacao. Para el sistema de monocultivo es menor debido a que no hay implementación de cultivos temporales y solo se cuenta con pocos árboles de sombra permanente.
- **Recurso Fauna.** Según la tabla 14 se puede apreciar que, aunque la afectación de la fauna se considere negativo el impacto ambiental es irrelevante debido a que las aplicaciones de plaguicidas y herbicidas se hace en horas de la mañana, evitando la alteración del ingrediente activo por la temperatura y respetando el ciclo biológico de los polinizadores especialmente las abejas.

La frecuencia de aplicación de plaguicidas y su nivel toxicológico es exiguo debido a que durante el tiempo de muestreo solamente se registró una aplicación por predio, esta generación de impacto ambiental es menor debido a que se permite recuperar el medio en los meses posteriores a la aplicación de plaguicidas.

- **Recurso componente económico.** Según la tabla 14 se aprecia que la variación de este impacto es mayor en el sistema de monocultivo frente al agroforestal, debido a que la mano de obra es contratada en el sistema de monocultivo y es suplida por la familia en el sistema agroforestal, lo cual disminuye los costos de mantenimiento del cultivo de cacao.
- **Recurso salud humana.** Según la tabla 14 se evidencia que es el impacto ambiental negativo de mayor importancia debido a la falta de utilización de elementos de seguridad personal a la hora de realizar la aplicación de plaguicidas, generando un contacto directo con el ingrediente activo, que a futuro puede ocasionar enfermedades de carácter grave a la salud humana.

#### 9.4. Valoración económica de impactos ambientales.

La valoración ambiental presente en este caso de estudio no está sujeta a la apreciación estimada económica del mercado, si no que presenta una apreciación subjetiva determinada por los productores en el caso de estudio, según (Soria Galvaro Ascarrunz, 2012) afirma “cada *agente establece diferencias cualitativas a un determinado bien y/o servicio ambiental, aspectos subjetivos que hacen difícil en el momento de brindar un valor monetario*”.

##### 9.4.1. Valoración participativa de impactos ambientales.

El proceso de valoración participativa se realizó mediante el método de (Ruiz Agudelo, y otros, 2013) y se modificó según el autor para dar cumplimiento a la percepción económica de los impactos ambientales.

Donde dio lugar a la siguiente clasificación por semilla.

Escala ( 1- 20) Obtenida por los productores.	Referencia de estudio	Valor monetario
1	Jornal de trabajo	45000

*Ilustración 2.* Valor monetario obtenido por los productores.

**FO = (Valor asignado / Escala de semillas)**

**FO= (45.000/1)**

**FO= 45.000**

Seguido a la obtención del valor representado en semillas se procede con la priorización de los impactos ambientales y sus afectaciones a través de la percepción de los productores cacaoteros los cuales pueden ser observados en el **(anexo 16)**.

A continuación, en la ilustración 12 se puede apreciar la representación gráfica de los resultados obtenidos en el ejercicio de la valoración económica participativa.

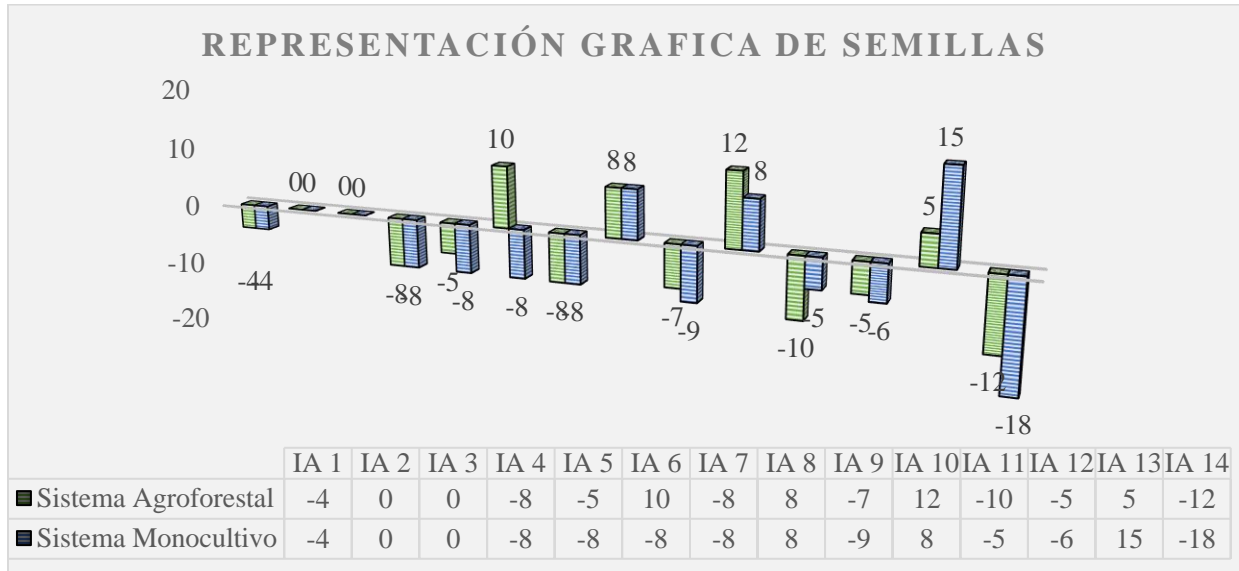


Gráfico 4. Representación gráfica de datos obtenidos en la valoración económica. Por Rubio, 2019.

**9.4.2. Evaluación de la percepción económica de los impactos ambientales.**

A continuación, en la tabla 15 se puede apreciar la evaluación de la percepción de los impactos ambientales obtenidos en el ejercicio de la valoración económica participativa.

Tabla 15. Evaluación de la percepción de impacto ambiental.

Impacto Ambiental	Evaluación de la percepción de impacto ambiental
Impacto ambiental No. 1, Modificación de la calidad físico química del agua.	La representación de este impacto ambiental es similar, aunque mayor en el predio 2, referente a las prácticas de vertimiento de plaguicidas y lavado de envases en fuentes hídricas, los productores manifiestan que actualmente no tienen estas prácticas, pero en algún tiempo del mantenimiento del cultivo lo realizaron sin conocimiento alguno de las afectaciones a las fuentes hídricas.

Continuación tabla 15.

Impacto ambiental No.2, Modificación del curso y dirección de la dinámica fluvial.	La representación de este impacto ambiental fue nula debido a que los productores manifiestan no tener presentes fuentes hídricas en su predio, de esta manera consideran que si es importante no alterar el curso de las fuentes hídricas fomentando la conservación y preservación para las generaciones futuras.
Impacto ambiental No.3, Disminución del caudal disponible.	La representación del impacto ambiental es nula debido a que sus cultivos no cuentan con sistemas de riego por lo cual no utilizan el agua de fuentes superficiales y están sujetos a las aguas lluvias.
Impacto ambiental No.4, Deterioro de la calidad del aire: aumento de presencia de ingredientes activos de plaguicidas.	La percepción de este impacto ambiental está sujeto a la frecuencia de aplicación de plaguicidas y al tipo de plaguicidas que usan frecuentemente, para el predio 1 manifiestan que el deterioro de la calidad del aire no se ve mayormente afectada debido a las prácticas ecológicas que realizan como las acciones preventivas en el cultivo de cacao. Para el predio 2 manifiestan que si hay un deterioro a la calidad del aire debido a que la utilización de plaguicidas es recurrente en su cultivo debido a la presencia de plagas y enfermedades.
Impacto ambiental No. 5, Aumento en los niveles de ruido ambiental.	La utilización de equipos de motor a base combustible es la base de este impacto ambiental, en el predio 2 la utilización de estos equipos es mayor frente al predio 1 y se debe principalmente al control del cultivo y manejo de plagas y enfermedades, es notorio la percepción más baja en el predio 1 debido al control cultural que le dan a su cultivo.
Impacto ambiental No. 6, Modificación en las características	La presencia de este impacto ambiental la consideran de manera positiva en el predio 1 debido a la utilización de técnicas de fabricación de abonos orgánicos, lo cual manifiestan que incrementa el follaje y la resistencia del cultivo. Por el lado del predio 2 el impacto lo considera negativo debido a

Continuación tabla15.

<p>físico químicas del suelo.</p>	<p>que realización de la fertilización de manera química 2 veces al año y que en los lapsos posteriores al abono nota cambios en el suelo del cultivo como principios de erosión, además del aumento de producto químico para suplir las necesidades del cultivo.</p>
<p>Impacto ambiental No.7, Modificación en las características físico químicas del suelo.</p>	<p>Este impacto ambiental los productores del predio 1 y 2 lo consideran igual debido a que manifiestan no tener conocimiento de los efectos de los ingredientes activos en el suelo, pero si son conscientes que los insumos que utilizan en su control de plagas y enfermedades son de nivel toxicológico alto.</p>
<p>Impacto ambiental No. 8, Pérdida o deterioro de la capa orgánica.</p>	<p>La percepción de la pérdida o deterioro de la capa orgánica por acciones de la expansión de la frontera agrícola es de asignación importante para los productores de los predios 1 y 2 según el tiempo que llevan como agricultores, pero no se considera negativo debido a que sus cultivos están establecidos en un rango de 8 a 15 años y al tratarse de un cultivo perenne su duración es de casi 28 años por lo cual no están involucrados en estas prácticas.</p>
<p>Impacto ambiental No. 9, Aumento en la presencia de procesos erosivos y pérdida del suelo</p>	<p>El aumento en la presencia de procesos erosivos y pérdida del suelo es un impacto con percepción en ambos predios, el predio 1 debido a la sobredosificación y desconocimiento del herbicida utilizado en el cultivo de cacao, y el predio 2 que hace referencia a la presencia del monocultivo de cacao sin cultivos de sombra temporal o la baja cantidad de árboles de sombra. Ambos predios manifiestan no notar una alta percepción del impacto por realizar prácticas de control de maleza mayormente con equipos de motor a base de combustible.</p>

## Continuación tabla15.

<p>Impacto ambiental No. 10, Perdida de diversidad de especies vegetales.</p>	<p>La percepción de la pérdida de especies vegetales está sujeta al tiempo en el cual llevan los productores de agricultores, aunque están conscientes de que las acciones de sobre dosificación de plaguicidas afecta la diversidad de especies vegetales de manera significativa, los productores de los predios 1 y 2, manifiestan no contribuir a la formación de este impacto ambiental debido a que realizan prácticas de conservación de especies vegetales como lo son la reforestación de áreas de bosque.</p>
<p>Impacto ambiental No. 11, Perdida de diversidad de especies de fauna.</p>	<p>Se considera el impacto ambiental es negativo debido a la sobre dosificación de plaguicidas, frecuencia de aplicación, hora y clima a la hora de realizar la aplicación de plaguicidas. Ambos productores manifiestan que es mínima la perdida de fauna polinizadora, debido a algunos productos con los cuales realizan el control de plagas y enfermedades. Para el sistema agroforestal del predio 1 no es tan significativo la falta de insectos polinizadores debido a la variedad en su contenido de especies vegetales, contrario al monocultivo presente en el predio 2 el cual manifiesta una disminución en la fauna polinizadora ocasionando problemas de fecundación de las flores del cultivo de cacao.</p>
<p>Impacto ambiental No. 12, Deterioro de la calidad microbiológica del suelo.</p>	<p>Al tratarse de un tema novedoso para los productores, la percepción del impacto ambiental es significativa debido a que no hay una evidencia tangible del impacto ambiental. Para los productores del predio 1 la afectación es de mayor importancia debido a la aplicación de prácticas orgánicas en el cultivo, mientras que para el productor del predio 2 es de poca relevancia.</p>
<p>Impacto ambiental No. 13, Aumento en la tasa de empleo.</p>	<p>Este impacto ambiental tiene una connotación positiva debido a que es la utilización del cultivo cacaotero como bienes o servicios para la comercialización de los productos agrícolas.</p>

Continuación tabla15.

	<p>La percepción de este impacto es mayor en predio 2 debido a que la participación es netamente del productor, por lo cual al incrementar los bienes o servicios aumentaría la nómina de trabajo, mientras que en el predio 1 cuenta con la participación del núcleo familiar lo cual disminuye los costos por mantenimiento del cultivo cacaotero.</p>
<p>Impacto ambiental No. 14, Pérdida o deterioro de la salud humana.</p>	<p>La percepción del impacto ambiental de pérdida o deterioro de la salud humana es bastante grave debido a las inadecuadas prácticas de aplicación de plaguicidas sin elementos de bio seguridad y sin acatar las recomendaciones de la etiqueta del producto. Ambos productores manifiestan un alto deterioro de la salud después de realizar la aplicación de plaguicidas, manifiestan no haber presentado eventos de intoxicación aguda o de enfermedades graves de nivel respiratorio o presencia de tumores malignos, pero si signos de intoxicación leves o molestias generales como migraña, ardor en las mucosas, mareos, vómito y signos de debilidad muscular.</p>

*Nota:* Evaluación de la percepción de los impactos ambientales obtenidos en el ejercicio de la valoración económica participativa. Por Rubio, 2019.

#### **9.4.3. Conclusiones del ejercicio de evaluación de impactos ambientales.**

Según esta valoración participativa realizada, se puede apreciar que la percepción total de los impactos ambientales presenta una connotación negativa, representándose como capital de inversión anual en los cultivos a manera de acciones correctivas para poder sostener los cultivos de cacao.

La representación económica de los impactos ambientales es acorde a los presupuestos manejados en sistemas productivos de tamaño pequeño.

La valoración económica de los impactos ambientales es mayor en el predio 2 referente al predio 1, debido a que el sistema de siembra es de monocultivo y por lo tanto no posee los beneficios de siembra agroforestal ni presencia de prácticas orgánicas que benefician tanto el sistema productivo como el ambiente.

### **9.5. Formulación de lineamientos ambientales.**

A continuación, en la tabla 16 se puede apreciar la evaluación de la percepción de los impactos ambientales obtenidos en el ejercicio de la valoración económica participativa.

#### **9.5.1. Socialización de resultados.**

Teniendo en cuenta el resultado del proyecto de investigación, que permitió conocer el estado actual de dos predios cacaoteros del municipio de El Castillo Meta en aspectos como: características de la zona de estudio, aspectos generales de la zona de estudio, características generales del cultivo de cacao, prácticas agrícolas, mantenimiento del cultivo de cacao, fertilización del cultivo de cacao, uso y manejo de plaguicidas, acciones de control en el cultivo de cacao, matriz de impactos ambientales encontrados en los casos de estudio, valoración económica y participativa de impactos ambientales en los casos de estudio y evaluación de impactos ambientales en los casos de estudio. Dejando claro que estas prácticas han ido mejorando con el paso de los años y que no es posible erradicarlas de un momento a otro, por tal razón se generan una serie de lineamientos, para el manejo ambiental de los casos de estudio.

Se formulan los siguientes lineamientos que en su momento serán puestos a consideración de los productores, debido a que como actores principales están sujetos a considerar y aplicar los lineamientos que sean favorables para su cultivo productivo.

### 9.5.2. Lineamientos ambientales para el manejo del cultivo productivo.

La socialización de resultados es necesaria para la construcción de lineamientos ambientales, por tal motivo se realizaron los siguientes talleres de apropiación de conceptos y generación de las acciones de mitigación (**anexo 17**).

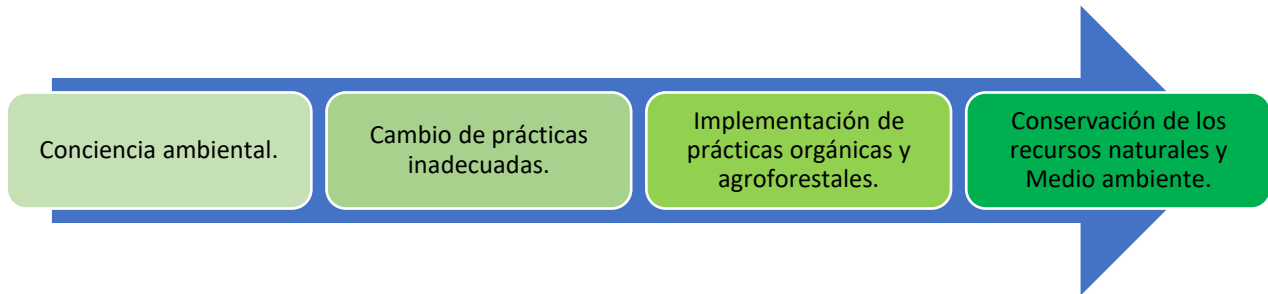


Diagrama 1. Talleres de sensibilización e implementación de acciones de mitigación. Por Rubio, 2019.

### 9.5.3. Consolidación de lineamientos ambientales para el manejo del cultivo productivo.

Según el “*Plan de manejo ambiental de la alianza productiva ASOCCUBA*” (USAID, 2017) desarrollado por USAID PTDR y ejecutado por Grupo gestión Ltda. En el año 2017-2018. Bajo el proyecto “*Mejoramiento De La Calidad Del Grano En El Marco Del Proceso De Certificación De Buenas Prácticas Agrícolas De Los Productores Asociados A Asoccuba Del Municipio Del Castillo En El Departamento Del Meta*” ((CORDESARROLLO), 2016). Se proponen los siguientes lineamientos complementarios para solventar las inadecuadas prácticas sobre el manejo de plaguicidas en los cultivos de cacao en dos predios productivos del municipio de El Castillo Meta.

Estos lineamientos ambientales dan solución a la problemática actual encontrada en los predios de estudio, y busca mitigar la generación de impactos ambientales, para lo cual se propone el siguiente gráfico donde indica los elementos necesarios para una buena producción de cacao.



**Diagrama 2.** Componentes de una buena producción de cacao. Por Rubio, 2019.

A continuación, en la tabla 16 se evidencian los objetivos de la mitigación de los impactos ambientales actuales, los cuales son desglosados en actividades y los pasos para lograr el fin esperado:

**Tabla 16.** *Lineamientos ambientales propuestos por el autor, 2019. Para la mitigación de los impactos ambientales encontrados.*

OBJETIVO	ACTIVIDAD	COMO LOGRARLO
Recurso Hídrico  Objetivo: <b>Desarrollar programas que avalen la disponibilidad del recurso hídrico, frente a los recursos naturales.</b>	Actividad 1. Promoción y fortalecimiento de proyectos productivos y sustentables que garanticen la disminución de contaminación de fuentes hídricas ocasionadas por los plaguicidas.	Conocer la ubicación de las fuentes hídricas aledañas a los predios de la zona de estudio.  Formular acciones necesarias para la conservación de las fuentes hídricas.  Sensibilizar a los productores en el uso y manejo adecuada de
	Actividad 2. Protección y recuperación de áreas aledañas a fuentes hídricas.	los sistemas hídricos, asimismo capacitar a los productores en la adecuada técnica del triple lavado.  Ejecutar jornadas de limpieza y reforestación de la ronda de la fuente hídrica.

Continuación tabla 16.

<p>Recurso Aire</p> <p>Objetivo: <b>Evitar la contaminación del aire, a fin de salvar la salud humana y el ambiente.</b></p>	<p>Actividad 1. Implementación de mesas de calidad del aire, con el fin de sentar bases sobre la caracterización e intervención de prácticas culturales que afecten la calidad del aire.</p> <p>Actividad 2. Capacitaciones sobre la salud pública y factores de riesgo del ambiente.</p>	<p>Conocer los riesgos al recurso aire ocasionados por las inadecuadas prácticas de uso y manejo de plaguicidas.</p> <p>Formular acciones necesarias para la preservación de la calidad del aire.</p> <p>Sensibilizar a los productores en las prácticas de uso adecuado de plaguicidas, formulaciones del producto y prácticas asociadas a la fumigación de cultivos de cacao.</p> <p>Capacitar a los productores en la calibración de los equipos de fumigación, asimismo enseñar los usos, fabricación y aplicación de biopreparados con el fin de evitar el uso excesivo de plaguicidas.</p> <p>Capacitar a los productores en los riesgos a la salud ocasionados por la inadecuada utilización de elementos de protección personal.</p>
<p>Recurso Suelo</p>	<p>Actividad 1. Desarrollo de programas de educación ambiental, orientada a los</p>	<p>Capacitar a los productores sobre los riesgos asociados a las inadecuadas prácticas de</p>

Continuación tabla 16.

<p><b>Objetivo: Disminuir el impacto ambiental presente en el recurso suelo, de esta manera preservar y conservar los recursos naturales.</b></p>	<p>cacaoteros sobre el cuidado y protección de los recursos naturales, con el fin de evitar la erosión y la degradación del suelo.</p>	<p>uso y manejo de plaguicidas para el recurso suelo.</p>
	<p>Actividad 2. Implementación de capacitaciones que permitan al productor elegir sistemas alternos de producción, como la implementación de sistemas de agricultura sostenible, Buenas prácticas agrícolas (BPA), a fin de disminuir la generación de impactos ambientales.</p>	<p>Implementación de prácticas de manejo orgánico con el fin de disponer adecuadamente los residuos vegetales y orgánicos para la elaboración de fertilizantes orgánicos para ambos predios de la zona de estudio. Implementación de planes de manejo integrado de plagas y enfermedades a fin de disminuir el uso de plaguicidas en los predios cacaoteros de estudio.</p>
	<p>Actividad 3. Implementación de procesos de recuperación del recurso suelo a través de prácticas orgánicas como la fertilización o la re incorporación de minerales (Abonos orgánicos y Biopreparados).</p>	<p>Implementación de prácticas asociadas al uso y manejo de biopreparados como control de plagas y enfermedades y como fertilizantes a fin de disminuir el uso de plaguicidas en los cultivos de cacao. Implementación de prácticas asociadas al uso de sistemas de sombrero temporal y técnicas de preparación de cultivos transitorios a fin de estimular</p>

Continuación tabla 16.

		la recuperación adecuada del suelo.
		Realizar capacitaciones y prácticas de injertación de especies genéticamente resistentes a la proliferación de plagas y enfermedades para los cultivos de la zona de estudio.
Recurso flora	Actividad 1. No realizar tala, quema o procesos de deforestación en rastrojos, bosques o cerca de la ronda hídrica.	Realizar capacitaciones y prácticas de reforestación a fin de evitar la expansión de la frontera agrícola y potenciar los sistemas agroforestales para los predios de la zona de estudio.
Objetivo: <b>Evitar la desaparición de la flora nativa, llevando una relación entre la conservación y la producción.</b>	Actividad 2. Implementar programas para contra restar la expansión de la frontera agrícola a través de siembras de cobertura vegetal y de especies nativas.	Capacitar a los productores en la adecuada práctica de podas asociadas al cultivo de cacao, con el fin de mitigar la presencia de plagas y enfermedades y asimismo estimular la producción de cacao.
Recurso Fauna	Actividad 1. Desarrollar programas de capacitación en el uso y dosificación de plaguicidas evitando así la sobre dosificación de plaguicidas.	Capacitar a los productores en las buenas prácticas de uso y manejo de plaguicidas, a fin de la correcta utilización de los agentes químicos utilizados en
Objetivo: <b>Generar conciencia sobre la protección de la fauna,</b>		

Continuación tabla 16.

sin afectar o modificar los ecosistemas.

la producción evitando la sobredosificación de plaguicidas y fomentando la disminución de los mismos.

Recurso Social

**Objetivo: Compensar los actores sociales presentes en la producción de productos agrícolas, a fin de generar una compensación justa por actividad cotidiana.**

Actividad 1. Desarrollar proyectos de fortalecimiento e apoyo económico a los productores agrícolas, incentivando la generación de sus productos.

Actividad 2. Implementación de capacitaciones o cursos que permitan al productor desarrollar su sabiduría sobre temas académicos y nuevas tecnologías para la agricultura.

Establecer relaciones con entidades gubernamentales y no gubernamentales a fin de potenciar el sector de materia prima de agricultura.

Capacitar a los productores en el manejo económico de sus actividades productivas a fin de ser eficientes sus finanzas.

Incentivar a los productores a realizar cursos de manejo agro forestal y buenas prácticas agrícolas capacitadas por el Sena.

Vincular a los productores a grupos de estudio de la Federación Nacional de Cacaoteros a fin de contar con asesorías técnicas de calidad para el establecimiento de sus cultivos cacaoteros.

Recurso Humano

Actividad 1. Desarrollo de programas de capacitación sobre los riesgos o afectaciones de los plaguicidas, elementos de

Capacitar a los productores sobre los riesgos o afectaciones a la salud ocasionadas por las

Continuación tabla 16.

<p>Objetivo: Evitar <b>los riesgos asociados a la salud de los productores y miembros de la comunidad a fin de mitigar los impactos asociados al mal manejo de los plaguicidas.</b></p>	<p>protección y medidas de seguridad, buenas prácticas agrícolas (BPA) y manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).</p>	<p>inadecuadas prácticas de uso y manejo de plaguicidas. Fomentar el uso de elementos de protección personal para la aplicación y manipulación de plaguicidas a fin de evitar el</p>
	<p>Actividad 2. Implementar capacitaciones sobre primeros auxilios, a fin de conocer y controlar los accidentes o episodios de intoxicación por el manejo inadecuado de plaguicidas.</p>	<p>contacto directo de los ingredientes activos con la persona de contacto directo o indirecto. Realizar capacitaciones sobre la adecuada disposición final de los envases de plaguicidas y evitar el riesgo a los recursos naturales. Capacitar a los productores en técnicas de primeros auxilios a fin de evitar accidentes a la hora de realizar la aplicación de plaguicidas.</p>
<p>Amientos sobre el uso y manejo de residuos de plaguicidas y agroquímicos.</p>	<p>Actividad 1. Implementar ubicaciones estratégicas y seguras para el almacenamiento y disposición de los envases de plaguicidas y agroquímicos, a fin de evitar la alteración de sus ingredientes activos y su función.</p>	<p>Construir sitios especiales para el almacenamiento de los plaguicidas o los agentes químicos a fin de evitar el deterioro de los mismos y garantizar la funcionabilidad del ingrediente activo del plaguicida.</p>
<p>Objetivo: <b>Garantizar los procesos seguros de almacenamiento y disposición de residuos sólidos, que puedan poner en riesgo los recursos naturales y la biodiversidad.</b></p>	<p>Actividad 2. Desarrollar e implementar acuerdos que involucren todas las partes responsables para el adecuado</p>	<p>establecer planes de manejo integrado de plagas y enfermedades a fin de conocer los plaguicidas a utilizar y evitar la aplicación de plaguicidas no</p>

**Continuación tabla 16.**

<p>manejo residuos de plaguicidas. (Productores, casas comerciales de plaguicidas y agroquímicos, alcaldía y sectores gubernamentales) a fin de controlar de manera segura los residuos sólidos de plaguicidas generados por la actividad agrícola.</p>	<p>sistémicos que pongan en riesgo los recursos naturales y la salud del productor. Establecer convenios con agentes gubernamentales o no gubernamentales a fin de evitar la inadecuada disposición de los envases de plaguicidas o agroquímicos utilizados en el</p>
<p>Actividad 3. Construir e implementar programas de educación y sensibilización, a fin de generar conciencia, para el manejo de residuos sólidos (plaguicidas y agroquímicos).</p>	<p>establecimiento del cultivo. Capacitar a los comercializadores y productores sobre los plaguicidas adecuados para el establecimiento del cultivo y evitar de esta manera la introducción de plaguicidas no aprobados por las entidades americanas o europeas.</p>

**Nota:** Lineamientos ambientales. Modificado Por Rubio, 2019.

Con base en la tabla 16 los lineamientos propuestos buscan que los productores mitiguen los riesgos asociados al uso y manejo de plaguicidas fomentando la integridad de los productores y asimismo preservar los ecosistemas asociados a estas prácticas.

## 10. Conclusiones y recomendaciones.

Lo expuesto a lo largo de esta investigación permite arribar las siguientes conclusiones:

En cuanto al diagnóstico de las prácticas actuales en el uso y manejo de plaguicidas que influyen en el desarrollo de impactos ambientales de dos sistemas productivos del municipio de El Castillo – Meta, se puede concluir que las prácticas actuales son inadecuadas debido a que no se realizan de acuerdo a las dosis y frecuencias recomendadas por los fabricantes del producto. Asimismo, la correlación de variables cualitativas y cuantitativas presentes en la investigación nos permiten realizar la comparación de los dos predios cacaoteros y puede ser aplicable a muchos otros predios teniendo en cuenta las variables anteriormente identificadas.

El uso progresivo de plaguicidas organofosforados principalmente de categorías toxicológicas I, II y III, especialmente, constituye una gran amenaza para la salud humana y la biodiversidad, debido a la sobredosificación de plaguicidas y al no uso de elementos de protección individual a la hora de realizar las aplicaciones del producto. De la misma forma, la evaluación de los impactos ambientales y la valoración económica perspectiva, evidencia en ambos predios que las actividades que representan una mayor amenaza son “frecuencia de aplicación, cantidad de producto utilizado y niveles de toxicidad”. Asimismo, los efectos de estas prácticas que generan un impacto potencial son “la erosión del suelo e impactos a la salud humana” debido a la sobredosificación de plaguicidas y a la falta de elementos de protección individual conllevando al desconocimiento de las afectaciones a la salud por los ingredientes activos.

La principal motivación que argumentan los productores, para realizar las prácticas de uso y manejo de plaguicidas, se basa en la creencia de que a mayor dosificación de producto mayor eficacia en el control de plagas, sin embargo, esta creencia no ha sido sustentada científicamente, de igual manera enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roeri*) y mazorca negra (*Phytophthora sp*), son las enfermedades de mayor pérdida económica que se generan durante el proceso productivo del cultivo.

Es evidente el desconocimiento de los productores de técnicas alternas al manejo de plagas y enfermedades (MIPE) y la falta de unificación de criterios de aplicación de plaguicidas genera una dependencia absoluta de utilización de agroquímicos en los cultivos de cacao.

La identificación de los impactos ambientales y su valoración económica en los sistemas productivos de cacao en la zona de estudio, valida lo propuesto en la hipótesis planteada “*La valoración del impacto ambiental asociado a las prácticas actuales y el uso de plaguicidas teniendo en cuenta la exposición directa o indirecta de un ingrediente activo en su sistema productivo en el municipio de El Castillo – Meta, es menor en un sistema agroforestal frente a un monocultivo.*”. Debido a que la influencia de prácticas orgánicas disminuye netamente el uso de plaguicidas y de equipos de motor para el control de plagas.

La valoración económica de los impactos ambientales en los sistemas productivos es representada de manera negativa y es sujeta específicamente al capital de inversión anual, que los productores cacaoteros invierten en su predio, se encontró que la representación del capital es coherente con los presupuestos manejados por los productores, según sus versiones una vez se concluyó la actividad.

Con base en el plan de manejo ambiental de la asociación de cacaoteros de El Castillo – Meta (ASOCUBA), que cobija a los productores del caso de estudio, se formularon una serie de lineamientos específicos para el uso y manejo de plaguicidas en sistemas productivos de cacao a fin de que sean tenidos en cuenta por los productores del caso de estudio, demás asociados cacaoteros, autoridades municipales y del sector agropecuario según la Constitución Política Nacional y la Ley 99 de 1993, dado que es evidente que las indicaciones no están llegando al productor, y que se deben revisar los mecanismos de divulgación, capacitación y de empoderamiento de los agricultores de cacao, porque las existentes no son efectivas.

Se recomienda hacer estudios de investigación con periodos de estudios superiores al presente, que permitan determinar parámetros físicos, químicos y biológicos a través de procesamiento en laboratorios acreditados a fin de dar cuenta real de las condiciones de los recursos agua, aire y suelo en los sistemas productivos de cacao a nivel municipal y evaluar de manera preventiva los impactos ambientales.

## 11. Bibliografía

- Acosta, S., & Villarraga, M., (2006). *Diagnostico tecnologico del cultivo de cacao (theobroma cacao) en el municipio de El Dorado, departamento del Meta. Tesis de pregrado obtenido no publicado.* Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6570/1/237.pdf>.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de enfermedades, (2016). Resúmenes de salud pública-Malati3n. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs154.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs154.html).
- Altieri, M., & Nicholls, C., (2000). La Agricultura Moderna: Impactos Ecol3gicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura Sustentable. (ISBN 968-7913-04-X) M3xico: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de: <http://doctoradoagroecologia2010.pbworks.com/f/agroecologiateoriaypractica.pdf>.
- Ar3valo, C., Bacca, T., & Soto. G., (2014). Diagn3stico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla junca *Allium fistulosum* en el municipio de Pasto. *Luna Azul*, 38, 132-145. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a08.pdf>.
- Arvelo. M., Gonz3les. D., Maroto. S., Delgado. T., & Montoya. P., (2017). Manual t3cnico del cultivo de cacao: Buenas pr3cticas para America Latina. (ISBN: 978-92-9248-732-4) Sanjos3, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperaci3n para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <http://www.iica.int/es/publications/manual-t%C3%A9cnico-del-cultivo-de-cacao-pr%C3%A1cticas-latinoamericanas>.
- Asela. M., Suarez. S., & Palacio. D., (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiolog3a*. 52(3), 372-387. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>.
- Asociaci3n Chilena de Seguridad (ACHS), (s.f.). Trabajadores y plaguicidas. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de: [https://www.achs.cl/portal/centro-de-](https://www.achs.cl/portal/centro-de)

noticias/Documents/MANUAL\_Preencion\_Trabaj\_Expuest\_Plaguicidas\_AGRICOLA.pdf.

Bartual. J., & Berenguer. M., (1985). Pesticidas: clasificación y riesgos principales. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp\\_143.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_143.pdf).

Bernal. H., (2011). Instructivo para la generación de terminos de recopilación y uso de la información. Recuperado el 20 de 10 de 2017, de: <https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/documentacion/instrucgeneracion-terminos-recopilacion-de-informacion10.pdf>.

Barón. José., (2016). El cultivo del cacao; un negocio rentable, competitivo y ambientalmente sostenible en Colombia. Recuperado de: [https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Ing.\\_Jos%C3%A9\\_David\\_Bar%C3%B3n\\_-\\_El\\_cultivo\\_del\\_Cacao\\_un\\_negocio\\_rentable\\_competitivo\\_y\\_ambientalmente\\_sostenible\\_en\\_Colombia\\_2016.pdf](https://www.fedecacao.com.co/portal/images/Ing._Jos%C3%A9_David_Bar%C3%B3n_-_El_cultivo_del_Cacao_un_negocio_rentable_competitivo_y_ambientalmente_sostenible_en_Colombia_2016.pdf)

Carrillo. L., (2017). Percepción ambiental de productores de cacao, para involucrar la norma ICA para BPA como ventaja competitiva. *Universidad Libre*. Recuperado de: <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/10678/luisaf.carrillo%20ARTICULO%20GRADO%20UNILIBRE%20BOG.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Instituto Colombiano Agropecuario, (ICA). Trabajamos por la sanidad agropecuaria y la inocuidad agroalimentaria del campo colombiano. Recuperado el 24 de 10 de 2018, de: <https://www.ica.gov.co/El-ICA.aspx>.

Acuerdo N° 006 de 2012 [Consejo Municipal El Castillo]. (28 de Mayo de 2012). Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal denominado “voluntad, firmeza y respeto para el cambio”. Mayo 28 de 2012. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/elcastillometapd2012-2015.pdf>.

Federación Nacional de Cacaoteros, (2018). Mejoramiento de la calidad del grano en el marco del proceso de certificación de buenas prácticas agrícolas de los productores asociados a asocuba del municipio del Castillo en el departamento del Meta. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de: [http://www.fedecacao.com.co/portal/images/TDR\\_AT\\_CASTILLO\\_ASOCUBA\\_CO NV\\_02.pdf](http://www.fedecacao.com.co/portal/images/TDR_AT_CASTILLO_ASOCUBA_CO NV_02.pdf).

Del Puerto. A., Suárez. S., & Palacio. D., (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Cubana Hig Epidemiol.* (52)3 372-387. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es).

European Chemicals Agency (ECHA), (s.f.). Información de la sustancia. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.042.414>.

Federación Nacional de Cacaoteros & Fondo Nacional del Cacao, (2013). Guía ambiental para el cultivo del cacao. Recuperado de: [https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_05B.pdf](https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf).

Federación Nacional de Cacaoteros, (2018). Mejoramiento de la calidad del grano en el marco del proceso de certificación de buenas prácticas agrícolas de los productores asociados a asocuba del municipio del castillo en el departamento del meta. El castillo. Recuperado el 02 de noviembre de 2018.

Federación Nacional de Cacaoteros. (2015). Guía Técnica para el Cultivo de Cacao (Sexta ed.). Recuperado el 30 de Marzo de 2019, de: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf>.

Food and Agriculture Organization, (2013). Agricultores pequeños y familiares. Recuperado el 25 de Marzo de 2019, de <http://www.fao.org/3/ar588s/ar588s.pdf>.

Fundación amigos del río San Juan, (2004). Plan de ordenamiento territorial del municipio de El Castillo. Recuperado el 15 de Septiembre de 2018, de:

[https://elcastillometa.micolombiadigital.gov.co/sites/elcastillometa/content/files/000003/122\\_plan\\_de\\_ordenamiento\\_el\\_castillo.pdf](https://elcastillometa.micolombiadigital.gov.co/sites/elcastillometa/content/files/000003/122_plan_de_ordenamiento_el_castillo.pdf).

Insecticidas Internacionales, (s.f.). Hoja de seguridad formulado Surfatron 350. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de [http://www.duwest.com/user\\_files/uploads/images/Surfatron\\_35\\_SL.pdf](http://www.duwest.com/user_files/uploads/images/Surfatron_35_SL.pdf)

Instituto Colombiano de Agricultura (ICA), (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) Medidas para la temporada invernal (Código: 00.09.39.12C) Bogotá D.C.: Camilo Ernesto Vásquez González Recuperado de: [https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/-](https://www.ica.gov.co/getattachment/c01fa43b-cf48-497a-aa7f-51e6da3f7e96/)

Instituto Geografico Agustin Codazi, (2019). Consulta catastral. Recuperado el 20 de Septiembre de 2018, de: <https://geoportal.igac.gov.co/es/contenido/consulta-catastral>.

International Organization for Standardization (ISO), (2015). ISO 14001:2015. Recuperado el 31 de 03 de 2018, de <https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>.

ICONTEC, (2009). Gestión del riesgo ambiental, principios y proceso. Recuperado el 28 de septiembre de 2018, de: <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%20104%20DE%202009.pdf>.

Lacasaña. M., Ramirez. A., & Garcia. A., (2002). Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. *Gaceta Sanitaria*, 16(3), 236-240. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911102716671>.

Lópe., G., (s.f.). Secretaría de agricultura, ganaderia, desarrollo rural, fisica y alimentación. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>.

Marínez. J., (2015). Corporación Grupo Semillas. Recuperado el 25 de Marzo de 2019, de: <http://www.semillas.org.co/es/el-cacao-en-el-meta>.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), (2003). Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas. Bogotá D.C.: Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos - ANDI. Recuperado de: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Fumigas/Guia\\_Ambiental2.pdf](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/Guia_Ambiental2.pdf)
- Ministerio de educación Gobierno de Chile. (s.f.). Elementos y factores del clima. Recuperado el 12 de noviembre de 2018|, de: [http://ftp.e-mineduc.cl/cursosceip/CsSoc/4-6-basico/II/Unidad4/documentos/estrategia/ClimaEstrategiaGeo\\_c2\\_u4.pdf](http://ftp.e-mineduc.cl/cursosceip/CsSoc/4-6-basico/II/Unidad4/documentos/estrategia/ClimaEstrategiaGeo_c2_u4.pdf)
- Monroy. O., (2009). *Caracterización de las prácticas agrícolas asociadas con el uso y manejo de plaguicidas en cultivos de papa. Caso vereda mata de mora, en el páramo de merchán, Saboya, Boyacá. Tesis de posgrado obtenido no publicado.* Pontificia universidad Javeriana, Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis61.pdf>
- Muñoz. M., Boris. L., Iglesias. V., & Pía. M., (2014). Vías de exposición a plaguicidas en escolares de la Provincia de Talca, Chile. *Gaceta Sanitaria*, 28(3), 190-195. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911114000107#!>
- Numa. M., Salcedo. C., Duarte. A., & Guerrero. N., (2007). Subgerencia de protección y regulación agrícola grupo control y regulación de plaguicidas químicos de uso agrícola. (ISBN: 978-958-8214-56-6) Bogotá D.C.: Grupo Transferencia de Tecnología, de: <https://www.ica.gov.co/getattachment/419f9d55-075d-4291-b493-d2af720e88ee/Publicacion-21.aspx>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (s.f.). Manual sobre el almacenamiento y el control de existencias de plaguicidas, de: <http://www.fao.org/docrep/012/v8966s/v8966s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (2006). Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. (ISBN 92-5-305411-5) Roma: FAO . Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0220s.pdf>.

Ramos. D., (2014). *Consideraciones ambientales y viabilidad socioeconómica del sistema productivo del cacao. El caso de los agricultores de Pueblo Bello, Departamento del César. Tesis de posgrado obtenido no publicado.* Universidad Javeriana., Bogotá D.C., Colombia, de:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15004/RamosPerezDaniloFernando2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Resolución 627 de 2006 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Abril 07 de 2006. Recuperado de:

[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/norma\\_ruido/Resolucion\\_627\\_de\\_2006\\_-\\_Norma\\_nacional\\_de\\_emision\\_de\\_ruido.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf)

Rodriguez, A., (1999). Guia para la elaboracion de Proyectos de Investigacion Social. Recuperado el 19 de Noviembre de 2017 de: <http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/lecturas/guiaproyecto.doc>.

Ruiz. C., Zárate. M., Cortés. A., Bello. L., Tirado. G., Gualdrón. J., Riveros. C., Mariño. R., Rodríguez. O., Rodríguez. J., & Arjona. F., (2013). *Hacian una economía verde en Colombia: Diseño e implementación de un esquema de pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) en el marco del ordenamiento territorial. Fases de diseño e implementación temprana. Caso cuenca del río Ranchería. Guajira - Colombia.* (ISBN: 978-958-57691-1-3) Bogotá D.C.: El capital natural de Colombia, de: [http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA\\_RIESGOS\\_AMBIENTALES\\_UPN.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/observatoriobienestar/docs/GUIA_RIESGOS_AMBIENTALES_UPN.pdf)

Secretaría de planeación el Castillo, (2018). Informe de gestión vigencia 2017 “trabajando, juntos por Cubarral” Reporte No 8 Caracterización Asocuba Castillo. Recuperado el 30 de 06 de 2018, de: [http://cubarralmeta.micolombiadigital.gov.co/sites/cubarralmeta/content/files/000048/2352\\_informedegestioncubarral.pdf](http://cubarralmeta.micolombiadigital.gov.co/sites/cubarralmeta/content/files/000048/2352_informedegestioncubarral.pdf).

- Secretaria de Desarrollo Agroeconómico, (2016). Plan de Transformacion Productivo y Competitiva de la Cacaocultura. Villavicencio. Recuperado el 29 de octubre de 2018, de: [https://intranet.meta.gov.co/secciones\\_archivos/1011-88487.pdf](https://intranet.meta.gov.co/secciones_archivos/1011-88487.pdf).
- Secretaria de Agricultura, (2012). “Plan de manejo y recolección de envases vacíos de plaguicidas” (PLAMREVP) “Conservemos un campo limpio”. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de: <http://www.cesaveq.mx/cesa3/page/dctos/inocuidad/plamrevp.pdf>
- Silbergeld. E., (s.f.). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, "Toxicología". Recuperado el 17 de octubre de 2018, de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/33.pdf>
- Soria. W., (2012). *Valoración económica ambiental de la cuenca hídrica de Hampaturi. Tesis de pregrado obtenido no publicado*. Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/2243/T-1044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Suárez. Y., & Aranzazu. F., (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia, con énfasis en monilia (ISBN: 978-958-740-034-2) Bogotá D.C.: Printed in Colombia, de: [http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub\\_doctecnicos/fedecacao-pub-doc\\_04A.pdf](http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_04A.pdf)
- Torres. F., & Rodríguez. D., (2015). *Análisis de la adopción de tecnología mejorada para la producción de cacao en el municipio de Rionegro - Santander. Tesis de grado obtenido no publicada*. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/875/2015-TorresMorantesFelixAlberto-Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- United Nations Environment Programme. (s.f.). Guía para la gestión ambiental responsable de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia. Recuperado el 15 de septiembre de 2018, de: <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/andi/publicaciones-andi/Guia%20ambiental%20plaguicidas.pdf>

Universidad Nacional de Costa Rica, (2006). Manual de plaguicidas de centroamerica. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de: <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu/358-malation>