

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA POR USO DE INSUMOS EN
CULTIVOS DE CAFÉ EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PIRRÍS, COSTA
RICA

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN SOMETIDO A CONSIDERACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN Y EL PROGRAMA DE
POSGRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:

MÁSTER EN MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

JONATHAN NAVARRO PICADO

TURRIALBA, COSTA RICA

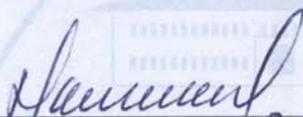
2017

APROBACIÓN DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Este trabajo final de graduación ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Examinador del (de la) estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

MÁSTER EN MANEJO Y GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

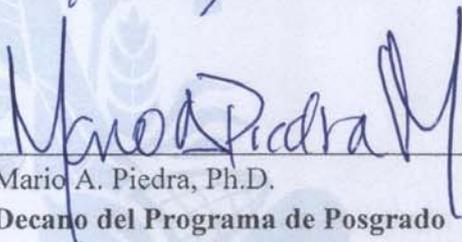
FIRMANTES:



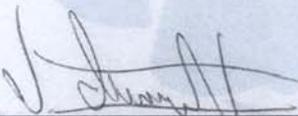
Jorge Faustino, Ph.D.
Profesor asesor



Raffaele Vignola, Ph.D.
Coordinador de la Maestría



Mario A. Piedra, Ph.D.
Decano del Programa de Posgrado



Jonathan Navarro Picado, Lic.
Candidato(a)

DEDICATORIA

A mis padres; Oscar Navarro Madrigal y Georgina Picado Umaña por el continuo apoyo y las diferentes enseñanzas a lo largo de mi vida;
a mi hermano Jairo Navarro Picado por su respaldo y compañía;
a mi novia y compañera Marcela Sánchez Blanco que me motiva a seguir adelante y sus consejos;
y a los campesinos de todos los pueblos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo de Jorge Faustino con sus constantes recomendaciones, la colaboración de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos (ASADAS) de San Lorenzo de Tarrazú, San Isidro de León Cortés y Santa Cecilia de Tarrazú ya que sin ellas no hubiera sido posible la realización de los talleres. Además al Centro de Servicio Gestión Ambiental y Cuenca Proyecto Hidroeléctrico Pirrís del Instituto Costarricense de Electricidad, por la información brindada.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE GENERAL.....	V
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Justificación	2
Importancia	3
OBJETIVOS	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
MARCO REFERENCIAL	5
METODOLOGÍA.....	6
Área de estudio	6
Diseño metodológico	8
Análisis de datos.....	11
RESULTADOS.	12
Entrevistas.....	12
Datos ambientales.....	20
Talleres.....	26
ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA, ALCANCES Y LIMITACIONES.	31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
Conclusiones	34
Recomendaciones	35
LITERATURA CITADA.....	36
ANEXOS	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Algunas de las microcuencas de la Subcuenca del río Pirrís y sus respectivas comunidades.....	9
Cuadro 2. Sitios muestreados para los análisis químicos de aguas superficiales y sus altitudes a lo largo de la Subcuenca del río Pirrís, 2015.....	12
Cuadro 3. Categorías de calidad de agua de acuerdo al Índice Holandés en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.....	24
Cuadro 4. Metales pesados para tres sitios en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.....	24
Cuadro 5. Plaguicidas para tres sitios en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.....	25
Cuadro 6. Calidad de agua de dos nacientes en San Lorenzo de Tarrazú, 2016.....	25
Cuadro 7. Lista de Causas, malas prácticas y soluciones a los conflictos generados por el mal uso de insumos del café en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	27

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa de ubicación de la Subcuenca del río Pirrís.....	7
Fig. 2. Uso de la tierra en la Subcuenca del río Parríta.....	8
Fig. 3. Microcuencas seleccionadas para el análisis de insumos del café en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	10
Fig. 4. Triangulación de la información recopilada.....	11
Fig. 5. Cantidad de entrevistados por edad en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	13
Fig. 6. Escolaridad de entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	13
Fig. 7. Aplicación de fertilizantes por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	14
Fig. 8. Relación entre la cantidad de fertilizantes y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	15
Fig. 9. Aplicación de fumigaciones al año por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	15
Fig. 10. Relación entre la cantidad de fumigaciones por año y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	16
Fig. 11. Aplicación de insecticidas al año por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	17
Fig. 12. Relación entre la cantidad de Insecticidas por año y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	17
Fig. 13. Producción de café por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	18
Fig. 14. Opinión de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís sobre los principales conflictos causados por los insumos del café en el 2016.....	19
Fig. 15. Problemas de salud que han presentado algunos de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.....	19
Fig. 16. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.....	20
Fig. 17. Demanda Química de Oxígeno (DQO) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.....	21
Fig. 18. Acidez (Ph) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.....	21
Fig. 19. Solidos Suspendidos Totales (SST) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.....	22
Fig. 20. Fosfatos para siete sitios en la Subcuenca del río Pirrís para el 2015.....	22
Fig. 21. Nitratos para siete sitios en la Subcuenca del río Pirrís para el 2015.....	23
Fig. 22. Nitrógeno amoniacal para siete sitios en la Subcuenca del río Pirrís para el 2015.....	23

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AYA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ASADA	Asociaciones Administradoras de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
SST	Sólidos Suspendidos Totales
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
UE	Unión Europea
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
OIT	Organización Internacional del Trabajo
WHO	Organización Mundial de Salud

RESUMEN

El cultivo del café, es una de las principales actividades económicas para Costa Rica. Específicamente, en la Subcuenca del río Pirrís, la mayoría de los ríos se encuentran rodeados por cultivos de café. Debido a ello, el objetivo del presente trabajo fue analizar la influencia de los insumos en el cultivo del café sobre los conflictos sociales, ambientales y económicos en la Subcuenca del río Pirrís, para recomendar medidas de reducción y mitigación de los efectos. Para el desarrollo del proyecto se realizaron tres etapas con el fin de recopilar, analizar y presentar la información pertinente sobre los conflictos generados por el uso de insumos del café. La primera parte consistió en la aplicación de 45 entrevistas semiestructuradas distribuidas en 10 microcuencas y la recopilación de información disponible por parte del ICE sobre algunos efectos del cultivo de café en el recurso hídrico. La segunda etapa fue el análisis de los datos ambientales sobre la influencia de los agroquímicos en el recurso hídrico de la Subcuenca del río Pirrís. Por último, se contó con la colaboración de las ASADAS de tres comunidades, en las cuales se realizaron talleres para la generación de ideas y soluciones sobre buenas prácticas en el uso de agroquímicos. Pese a la idea que a mayor cantidad de insumos mayor producción, se observó una tendencia al balance, lo cual indica la importancia en la aplicación pero con límites. Los valores físico-químicos están por debajo de los admisibles por la ley, aunque los análisis físicos en ciertos puntos mostraron una leve contaminación por carga orgánica. Las soluciones propuestas por los participantes de los talleres se enfocan en la educación, cambio hacia una cultura de reciclaje, apoyo al productor en la búsqueda del mayor aprovechamiento del café y prácticas ambientales para el uso de desechos orgánicos.

ABSTRACT

The coffee crop is one of the main economic activities for Costa Rica. Specifically, in the Sub watershed of the Pirrís river, most of the rivers are surrounded by coffee plantations. Due to this, the objective of the present study was to analyze the influence of the inputs in the coffee plantations on the social, environmental and economic conflicts in the Sub watershed of the Pirrís river, to recommend reduction and mitigation solution of its effects. For the implementation of the project, three stages were carried out in order to collect, analyze and present relevant information on the conflicts generated by the use of coffee inputs. The first part, consisted in the application of 45 semi-structured interviews distributed in 10 micro-watersheds and the compilation of information available on the part of the ICE on some effects of coffee cultivation on the water resource. The second stage was the analysis of environmental data on the influence of agrochemicals on the water resource of the Pirrís River Sub watershed . Finally, with the collaboration of the ASADAS of three communities, in which workshops were held to generate ideas and solutions on good practices in the use of agrochemicals. In spite of the idea that the greater the quantity of inputs, the greater the production, a tendency to balance was observed, which indicates the importance in the application but limited. Physical-chemical values are below those permitted by law, although physical analyzes at certain points showed a slight contamination by organic load. The solutions proposed by the participants of the workshops focus on education, change towards a recycling culture, support to the producer in the search for greater use of coffee and environmental practices for the use of organic waste.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El cultivo del café representa una de las principales actividades económicas para Costa Rica. Su distribución en el país se encuentra en siete zonas productoras, dentro de las cuales se tienen el Valle Occidental, Pérez Zeledón, Coto Brus, Turrialba, Zona Norte, Valle Central y la Zona de los Santos. Esta última se desarrolla en gran parte sobre la Cuenca del río Parrita dentro de la cual se encuentra la Subcuenca del río Pirrís (Valenciano 2008).

Por otra parte, en la Subcuenca del río Pirrís, al igual que en toda la cuenca del río Parrita sigue un patrón de precipitaciones bajo el régimen del Pacífico, en el cual se pueden identificar las estaciones seca y lluviosa bien definida. La época seca se presenta entre diciembre y abril, mientras que la época lluviosa entre los meses de julio y agosto (Rojas 2011). Además durante la época lluviosa, las mayores precipitaciones se encuentran en setiembre con una leve disminución en Julio (Chinchilla *et al.* 2011a). Todo esto obviamente, tendrá un efecto en los tiempos de aplicación de agroquímicos y las medidas adecuadas a tomar en cuenta.

En cuanto a la clasificación de las zonas de vida presentes en la subcuenca, se encuentran bosque Pluvial Montano (bb-M), bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), bosque muy húmedo Premontano (bmh-P), y bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB). Mientras que los suelos presentes en el área de estudio se clasifican en 4 grupos, los ultisoles que representan un 38% de la Subcuenca, le siguen los inceptisoles con un 23% del área total, luego los entisoles con un 22% y por último los andisoles con un 17% (Chinchilla *et al.* 2011a).

En la Subcuenca del río Pirrís, la mayoría de los ríos se encuentran rodeados por cultivos de café principalmente. Por ello surgen conflictos por la utilización de insumos de dicho producto, los cuales comprometen nacientes e incluso podrían afectar los acuíferos presentes en la región por infiltración de los mismos, por otra parte la aplicación de agroquímicos comprometen la calidad del aire.

Entonces, las actividades que se desarrollen en los cultivos de café tendrán efecto en los distintos componentes de la Subcuenca. Puesto que, los productores de café se enfrentan a varias problemáticas del cultivo, una de las principales son las plagas (hongos, insectos, nemátodos), estos pueden bajar las cosechas e impactar el desarrollo de los cafetaleros. Debido a lo anterior, los dueños de las fincas buscan la manera de defenderse ante este tipo de presiones por medio de técnicas y tecnologías como la aplicación de agroquímicos para la erradicación de las plagas (Valenciano 2008).

Sin embargo, la producción de café, produce efectos por contaminación tanto durante la aplicación de agroquímicos para el combate de las plagas y fortalecimiento de la planta como durante el procesamiento del grano de café por la liberación de aguas residuales (Fenner 2015). El presente estudio se enfocó en los conflictos relacionados al primer efecto,

la aplicación de insumos del café, que recae principalmente sobre el recurso hídrico, suelo, aire y por último sobre la población humana.

Además, en Costa Rica se han determinado algunos efectos de los agroquímicos sobre fauna acuática, contaminación del agua por cultivos como banano en el Caribe y se han encontrado residuos de contaminantes químicos en suelos, aguas tanto superficiales como subterráneas a lo largo del país (Masís *et al.* 2008). Aunque se han estudiado muy poco los efectos de los insumos por cultivos de café y menos en una zona con un largo historial de producción de dicho grano como es la Zona de los Santos (Dota, Tarrazú y León Cortés).

No obstante, en países como Colombia estudios sobre uso de plaguicidas en producción agrícola muestran que la contaminación de fuentes de agua y suelo se da principalmente por el mal manejo de los residuos de agroquímicos, envases, empaques de los productos y prácticas inadecuadas al momento de la aplicación y lavado de equipos, aparte de que no se respetan las normas ambientales para el uso de agroquímicos y muchas veces hasta se aplican productos prohibidos por su toxicidad y persistencia en el ambiente (Montoya *et al.* 2011). Por otra parte, se han presentado reportes de efectos negativos sobre la población humana, por ejemplo en México entre los años 2001 y 2010 se presentaron unos 31 257 casos de intoxicación que requirieron atención médica con un promedio de 3 126 casos por año (Guzmán-Plazola *et al.* 2016), una cifra alarmante que responde a malas prácticas en el uso y manejo de los plaguicidas.

Por tanto, los plaguicidas requieren un buen manejo debido a sus componentes tóxicos y peligrosos, esto es problema integral que no debe recaer solamente sobre los cafetaleros (Valencia *et al.* 2015), ya que implica esfuerzos, alternativas y medidas planificadas por compañías de agroquímicos, cooperativas cafetaleras, grupos comunales y los agricultores que tomen en cuenta la disposición final de los envases y residuos.

Debido a todo lo anterior, es necesario que la población de la cuenca, tenga conocimiento sobre las buenas prácticas ambientales a la hora de la aplicación de agroquímicos con el fin de colaborar con el fortalecimiento de las plantas, lucha contra plagas y al mismo tiempo no comprometer el ambiente y la salud humana.

1.2. Justificación

El cultivo del café es una de las principales actividades económicas presentes en la zona de Los Santos (Dota, Tarrazú y León Cortés) y esto es apoyado por datos del último Censo cafetalero de Costa Rica realizado en el 2006, en el cual se indica que en los tres cantones al menos la mitad del uso del suelo se encuentra destinado a dicho cultivo (62.38% Tarrazú, 64.86% León Cortés y 49.23% en Dota). Además representa una fuente de trabajo importante ya que aproximadamente un 30% de las personas dentro de un hogar cafetalero se dedica al trabajo en la producción de café, específicamente un 33.61% en Tarrazú, 27.1% en Dota y 33.38% en León Cortés (Valenciano 2008).

En base a lo anterior, se puede discernir que el cultivo del café es predominante en la Subcuenca del río Pirrís y sus cercanías, debido a ello se realizan muchas prácticas para el

control de plagas, fertilización de las plantas, fortalecimiento de las condiciones de los suelos. El uso irracional de los distintos agroquímicos que necesita el café puede provocar cambios ambientales a nivel de calidad de agua, condiciones del suelo, afluencia de biodiversidad y efecto sobre otros cultivos. Por otra parte, influye en las condiciones sociales de la zona, tales como cambios en fuentes de agua potable, producción apícola, contaminación de nacientes, salud de pobladores, conflictos por afectación de cultivos vecinos, entre otros.

Es por ello que, la aplicación de insumos en los cultivos de café puede crear conflictos socio-ambientales y deben ser manejados adecuadamente para mantener estándares de producción, pero sin afectar los intereses de los actores de la Subcuenca, a su vez propiciar la sustentabilidad de los recursos naturales. Por ello es necesario analizar las condiciones actuales en cuanto a los conflictos relacionados a esta práctica para crear un marco de referencia sobre el cual actuar y tomar las medidas necesarias para manejar las problemáticas generadas con el fin de reducir los efectos de técnicas incorrectas en el manejo y aplicación de agroquímicos, muchas veces por desconocimiento de metodologías amigables con el ambiente. La concientización y capacitación de los productores en la región es sumamente necesario para promover la sustentabilidad y de esta manera tener la disponibilidad de los recursos que son la base de la alimentación para la mayoría de la población en la región.

1.3. Importancia

La importancia de manejar adecuadamente los conflictos por uso de insumos en el café se presenta en los ámbitos social, económico y ambiental. Para lograr el adecuado desarrollo del producto en el mercado se debe cumplir con estándares de producción y a su vez se propicia un ambiente más sano, mientras se evitan los conflictos sociales por la aplicación descontrolada de agroquímicos.

Empezando por el aspecto económico, no se puede ignorar que para el manejo de los recursos naturales dentro de una cuenca se debe tomar en cuenta el atractivo económico o el beneficio monetario que traerán las acciones a implementar sobre los pobladores, ya que además es una forma efectiva de obtener apoyo y participación. En este caso, la identificación de problemáticas asociadas al uso de agroquímicos en el café puede ayudar a trazar líneas de trabajo para los productores que deseen incorporarse a programas de certificación del café, aún las cooperativas de café se verán beneficiadas con esta medida ya que sus esfuerzos van dirigidos a tener una mayor cantidad de productores de café certificados, tanto como buena imagen para la empresa como la obtención de un grano con menor cantidad de contaminantes.

Por otra parte, el análisis de conflictos puede colaborar a vislumbrar algunos causantes de problemas asociados a la salud de los pobladores por la contaminación de suelos, el aire o el recurso hídrico. Este último, puede ser analizado como recurso humano para consumo, riego, recreación, entre otros usos que de verse afectado por el uso inadecuado de insumos del café podrá afectar la salud y el actuar humano de manera directa e indirecta. Al mismo

tiempo, se pueden evitar enfrentamientos futuros entre productores sobre el uso de agroquímicos, mediante la implementación de buenas prácticas ambientales para la aplicación de los distintos plaguicidas y fertilizantes del café.

A su vez, los efectos adversos sobre el agua tendrán repercusiones a nivel ecosistémico afectando todos los componentes durante el ciclo hidrológico, por tanto, contaminando distintas componentes dentro de un sistema como son las cuencas hidrográficas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Analizar la influencia de los insumos en el cultivo del café sobre los conflictos sociales, ambientales y económicos en la Subcuenca del río Pirrís, para recomendar medidas de reducción y mitigación de los efectos.

2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información sobre los conflictos sociales, ambientales y económicos en la Subcuenca del río Pirrís para obtener un marco de referencia.
- Analizar la situación actual sobre los conflictos encontrados en la Subcuenca del río Pirrís para la búsqueda de recomendaciones.
- Propiciar la participación, el debate y consolidación de ideas con productores de café para implementar buenas prácticas ambientales con el uso de los insumos del café en la Subcuenca del río Pirrís.

3. MARCO REFERENCIAL

Los agroquímicos han sido un aliado de las actividades agrícolas, principalmente para aumentar las producciones y el continuo mejoramiento de los cultivos. Dicho mejoramiento ha hecho necesario un incremento en la demanda mundial en el uso de plaguicidas, paralelo a una mayor población mundial y por ende consumo de alimentos, esta situación ha producido en algunos casos el uso irracional de sustancias químicas en la agricultura (Guzmán-Plazola *et al.* 2016). Los mismos han sido fabricados pensando su tiempo de degradación y movilidad en las plantas para una mayor efectividad, pero también se considera la toxicidad, solubilidad y persistencia, estas tres características aparte de conferirles propiedades propicias para su función de eliminar plagas, afecta fuentes de agua, aire y pueden llegar a ser acumulados en el suelo.

Asimismo, dicha acumulación en suelos, específicamente en sedimentos de los ríos, responde a condiciones propias del tipo de sedimento dado por la cantidad de materia orgánica (MO) y contenido de partículas finas ya sea arcillas o limos que retienen con mayor facilidad contaminantes (Masís *et al.*, 2008). Por otra parte, el riesgo de contaminación ambiental va depender de la manipulación de los plaguicidas, por ende, la posibilidad de contacto de sus componentes tóxicos y cuerpos de agua, suelo o aire (González 2014).

La llegada de la tecnología a los sistemas productivos de café proporcionó tanto aspectos positivos como negativos, como la reducción en la utilización de sombra en los cultivos, la aparición de distintas variedades con mejor producción o adaptadas a condiciones climáticas determinadas, por otro lado, entre los efectos negativos se encuentran el uso intensivo de agroquímicos para el control de plagas y fortalecimiento de la planta. Los principales químicos con efectos conocidos sobre el ambiente tanto directa como indirectamente son los herbicidas, dentro de los cuales destacan Paraquat® y Glisofato®, estos aparte de su toxicidad y peligro para los cuerpos de agua colaboran con la erosión al eliminar por completo las hierbas del suelo, no solamente en las áreas de cultivo de café, por lo cual ésta pérdida de cobertura propicia un mayor lavado de la tierra por precipitaciones (Myrtille & Teun 2003).

Debido a la toxicidad y el peligro de contaminación por el uso indiscriminado de los plaguicidas, diferentes entidades como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la Unión Europea (UE), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de Salud (WHO) han creado estatutos y normativas para regular el uso de agroquímicos, por ejemplo la UE ha propuesto los límites de las concentraciones máximas aceptables para 33 sustancias tóxicas (Molina-Morales *et al.* 2012). Aunque cada país posee una normativa interna para la regulación de plaguicidas, en el caso de Costa Rica se tiene el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua

superficiales y el Reglamento para la Calidad del Agua Potable, los cuales mencionan los niveles admisibles de algunas sustancias en agua.

Por otra parte, el principal problema con los plaguicidas, radica en el mal uso, lo cual aumenta los efectos adversos, esto conlleva no solamente a una mayor carga para el ambiente y la salud humana sino también es un desperdicio económico en la utilización de un recurso como los agroquímicos sin conciencia. En el caso de procesos de sostenibilidad en la producción de café se han utilizado indicadores para medir los resultados de las prácticas implementadas, Myrtille & Teun (2003) mencionan dos indicadores relacionados al uso adecuado de agroquímicos (tanto para fertilizantes como pesticidas y herbicidas), el primero es la cantidad de insumo consumido por fanega de café producido en un periodo de tiempo y el otro, los kilogramos de agroquímico consumido por hectárea de finca sobre un periodo de tiempo en términos de porcentaje recomendado por el Instituto Costarricense de Café (ICAFFE).

Específicamente en la zona de estudio predominan los suelos del orden Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles principalmente en los cantones de Dota, Tarrazú y León Cortés ubicados en la parte media de la subcuenca. Este tipo de suelos presenta una escasa capacidad de retención de agua debido a que poseen texturas desde moderadamente gruesa en la superficie y finas hasta muy finas en el subsuelo, además los Andisoles ubicados en las partes más altas de la cuenca cuentan con una alta permeabilidad (Chinchilla *et al.*, 2011b). Lo anterior puede propiciar condiciones favorables para una mayor infiltración de agroquímicos hasta zonas saturadas y consecuentemente a las fuentes de agua subterránea que abastece el agua potable de la región.

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Subcuenca del río Pirrís, perteneciente a la cuenca del río Parrita (Fig. 1). La cual comprende en su parte media y alta, los cantones de Santa María de Dota, San Marcos de Tarrazú y San Pablo de León Cortés la región conocida como la zona de los Santos, mientras que en la parte baja el cantón de Parrita. Los accesos son la carretera Interamericana Sur con dirección de noroeste a sureste y en el interior existen carreteras asfaltadas (Chinchilla *et al.*, 2011b).



Fig. 1. Mapa de ubicación de la Subcuenca del río Pirris.

La Subcuenca del río Pirris, se encuentra al sur del Valle Central de Costa Rica con las coordenadas $9^{\circ}36'$ y $9^{\circ}43'$ latitud norte y $83^{\circ}51'$ y $84^{\circ}06'$ longitud oeste, posee una extensión de 245 km^2 , específicamente 10 km de ancho y 30 km de largo. Por su ubicación e influencia del pacífico, presenta precipitaciones entre los 1954 y 2233 mm anuales, una temperatura promedio anual de 16.86°C , la humedad relativa de la zona ronda el 85%. En cuanto a la vegetación presente en el lugar, predomina la típica de bosques Montano Bajo y Premontano, con Robles (*Quercus*), gran cantidad de Lauraceas (principalmente *Ocotea*) y especies introducidas como Cipres (*Cupressus*) y Pino (*Pinus*). Además, se encuentran suelos del tipo ultisoles e inceptisoles principalmente. Al mismo tiempo, la mayor parte de la Subcuenca es del tipo bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB) (Chinchilla *et al.*, 2011a).

A lo largo de la subcuenca se encuentran distintos usos del suelo, en términos generales la región exhibe un área importante destinada al cultivo del café, principalmente en la parte media, mientras que en la parte alta se pueden observar pastos, árboles frutales, cultivos varios de hortícolas y floricultura, además se observan actividades de piscicultura y

ecoturismo (Fig. 2). Específicamente de los de los 3100 a los 2500 msnm hay bosques (en su mayoría robledales), potreros arbolados, y producción de carbón, de los 2500 a los 1700 msnm se puede encontrar potreros, manzana, aguacate, ciruela, mora y algunas plantaciones de café, mientras que de los 1700 a los 1075 msnm predomina el cultivo de café en los cantones de Dota, Tarrazú y León Cortés (Chinchilla *et al.*, 2011b).

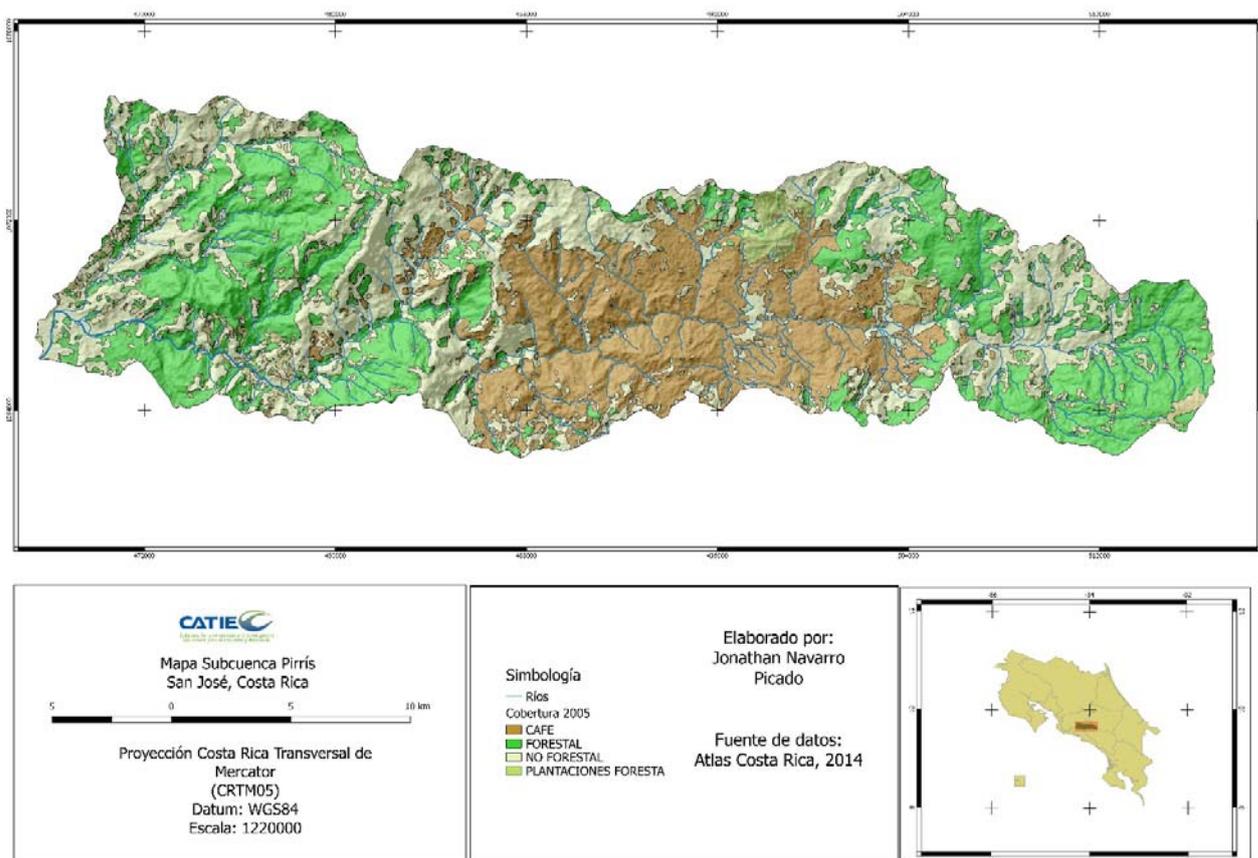


Fig. 2. Uso de la tierra en la Subcuenca del río Parrita.

4.2. Diseño metodológico

Para el desarrollo del proyecto se realizaron tres etapas con el fin de recopilar, analizar y presentar la información pertinente sobre los conflictos generados por el uso de insumos del café.

La primera parte consistió en la aplicación de 45 entrevistas semiestructuradas distribuidas en 10 microcuencas, basado en algunas de las comunidades centrales con las que trabajó Meléndez (2009) durante el desarrollo del plan de manejo de la Subcuenca del río Pirrís y para lo cual se enfocaron en microcuencas. Debido a que la intención de este estudio es analizar la influencia del café, se consideraron las comunidades de la parte alta y media de

la Cuenca, lugares donde se desarrolla el café como actividad económica por su altitud (Cuadro 1) y (Fig. 3). En las entrevistas se trataron temas sobre la frecuencia de aplicación de agroquímicos, preocupaciones acerca de los conflictos generados por el uso de insumos del café y conocimiento sobre el riesgo del uso inadecuado. Para ello, se tomaron en cuenta agricultores, líderes comunales, integrantes de ASADAS y pobladores (as) en general para la realización de las entrevistas (Anexo 1).

Cuadro 1. Algunas de las microcuencas de la Subcuenca del río Pirrís y sus respectivas comunidades.

Microcu enca	Comunidades
1	Río Blanco, La Trinidad, Salsipuedes (Cima)
2	Copey
3	La Cima, Cañón, Paso Macho
4	La Pastora, Llano de la Piedra, Guadalupe
5	Santa María
6	Santa Marta, San Lorenzo, San Cayetano, San Guillermo, La Sabana, El Salado
7	El Rodeo, San Pedro, Canet, Cedral, El Jardín, San Marcos
8	San Pablo, Carrizal
9	San Francisco, Santa Rosa, Concepción, San Isidro, Llano Bonito, San Rafael Abajo, La Trinidad, San Luis, Santa Juana
10	Los Ángeles, San Gabriel, Zapotal, bajo San José, Quebrada Seca, San Jerónimo, San Carlos, Alto San Juan, La Esperanza

Tomado de: Meléndez (2009).

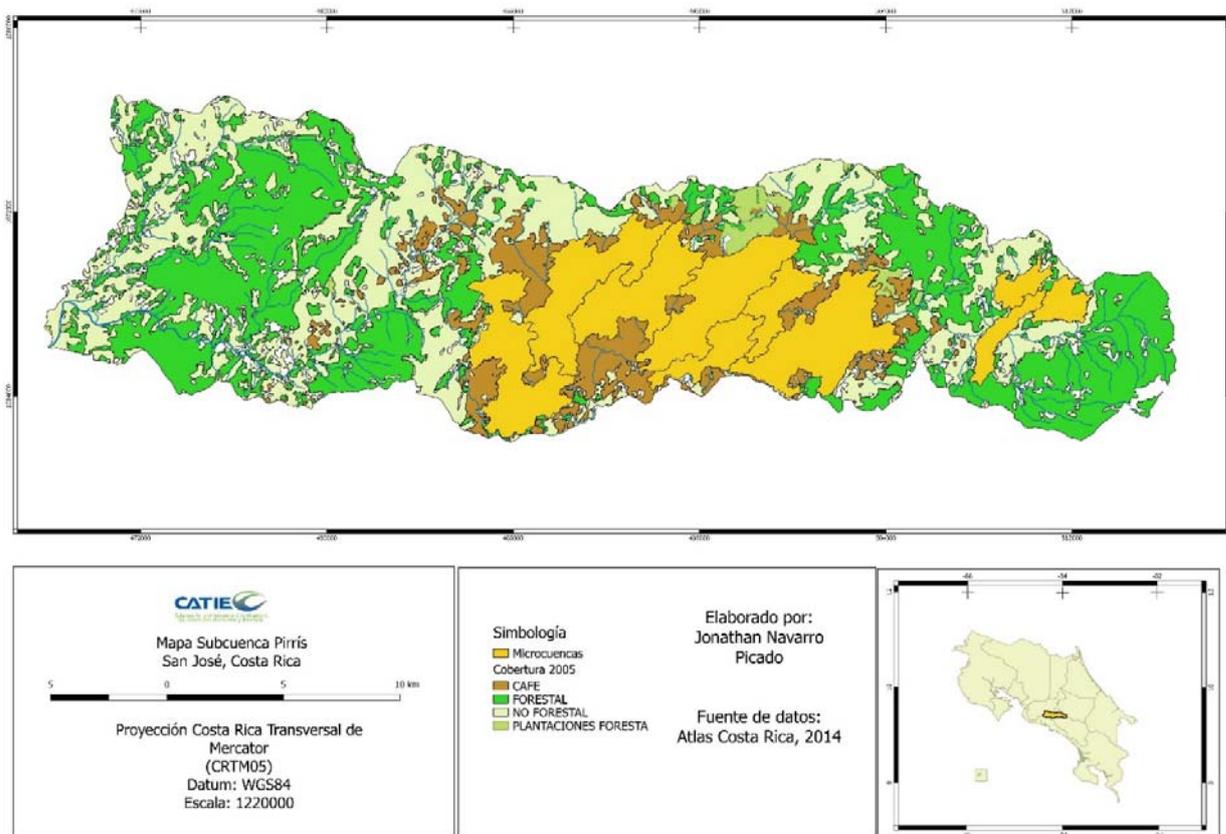


Fig. 3. Microcuencas seleccionadas para el análisis de insumos del café en la Subcuenca del río Pirris, 2016.

Por otra parte, se recopiló información disponible del ICE sobre algunos efectos del cultivo de café sobre el recurso hídrico. Los datos proporcionados consistieron en calidad de agua, análisis bioquímicos, análisis biológicos con macroinvertebrados y una caracterización de los suelos de la región.

La segunda etapa se basó principalmente en el análisis de los datos ambientales sobre la influencia de los agroquímicos sobre los recursos naturales de la Subcuenca del río Pirris. Además, se relacionaron los resultados ambientales con los lineamientos para calidad de aguas superficiales y potables según la legislación costarricense.

Al final del proyecto, con la ayuda de las ASADAS de San Lorenzo de Tarrazú, San Isidro de León Cortés y Santa Cecilia de Tarrazú, se realizaron talleres para trabajar en conjunto con las comunidades, esto para aprovechar el conocimiento que manejan los mismos pobladores integrantes de ASADAS así como caficultores y público en general.

Para el desarrollo de los talleres se comenzó con la presentación de los resultados determinados en el análisis de datos de los datos ambientales y las entrevistas en una presentación de aproximadamente 30 minutos. Luego se preguntaba sobre las causas de las malas prácticas en el uso de agroquímicos, cuales son las prácticas inadecuadas que los

productores cometen constantemente y por último el planteamiento de soluciones. De lo anterior se obtuvo una lista de buenas prácticas ambientales y soluciones que se aplican en el manejo de agroquímicos actualmente o que se desean implementar en el futuro para reducir los conflictos que puedan generar los insumos del café. Durante el proceso de producción de ideas el trabajo del estudiante fue de coordinación, acompañamiento y aporte de ideas.

4.3. Análisis de datos

La información recolectada se abordó por medio de la técnica de triangulación entre la información documental brindada por el ICE como datos de calidad del agua y análisis de aguas por parte de las ASADAS, luego las entrevistas realizadas a los pobladores de la Subcuenca del río Pirrís y por último las opiniones que surgieron de los talleres realizados con las ASADAS (Fig. 4).

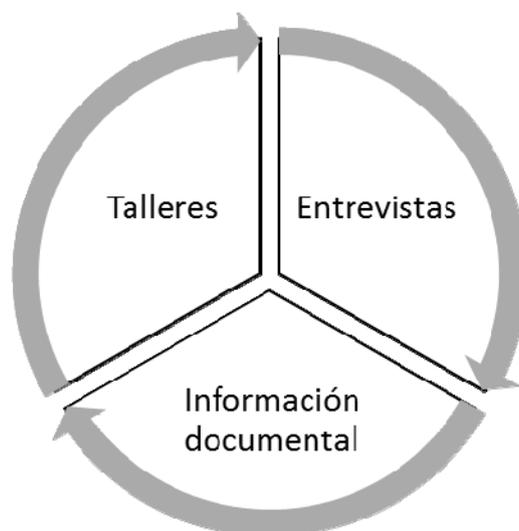


Fig. 4. Triangulación de la información recopilada.

Para el análisis de los datos recolectados en las entrevistas se generaron gráficos de frecuencia, de porcentajes e histogramas. Además, se realizaron gráficos de dispersión relacionando el uso de insumos y la producción de café. Todo lo anterior, mediante el software R versión 3.3.0.

Por otra parte, en el caso de los análisis ambientales se contó con tres mediciones de calidad de agua por año en distintos puntos, con lo que se realizaron comparaciones de los promedios de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Acidez (Ph) y Solidos Suspendidos Totales (SST) para los años 2014 y 2015 entre cuatro sitios dentro de la cuenca del río Pirrís. También se compararon datos de fosfatos, nitratos y nitrógeno amoniacal para siete puntos a distintas altitudes a lo largo de la cuenca

para el año 2015 (Cuadro 2). Las comparaciones anteriores se realizaron con el software R versión 3.3.0.

Cuadro 2. Sitios muestreados para los análisis químicos de aguas superficiales y sus altitudes a lo largo de la Subcuenca del río Pirrís, 2015.

Sitios muestreados	Altitud (msnm)
Copey	1905
Estación El Salado	1431
Desfogue Casa Maquinas	429
Parritón	115
Río Tiquires	96
Quebrada Surubres	41
Río Parrita	40

Para los sitios también se calculó la calidad Físico-química del agua, por medio de la metodología del sistema holandés de valoración descrita en el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de Costa Rica. Para ello se utilizaron datos de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno amoniacal y Oxígeno disuelto.

Además, se compararon datos de metales pesados, entre ellos; plomo, cromo, estaño y aluminio para tres sitios en la Subcuenca. Sumado a ello, datos para la verificación directa de la presencia de plaguicidas en el embalse como los carbmatos, organofosforados y organoclorados.

Los datos obtenidos a partir de los talleres se utilizaron en la generación de un cuadro con malas prácticas en el uso de insumos del café por parte de los caficultores y las soluciones ante dichas problemáticas.

5. RESULTADOS.

5.1. Entrevistas

El proceso de entrevistas y la información recolectada es de gran valor, debido a la variedad de edades entre los entrevistados, aunque la mayor cantidad se presentó entre los 50 y 60 años, lo cual influye en un criterio formado a lo largo de toda una vida relacionada a la producción o trabajo en el café (Fig. 5). Por lo que se refiere al sexo de los entrevistados, un 22% eran mujeres y 78% hombres, esto debido a que las mujeres se niegan a opinar sobre temas del café y relegan la responsabilidad a los hombres en el círculo familiar.

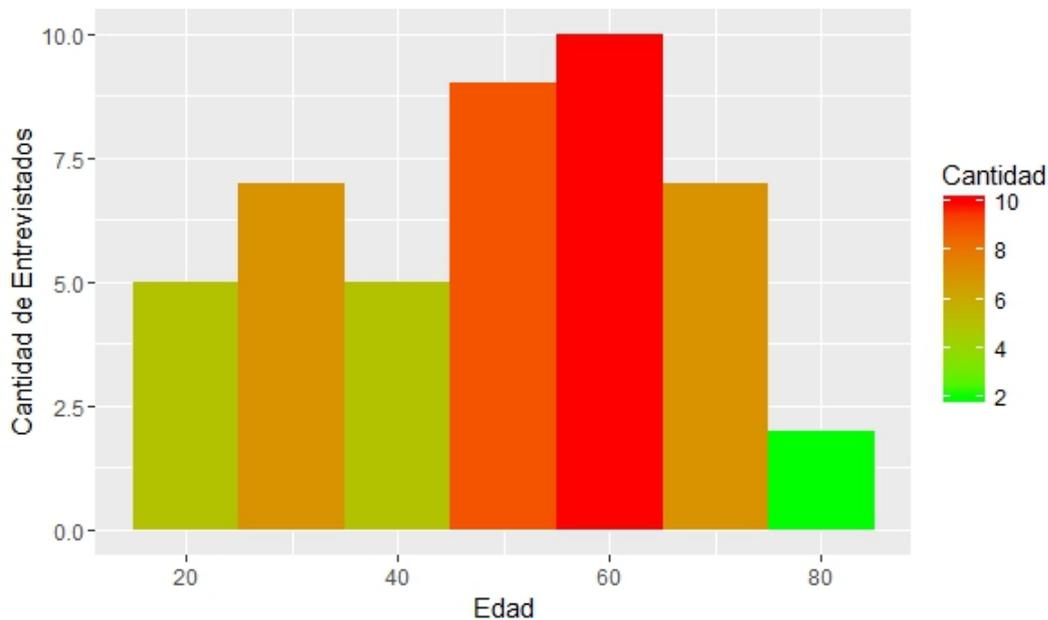


Fig. 5. Cantidad de entrevistados por edad en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Otro punto importante a tomar en cuenta fue la escolaridad de la muestra utilizada, con más de la mitad de las personas solamente con primaria completa (51%), seguido por las personas con primaria incompleta (15%) y secundaria completa (13%) (Fig.6). Lo anterior coincide con las edades de los entrevistados ya que, personas entre los 50 y 60 años no tuvieron la posibilidad de continuar los estudios luego de la primaria y se dedicaron casi toda su vida a la agricultura.

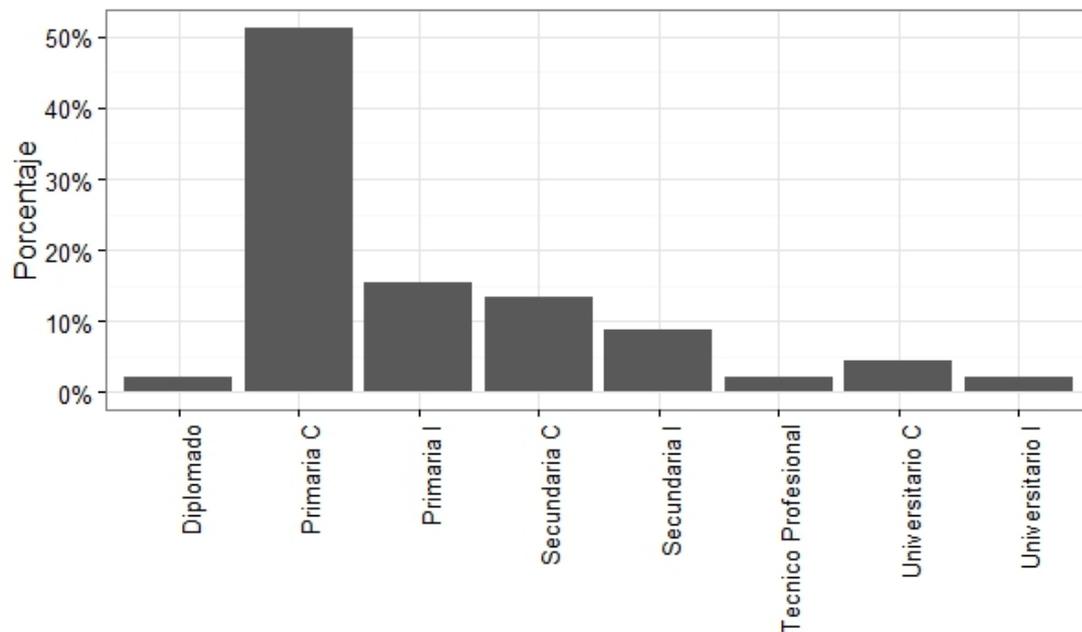


Fig. 6. Escolaridad de entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

También se contó con la opinión de personas que no poseen café ni están relacionados directamente al cultivo, las cuales representan el 40% de los entrevistados y el restante 60% si tienen o trabajan en café. Con ello, se extrajo información relacionada a las prácticas de uso y aplicación de plaguicidas en la región y aquellos que no poseían café aportaban en preguntas de criterio personal. Por ejemplo, en lo que se refiere al uso de herbicidas, un 48% usa ambos métodos, la remoción manual de las hierbas la realiza un 37% de los cafetaleros, mientras que un 15% las elimina solamente con el uso de agroquímicos.

En cuanto el uso de fertilizantes, las prácticas varían, tenemos un 22% de los caficultores que utiliza siete sacos por manzana cada vez que aplican este tipo de agroquímicos, muy cercano están quienes aplican ocho sacos por manzana con un 19% y un 15% aplica 10 sacos por manzana (Fig. 7).

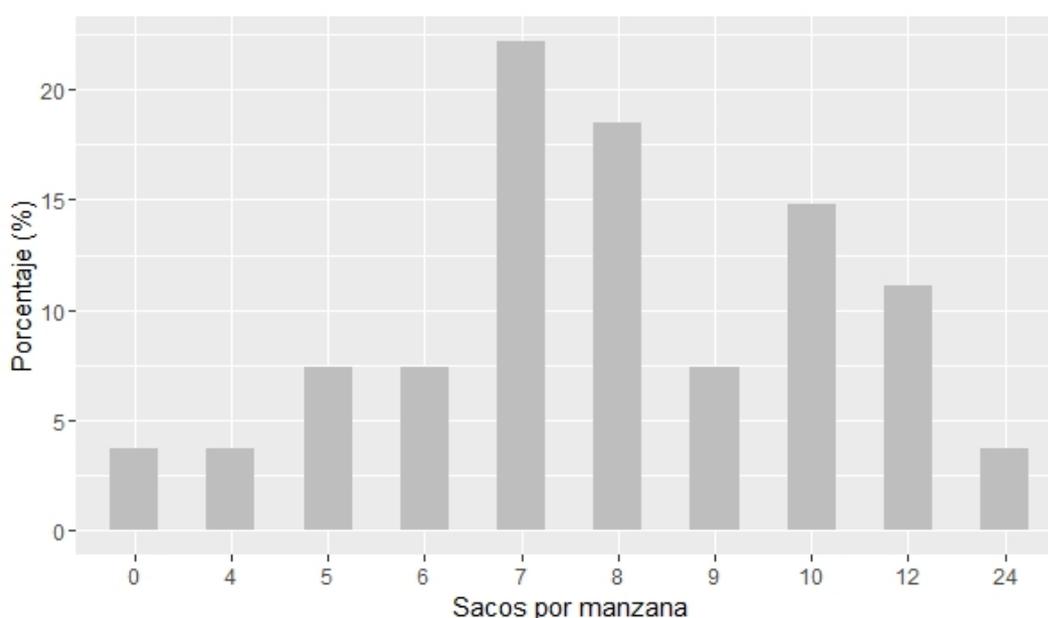


Fig. 7. Aplicación de fertilizantes por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Asimismo, al comparar el uso de fertilizantes con la producción de café por manzana se observa que las mayores producciones se producen cerca de los 10 sacos por manzana, lo cual nos indica que menos de esta medida no produce la suficiente cantidad de café y valores por encima de los 10 sacos tampoco aumenta la producción (Fig. 8).

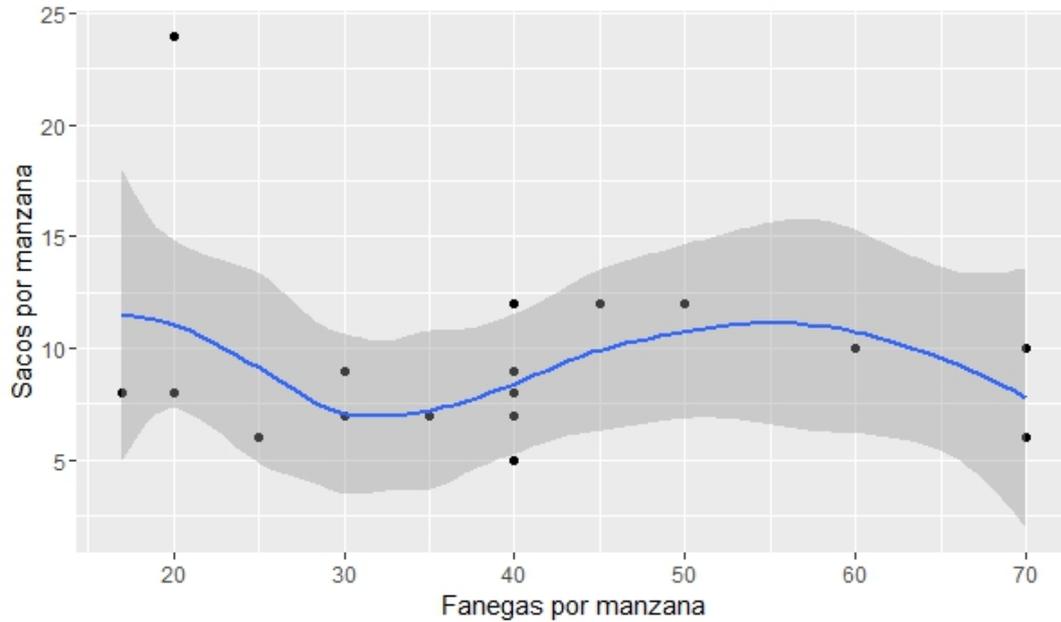


Fig. 8. Relación entre la cantidad de fertilizantes y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Para la aplicación de fumigaciones se observó una fuerte tendencia al uso tres veces al año con un 41% de los trabajadores en el cultivo de café, seguido por un 22% de los que aplican cuatro veces al año (Fig. 9).

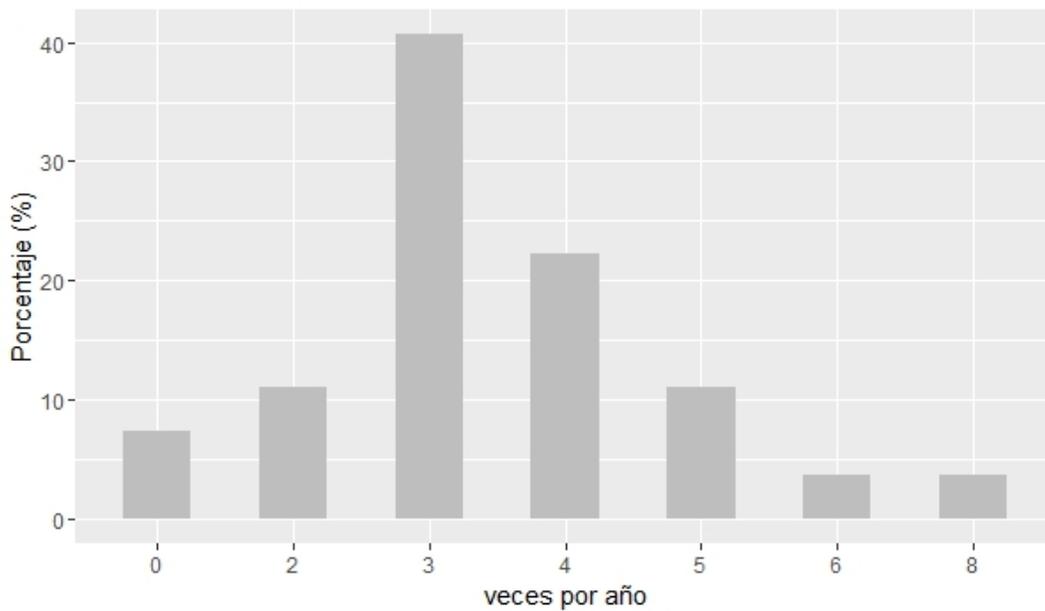


Fig. 9. Aplicación de fumigaciones al año por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

De la relación entre cantidad de fumigaciones y producción podemos rescatar el hecho de que las mejores producciones rondan las tres o cuatro aplicaciones al año y valores más allá de las 40 fanegas presentan un mayor error estándar debido a la cantidad de muestra en esos valores (Fig. 10).

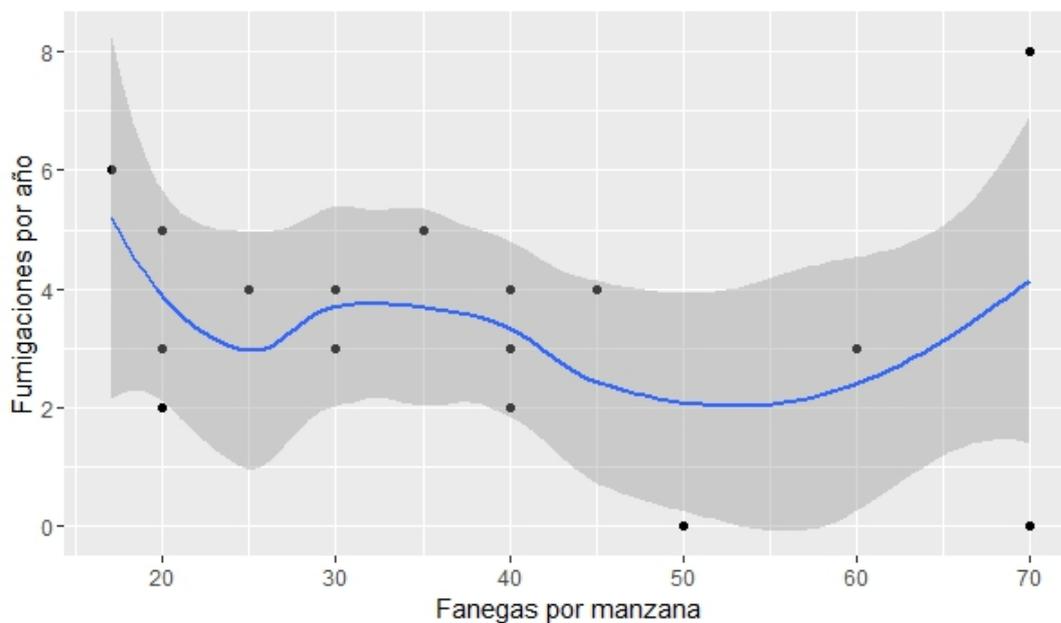


Fig. 10. Relación entre la cantidad de fumigaciones por año y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Los datos obtenidos sobre el uso de insecticidas mostraron que un 37% los aplica una vez al año, por otra parte un 22% los utiliza tres veces al año y un 19% dos veces, por lo que es más común el uso de insecticidas solamente en una ocasión (Fig. 11).

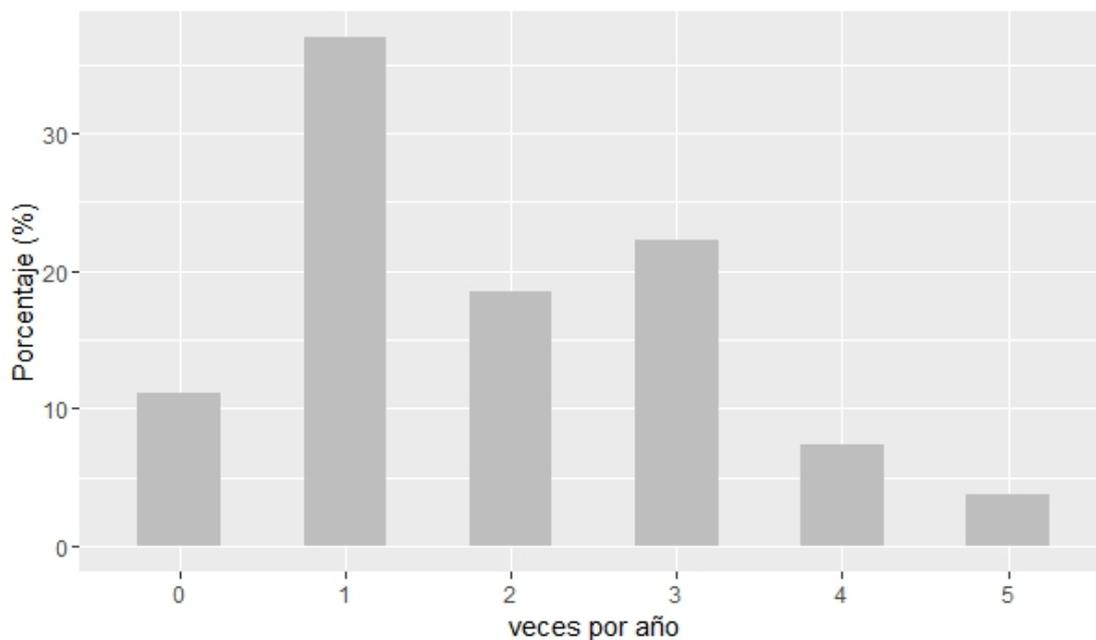


Fig. 11. Aplicación de insecticidas al año por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

El uso de insecticidas produce una mejor producción con al menos dos aplicaciones al año puesto que, con valores mayores se obtuvo una menor cantidad de fanegas por manzana y de las 40 fanegas por manzana en adelante es común observar la aplicación dos veces al año (Fig.12).

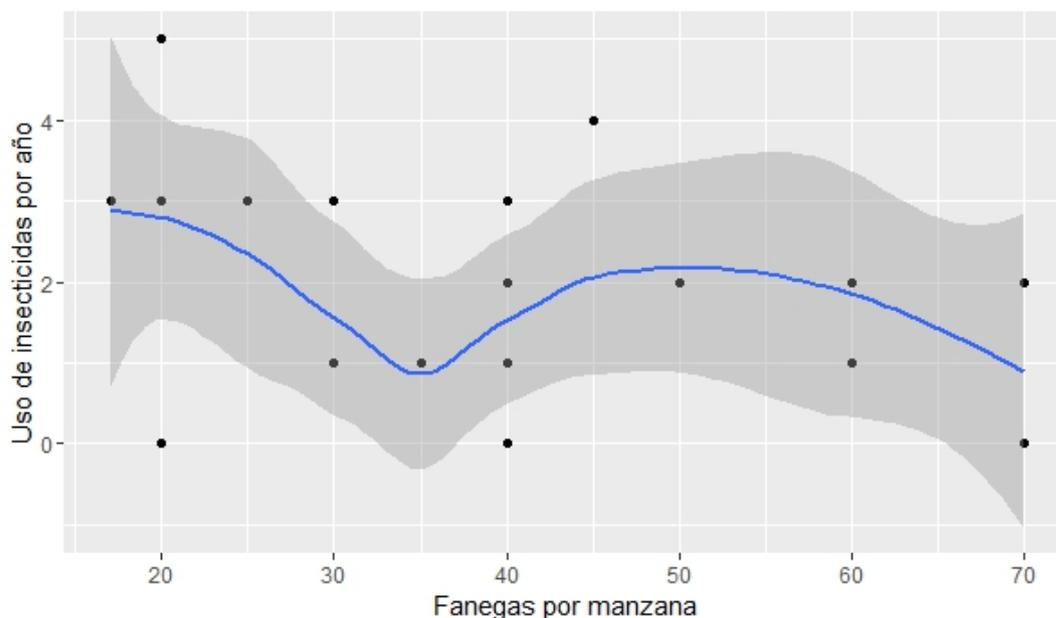


Fig. 12. Relación entre la cantidad de Insecticidas por año y la producción de café con su error estándar para la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

En términos generales, la mayoría de los cafetaleros produce aproximadamente 40 fanegas por manzana (23%), aunque la misma no representa un grupo predominante ya que, un 18% de los productores produce 30 fanegas y el 14% tiene producciones de 20 fanegas (Fig. 13). Por otra parte, cerca de la mitad de los agricultores (52%) se encuentra bajo algún sistema de certificación, siendo los más comunes “Starbucks” y “Rain Forest Alliance”.

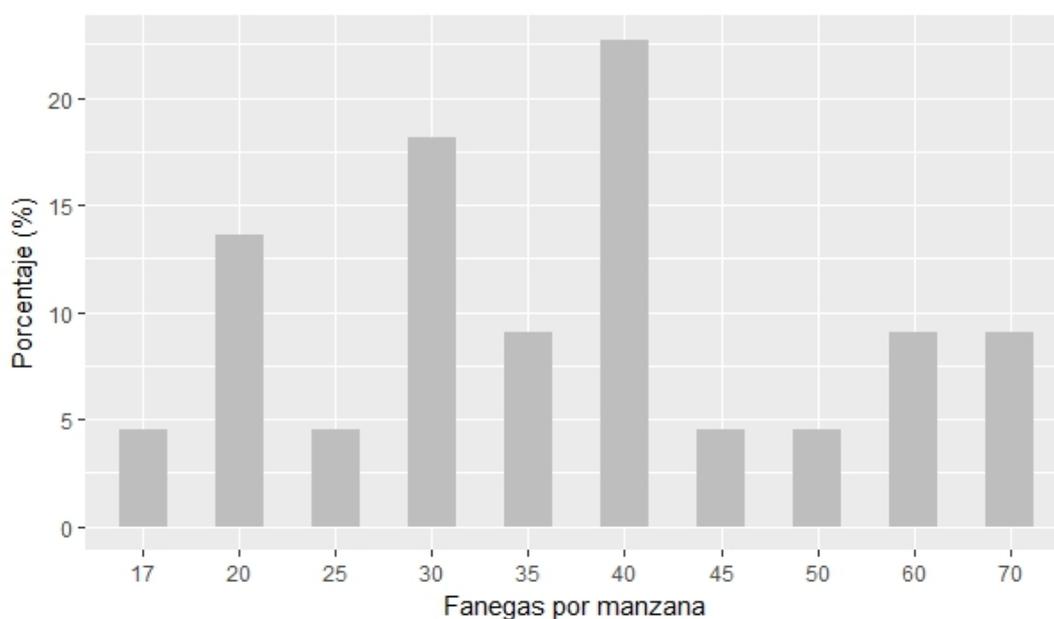


Fig. 13. Producción de café por parte de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

La opinión de los entrevistados en lo que respecta a los conflictos que generan los agroquímicos nos indica que un 36% piensa que el principal efecto es sobre la salud humana en general, seguido de problemas por toxicidad con un 22%, este último en términos de capacidad de dañar suelos, plantas, animales y el mismo ser humano debido a la composición de los plaguicidas utilizados (Fig. 14).

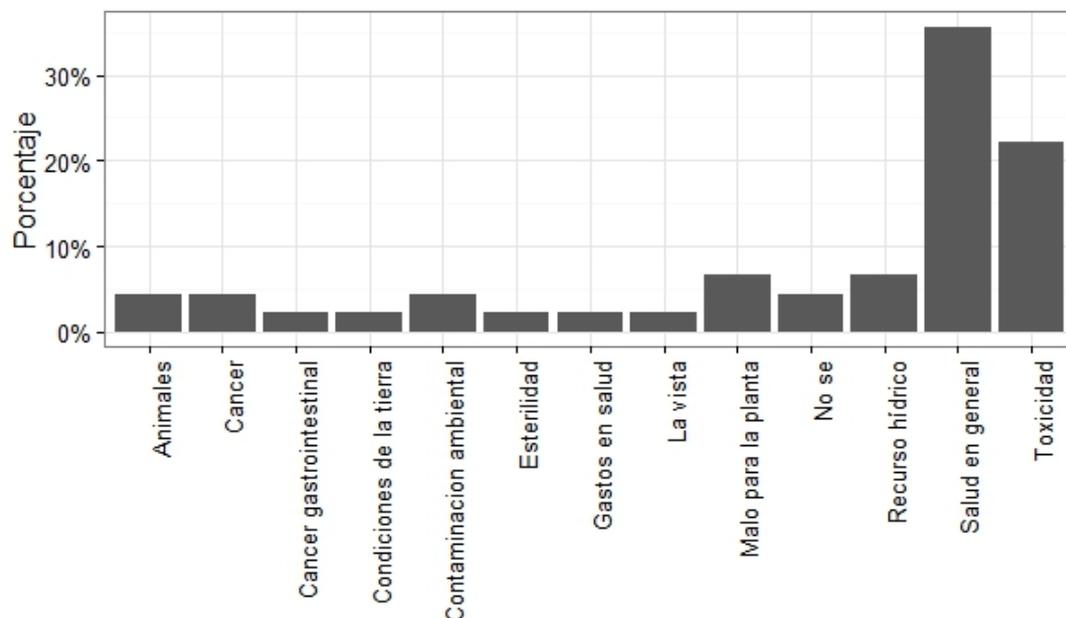


Fig. 14. Opinión de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís sobre los principales conflictos causados por los insumos del café en el 2016.

De igual manera, el 85% de los entrevistados ha presentado algún problema de salud relacionado al uso de insumos de café o bien así lo piensan. De estos, la mayoría (42%) ha tenido algún tipo de intoxicación, los demás problemas se relacionan con problemas respiratorios, vista o dolores de cabeza (Fig. 15).

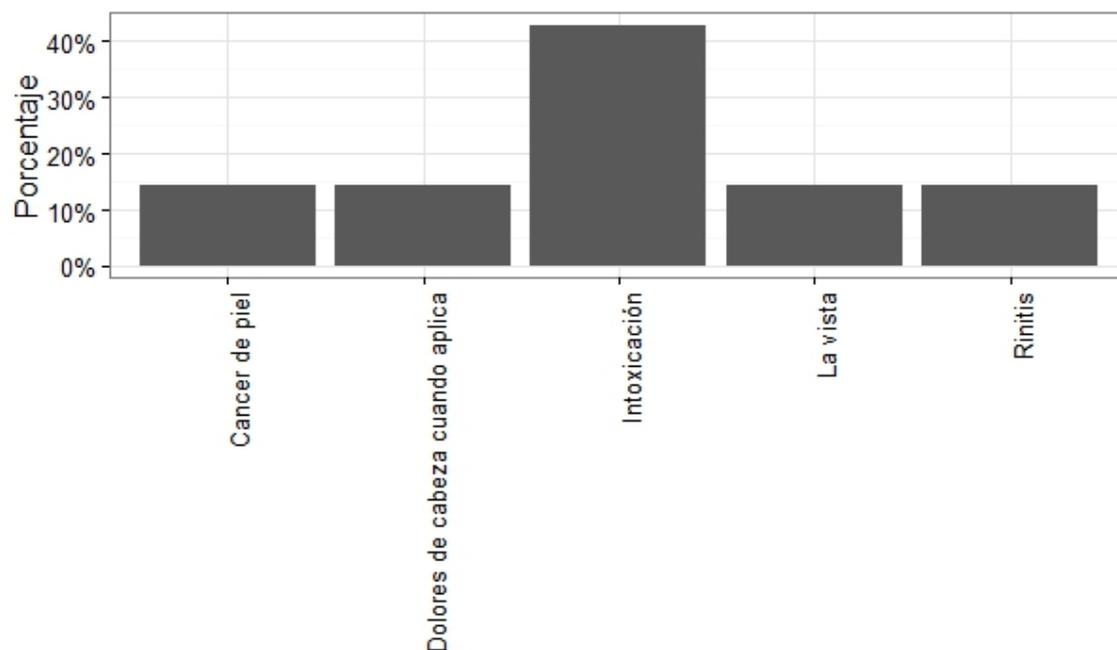


Fig. 15. Problemas de salud que han presentado algunos de los entrevistados en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Es importante destacar que, pese a la constante aplicación de agroquímicos a lo largo de la cuenca, un 91% de los entrevistados dice ser consiente de los riesgos y peligros del uso desmedido de los mismos. Igualmente, un 82% de la muestra considera que el río Pirrís se encuentra afectado por los efectos de los insumos del café. Por último, de todas las personas entrevistadas un 56% ha recibido algún tipo de información sobre los alcances de los agroquímicos y el uso adecuado.

5.2. Datos ambientales

Los datos recolectados por el ICE en cuanto a la influencia de los beneficios mostraron mayores valores de DBO en el punto Quebrada San Rafael para el año 2014, mientras que para el 2015 los datos más altos se presentaron en El Salado (Fig. 16).

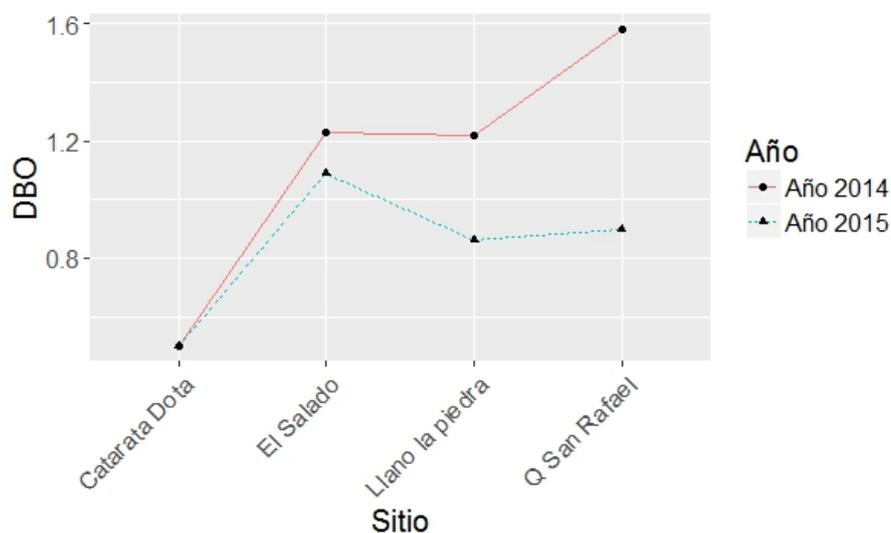


Fig. 16. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.

Con los datos de Demanda Química de Oxígeno es interesante observar los mayores valores para el punto Catarata de Dota en el año 2015, la cual no tiene ningún beneficio aguas arriba. No obstante, un año antes la Quebrada San Rafael presentaba la mayor DQO, lo cual coincide con la DBO observada para el 2014 (Fig. 17).

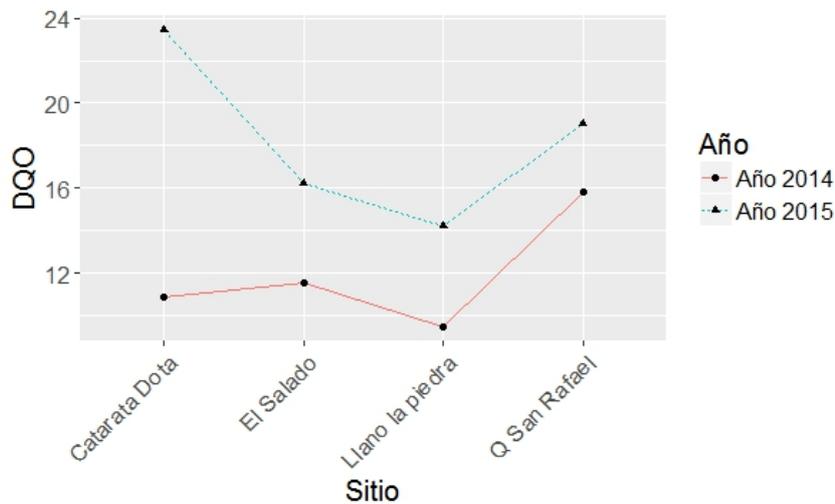


Fig. 17. Demanda Química de Oxígeno (DQO) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.

Considerando los datos de acidez, se observó la misma tendencia en ambos años, la Quebrada San Rafael fue la que se encontraba más afectada por materia orgánica o sustancias que varían la composición del río. Por lo contrario, El Salado mostró aguas más básicas, incluso menor Ph que Catarata de Dota (Fig. 18).

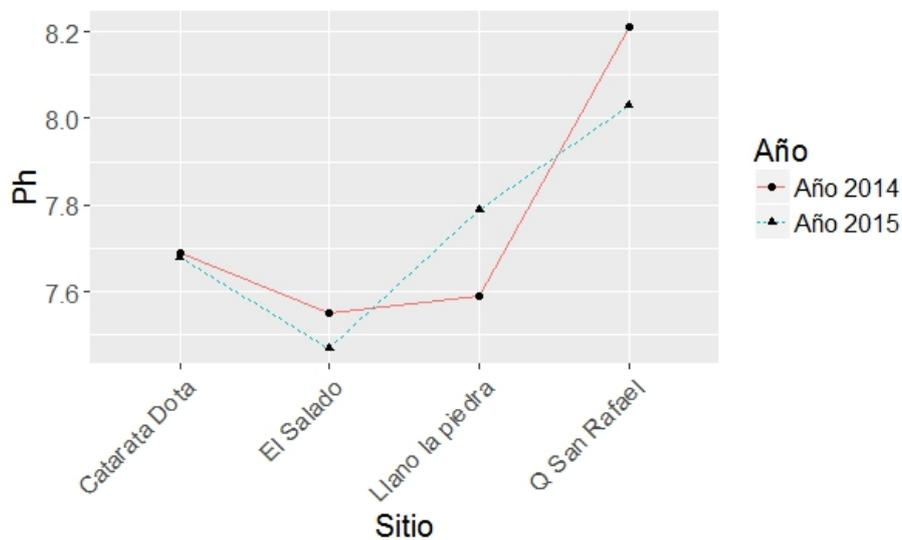


Fig. 18. Acidez (Ph) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirrís para los años 2014 y 2015.

En cuanto a los sólidos suspendidos totales es clara la predominancia de la Quebrada San Rafael. Lo anterior refuerza lo observado para DBO, DQO y Ph; lo cual muestra algún agente externo influyendo sobre este río, que se encuentra aguas debajo del beneficio en Llano Bonito (Fig. 19).

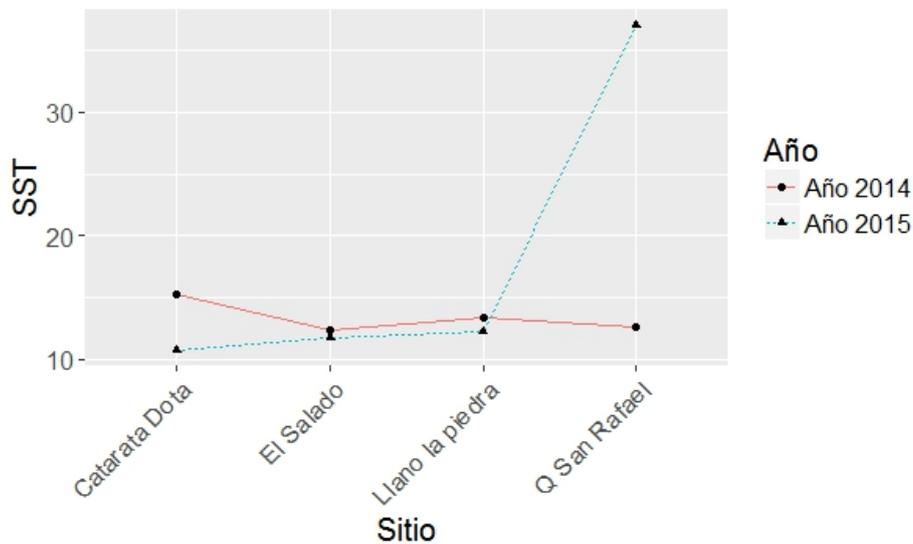


Fig. 18. Solidos Suspending Totales (SST) en cuatro sitios de la Subcuenca del río Pirris para los años 2014 y 2015.

Luego tenemos los datos de residuos químicos en aguas superficiales para siete sitios a lo largo de la Subcuenca del río Pirris. En lo que respecta a los fosfatos se observó el punto río Parrita como el lugar con valores mayores de fosfatos, al mismo tiempo que presenta la mayor variación entre los datos (Fig. 19).

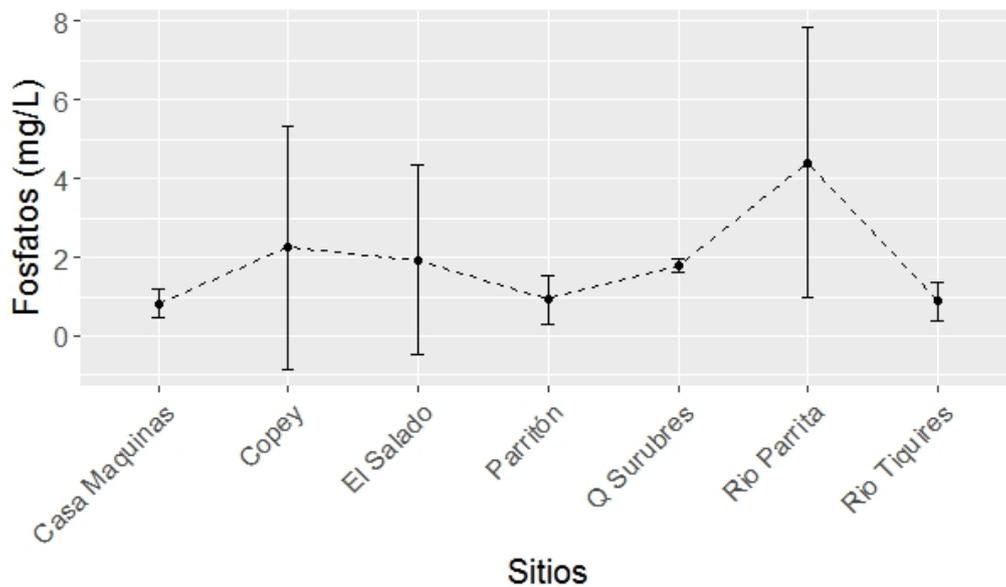


Fig. 19. Fosfatos para siete sitios en la Subcuenca del río Pirris para el 2015.

Los datos de nitratos muestran una mayor similitud entre los valores, aunque Parritón y río Parrita destacan con mayor cantidad de nitratos en sus aguas. Por lo contrario, Copey y río Tiquires presentan una menor presencia de nitratos (Fig. 20).

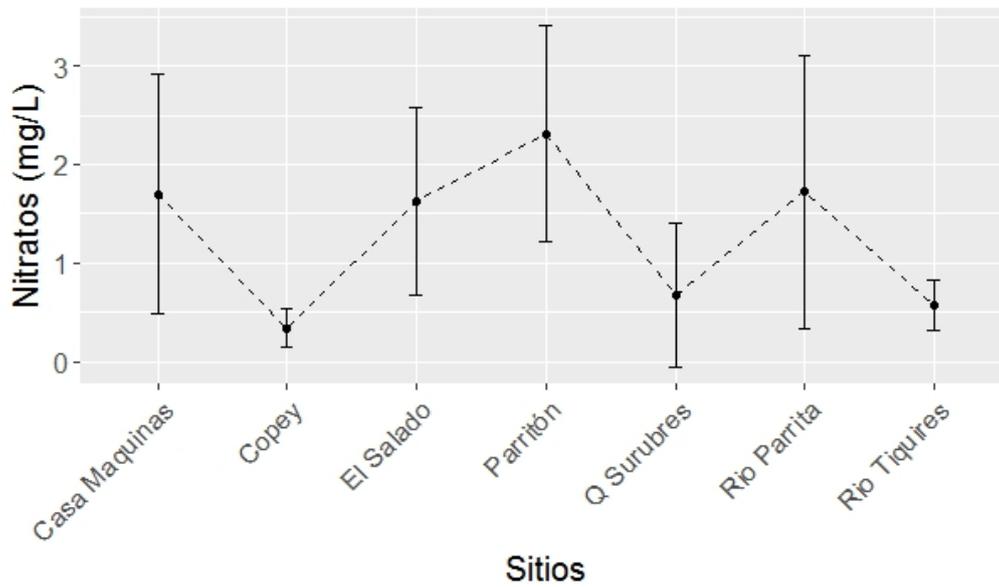


Fig. 20. Nitratos para siete sitios en la Subcuenca del río Pirris para el 2015.

Por último, se observa los valores más altos de nitrógeno amoniacal en Copey y Quebrada Surubres. Es importante destacar el caso de Copey ya que es el punto más alto de todos y con menor influencia de cultivos de café (Fig. 21).

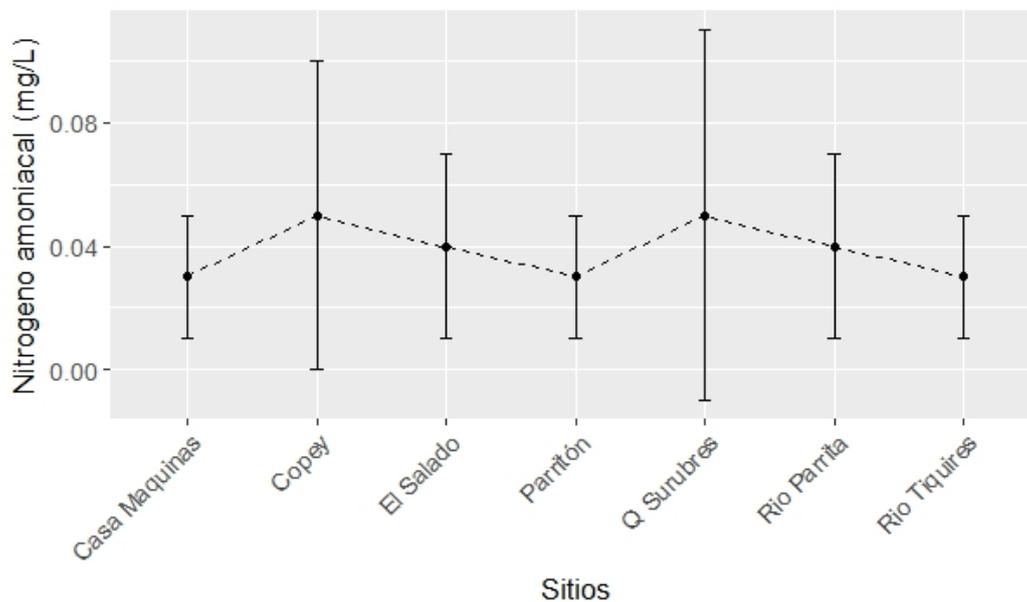


Fig. 21. Nitrógeno amoniacal para siete sitios en la Subcuenca del río Pirris para el 2015.

De acuerdo al Índice Holandés el sitio de mayor atención es la Quebrada Surubres con la categoría verde para dos muestreos, abril y junio, mientras que el río Parrita y Casa Maquinas presentan esta categoría solamente en junio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de calidad de agua de acuerdo al Índice Holandés en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.

Fecha/Sitio	Río Copey	Estación El Salado	Parritón	Río Parrita	Río Tiquires	Quebrada Surubres	Desfogue Casa Maquinas
Abril 2015	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Verde	Azul
Junio 2015	Azul	Azul	Azul	Verde	Azul	Verde	Verde
Noviembre 2015	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul

Con respecto a la presencia de metales pesados, el mes de marzo presentó los mayores valores de aluminio en marzo para todos los sitios, el plomo se encontró con mayores valores en la cola del embalse, mientras que las trazas de estaño muestra una gran diferencia en el mes de marzo y por último el cromo presentó valores menores a 0.05 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Metales pesados para tres sitios en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.

Metal/Fecha	Sitio Presa			Quebrada San Rafael			Cola de Embalse		
	Marzo 2015	Junio 2015	Noviembre 2015	Marzo 2015	Junio 2015	Noviembre 2015	Marzo 2015	Junio 2015	Noviembre 2015
Aluminio (mg/L)	<1.22	<0.2	<0.41	<1.22	<0.2	<0.41	<1.22	<0.2	<0.41
Plomo (mg/L)	0.13	<0.4	<0.08	0.11	<0.4	<0.08	0.20	<0.4	<0.08
Estaño (mg/L)	<0.74	<1.8	0.25	<0.74	<1.8	0.33	<0.74	<1.8	0.43
Cromo (mg/L)	<0.05	<0.01	<0.04	<0.05	<0.01	<0.04	<0.05	<0.01	<0.04

Es importante destacar la no detección de plaguicidas durante mediciones de febrero y junio de 2015, esto para la zona del embalse del río Pirrís. Lo anterior es alentador debido a que los carbamatos, organoclorados y organofosforados son indicativos directos de la presencia de agroquímicos por tanto se puede decir que no existe presencia directa de plaguicidas en aguas superficiales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Plaguicidas para tres sitios en la Subcuenca del río Pirrís, 2015.

Análisis	Unidades	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Sumatoria de Carbamatos	mg/Kg	nd	nd	nd
Sumatoria de Organoclorados	mg/Kg	nd	nd	nd
Sumatoria de Organofosforados	mg/Kg	nd	nd	nd

Al comparar algunas de las variables para aguas superficiales con los datos proporcionados por la ASADA de San Lorenzo de Tarrazú para el agua potable, se encuentra que los fosfatos no son detectables, los nitratos están presentes cerca de los 16,69 mg/L aunque siempre bajo el valor recomendado por el Decreto de calidad de agua potable, mientras que el grado de acidez esta balanceado con un 7.63 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Calidad de agua de dos nacientes en San Lorenzo de Tarrazú, 2016.

Parametro/Naciente	Naciente Los Panchos	Naciente Don Chepe
Fosfatos (mg/L)	N.D.	N.D.
Nitratos (mg/L)	16.69	8.27
Ph	7.63	7.63
Aluminio (µg/L)	10.6	10.6
Calcio (mg/L)	42.7	16.1
Cloruros (mg/L)	2.05	1.44
Magnesio (mg/L)	3.9	6.9
Hierro (µg/L)	5.3	12.0
Sodio (mg/L)	4.6	6.8

5.3. Talleres

Los talleres fueron una parte muy enriquecedora de todo el proceso, lo más rescatable es observar que en cada comunidad existe un grupo interesado que se preocupa tanto por el desarrollo de la región como de las problemáticas ambientales y humanas que perjudican a la población, aunque la mayoría simplemente deja pasar estos temas. Por tanto, uno de las causas y malas prácticas planteadas por los participantes están relacionadas a una mala cultura de los caficultores en temas ambientales y falta de interés en cambiar su modo de actuar o educarse en temas ambientales. Por otra parte, el tema de las clases sociales es un aspecto que influye bastante en el comportamiento de los caficultores individual y conjuntamente, los agricultores actúan de acuerdo a su solvencia económica y necesidades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Lista de Causas, malas prácticas y soluciones a los conflictos generados por el mal uso de insumos del café en la Subcuenca del río Pirrís, 2016.

Causas	Malas prácticas	Soluciones
Económicas y sociales		
El factor económico es influyente ya que entre más solvencia tenga un productor más posibilidad de comprar agroquímicos, además si las plantas se ven afectadas con el tiempo tienen la capacidad de sustituir toda la siembra.	Botar los recipientes de los agroquímicos en cafetales o ríos en las cercanías. Relacionado a ello, está el lavado de los mismos en quebradas con lo cual se da el acarreo de contaminantes en aguas superficiales. Además, no se da el debido reciclaje a los envases ya que los mismos tienen un trato especial y algunos lo desconocen.	Mantener sombra para contrarrestar plagas de manera natural y así reducir el uso de agroquímicos.
Los productos orgánicos poseen un mayor valor económico por lo que los productores optan por comprar productos meramente químicos.	Se sobrecarga del suelo con químicos lo cual afecta tanto la producción como la calidad de aguas y suelos.	Disminuir el uso de químicos y alternar con productos orgánicos
Las diferencias entre clases sociales es marcada, por lo cual la clase alta tiene una mayor posibilidad de gastar dinero en agroquímicos y le interesa solamente producir cada vez más a toda costa, mientras que la clase baja o con pocos recursos tiene y conoce pocas alternativas para trabajar las plagas, consecuentemente la clase media es la única que se preocupa por la situación.	La aplicación de herbicidas es desmedida con el fin de erradicar por completo las hierbas de los cafetales y se recurre solamente a los medios químicos para realizarlo.	Mantener terrazas en los cafetales como práctica periódica.
La falta de recursos afecta la adecuada asistencia a los cafetales. Esto porque los ingresos de algunas familias no dan para invertir en café.	Tanto la venta de productos prohibidos por la legislación costarricense como la aplicación de los llamados productos de etiqueta roja.	Mantener cercas vivas y el uso de otras plantas de sombra para desviar el ataque de plagas al café.
	No se respetan áreas de protección para la	Respetar nacientes las áreas

Cultural y educación	siembre de café, por la continua búsqueda de producir más.	de protección de las nacientes al momento de siembra de café.
Durante años se le ha prestado poca atención al tema de riesgos por plaguicidas y se pasan las mismas costumbres de generación en generación.		
La población presenta una resistencia al cambio, debido a que están en una zona de confort y dicha comodidad no permite adoptar nuevas prácticas.	Falta de interés sobre la peligrosidad de agroquímicos y manejo adecuado del agua.	Ampliar áreas de recarga acuífera y la adquisición de propiedades por parte de ASADAS para la cosecha de agua.
Falta de interés por parte de los productores en asistir a las distintas capacitaciones.	Se aplican agroquímicos sin el uso de protección por parte de los trabajadores.	Siembra de árboles en áreas de recarga acuífera.
Falta de conciencia ya que los agricultores conocen los riesgos, pero aun así continúan con malas prácticas.	Se aplican agroquímicos sin análisis de suelos previos, por lo cual se gasta dinero demás y se cargan los suelos de plaguicidas sin necesidad.	Realizar análisis físico-químicos periódicamente tanto en aguas superficiales como subterráneas.
Educación de los productores en temas ambientales, salud y uso adecuado de agroquímicos.	Se aplican dosis alteradas de herbicidas o se mezclan lo cual aumenta su toxicidad.	Informar y educar a la población sobre buenas prácticas ambientales en el café.
Falta de asesoría por parte de expertos en temas agronómicos y ambientales, no tanto sobre productos o para una mejor producción si no también peligros y buen uso de agroquímicos.	La falta de terrazas en cafetales para evitar la erosión y por tanto el lavado de químicos hacia los cuerpos de agua.	Educar sobre reciclaje ya que los productores desconocen qué hacer con los envases de agroquímicos.
	Falta de desagües en cafetales para evitar erosión.	Campañas de información pública como carteles y

Ambiental		volantes en alternativa a la falta de asistencia a charlas o talleres
La zona de los santos posee suelos muy erosionados por lo que muchos de lo que se aplica al café se lava o termina en los ríos.	Un hecho que agrava la situación es el desecho de basura en ríos, suelo y la comunidad en general.	Darle un valor agregado al café por medio de producción artesanal o beneficios familiares para eliminar intermediarios.
		Inculcar la cultura del uso de equipo de protección en nuevas generaciones y personas cercanas.
		Educación en la parte de salud humana y riesgos por agroquímicos.
		Entregar los envases de agroquímicos a las empresas proveedoras.
		Controlar hierbas manualmente.
		Realizar análisis de suelo para aplicar agroquímicos de manera sensata.
		Aprovechar las hierbas extraídas y usarlas como fertilizante.

		Mezclar plaguicidas orgánicos con agroquímicos para potenciar los efectos.
		Chequeo médico constante por parte de los caficultores.
		Educación sobre aprovechamiento de desechos de animales como método de disminución del uso de agroquímicos.

6. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA, ALCANCES Y LIMITACIONES.

Todo el proceso de recolecta de información, análisis y trabajo en conjunto con las comunidades fue muy enriquecedor, no solamente por los datos obtenidos sino también por el contacto con personas, sus opiniones, sentimientos, preocupaciones y también por el desarrollo del trabajo ya que se deben hacer ajustes sobre el camino. Es importante, además, observar como existen grupos interesados en el desarrollo sustentable de sus pueblos, mientras que la mayoría de los pobladores no pone mucha atención a estos temas.

Otro de los aspectos a tomar en cuenta es la importancia de los grupos comunitarios en el manejo de los recursos, progreso y protección del ambiente. Específicamente, las ASADAS son grupos de pobladores preocupados por el recurso hídrico de la comunidad, el abastecimiento, arreglo de infraestructura, compra de terrenos para protección de nacientes de agua y además son los más interesados en temas ambientales, por lo cual debería existir un mayor apoyo a estos grupos. Dotar de más recursos económicos a los mismos, aparte del trabajo en conjunto con otras instituciones de relevancia en la región, como el ICE, el AYA, el Ministerio de Agricultura (MAG) y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) abarcaría las problemáticas como los conflictos por insumos del café, desde distintas áreas con resultados vinculantes para la búsqueda de soluciones interinstitucionales.

Por otra parte, hubiese sido deseable una mayor participación de las mujeres en las entrevistas aunque es notable como relevan la responsabilidad sobre temas del café a los hombres cabeza de hogar (hermano, padre, esposo), las situaciones en las que se observa un empoderamiento de la mujer sobre lo que acontece en sus plantaciones es cuando el terreno pertenece solo a ella o es la que lleva la carga del hogar. Claro está que lo anterior no es la norma, existen excepciones o un panorama más amplio que no abarca este estudio.

En el caso de la calidad del agua en a lo largo de la Subcuenca, es rescatable el hecho que los niveles de distintos parámetros están dentro de los niveles permitidos por la ley. Aunque se necesitaría una muestra mayor para mayor seguridad de la situación, por tanto, es necesario conocer los niveles de plaguicidas en distintos puntos del área de estudio y no solo en el embalse del ICE. No obstante, se deben analizar los conflictos del café desde varias áreas ya que los insumos no son el único problema, por ejemplo los beneficios o recibidores de café son fuentes generadoras de materia orgánica y otras sustancias que terminan en los ríos. Finalmente, en la zona de los santos se realizan otras actividades como la pesca, la cual no sabemos si cambia la composición de sustancias en los ríos, por lo cual también debe ser objeto de estudio en la búsqueda de fuentes causantes de cambios ambientales, sociales y económicos.

Las entrevistas permitieron ver una parte de la opinión de los habitantes de la Subcuenca del río Pirrís. Particularmente, las personas mayores de los 60 años en adelante son conscientes de las problemáticas que acarrea el uso inadecuado de agroquímicos y aunque han llegado a comprender mejor la situación con los años, no manifiestan interés en integrarse en las decisiones de la comunidad. Algunos cafetaleros piensan que entre más plaguicida se aplique mejores resultados se obtienen, pues con los datos obtenidos se

observa que no precisamente el uso de mayor cantidad de insecticidas, fumigaciones y abono producen más café, no obstante, se necesitaría un estudio enfocado en este escenario.

Las mayores preocupaciones de los pobladores, más que el ambiente es la salud en general y entre las enfermedades o problemas de salud más comunes están las intoxicaciones. Lo anterior se ha visto en otros estudios como el de Ordóñez (2015), quien encontró la cefalea, intoxicación, afecciones oculares y dermatitis entre las más frecuentes; estas dos últimas también fueron mencionadas entre las opiniones del presente estudio. Lo anterior muchas veces también va relacionado al uso inadecuado de agroquímicos y prácticas como el consumo de alimentos durante la aplicación, el no uso de protección y el irrespeto a la utilización de productos prohibidos por su alta toxicidad.

Por lo que se refiere a la calidad del agua, los niveles de todos los parámetros físico-químicos están por debajo de los valores admisibles y límites máximos de acuerdo al decreto No. 33903-MINAE-S. “Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales”. Dicho reglamento establece 5 clases según el estado de contaminación. De los datos analizados, el nivel de DQO y SST clasifican las aguas en las clases 2 y 3, mientras que los niveles de nitratos ubican las aguas superficiales en la clase 1. En cuanto al cromo son cantidades aceptables, lo cual coloca las aguas en la clase 1. Basando en lo anterior, la materia orgánica en los ríos podría llegar a representar algún tipo de contaminación por la cantidad de sólidos en las aguas, ya que aguas en clase 3 no pueden ser utilizadas para abastecimiento humano, de abrevaderos o recreación, mientras que los datos químicos del agua no nos da una señal de contaminación severa con agroquímicos. Asimismo, niveles de organoclorados, organofosforados y carbamatos no fueron detectables, aunque sería provechoso y de gran utilidad conocer el estado de estos tres parámetros a lo largo de la Subcuenca. El índice holandés mostró contaminación incipiente (verde) en tres sitios por debajo de los 500 msnm, por lo cual quizás se estén acarreamo contaminantes a la parte baja del Pirrís. Por último, en lo que respecta a nacientes, se mantienen dentro de los valores recomendados según el decreto N° 32327-S “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”.

Lo anterior como experiencia mostró que son necesarios más esfuerzos para conocer el panorama de los distintos contaminantes en agua, suelo y aire a lo largo de la Subcuenca, ya que al ser una zona sumamente dependiente del cultivo del café y la aplicación de agroquímicos se debería tener un constante monitoreo con el fin de regular y recomendar medidas para mitigar el efecto de los plaguicidas. Además, es sumamente necesario un mayor acceso a la información por parte de la población, es decir, se deben realizar campañas de información a la población en general sobre la situación de los insumos.

Los talleres fueron la parte más enriquecedora como proceso de aprendizaje en el manejo de cuencas, ya que permitió valorar los grupos comprometidos con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, por tanto, se considera, que deberían enfocar esfuerzos en apoyar las ASADAS y enlazarlas con distintos grupos comunitarios y gubernamentales. Además, la implementación de los talleres dejó como enseñanza la

dificultad de convocar y concretar reuniones comunitarias, sumado a ello conocer las épocas más factibles para llevarlas a cabo, ya que al ser una región productora existen meses en que la mayoría del tiempo de las personas se enfoca en la colecta y trato del café, por tanto, este tipo de reuniones no son su prioridad. Por último, es trascendental el aporte de personas con experiencia en este tipo de talleres puesto que, de los acontecimientos más rescatables está la visión de problemáticas y el abordaje por parte de personas mayores, se debe aprovechar el conocimiento empírico y técnico de estas personas, no por ello se debe desviar la atención del aporte de la población en general.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones

- El estudio permitió conocer la opinión de personas con experiencia en el trabajo del café que con los años han llegado a comprender los riesgos del mal uso de los agroquímicos pero que han perdido motivación por falta de apoyo, esto se evidenció en las entrevistas y los talleres realizados.
- Se tiene la idea que a mayor cantidad de insumos que se aplique, se tendrán mayores producciones de café, aunque los resultados muestran una tendencia al balance, lo cual indica la importancia en la aplicación, pero con un límite.
- Un tema sumamente enlazado es la preocupación por la salud de los pobladores con respecto a los agroquímicos y los problemas encontrados por intoxicación. Esto, apoyado de malas prácticas en el manejo y aplicación de químicos, lo que aumenta el riesgo a deterioros en la salud.
- Los análisis químicos a lo largo de la Subcuenca presentan valores admisibles por la ley, aunque los análisis físicos en ciertos puntos mostraron una leve contaminación por carga orgánica, lo que a su vez concluye que el café no es la única presión ya que sitios como Copey presentaron valores altos pese a no tener influencia de beneficios.
- Una de las conclusiones más optimistas es el hecho de no detectar plaguicidas en el embalse del ICE, aunque se hace necesario conocer la situación en el resto de la Subcuenca.
- Las principales causas para el comportamiento de los caficultores con respecto al uso de agroquímicos están la diferencia de clases socioeconómica, la cultura y resistencia al cambio por parte de los pobladores.
- Las malas prácticas por parte de los pobladores se relacionan al inadecuado manejo de los envases de agroquímicos, el uso de protección que va muy relacionadas con la parte cultural y el no seguimiento de indicaciones en cuanto a dosis recomendadas y tipos de agroquímicos prohibidos.
- Las soluciones propuestas por los participantes de los talleres se enfocan en la educación, cambio hacia una cultura de reciclaje, apoyo al productor en la búsqueda del mayor aprovechamiento del café y prácticas ambientales para el aprovechamiento de desechos y el trabajo adecuado de los terrenos como la implementación de terrazas y drenaje para evitar la erosión.

7.2. Recomendaciones

- Se recomienda propiciar una mayor participación de las mujeres en temas del manejo del café ya que es una actividad de la cual depende gran parte de la población y la equidad de opiniones brinda una visión más integral.
- Pese a la dificultad de obtener respuestas sinceras, sería interesante conocer los principales tipos de agroquímicos utilizados en la región. Esto se podría implementar con la ayuda de casas comerciales o cooperativas de la región.
- Buscar la participación de pobladores de distintas edades.
- Enfocar esfuerzos en la obtención de análisis de plaguicidas en la parte alta y media de la Subcuenca con el fin de conocer la situación del área en general.
- Se recomienda una mayor integración en el trabajo entre instituciones, principalmente en el momento de compartir información en la búsqueda de soluciones en conjunto.
- Realizar talleres luego de la colecta del café para disponer de más participantes ya que en esta época las personas poseen una menor disponibilidad.
- Encontrar soluciones a implementar por parte de grupos organizados en las comunidades y acompañar en el proceso de implementación.
- Se recomienda una mayor educación a los caficultores sobre buenas prácticas ya que las principales capacitaciones en la región se enfocan en los beneficios de los agroquímicos para el café, pero se presta poca atención a los peligros del uso inadecuado.

8. LITERATURA CITADA.

- Chinchilla, M., Alvarado, A., Mata, R. 2011a. Factores formadores y distribución de suelos de la Subcuenca del río Pirrís, Talamanca, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 35: 33-57.
- Chinchilla, M., Alvarado, A., Mata, R. 2011b. Capacidad de las tierras para uso agrícola en la Subcuenca media-alta del río Pirrís, Los Santos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 35: 109-130.
- Fenner, J. 2015. Uso y Abuso. Las fincas cafetaleras del Soconusco, Chiapas, y el recurso hídrico. Un breve recorrido histórico por la región. *In* Kauffer, F., Escobar, D, eds. *De Chiapas a la Península de Yucatán: intersticios hídricos*. 1 ed. Universidad Autónoma de Chiapas. p. 79-98.
- González, A. 2015. Programa de concientización para el uso de plaguicidas en la comunidad de productores agrícolas de Butare, municipio Colina, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 14: 257-267.
- Guzmán-Plazola, P., Guevara-Gutiérrez, R. D., Olguín-López, J. L., & Mancilla-Villa, O. R. 2016. Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia (Arica)*, 34(3): 69-80.
- Masís, F., Valdez, J., Coto, T., León, S. 2008. Residuos de agroquímicos en sedimentos de ríos, Poás, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32: 113-123.
- Meléndez, L. 2009. Diseño del plan del manejo de la Cuenca del río Pirrís. Tesis de Maestría. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), San José Costa Rica. 161 p.
- Molina-Morales, Y., Flores-García, M., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz, P., Miranda-Contreras, L. 2012. Niveles de plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela, entre 2008 y 2010. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(4): 289-301.
- Montoya M. L., Restrepo F. M., Moreno N., Mejía P. A. 2013. Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 32(2): 26-35.
- Myrtille, D; Teun, W. 2003. Sustainable Coffee in the Mainstream: The Case of the SUSCOF Consortium in Costa Rica. (en línea). Consultado 8 Jun. 2016. Disponible en <http://www.iscom.nl/publicaties/danseprf2.pdf>
- Ordóñez, A. G. (2015). Programa de concientización para el uso de plaguicidas en la comunidad de productores agrícolas de Butare, municipio Colina, estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 14(3).
- Rojas, N. 2011. Cuenca río Parrita (Informe). San José, Costa Rica, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

- Valencia, V; Ramírez, M; Jaramillo, Laura. 2015. Identificación de alternativas para la disposición final de los envases de plaguicidas de uso agrícola. Tesis Ph.D. Corporación Universitaria Lasallista. 102 p.
- Valenciano, J. 2008. La actividad cafetalera en los santos: diagnóstico para un análisis de los medios de vida en la Agrocadena (Informe). Centro Internacional de Política Económica (CINPE). 47 p.

ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta para conocimiento sobre conflictos por uso de insumos del café.

Esta encuesta es completamente anónima. El fin de este trabajo no es evaluar su finca en específico, lo que se pretende más bien es conocer su opinión ante un tema de importancia para todos. La honestidad en sus respuestas es de suma importancia. Gracias por el tiempo dedicado a responder la encuesta.

1. Sexo.

2. Edad.

3. Escolaridad.

4. ¿Cuántas veces al año utiliza insecticidas?

2. ¿Usted controla las hierbas con químicos, manualmente (e.g., con machete o fuego), o ambos?

3. ¿Cuántas veces al año fumiga con químicos?

4. ¿Usted aplica fertilizantes a sus Fincas? ; si, entonces cual es la dosis (sacos/manzana) y cada cuanto los aplica?

5. ¿Su finca está bajo algún tipo de programa de certificación?

Si, entonces ¿Cuál certificación? (e.g., Starbucks C.A.F.E, Rainforest Alliance, Fair Trade, UTZ, o algún otro

6. ¿Aproximadamente cuantas fanegas de café por manzana produce usted?

7. ¿Conoce los efectos de los agroquímicos sobre la salud humana?

8. ¿Cuáles considera usted son los principales conflictos relacionados al uso inadecuado de agroquímicos?

9. ¿Ha tenido usted problemas con otra persona por el uso de agroquímicos?

10. ¿Ha tenido problemas de salud asociados al uso de agroquímicos?

11. ¿Considera que los ríos del río Pirrís se ve afectado por el uso de agroquímicos en el café?

12. ¿Ha recibido información sobre los conflictos asociados al uso de agroquímicos en el café?

13. ¿Le gustaría recibir información sobre buenas prácticas en el uso de agroquímicos en el café?